

RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA



PROYECTO DE EJECUCIÓN

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA
ESPAÑA - FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

LÍNEA SUBTERRÁNEA - SUBMARINA EN
CORRIENTE CONTINUA A ± 400 kV
GATIKA – FRONTERA FRANCESA

Provincia afectada

Bizkaia

Madrid, mayo de 2022

El Ingeniero Industrial: Nicolás Cuenca Pradillo

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - MADRID
Nº VISADO 202202184	FECHA DE VISADO 20/05/2022
VISADO	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
18068 COIIM NICOLAS CUENCA PRADILLO	



PROYECTO DE EJECUCIÓN

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA
ESPAÑA - FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

LÍNEA SUBTERRÁNEA - SUBMARINA EN
CORRIENTE CONTINUA A ± 400 kV
GATIKA – FRONTERA FRANCESA

ÍNDICE

	<u>Nº Páginas</u>
DOCUMENTO 1.....	MEMORIA 98
DOCUMENTO 2.....	CÁLCULOS 18
DOCUMENTO 3.....	PLANOS 61
DOCUMENTO 4.....	PRESUPUESTO 10
DOCUMENTO 5.....	ESTUDIO DE SEGURIDAD 236
DOCUMENTO 6.....	RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS.. 45
DOCUMENTO 7.....	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS 384
DOCUMENTO 8.....	GESTIÓN DE RESIDUOS 14

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero Industrial

D. Nicolás Cuenca Pradillo
Colegiado del COIIM 18.068



PROYECTO DE EJECUCIÓN

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA
ESPAÑA - FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

LÍNEA SUBTERRÁNEA - SUBMARINA EN
CORRIENTE CONTINUA A ± 400 kV
GATIKA – FRONTERA FRANCESA

DOCUMENTO 1
MEMORIA

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

1	ANTECEDENTES	3
2	OBJETO Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA	7
3	TITULAR DE LA INSTALACIÓN.....	9
4	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN	10
4.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTACIÓN CONVERTORA	10
5	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA	12
6	DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO	14
6.1	TRAZADO SUBTERRÁNEO.....	14
6.2	TRAZADO SUBMARINO	17
7	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	19
7.1	CABLES	19
7.2	EMPALMES.....	22
7.3	TERMINALES.....	26
7.4	PARARRAYOS.....	28
7.5	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	28
7.6	OBRA CIVIL SUBTERRÁNEA	29
7.7	TENDIDO TRAMO SUBTERRÁNEO.....	48
7.8	TENDIDO TRAMO SUBMARINO	55
7.9	PROTECCIÓN TRAMO SUBMARINO.....	59
7.10	COMUNICACIONES	66
7.11	SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN.....	67
7.12	SEÑALIZACIÓN	68
7.13	ENSAYOS	68
8	ACCESOS.....	76
8.1	ACCESO SUR.....	83
8.2	ACCESO NORESTE	84
8.3	ACCESO OESTE	85
8.4	ACCESO NORTE.....	85
9	CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS	88
9.1	NORMAS GENERALES SOBRE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.....	88
9.2	RELACIÓN CORRELATIVA DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS	89
10	RELACIÓN DE MINISTERIOS, ORGANISMOS O EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO O SERVICIOS DE INTERÉS GENERAL, EN LA PARTE QUE LA INSTALACIÓN PUEDA AFECTAR A BIENES Y DERECHOS A SU CARGO.....	92
11	RELACIÓN DE AYUNTAMIENTOS.....	98

1 ANTECEDENTES

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA S.A.U. (en adelante RED ELÉCTRICA), de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico (en adelante Ley 24/2013), y como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuidas las funciones de transportar la energía eléctrica, así como las de construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

En el ejercicio de las citadas funciones y efectivo cumplimiento de las finalidades relativas al transporte de energía eléctrica, RED ELÉCTRICA, junto a RESEAU DE TRANSPORT D'ELECTRICITE (RTE), empresa gestora de la red de transporte en Francia, por recomendación de la Comisión Europea, han formado una sociedad conjunta coparticipada al 50% por cada una de ellas para el desarrollo de la interconexión eléctrica entre Francia y España, denominada **INELFE**. Esta empresa es la responsable de la realización de los estudios, de la gestión del proyecto y de la construcción del enlace eléctrico. (<https://www.inelfe.eu/>) “Interconexión submarina España-Francia por el Golfo de Bizkaia”

Este proyecto consiste en la creación de una interconexión eléctrica submarina y subterránea, doble enlace de Alta Tensión en Corriente Continua (HVDC en sus siglas en inglés) con dos sistemas independientes y una potencia de 2×1000 MW de potencia y ± 400 kV de tensión, de aproximadamente 390 km de longitud, de los cuales 276 km serán de tramo submarino (94 km en España), que conectará la futura Estación Conversora de Gatika (municipio de Gatika, (en el territorio histórico de Bizkaia), y la futura Estación Conversora de Cubnezais, (situada al norte de la localidad de Burdeos, en Francia).

La interconexión eléctrica España-Francia por el Golfo de Bizkaia, debido a su carácter estratégico, fue designada, el 14 de octubre de 2013, por la Comisión y el Parlamento Europeo como "Proyecto de Interés Común" (en adelante PIC), en el marco del Reglamento (UE) N° 347/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de abril de 2013 relativo a las orientaciones sobre las infraestructuras energéticas transeuropeas (en adelante Reglamento (UE) N° 347/2013), dentro del “Energy Infrastructure Package” de la Comisión Europea y forma parte también del Plan Decenal de Desarrollo de la Red de Transporte Europea de julio de 2012 de ENTSO-E. Además de PIC, tiene una doble calificación, ya que está catalogado como “Autopista de la electricidad” pues mediante el mismo se pretende reforzar la eficacia de la acción de la Unión, posibilitando la optimización de los costes de ejecución y favoreciendo el desarrollo de las redes transeuropeas, lo cual implica que tiene una utilidad estratégica de largo plazo.

El citado proyecto, ha requerido de un proceso de participación pública en la etapa de tramitación inicial, en cumplimiento de las disposiciones reglamentarias, tal y como establece el art 9 y art 10.1. a) del Reglamento (UE) N° 347/2013, culminado el proceso, en el Informe del Plan Conceptual de Participación Pública a disposición de cualquier interesado en la dirección: <https://www.inelfe.eu/sites/default/files/2018-08/INFORME%20PCPP.pdf>

Todos los proyectos catalogados como PIC estaban ya incluidos en la planificación nacional anterior, en el documento denominado “Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de transporte de Energía Eléctrica 2015-2020”, aprobado por el Consejo de Ministros, el 16 de octubre de 2015 (recogido en la Orden IET/2209/2015, de 21 de octubre de 2015). Y también se encuentran recogidos en el documento “Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026”, aprobado por el Consejo de Ministros el 22 de marzo de 2022 (BOE 19 de abril de 2022) planificación actualmente en vigor. En la planificación se detallan los proyectos de nuevas infraestructuras eléctricas que se deben acometer en todo el territorio nacional, bajo los principios de transparencia y de mínimo coste para el conjunto del sistema eléctrico. En este sentido, la planificación de la red de transporte de electricidad es vinculante para RED ELÉCTRICA.

A este fin INELFE ha proyectado construir una Línea subterránea-submarina de transporte de energía eléctrica en 400 kV de corriente continua, que conectará la Estación Conversora, situada en el término municipal de Gatika (Bizkaia/España), con la Estación Conversora situada en el término municipal de Cubnezais (Burdeos/Francia), cuyo trazado discurrirá por los términos municipales de Gatika, Maruri-Jatabe y Lemóniz, en Bizkaia, con una longitud aproximada de 13,5 km (tramo subterráneo), más una longitud aproximada de 94 km de tramo submarino hasta la frontera España-Francia. Esta instalación formará parte de la red de transporte de energía eléctrica en alta tensión en los términos establecidos en la citada Ley 24/2013, y es necesaria para alimentar a la nueva Estación Conversora AC/DC.

Este proyecto cuenta con cofinanciación del programa “Conectar Europa” de la Comisión Europea, a través de la concesión de una ayuda financiera comunitaria a los PIC en el ámbito de las redes transeuropeas de energía.

Este proyecto responde a la necesidad de un aumento de capacidad de intercambio entre España y Francia con objeto de disminuir el aislamiento de España frente al resto del sistema europeo, aumentar la seguridad del sistema, facilitar la integración de energías renovables en el Sistema Ibérico y contribuir a que el Mercado Ibérico de la Electricidad forme parte del Mercado Interno de la Electricidad promovido por la Comisión Europea.

La nueva interconexión eléctrica por el Golfo de Bizkaia supondrá un conjunto amplio de beneficios que demuestran claramente la necesidad de acometerla, ya que responde a expectativas a nivel europeo, tales como:

- Contribución a la seguridad y a la continuidad del suministro eléctrico en los sistemas interconectados, gracias a los intercambios de energía en caso de necesidad. Las interconexiones son el respaldo instantáneo más significativo a la seguridad de suministro.
- Aumento de la eficiencia de los sistemas interconectados. Con la capacidad que queda vacante en las líneas y que no va destinada a la seguridad de suministro, se establecen diariamente intercambios comerciales de electricidad aprovechando las diferencias de precios de la energía entre los sistemas eléctricos interconectados. Estos intercambios permiten que la generación de electricidad se realice con las tecnologías más eficientes fluyendo la energía desde donde es más barata hacia donde es más cara.
- Aumento de la competencia entre sistemas vecinos. Las importaciones de energía de otros países obligan a los agentes del propio país a tener propuestas más competitivas si quieren que sus ofertas resulten aceptadas, generando una reducción del precio de la electricidad a nivel mayorista.
- Proporcionan una mayor integración de energías renovables. A medida que aumenta la capacidad de interconexión, se maximiza el volumen de producción renovable que un sistema es capaz de integrar en condiciones de seguridad, dado que la energía renovable que no tiene cabida en el propio sistema se puede enviar a otros sistemas vecinos, en lugar de ser desaprovechada. Al mismo tiempo, ante la falta de producción renovable o problemas en la red, un alto grado de capacidad de intercambio permite recibir energía de otros países. Permitirá pues alcanzar el objetivo vinculante de energías renovables del 32% para el 2030 fijado por la Unión Europea en junio del 2018, ya que una mayor interconectividad entre países miembros permite una mayor integración de la generación renovable en otros sistemas.

Permitirá aumentar la capacidad de intercambio de España a Francia y viceversa en 2.000MW. El aumento de capacidad de intercambio que permite este proyecto se traduce en que la congestión esperada en la frontera se reducirá a un 10-13% desde valores que alcanzarían un 63-77% sin este proyecto.

Según la planificación europea TYNDP2020 de ENTSO-E y el plan de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica horizonte 2026 (planificación vigente referida anteriormente), se prevé que el proyecto suponga un beneficio socioeconómico de 221 M€/año; una reducción de emisiones de CO₂ de 1,27 millones de toneladas al año; una

integración adicional de renovables de 7.431.000 MWh/año; una reducción en pérdidas del sistema de -2.711.000 MWh/año; y una reducción de la energía no servida de 7.470 MWh/año.

2 OBJETO Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA

De conformidad con lo establecido en la referida Ley 24/2013 y en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, constituye el objeto del presente proyecto la Línea subterránea-submarina de transporte de energía eléctrica en 400 kV de corriente continua ± 400 KV GATIKA – FRONTERA FRANCESA. A efectos administrativos este documento aporta los datos precisos para la obtención de la correspondiente resolución relativa a:

- Autorización Administrativa de Construcción (AAC).
- Declaración, en concreto, de Utilidad Pública (DUP), con los efectos establecidos en el artículo 54 y siguientes de la Ley 24/2013.

Conforme a lo establecido en la Ley 24/2013 y el Reglamento (UE) N° 347/2013, resulta órgano sustantivo, para la obtención de las referidas autorizaciones, la Dirección General de Política Energética y Minas, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. La tramitación del expediente administrativo compete a la Dependencia de Industria y Energía de la Subdelegación del Gobierno en Bizkaia.

Los anteproyectos que conforman la Interconexión eléctrica España-Francia por el Golfo de Bizkaia, se sometieron junto con el Estudio de Impacto Ambiental a un periodo de información pública a través de las publicaciones en el BOE de fecha 31/05/2021 y BOB de fecha 31/05/2021, encontrándose actualmente toda la documentación en fase de análisis y redacción de la Declaración de Impacto Ambiental por el órgano ambiental competente para que posteriormente pueda emitirse la Autorización Administrativa Previa correspondiente.

En el documento “Relación de Bienes y Derechos” se describen en sus aspectos material y jurídico los bienes y derechos de necesaria expropiación para la implantación de la instalación eléctrica.

Al tratarse esta instalación de una red de transporte de energía eléctrica, se hace constar que, a su vez, este proyecto a los efectos de lo establecido en las disposiciones adicionales duodécima, segunda y tercera de la Ley 13/2003 de 23 de mayo, reguladora del contrato de concesión de obras públicas (BOE de 24-05-2003), deberá tramitarse ante las Administraciones con competencia urbanística y de ordenación del territorio, que emitirán los correspondientes requerimientos de informes y condicionados.

Este Proyecto reúne las características a las que se refiere el artículo 32 de la Ley 22/98 y 61 del RD 876/2014, en cuanto que se trata de una instalación que desempeña una función o presta un servicio que por sus propias características requiere la ocupación del dominio público marítimo-terrestre y la solicitud de la misma será tramitada conjuntamente con el proyecto en la fase de información pública.

Asimismo, en el orden técnico, su objeto es informar de las características de la instalación proyectada, así como mostrar su adaptación a lo establecido en el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.

3 TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El domicilio Social del Titular es:

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

Paseo del Conde de los Gaitanes, 177
28.109 – Alcobendas (Madrid)

Y a efectos de notificación en:

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

Paseo del Conde de los Gaitanes, 177
28.109 – Alcobendas (Madrid)

4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La nueva interconexión entre Francia y España consiste en un doble enlace de Alta Tensión 400 kV en Corriente Continua (HVDC en sus siglas en inglés) con dos sistemas independientes y una potencia de 2×1000 MW, que conectará la futura Estación Convertora de Gatika, en el territorio histórico de Bizkaia, y la futura Estación Convertora de Cubnezais, situada al norte de la localidad de Burdeos, en Francia.

Las principales partes de que consta el enlace HVDC son:

- Estación Convertora de Gatika formada por dos sistemas de conversión independientes CA/CC (alterna/continua) de 1000 MW cada uno.
- Estación Convertora de Cubnezais formada por dos sistemas de conversión independientes CA/CC (alterna/continua) de 1000 MW cada uno.
- 4 cables subterráneos de corriente continua a ± 400 kV para instalación en zanja (aproximadamente 13,6 km por territorio español y 100 km por territorio francés).
- 4 cables submarinos de corriente continua a ± 400 kV con una longitud total de unos 300 km, cada cable de potencia, salvo un corto tramo subterráneo para evitar el cañón submarino de Capbreton, para la interconexión con Francia (94 km en territorio marítimo español).
- 2 cables de F.O. de comunicaciones de 48 fibras.
- 2 cables de F.O. para la monitorización de la temperatura del doble enlace de 4 fibras.

4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTACIÓN CONVERTORA

La nueva Estación Convertora de Gatika, que no es objeto de este proyecto, estará formada por dos sistemas de conversión independientes CA/CC (alterna/continua), de una potencia nominal de 1000 MW cada uno, basado en la tecnología VSC (*Voltage Sourced Converter*). Estos dos sistemas se conectarán a sendas calles del parque de 400 kV de la subestación de Gatica, instalación de RED ELÉCTRICA en configuración de interruptor y medio, objeto de otro proyecto, a la que se anexará dicha Estación Convertora.

Cada uno de estos dos sistemas de conversión CA/CC de 1000 MW cada uno (subdivididos, a su vez, en dos ramas o polos: ± 400 kV) están conectados a la subestación 400 kV Gatica en el parque de alterna a través de seis transformadores monofásicos (un banco de tres transformadores monofásicos para cada convertidor) y están conectados a los terminales de los cables de corriente continua, en el parque de continua, a través de doce reactancias conversoras (tres reactancias en serie por cada rama de cada uno de los dos convertidores), para alisado de la corriente en continua y limitación de la corriente de cortocircuito, y los correspondientes seccionadores con cuchillas de puesta a tierra para desconexión del sistema de continua.

En el parque de alterna se instalan, además, en paralelo al circuito principal, seis reactancias en conexión de estrella (tres por cada convertidor), para compensación de posibles asimetrías en continua y operación del sistema como intercambio puro de reactiva, y seis resistencias de preinserción con sus correspondientes seccionadores en paralelo (tres resistencias en serie por cada convertidor), para suavizar el arranque del sistema.

En la salida en continua de los convertidores, se instalan doce condensadores (tres condensadores en paralelo por cada rama de cada uno de los convertidores), para filtrado de altas frecuencias en continua.

Además, se instalarán seccionadores de puesta a tierra tanto en el lado de alterna como de continua de los convertidores.

5 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

- Sistema Corriente continua
- Configuración 2 enlaces independientes
- Tensión nominal ± 400 kV_{cc}
- Potencia nominal 2x1000 MW
- Flujo de potencia Bidireccional
- Factor de carga 100 %
- Nº de enlaces 2
- Nº de cables totales 4
- Cables subterráneos (enlace 1):
 - Tipo de cable subterráneo Cable unipolar de aislamiento seco (XLPE)
 - Temperatura de operación 80 °C
 - Sección del conductor: 1800 mm² Cu
- Cables subterráneos (enlace 2):
 - Tipo de cable subterráneo Cable unipolar de aislamiento seco (XLPE)
 - Temperatura de operación 80 °C
 - Sección del conductor: 2500 mm² Al
- Cables submarinos enlace 1:
 - Tipo de cable submarino Cable unipolar de aislamiento seco (XLPE)
 - Temperatura de operación 80 °C
 - Sección del conductor:
 - Tramos salida al mar (PHD profunda) 1800 mm² Cu
 - Cable enterrado o protegido en roca 1000 mm² Cu
- Cables submarinos enlace 2:
 - Tipo de cable submarino Cable unipolar de aislamiento seco (XLPE)
 - Temperatura de operación 80 °C

- Sección del conductor:
 - Tramos salida al mar (PHD profunda) 2500 mm² Al
 - Cable enterrado o protegido en roca 1400 mm² Cu
- Tipo de instalación:
 - Estación Conversora – Salida al marZanja con tubos hormigonados
 - Salida al mar – frontera francesa:
 - Fondo con sedimentos Cables directamente enterrados
 - Fondo rocoso..... Cables en superficie protegidos mediante vertido de roca
- Tipo de conexión de las pantallas metálicas Directamente a tierra
- Longitud aproximada:
 - Tramo subterráneo 13,58 km aproximadamente
 - Tramo submarino..... . 93,5 km aproximadamente
- Términos municipales afectados
 - Excmo. Ayuntamiento de Gatika4,504 km
 - Excmo. Ayuntamiento de Maruri – Jatabe.....6,832 km
 - Excmo. Ayuntamiento de Lemoiz.....2,239 km

6 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

El doble enlace objeto del presente proyecto conectará la Estación Conversora de Gatika con la Estación Conversora de Cubnezais situada en Francia. En la parte española el trazado se dividirá en un tramo subterráneo y en un tramo submarino.

6.1 TRAZADO SUBTERRÁNEO

La línea estará formada por dos enlaces, que discurrirán cada uno por una canalización tubular hormigonada independiente, salvo en los tramos de perforación horizontal dirigida, en los que los cables van instalados en tubos de polietileno de alta densidad tipo PE100.

A diferencia de los proyectos de corriente alterna en los que la longitud entre cámaras tiene una restricción debida a la tensiones que se inducen en la pantallas metálicas, en las líneas de corriente continua la distancia entre cámaras está limitada por motivos logísticos, ya sea capacidad de fabricación, dimensiones para el transporte, posibilidad de realización de las plataformas para poder descargar las bobinas y realizar el tendido; o por motivos de diseño del sistema de cables como esfuerzos máximos de tracción en el cable, esfuerzos máximos en el empalme, etc. Los tamaños máximos de bobinas varían entre los diferentes fabricantes, con longitudes que van desde 1 a 3 km.

Por este motivo, y debido además a la orografía compleja de este proyecto desde el punto de vista de un trazado subterráneo para cables de alta tensión, no se han fijado las ubicaciones de las cámaras de empalme (aunque sí se han previsto las posibles ubicaciones), con el objeto de que sea el, o los contratistas adjudicatarios de cada uno de los dos enlaces quienes determinen la distancia entre las diferentes cámaras en función de las restricciones de tendido y fabricación de bobinas. De esta manera se pretende optimizar el número de cámaras de empalme y no construir más de las estrictamente necesarias, procurando de esta forma reducir las afecciones medioambientales y sociales. Del mismo modo, también se dejará en manos del contratista o contratistas adjudicatarios la decisión sobre la posición y el número de arquetas de telecomunicaciones a lo largo del trazado, ya que sus ubicaciones dependen de las de las cámaras de empalme. De esta forma se consigue igualmente minimizar el número de arquetas a lo largo del trazado.

Descripción del trazado subterráneo

La línea tendrá su origen en las botellas terminales de cable situadas dentro de la futura Estación Conversora de Gatika y circulará por el interior de los terrenos de la misma, por espacios habilitados para tal fin hasta su salida al exterior. A la salida de la Estación Conversora se abrirá una zanja, por el camino que bordea la subestación eléctrica existente de Gatica, dirección norte y tras unos 740 metros aproximadamente se realizará una perforación dirigida inicial, PHD-0, cuyo propósito será evitar afectar a la masa de arbolado de pinos y encinas protegidos. Esta perforación tendrá una longitud de 423 metros aproximadamente.

En ese punto, el trazado de la futura interconexión seguirá en dirección norte hasta llegar a las cercanías del campo municipal de fútbol de Gatika, donde luego tomará dirección nordeste atravesando aproximadamente 300 metros de campo de cultivo, después girará 115 grados norte durante 65 metros y por último lo hará en dirección este otros 300 metros, antes de realizar el cruzamiento con la carretera BI-634. Dicho cruzamiento se realizará mediante la primera perforación horizontal dirigida prevista, PHD-1, cuyo pozo de ataque se situará antes de la carretera y tendrá una longitud de unos 76 metros aproximadamente.

Una vez pasada la carretera la línea girará en dirección norte y recorrerá en zanja unos 60 metros hasta encontrarse con el pozo de ataque de la segunda perforación horizontal dirigida, PHD-2, con la finalidad de salvar el cruce con el arroyo Ura. La longitud de la perforación es de aproximadamente 204 metros. A la salida de la PHD-2 el trazado de la línea girará en dirección noroeste y transcurrirá aproximadamente 900 metros por campo de cultivo, donde volverá a girar en dirección noreste otros 250 m hasta enlazar con el pozo de ataque de la PHD-3.

Dicha perforación tendrá una longitud aproximada de 160 metros y discurrirá en dirección noroeste, hasta finalizar en el inicio de un pequeño polígono industrial en el término municipal de Gatika.

La futura línea de interconexión avanzará en dirección noreste por la calle trasera y asfaltada del polígono industrial, durante aproximadamente 300 metros, para hacer un giro a 90° a la izquierda en dirección oeste, continuando 130 metros hasta encontrar al pozo de ataque de la cuarta perforación horizontal dirigida, PHD-4.

Dicha perforación tendrá una longitud aproximada de 160 metros y discurrirá en dirección noroeste para salvar el cruzamiento con la carretera del barrio Ugarte, hasta finalizar en un campo de cultivo donde tras unos pocos metros se encontrará ubicado el pozo de ataque de la quinta perforación dirigida (PHD-5). El pozo de inicio estará ubicado en el término municipal de Gatika y el pozo final en el término municipal de Maruri-Jatabe.

La finalidad de la PHD-5 será salvar cruzamiento con el río Butrón, en dirección noroeste y con una longitud aproximada de 330 metros.

Tras finalizar la perforación PHD-5, la línea continuará en zanja otros 550 metros aproximadamente en dirección norte, hasta llegar a un aparcamiento tras el que comenzará el pozo de ataque de la PHD-6. Todo este recorrido lo realizará por campo de cultivo. La finalidad de la PHD-6 será salvar el cruzamiento con la carretera BI-2120. Se prevé realizar una PHD de aproximadamente 182 metros en dirección noreste.

Una vez superada esta perforación la traza continuará en dirección nordeste, aproximadamente 40 metros. En ese punto realizará un giro de 90 grados aproximadamente dirección oeste aproximadamente 90 metros hasta tomar un giro de 90 grados dirección norte y aproximadamente 90 metros hasta llegar al pozo de ataque de la PHD-7.

La futura PHD-7 tendrá una longitud aproximada de 435 metros dentro del término municipal de Maruri-Jatabe. La finalidad de esta perforación es evitar afectar la vegetación protegida que se encuentra sobre la traza de la misma y finalizará en la masa arbolada de eucaliptos ubicada al oeste del último caserío del Barrio de S. Lorenzo, desde donde una vez superada la perforación, la futura interconexión efectuará un giro de 90 grados a la derecha para continuar en zanja atravesando la parcela existente hasta prácticamente el final de la calle asfaltada de la urbanización y el inicio de la pista forestal existente por donde continuará su trazado. Este tramo discurrirá por el término municipal de Maruri-Jatabe, hasta llegar a la bifurcación con el GR-123. En ese punto girará en dirección oeste para continuar la traza por el GR-123, hasta llegar a la intersección con la carretera, Maruri – Lemóiz, (BI-3117). El cruce se realizará con en zanja abierta y el trazado continuará por la pista forestal existente, camino de Ikelza, dirección lago Urbieta. Justo antes de que el trazado cruce la carretera BI-3117, la línea entra en el término municipal de Lemoiz, por el cual discurrirá hasta la salida al mar.

Finalmente, y pasadas las últimas casas, del camino forestal, la futura interconexión llegará al pozo de ataque previsto para la futura perforación horizontal dirigida de salida al mar (PHD-8), allí se instalarán las cámaras de empalme para la transición de los cables subterráneos a los submarinos. La finalidad de la PHD-8 es dar salida al mar a los cables del doble enlace. A lo largo de su trazado se cruza igualmente la carretera BI-3151.

La salida de la PHD se realiza en el mar, a una profundidad de 15 m y partir de este punto la línea continúa con un trazado submarino, hasta el límite fronterizo con Francia en el mar.

6.2 TRAZADO SUBMARINO

En el documento N° 2 PLANOS se adjunta el plano 7983L002 “Planta y perfil Longitudinal” (hojas 40 y 41) donde se muestra el recorrido de los cables submarinos desde la salida al mar mediante la PHD 7 hasta el límite con la frontera francesa.

El trazado sigue un recorrido paralelo a la costa procurando no incrementar innecesariamente la longitud de la línea. La ruta está a su vez condicionada por el cruce del cañón submarino de Capbreton situado en la continuación del doble enlace en aguas francesas.

La batimetría del trazado presenta aguas de una profundidad reducida, alcanzando una profundidad máxima de 134 m alrededor del PK 89 del trazado, correspondiente a la zona donde el trazado se aproxima más al borde de la plataforma oceánica. Las pendientes son más fuertes en la primera parte del trazado debido a los afloramientos rocosos, llegando a valores puntuales máximos de hasta 34°, mientras que, en la parte final, se obtienen pendientes más suaves no rebasando en general los 5°. En cuanto a la geología superficial, la primera parte del trazado discurre por suelos predominantemente rocosos, intercalados con zonas arenosas y de sedimento grueso, mientras que su parte final se predominan los suelos de tipo arenoso-arcillosos.

Cada uno de los cables del enlace irá instalado de forma independiente y se mantendrá una distancia suficiente entre ellos para permitir el mantenimiento de los mismos respetando una separación entre ejes de cables de cada enlace y entre cables de diferente enlace que permita realizar los trabajos de reparación en caso de un incidente. En la ruta que sigue cada uno de los cables se buscará en la medida de lo posible aprovechar al máximo las zonas de

suelo con sedimentos, privilegiando las zonas en las que los cables se pueden proteger por enterramiento.

La perforación de salida al mar tiene una longitud aproximada de 1160 m, situando su punto de salida a una cota de -15 m bajo el nivel del mar, en suelo rocoso. Toda la primera parte del trazado submarino se desarrolla en un fondo marino de este tipo el cual no puede ser evitado, aunque la ruta elegida intenta minimizar el trazado sobre este tipo de suelo. Para ello el trazado busca la zona de fondo de sedimento situada frente a la playa de Bakio, si bien para posibilitar el tendido desde el barco cablero y para evitar un trazado muy paralelo a la costa en aguas poco profundas, lo que dificultaría el tendido desde el barco y podría comprometer la protección del cable una vez instalado debido a la mayor incidencia de oleaje, se alejará el trazado de la costa en la dirección de la perforación hasta una profundidad de alrededor de 20,5 m, a unos 1500 m aproximadamente de la costa donde las condiciones para el tendido y la estabilidad de los cables una vez instalados son más favorables. Desde este punto la ruta buscará las zonas de sedimento grueso y gravas, las cuales son más propicias para la protección del cable por enterramiento. Una vez alcanzada esta zona más favorable el trazado se irá alejando de la costa hasta alcanzar una profundidad de unos 70 m, alrededor del PK 21 del trazado de la línea, coincidiendo con el final de la lengua de fondo marino de sedimento que se encuentra frente a la playa de Bakio y cuya existencia se debe al aporte de los distintos cursos de agua que confluyen en la ensenada de Bakio.

A partir de este punto del trazado submarino el fondo rocoso vuelve a ser inevitable en zonas extensas. Tras una primera zona de unos 4 km en la que el suelo rocoso aflora de forma constante, se vuelve a encontrar un fondo compuesto por arenas fina a medias sobre capas de gravas y arenas intermitentemente, en el que se producen afloramientos rocosos dispersos que en su mayor parte se podrán evitar trazando el recorrido de los cables por las zonas de sedimento, lo que explica que el trazado de los cables no se mantenga paralelo y equidistante a lo largo de diferentes zonas del trazado. El recubrimiento del sedimento no consolidado en esta zona es de unos 3 a 5 m de espesor.

A partir del PK 45, el suelo rocoso vuelve a predominar con presencia de canales estrechos de arenas finas a medias, arenas y gravas, y arcillas arenosas. A medida que se avanza en la dirección del trazado los afloramientos rocosos se intercalan con depósitos arenosos y arcilloso-arenosos de espesor variable hasta llegar al PK 59,5. A partir de este punto el fondo marino se vuelve predominantemente de naturaleza arcilloso-arenosa con espesores variables entre 1 y 5 metros de profundidad y afloramientos rocosos puntuales hasta que el trazado llega al límite fronterizo con Francia.

7 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

7.1 CABLES.

7.1.1 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Las características eléctricas generales de los cables del proyecto son las siguientes:

- Corriente Continua
- Tensión asignada $\pm 400 \text{ kV}_{cc}$
- Tensión soportada a impulso tipo rayo 840 kV
- Tensión soportada a impulsos de maniobra
 - Con igual polaridad que V_{cc} 828 kV
 - Con polaridad opuesta a V_{cc} 480 kV
- Intensidad mínima admisible en cortocircuito $\geq 25 \text{ kA}$
- Duración del cortocircuito 0,5 s

7.1.2 CABLE DE POTENCIA SUBTERRÁNEO.

En el tramo subterráneo se instalará un cable de $\pm 400 \text{ kV}$ para corriente continua. El cable tendrá una sección de cobre de 1800 mm^2 para el enlace 1 y una sección de aluminio de 2500 mm^2 para el enlace 2. Los cables dispondrán de una pantalla metálica de sección suficiente para soportar las corrientes de cortocircuito.

7.1.2.1 Composición.

La composición general del cable se indica a continuación:

1. Conductor Sección circular de cobre o de aluminio
2. Semiconductora interna Capa extrusionada de material semiconductor
3. Aislamiento Polietileno reticulado (XLPE) super clean
4. Semiconductora externa Capa extrusionada de material semiconductor
5. Protección longitudinal contra el agua Cinta hinchable semiconductora
6. Pantalla metálica y protección radial contra el agua Tubo de aluminio
7. Cubierta exterior Polietileno de alta densidad negro con capa exterior semiconductora

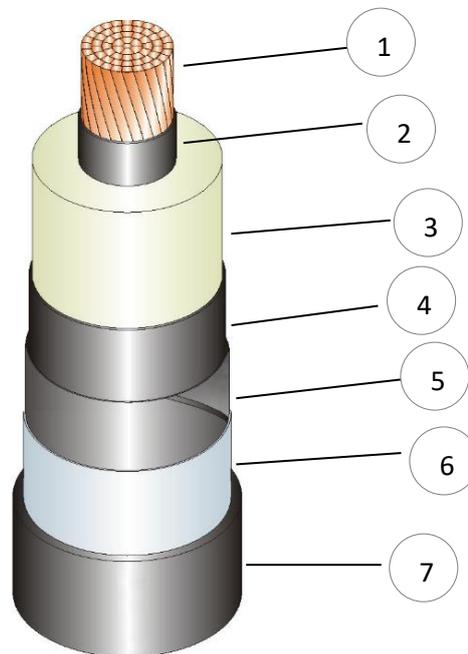


Ilustración 1: Cable HVDC terrestre con aislamiento XLPE

7.1.3 CABLE DE POTENCIA SUBMARINO

En el tramo submarino se instalarán cables de diferente sección en cada uno de los enlaces. Los enlaces 1 y 2 estarán compuestos por cables de ± 400 kV para corriente continua de aislamiento seco de polietileno reticulado (XLPE) al igual que el cable para el tramo terrestre.

Para esta tecnología se instalarán cables de dos secciones diferentes, una para cumplir con la capacidad de transporte en la perforación horizontal dirigida de salida al mar, la cual requiere que el cable tenga una sección mayor debido a la elevada profundidad de

enterramiento que se alcanza en la PHD, y otra para el resto del tramo submarino hasta alcanzar la frontera francesa.

Además, los cables submarinos para las PHD tendrán un diseño con doble armadura para poder soportar los elevados esfuerzos de tiro a los que se verán sometidos durante el tendido a través de los tubos de la perforación.

Los cables submarinos de este proyecto tendrán las siguientes secciones y tipos de conductor y armadura:

- Enlace 1: Cables de aislamiento XLPE (temperatura de operación 80°C)
 - Tramo en PHD: Cable de cobre de 1800 mm² con doble armadura
 - Resto de tramo submarino: Cable de cobre de 1000 mm² con simple armadura
- Enlace 2: Cables de aislamiento XLPE (temperatura de operación 80°C)
 - Tramo en PHD: Cable de aluminio de 2500 mm² con doble armadura
 - Resto de tramo submarino: Cable de cobre de 1400 mm² con simple armadura

7.1.3.1 Composición del cable submarino en aislamiento XLPE

La composición general del cable se indica a continuación:

1. Conductor Sección circular de cobre
2. Semiconductora interna Capa extrusionada de material semiconductor
3. Aislamiento Polietileno reticulado (XLPE)
4. Semiconductora externa Capa extrusionada de material semiconductor
5. Protección longitudinal contra el agua Cinta hinchable semiconductor
6. Pantalla metálica Cubierta de aleación de plomo
7. Cubierta interior Cubierta extrusionada de polietileno semiconductor
8. Capa de acomodo Cintas semiconductoras de nylon
9. Armadura:
 - Tramo PHD (doble armadura): Doble capa de cables de acero
 - Resto de tramo submarino (simple armadura) .. Capa única de cables de acero

10. Cubierta exterior dos capas de cintas de polipropileno con impregnación bituminosa

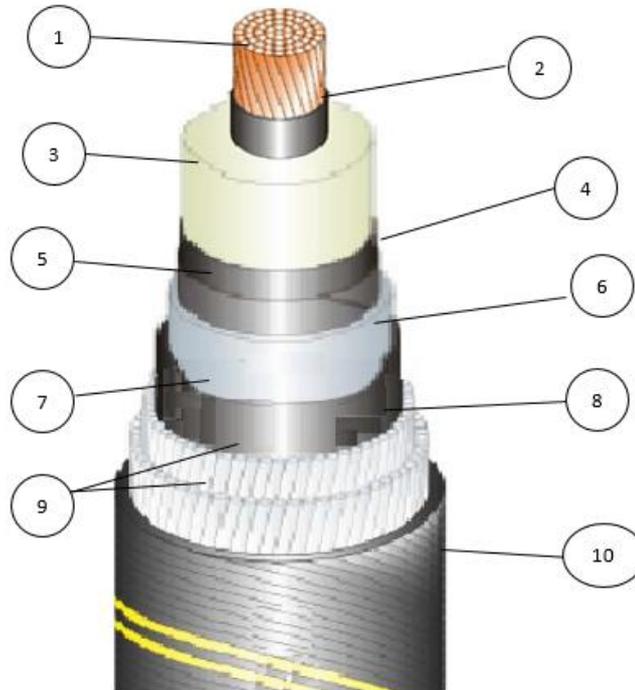


Ilustración 2: Cable submarino con aislamiento XLPE

7.2 EMPALMES

7.2.1 TRAMO SUBTERRÁNEO

Las características técnicas de los empalmes serán compatibles con los cables que unen, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación.

Los empalmes serán premoldeados con objeto de poder ser probados en fábrica previamente al montaje. Proporcionarán al menos las mismas características eléctricas y mecánicas que los cables que unen, teniendo al menos la misma capacidad de transporte, mismo nivel de aislamiento, corriente de cortocircuito, protección contra entrada de agua, protección contra degradación, etc.

Cada juego de empalmes se suministrará con todos los accesorios y pequeño material necesarios para su confección.

Se consideran dos tipos de empalme en función de si las pantallas metálicas de los cables se conectan a tierra —empalmes seccionados- o no —empalmes no seccionados. La puesta a tierra de las pantallas metálicas se realiza a través de una caja directa de conexión a tierra.

7.2.1.1 Características eléctricas

Las características eléctricas de los empalmes son las mismas en ambos casos.

- Corriente Continua
- Tensión asignada (U_0)..... $\pm 400 \text{ kV}_{cc}$
- Tensión soportada a impulso tipo rayo 840 kV
- Tensión soportada a impulsos de maniobra
 - Con igual polaridad que U_0 828 kV
 - Con polaridad opuesta a U_0 480 kV
- Intensidad mínima admisible en cortocircuito $\geq 25 \text{ kA}$
- Duración del cortocircuito 0,5 s

7.2.1.2 Composición

- Tipo de empalme Con o sin interrupción de pantalla
- Cuerpo Premoldeado

La composición de los empalmes sin interrupción de pantalla será:

1. Conexión de los conductores y electrodo de unión.
2. Cuerpo prefabricado de aislamiento del empalme.
3. Envoltente metálica del empalme.
4. Protección exterior del empalme.

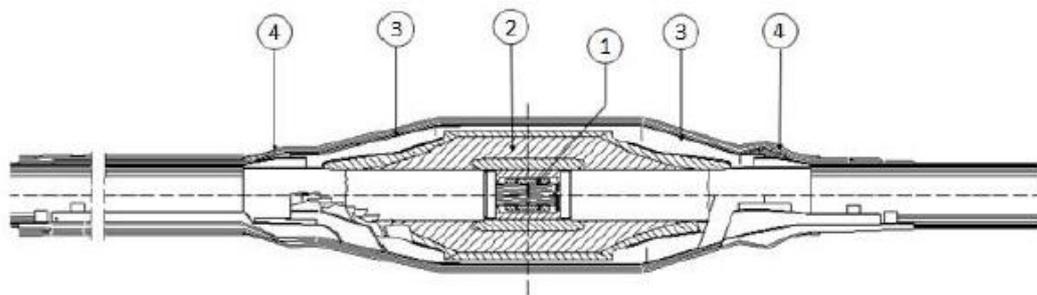


Ilustración 3: Empalme sin interrupción de pantalla

La composición de los empalmes con interrupción de pantalla será:

1. Conexión de los conductores y electrodo de unión
2. Cuerpo prefabricado de aislamiento del empalme
3. Envolvente metálica del empalme
4. Seccionamiento de las pantallas
5. Cable concéntrico para unión de las pantallas metálicas del cable con la caja de conexión de pantallas
6. Protección exterior del empalme

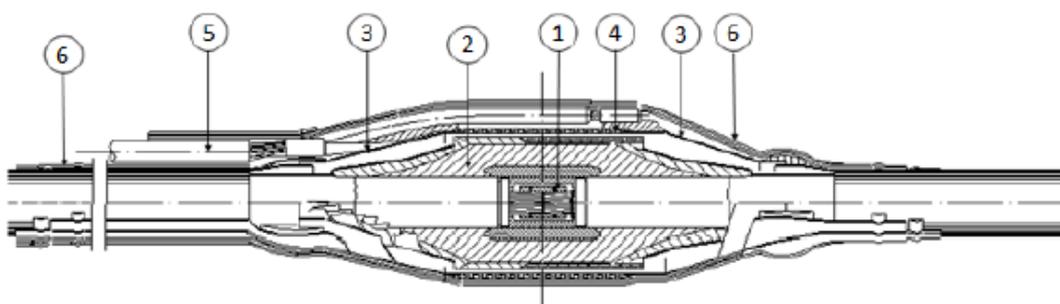


Ilustración 4: Empalme seccionado o con interrupción de pantalla

7.2.2 TRAMO SUBMARINO

7.2.2.1 Empalmes de campo

Son los empalmes requeridos para unir dos longitudes de suministro de cable, entendiéndose por longitud de suministro aquella que se puede cargar en el carrusel del barco cablero o para unir tipos de cable de diferente sección, aunque con el mismo diseño de aislamiento.

En el trazado en aguas españolas del tramo submarino no se requerirán empalmes de campo puesto que la longitud de cable que se puede cargar en los barcos cableros de última generación permiten cubrir la distancia hasta el límite fronterizo con Francia.

7.2.2.2 Empalmes en fábrica

Son los empalmes realizados en la planta de fabricación entre dos longitudes de cable antes de incorporar la armadura del cable, de forma que la sección final del cable que contiene el emplame queda armada de forma continua, si ninguna discontinuidad de los cables de la armadura en la proximidad del empalme. Los empalmes en fábrica serán de tipo flexible, esto es, que se puede manipular con las mismas herramientas y tiene las mismas limitaciones de radios de curvatura y esfuerzos de tendido que el cable original. Su uso permite incrementar la longitud de cable para el transporte, la cual está limitada por motivos de fabricación.

En los empalmes flexibles el conductor será soldado con cobre y la unión tendrá el mismo diámetro que el conductor. Cada unión se revisará por rayos X, para comprobar la falta de vacíos o de uniones de baja calidad. Los conductores de diferente sección también se pueden unir y en estos casos habrá una suave transición desde un diámetro hasta el otro.

Las capas semiconductoras y el aislamiento se rehacen con el mismo material que el conductor. La pantalla del cable se reconstruye usando una funda de plomo, la cual se ajusta a la cubierta interna del cable.

El empalme finalizado tendrá las mismas propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas que las especificadas para el cable.

En este proyecto se realizarán empalmes en fábrica entre longitudes de fabricación de cables idénticos para aumentar la longitud de suministro en el barco cablero y empalmes en fábrica con cambio de sección para unir el cable utilizado para las salidas al mar en perforación horizontal dirigida, el cual requiere una sección mayor, con el resto del cable submarino.

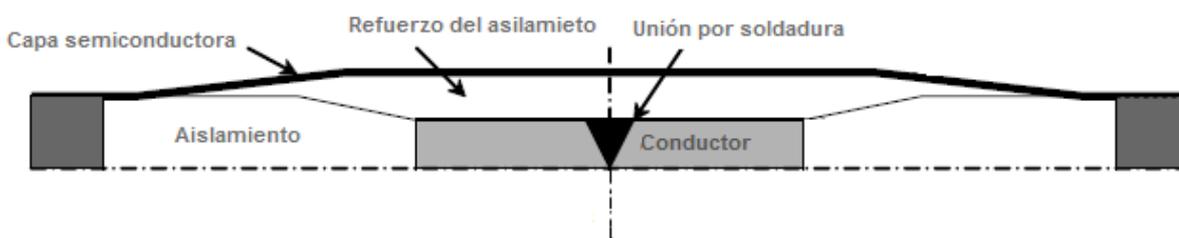


Ilustración 5: Empalme flexible

7.2.3 EMPALME DE TRANSICIÓN SUBMARINO-SUBTERRÁNEO

Son los empalmes realizados entre los cables submarinos y subterráneos.

7.2.3.1 CABLE SUBTERRÁNEO XLPE Y CABLE SUBMARINO XLPE

Cuando el tipo de aislamiento es idéntico en los cables subterráneos y submarinos el empalme de transición tiene las mismas características que los empalmes del tramo terrestres con la particularidad de que las armaduras del cable submarino se conectarán a tierra.

7.3 TERMINALES

La conexión entre el cable y la futura Estación Conversora de Gatika se realizará mediante una botella unipolar por fase que se instalará en el interior de la Estación Conversora.

Las características técnicas de las botellas terminales serán compatibles con los cables en los que se instalen, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación.

7.3.1 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

- Corriente Continua
- Tensión asignada $\pm 400 \text{ kV}_{cc}$
- Tensión soportada a impulso tipo rayo 840 kV
- Tensión soportada a impulsos de maniobra
 - Con igual polaridad que V_{cc} 828 kV
 - Con polaridad opuesta a V_{cc} 480 kV
- Intensidad mínima admisible en cortocircuito $\geq 25 \text{ kA}$
- Duración del cortocircuito 0,5 s

7.3.2 COMPOSICIÓN

Los terminales estarán constituidos
por:

1. Vástago de conexión aérea.

- | | |
|--|------------------------------|
| 2. Deflector de tensión (aluminio). | 7. Anillo aislante. |
| 3. Aislador exterior. | 8. Boca de entrada de cable. |
| 4. Gas aislante de relleno. | 9. Racor aislante. |
| 5. Cono premoldeado de control de campo. | 10. Manostato. |
| 6. Base soporte (aluminio). | 11. Conexión toma de tierra. |

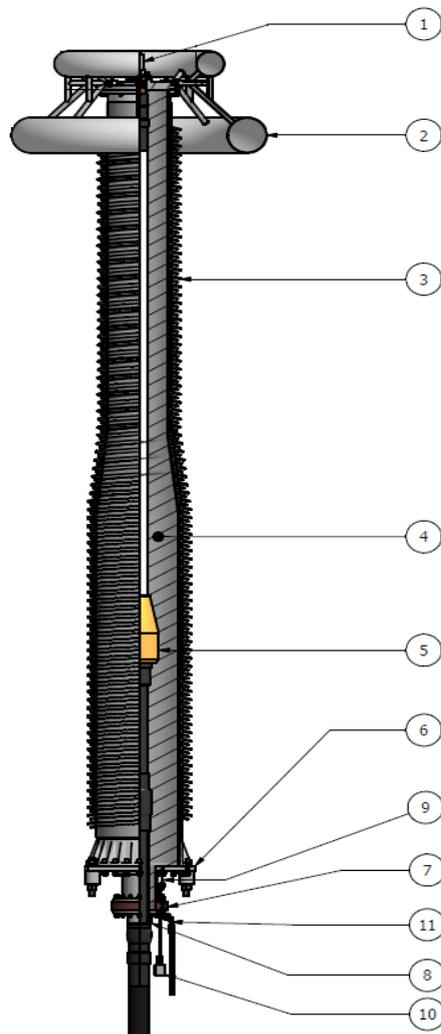


Ilustración 6: Botella terminal

7.4 PARARRAYOS

Con objeto de proteger los cables contra las sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas se instalará una autoválvula o pararrayos en los extremos de los cables unipolares. La autoválvula será de óxido de zinc como elemento activo.

Las características exigidas serán como mínimo las mismas que para los terminales de exterior, disponiendo de la misma línea de fuga y de una corriente de descarga nominal de al menos 10 kA. El aislador de la autoválvula será polimérico.

7.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

En lo referente al sistema del cable; se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Las pantallas metálicas de los cables en las botellas terminales y en los empalmes con puesta a tierra, así como en los empalmes de transición de cable subterráneo-submarino, estando las pantallas a tierra durante todo el tramo submarino.
- La estructura metálica de los terminales del cable se conectará al sistema de puesta a tierra de la Estación Conversora.

7.5.1 CONEXIONADO DE PANTALLAS A TIERRA

En los terminales de la Estación Conversora se conectará la pantalla del cable de potencia al sistema de puesta a tierra de la instalación existente. Igualmente, en la cámara de empalme de transición entre cables subterráneos y submarinos se conectarán a tierra las pantallas de los cables, así como las armaduras metálicas de los cables submarinos.

Los cables de continua no presentan problemas por tensiones inducidas en las pantallas debido a las corrientes de circuito que puedan circular por ellos mismos, por lo que es suficiente conectarlos a tierra cada alrededor de 5 o 6 km con el objeto de poder dar un camino a tierra a posibles corrientes inducidas por la influencia de otros conductores de corriente alterna, permitir realizar tareas de mantenimiento y posibilitar la utilización de equipos de localización de faltas o monitorización en el caso de requerirse.

La PaT se realizará en las cámaras de empalme con seccionamiento de pantallas, entre las que se incluye la cámara de transición entre cable subterráneo y submarino.

7.5.2 CAJAS DE PUESTA A TIERRA

Las cajas de puesta a tierra dispondrán de una envoltura estanca a la humedad en chapa de acero inoxidable. Esta envoltura proporciona un grado de protección IP68 s/ EN 60529.

En el interior de las cajas las conexiones a tierra se realizarán mediante pletinas desmontables de cobre recocido.

El cable de tierra que conecta los empalmes con las cajas de puesta tierra no tendrá una longitud superior a 10 metros.

7.6 OBRA CIVIL SUBTERRÁNEA

7.6.1 CANALIZACIÓN

A lo largo del trazado subterráneo se alternarán dos tipos de canalización, correspondientes a la instalación de los cables en zanja hormigonada y la instalación en perforación horizontal dirigida (PHD).

7.6.1.1 Instalación tubular hormigonada

El tipo de canalización principal corresponde a una conducción en zanja con los cables entubados y los tubos embebidos en hormigón. Cada uno de los dos enlaces de que consta la línea subterránea se tenderá en una zanja independiente, separadas a una distancia variable a lo largo del trazado en función de los requerimientos del trazado, pero con una distancia máxima estimada de 5 m entre ejes de los enlaces.

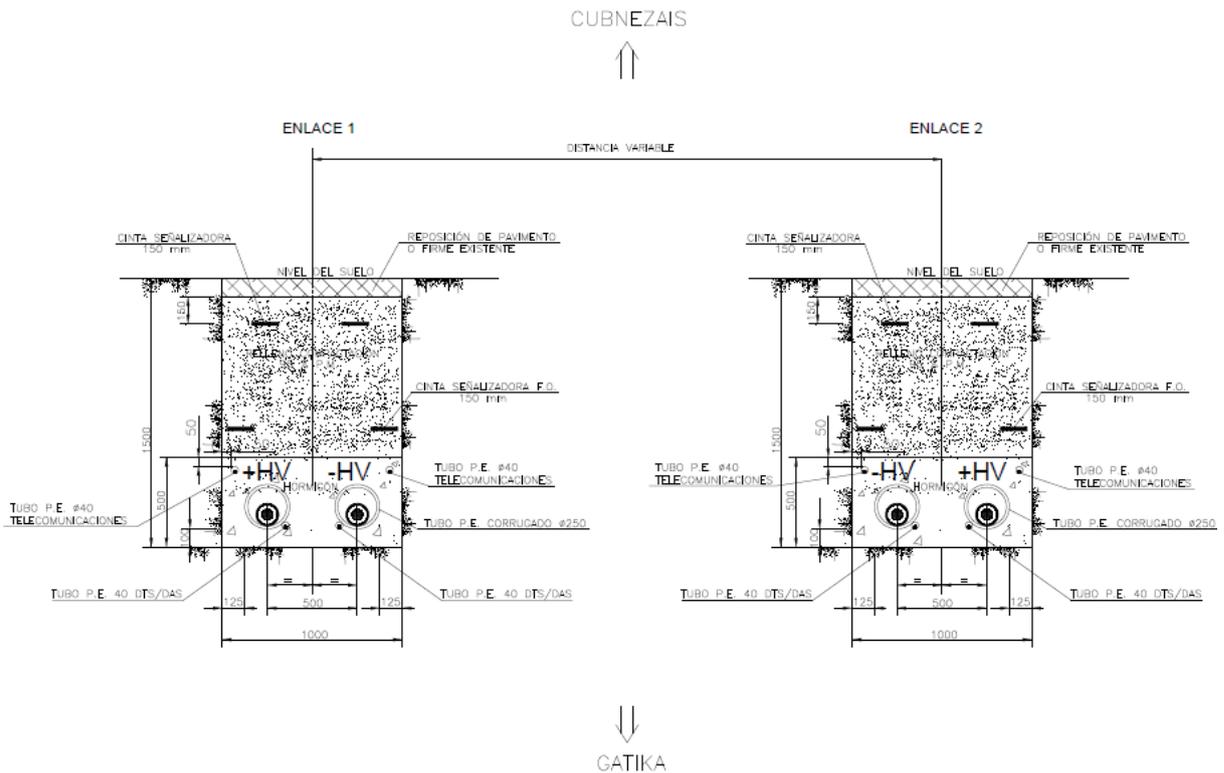


Ilustración 7: Zanja de la canalización

La zanja por la que discurrirán la línea subterránea será la indicada en el plano N° 7983LSZ001 del documento N° 3 Planos del presente proyecto. Cada una de las zanjas tendrá unas dimensiones de 1 m de anchura con una profundidad de 1,5 m.

Se instalarán en cada zanja los dos cables de potencia de un mismo enlace. Para el tendido de los cables de potencia se instalarán dos tubos por enlace de 250 mm de diámetro exterior. Los tubos serán tubos rígidos corrugados de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad según ET140.

Para la colocación de los tubos se diseñará un separador brida de dimensiones adecuadas. Los separadores se instalarán cada metro y en posición vertical de forma que el testigo del hormigón quede en su posición más elevada.

Para la instalación de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las dos estaciones convertoras, en el testigo del separador existirán dos soportes preparados para sujetar los tubos de telecomunicaciones, de tal forma que se colocarán un tubo de polietileno de 40 mm de diámetro exterior cada soporte.

Los tubos de telecomunicaciones serán de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm y presión nominal 10 bar según ET203.

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 12,5 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido. Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.).

Durante el montaje de los tubos y siempre antes del hormigonado, se irá colocando en el interior de cada uno de los tubos de los cables de potencia y acompañamiento una cuerda guía continua entre cámaras de empalme, es decir, sin ningún tipo de nudo o unión. Esta cuerda será de $\varnothing \geq 10$ mm y carga de rotura ≥ 1850 kg para tubos destinados a cables de potencia. Los tubos de telecomunicaciones no precisarán de cuerda guía salvo en las perforaciones dirigidas que se instalará una cuerda guía de $\varnothing \geq 6$ mm y carga de rotura ≥ 500 kg. Deberá prestarse especial atención durante el proceso de unión de dos tubos contiguos para que estos hagan tope con la cara interior de la conexión y que la cuerda guía colocada en el interior de la canalización no quede enganchada con la misma.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia se procederá al hormigonado de los mismos hasta alcanzar la cota del inicio del soporte de los tubos de telecomunicaciones. Durante el vertido se emplearán los medios necesarios para que el hormigón penetre totalmente dentro del haz de tubos, dejando un prisma sin bolsas de aire o coqueras, no estando permitido el empleo de vibradores mecánicos salvo autorización expresa de RED ELÉCTRICA. Se deberá prestar especial atención en no verter hormigón directamente sobre los tubos para evitar deformarlos por efecto del impacto que causa la masa al caer desde el camión hormigonera.

Se evitará pisar los tubos durante las labores de instalación y hormigonado de los mismos. Asimismo, se evitará sujetar los tubos al suelo o entre ellos con alambre o cable metálico, estando permitido el empleo de cuerda o bridas de plástico para este cometido.

A continuación, una vez fraguado el hormigón de los tubos de los cables de potencia, (mínimo 24 horas desde el hormigonado) se procederá a colocar los tubos de telecomunicaciones en los soportes de los separadores.

Una vez colocados los tubos de telecomunicaciones, se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y sin vibrar el hormigón hasta alcanzar la cota de hormigón especificada según el plano nº 7983LSZ001 incluido en el Documento 3 - Planos.

Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia y los tubos de telecomunicaciones, quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación-contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

Una vez hormigonada la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación cuando cumplan con el criterio mínimo de “terreno adecuado” y cuando estas permitan alcanzar el grado de compactación requerido del 95% P.M. (Proctor Modificado). Si las tierras extraídas no fuesen aptas para el relleno se realizará mediante tierra de préstamo. Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 250 mm del dado de hormigón, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión. Las cintas de señalización subterránea serán opacas, de color amarillo naranja vivo B532, según ET141.

Por último, se procederá a la reposición del pavimento o firme existente en función de la zona por la que transcurra la instalación.

La reposición de pavimentos y superficies no pavimentadas se realizará según las normas de los organismos, servicios afectados y de RED ELÉCTRICA, empleando material nuevo de las mismas características que el existente antes de realizar el trabajo.

Con carácter general la reposición de la capa asfáltica será como mínimo de 70 mm, salvo que los organismos, servicios y RED ELÉCTRICA indiquen otra cosa. Será de aplicación el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG3).

Las losas, losetas, mosaicos, etc. a reponer, serán iguales a las existentes antes del inicio de los trabajos.

7.6.1.2 Perforaciones horizontales dirigidas en el tramo subterráneo

La perforación horizontal dirigida es una técnica que permite la instalación de tuberías subterráneas mediante la realización de un túnel, sin abrir zanjas y con un control absoluto de la trayectoria de perforación.

Este control permite librar obstáculos naturales o artificiales sin afectar al terreno, con lo cual se garantiza la mínima repercusión ambiental al terreno.

En el plano nº 7983LSZ002 hoja 5 del Documento 3 - Planos, se incluyen las secciones de las perforaciones horizontales dirigidas.

Tabla 1: Descripción características PHD

P.H.D.	Longitud (m)	Descripción del cruce
0	423	Evita masa de arbolado de pinos y encinas protegidos
1	76	Evita cruce en superficie y afección a la carretera BI-634
2	204	Evita cruce en superficie y afección al arroyo Ura.
3	160	Evita cruce en superficie y afección a carretera.
4	160	Evita cruce en superficie y afección a la carretera Barrio Ugarte.
5	330	Evita cruce en superficie y afección al Río Butron.
6	182	Evita cruce en superficie y afección a la carretera BI-2120.
7	435	Evita cruce en superficie y afección a una arboleda protegida (HIC 91E0 prioritario).
8	1.161	Salida al mar, evita cruce en superficie y afección a la carretera BI-3151 y al acantilado costero existente.

7.6.1.2.1 Procedimiento de perforación dirigida en el tramo subterráneo

La trayectoria de perforación se realiza a partir de arcos de circunferencia y tramos rectos. Sus principales características son las siguientes:

- El radio mínimo está condicionado por la flexión máxima de las varillas de perforación y por la flexibilidad del tubo. Para las secciones tipo de perforación horizontal dirigida normalizadas por REE el radio mínimo de curvatura será 250 m.
- El ángulo de ataque depende de la máquina de perforación, la profundidad y longitud de la perforación.

La perforación dirigida se puede ver como una secuencia de cuatro fases:

Fase 1: Disposición

La perforación puede comenzar desde una pequeña cata, quedando siempre la máquina en la superficie, o bien desde el nivel de tierra. En esta primera fase se determinarán los puntos de entrada y de salida de la perforación, ejecutando las catas si procede, y se seleccionará la trayectoria más adecuada a seguir.

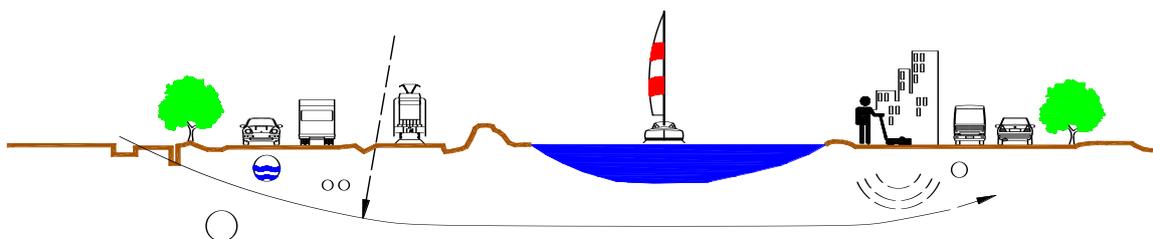


Ilustración 8: Fase 1 PHD - Disposición

Fase 2: Perforación piloto

Se van introduciendo varillas, las cuales son roscadas automáticamente unas a otras a medida que va avanzando la perforación. En el proceso se van combinando adecuadamente el empuje con el giro de las varillas con el fin de obtener un resultado óptimo.

Para facilitar la perforación se utiliza un compuesto llamado bentonita. Esto es una arcilla de grano muy fino que contiene bases y hierro. La bentonita es inyectada a presión por el interior de las varillas hasta el cabezal de perforación siendo su misión principal refrigerar y lubricar dicho cabezal y suministrar estabilidad a la perforación. En esta perforación piloto, la cabeza está dotada de una sonda, de manera que mediante un receptor se puede conocer la posición exacta del cabezal.

La perforación piloto se deberá realizar a la profundidad apropiada para evitar derrumbamientos o situaciones donde los fluidos utilizados pudieran salir a la superficie. La trayectoria se puede variar si fuese necesario debido a la aparición de obstáculos en la trayectoria marcada.

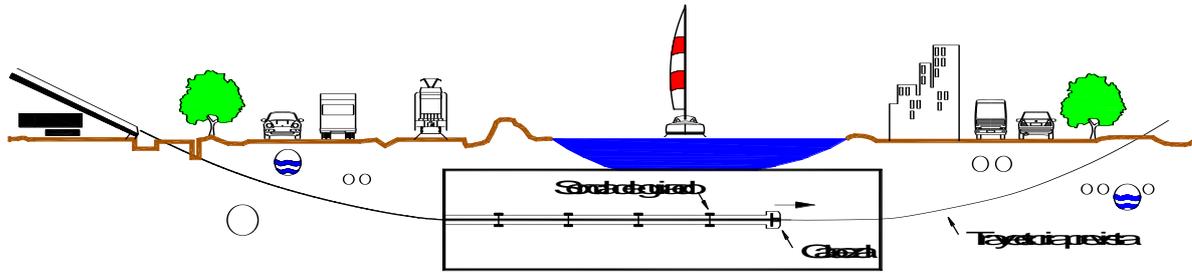


Ilustración 9: Fase 2 PHD - Perforación piloto

Fase 3: Escariado

Una vez hecha la perforación piloto se desmonta el cabezal de perforación. En su lugar se montan conos escariadores para aumentar el diámetro del túnel. Se hacen tantas pasadas como sea necesario aumentando sucesivamente las dimensiones de los conos escariadores, y así el diámetro del túnel.

Este proceso se realiza en sentido inverso; es decir, tirando hacia la máquina.

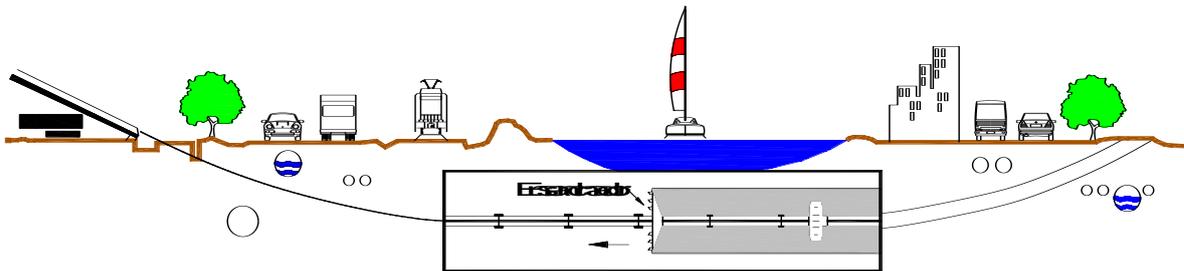


Ilustración 10: Fase 3 PHD - Escariado

Fase 4: Instalación del tubo

Finalmente se une la tubería, previamente soldada por termofusión en toda su longitud, a un cono escariador-ensanchador mediante una pieza de giro libre de modo que va quedando instalada en el túnel practicado.

Los tubos empleados serán de PEHD PE100 en color negro con bandas rojas según Especificaciones Técnicas del REE.

En el interior de cada tubo se instalará una cuerda de nylon de Ø10 mm.

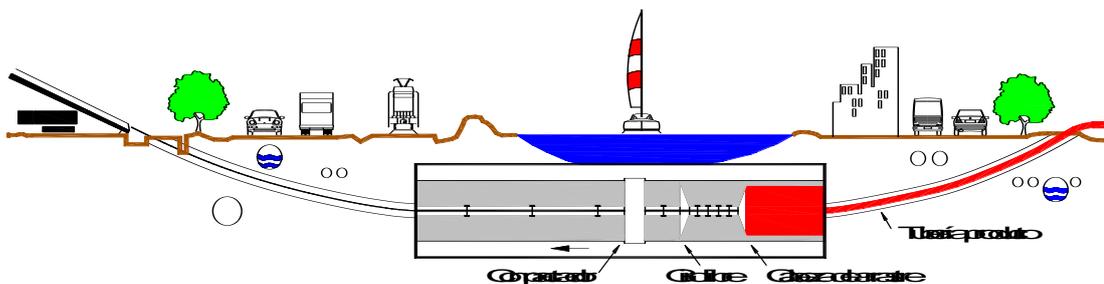


Ilustración 11: Fase 4 PHD - Instalación del tubo

7.6.1.3 Perforación horizontal dirigida de salida al mar

La PHD-8 presenta un pozo de entrada terrestre y un pozo de salida marino. La perforación en la parte terrestre (pozo de entrada de la PHD-8) se encuentra situada aproximadamente a 95 m sobre el nivel del mar, en un collado de la Central Nuclear de Lemoiz (nunca puesta en servicio), junto a los antiguos depósitos de agua de las instalaciones de la central.

La zona del pozo de salida de la perforación en la parte marina (zona de salida de la PHD-8 al fondo marino) se sitúa en una zona con una profundidad aproximada de -16 m, zona de fondo rocoso irregular situada a 700 m del frente costero.

La superficie de ocupación temporal necesaria para la campa de trabajo de los equipos de perforación y de la maquinaria auxiliar será de 8.000 m².

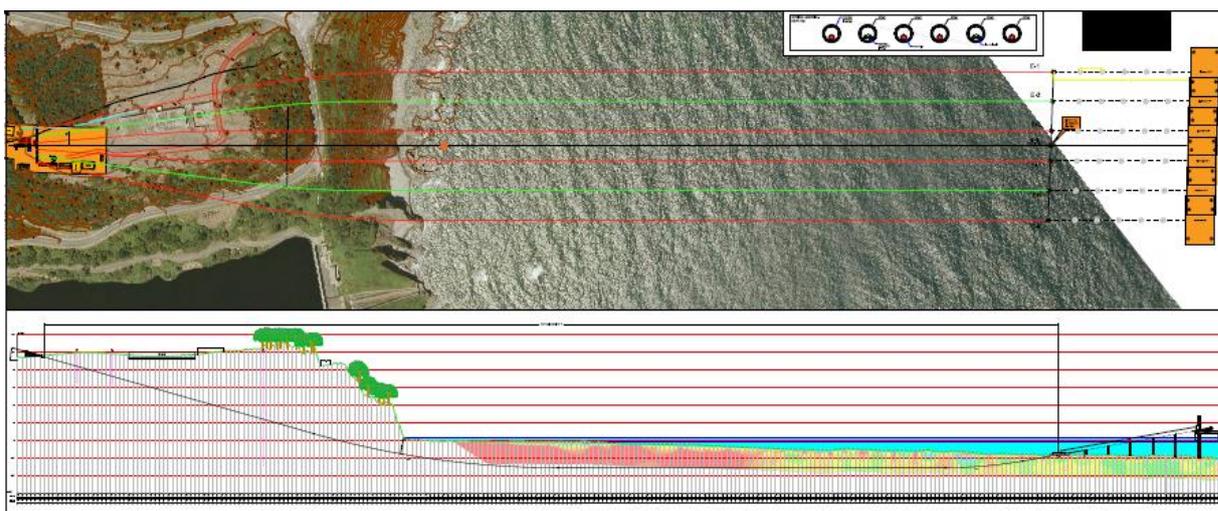


Ilustración 12: Perfil PHD salida al mar

La finalidad de la PHD-8 es dar salida al mar a los cables del doble enlace de corriente continua sin afectar a la carretera BI-3151 y al acantilado costero.

Debido a la gran diferencia de altura entre los puntos de entrada y salida de la perforación, a su elevada longitud, a que se encuentra ubicada en una zona rocosa y a que su punto de salida está en el mar, esta perforación tendrá unas características constructivas diferentes a las perforaciones terrestres, si bien las fases para su ejecución serán esencialmente las mismas.

Punto de salida de cada perforación	UTM X	UTM Y	Z
E-1	511047.3	4809334.9	-17,6
E-2	511073.1	4809313.7	-16,8
E-3	511099.2	4809292.4	-16,9
E-4	511125.7	4809270.8	-16,7
E-5	511151.7	4809249.6	-16,2
E-6	511177.8	4809228.3	-15,5

Tabla 1. Puntos de salida de las PHD

En el plano nº 7983LSZ003 del Documento 3 - Planos se representa la sección de esta perforación, en la que utilizarán tubos de mayor diámetro que puedan soportar los esfuerzos de tiro durante la instalación y que, a la vez, proporcionen mayor holgura para el tendido de los cables submarinos. Por este mismo motivo los tubos de telecomunicaciones se instalarán en perforaciones independientes, estando los 4 tubos de cada enlace alojados en una vaina común.

Dada la peculiaridad de estas perforaciones de salida al mar y su elevada complejidad de ejecución se ha diseñado la vaina que recubre a los tubos de telecomunicaciones del mismo tamaño que los tubos para los cables de potencia. Esto permitirá poder utilizar estos tubos como sustitutos de los de potencia en el caso de que una avería futura obligue a instalar un nuevo tramo de cable y el tubo original quede inutilizable. De tal forma que la PHD-8 estará compuesta por un total de 6 pozos de perforación con la finalidad de instalar por separado los 4 cables de potencia y los cables de fibra óptica.

En el punto de entrada de la perforación (en tierra), la separación entre las perforaciones será de 7,5 m. En el mar, la salida de cada una de las perforaciones estará separada 33 m. Cada uno de los pozos de perforación ira protegido por una tubería de Ø500 mm.

Esta configuración reduce el riesgo de deformación de la tubería cuando se coloquen los cables de alimentación y fibra óptica (tendido de los cables).

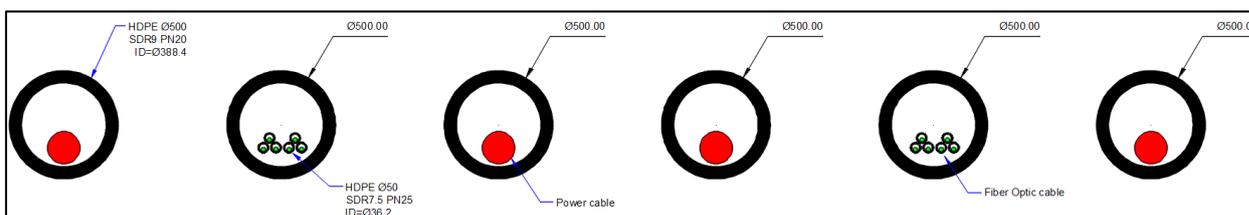


Ilustración 13: Configuración de las 6 perforaciones propuestas

7.6.1.3.1 Características del cable de potencia

Según el fabricante del cable de potencia durante el proceso de tendido se necesita un espacio libre entre el cable y la tubería fijado en 2,5 el diámetro del cable de alimentación. En el presente proyecto se considera: $150 \text{ mm} \times 2,5 = 375 \text{ mm}$.

El diámetro interior mínimo de las tuberías será entre 388 / 375 mm.

7.6.1.3.2 Características de las tuberías que recubrirán el agujero de la perforación

Las tuberías que recubrirían el agujero de perforación serán de HDPE (Polietileno de Alta Densidad). Las características principales de las mismas son las siguientes:

Características tuberías		
Diámetro exterior	500 mm	50 mm
Diámetro interior	388,4 mm	36,2 mm
Thickness	55,8 mm	6,9 mm
Material	HDPE	HDPE rc
PN	20	25
SDR	9	7,5
Available pull capacity	158,8 Tn	1,9 Tn
Supply w/coil (OD / H size)	OD.15m H:4m W:150Tn	

Tabla 1: Características de las tuberías

Los tubos tendrán unas dimensiones de 13 m de longitud. La soldadura de las tuberías se realizará según el estándar DVS-2207-1.

La zona propuesta para el almacenamiento y la soldadura de las tuberías necesarias para recubrir el agujero de la perforación estará situada en la carretera interior de las instalaciones de la central nuclear.

La ocupación prevista tendrá una anchura de unos 5 metros para facilitar la recogida de tuberías y el paso de la maquinaria. La salida al mar de las tuberías se realizará a través del pasadizo subterráneo situado al noroeste de la Central.

Para la ejecución de estas perforaciones se requerirá el uso de medios marinos que den soporte a los trabajos. Las elevadas fuerzas necesarias para realizar los trabajos de escariado, junto con la imposibilidad de poder recuperar las herramientas en el caso de que haya una rotura en el varillaje si se trabaja solo desde el lado de tierra, pueden hacer necesaria la instalación de una plataforma tipo Jack Up en el mar.

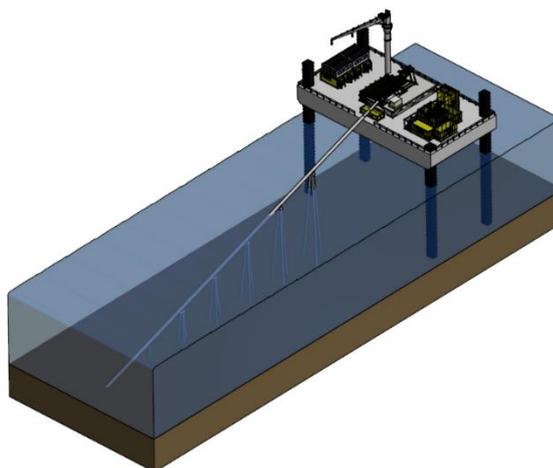


Ilustración 14: Plataforma tipo *Jack Up*

La perforación piloto se realizará desde tierra, de manera similar al caso de las perforaciones terrestres. En el punto de salida, debido a que se encuentra en una zona rocosa, será necesaria cierta adaptación del terreno para conseguir que la perforación salga en una zona uniforme. Para ello o bien se cortará la roca para eliminar las irregularidades o se verterá hormigón para conseguir el mismo efecto.

Para cada perforación la superficie a acondicionar será de aproximadamente 7 m de ancho, 23 m de largo (aproximadamente 160 m²) para permitir tener una salida limpia y posibilitar el cambio de herramientas de trabajo y una profundidad variable, considerando una referencia de altura de 4 m. Se llevará a cabo el rellenado del fondo con hormigón para corregir las irregulares existentes y conformar una superficie plana de salida de la perforación.

El volumen de material de cada perforación que se movilizará para preparar las 6 áreas de perforación será de 644 m³.

La colocación de la plataforma permitirá realizar las operaciones de escariado tirando de la herramienta desde la máquina situada en tierra. Este método de trabajo, que es el mismo que se emplea en las perforaciones terrestres, permite recuperar la herramienta en el caso de rotura del varillaje durante la perforación. Además, el uso de una segunda máquina en la plataforma permite combinar los esfuerzos de tiro desde la parte terrestre con el par de empuje proporcionado por esta segunda máquina, lo que reduce los riesgos de rotura, a la vez que mejora los procesos de las operaciones de escariado, limpieza del túnel y facilita la preparación del tendido de los tubos.

Esta plataforma se situará a unos 150 m de la salida de cada perforación, a una cota batimétrica de entre -18 y -21 m, y tendrá unas dimensiones de unos 55,5 m x 32,3 m, suficiente para permitir la ubicación de la segunda máquina de perforación, así como para posibilitar el trabajo en unas condiciones seguras desde un punto de vista meteoceánicos. Se deberá desplazar

La plataforma presenta 4 patas de unos 2,5-3 m de diámetro. La superficie de posado de las patas de la plataforma serán unos 5x5 m. Mediante un sistema hidráulico accionado por motores diésel, las patas de acero de la plataforma descienden de forma sincronizada (máx. 0,6 metros por minuto), hasta que se asientan en el fondo del mar. El sistema de anclaje se adaptará a las irregularidades del terreno, aterrizando con patas de base articuladas y, de ser necesario, inyectando hormigón a través de las propias patas para uniformizar el terreno. Una vez que la plataforma está elevada y soporta el peso de toda la estructura y el equipo sobre sus patas, será revisada por buzos o ROV, para asegurar que las patas están correctamente apoyadas en el fondo rocoso. Después de la comprobación, se realiza la elevación final de la plataforma.

Una vez finalizada cada perforación la plataforma se desplazará hasta la siguiente ubicación.

Adicionalmente a la instalación de la plataforma, puede ser necesaria la instalación de estructuras soportes ancladas al suelo entre el punto de salida de cada perforación y la plataforma para poder guiar y dar estabilidad al varillaje. Estos soportes se instalarían con una separación de entre 25 y 30 m entre ellos, y requeriría igualmente acondicionar las irregularidades del fondo marino para su fijación al suelo.

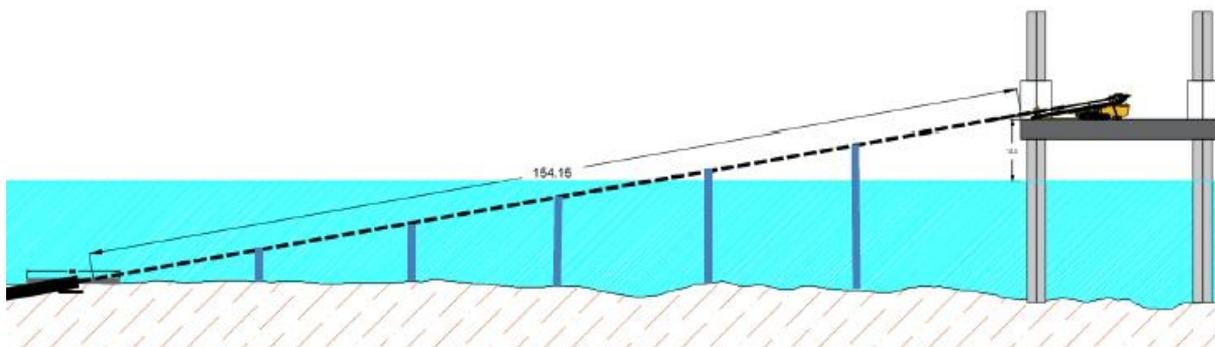


Ilustración 15: Detalle estructuras soporte y plataforma

Debido a que las perforaciones tienen su punto de salida en el mar, la bentonita usada en el proceso de perforación, una vez finalizada la perforación piloto, puede salir al mar, al igual que el material excavado.

Durante el proceso de la ejecución de la perforación piloto la mayor parte de la bentonita y del terreno excavado sale por el pozo de entrada de la perforación de la parte terrestre, Allí la bentonita es reciclada, de forma que puede ser reutilizada.

Durante las operaciones de escariado el túnel está abierto en ambos extremos y la cantidad de material y bentonita que sale al mar es mucho mayor. Debido a que el material a perforar es roca, es necesaria la utilización de un gran volumen de bentonita, por lo que la cantidad vertida al mar puede ser elevada. Por este motivo se ha planeado un sistema de recogida de la bentonita.

El sistema consistirá en adecuación de la zona de salida y la instalación de un recinto-contenedor para guiar y recoger en él la bentonita y el material excavado a la salida del túnel de la perforación. La bentonita será dragada hasta una embarcación situada en la superficie y se llevará a tierra para ser tratada.

7.6.2 CÁMARAS DE EMPALME

Tienen como objeto albergar los empalmes de los cables eléctricos de alta tensión en corriente continua. Las cámaras de empalme estarán enterradas, no serán accesibles desde el exterior y, una vez instalados los cables y confeccionados los empalmes, se rellenarán con arena seleccionada de forma que en caso de defecto en un empalme esta absorba la energía liberada y minimice su impacto y se cubrirán con tapas de hormigón.

Las cámaras de empalme serán prefabricadas o de realización in-situ y cada una de ellas albergará únicamente empalmes del mismo enlace. Existirán dos tipos de cámaras de empalme, unas con puesta a tierra de las pantallas metálicas de los cables y otras en la que los empalmes que albergan no son seccionados y por tanto no es necesaria la realización de un anillo perimetral de tierras.

Las dimensiones exteriores aproximadas de las cámaras de empalme serán 2,4 m de ancho x 1 m de alto x 12,9 m de largo, estando situada su base a una profundidad de 2 m, conforme a los planos nº 7983LSC001 y nº 7983LSC002 del documento Nº 3 Planos del presente proyecto.

En cada una de las paredes cortas de la cámara existirán 2 huecos o pasamuros para la entrada de los tubos de diámetro 250 mm de los cables de potencia.

En la cámara se instalará una pletina de cobre estañado para la conexión a tierra de los soportes metálicos de los empalmes y para la puesta a tierra de los diferentes elementos que conforman la cámara.

En las cámaras con seccionamiento de pantallas, estas se comunicarán con la arqueta para la instalación de la caja de conexión de pantallas mediante 2 o 4 tubos en función de si la puesta a tierra se realiza a través de cables coaxiales o unipolares.

En el exterior de este tipo de cámaras se dispondrán dos dobles anillos perimetrales de tierra de cobre de 120 mm² colocados alrededor de la cámara, uno de ellos a la profundidad del fondo de la cámara y el otro a la profundidad de las tapas. Se dispondrán 4 insertos, unidos a la ferralla de la cámara, para unir a tierra la armadura metálica del hormigón.

En zonas donde el trazado presente fuertes pendientes a uno o ambos lados de la cámara de empalme, se instalarán unos módulos adicionales, llamados de *snaking*. a las mismas. Estos módulos pueden ser necesario en los dos lados de la cámara o solo en uno de ellos e irán también rellenos de arena. Su función es posibilitar dar a los cables una doble curvatura antes de entrar en la cámara gracias a la cual la arena pueda absorber los esfuerzos termomecánicos generados durante la operación del doble enlace, evitando que estos se transmitan al empalme. Estos módulos tienen unas dimensiones aproximadas de 2,2 m de ancho x 0,625 m de alto x 5,78 m de largo. La disposición de las cámaras de empalme con zona de *snaking* se muestra en los planos nº 7983LSC003 y nº 7983LSC004. La decisión sobre la necesidad o no de instalar estos módulos depende del suministrador del sistema del

cable, en función de la longitud y sección de las bobinas y de la capacidad del diseño del empalme para soportar esfuerzos axiales.

Para limitar la ocupación del doble enlace en la zona de las cámaras de empalme, lo que es importante sobre todo en la zona más septentrional, donde el trazado discurre por caminos de un ancho limitado, se prevé la ubicación de las cámaras en forma contrapeada, es decir, que se sitúen las cámaras de ambos circuitos en paralelo una junto a la otra.

La cámara de transición entre cables subterráneos y submarinos será semejante a la cámara de empalme para puesta a tierra de las pantallas metálicas, con la particularidad que contará con un dispositivo de anclaje para la puesta a tierra de las armaduras de los cables submarinos. En función del fabricante del sistema del cable, podría ser necesario que la cámara de transición tenga unas longitudes ligeramente mayores.

Las bobinas de cables serán transportadas hasta las cámaras de empalme donde se realizarán plataformas adecuadas para permitir su ubicación y el tendido. En otras cámaras se realizarán plataformas más reducidas para el posicionamiento de las máquinas de tiro que podrán consistir en una simple compactación del terreno. En determinados casos las cámaras llevarán una plataforma para las bobinas en uno de sus extremos y en el otro una plataforma para la cámara de tiro.

Una vez construida o colocada la cámara de empalme en su sitio –según éstas sean de fabricación *in situ* o prefabricadas- se procederá a la conexión de los distintos tubos de la canalización con la cámara. Una vez embocados los tubos se procederá a su sellado.

Para finalizar estas tareas se rellenará el espacio entre la cámara y el terreno con un hormigón de limpieza tipo HM-12.5 hasta una cota de 300 mm por debajo de la cota del terreno.

Las cámaras de empalme no dejarán por sí mismas ningún registro sobre la superficie.

7.6.3 ARQUETAS DE TELECOMUNICACIONES

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones y como ayuda para el tendido de los mismos se requiere la instalación de arquetas de telecomunicaciones.

Las arquetas tendrán unas dimensiones de 815 m x 1425 x 1.200 mm.

Las arquetas sencillas se instalarán según la tabla adjunta:

Instalación arquetas sencillas telecomunicaciones	
Distancia (m) entre cámaras de empalme / cámara de empalme y subestación o cámara de empalme y apoyo transición aéreo-subterráneo	Nº arquetas sencillas
≤ 500	0
$500 < x \leq 1000$	1
$1000 \leq x \leq 1500$	2

Tabla 1. Distancias para instalación de arquetas sencillas de telecomunicaciones

Las arquetas dobles se instalarán en cada cámara de empalme, al principio y al final de cada perforación dirigida, en las proximidades de los soportes metálicos de los parques tipo intemperie y en los puntos singulares del trazado, según proyectista de la instalación.

Los cables de telecomunicaciones no se deberán introducir en las cámaras de empalme de los cables de potencia para lo cual se realizará un desvío por fuera de la cámara de empalme desde la zanja conjunta de los cables de potencia y de los cables de telecomunicaciones hasta la arqueta doble de telecomunicaciones situada en las proximidades de la cámara de empalme.

La zanja tipo de telecomunicaciones para la conexión de los tubos de telecomunicaciones con las arquetas de telecomunicaciones se realizará según el plano nº 7983LST001 incluido en el Documento 3 - Planos.

Las arquetas serán según ET202 de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) o polipropileno reforzado con cargas minerales con nervaduras exteriores para soportar la presión exterior y según los planos nº 7983LST002 del Documento 3 - Planos.

Las arquetas se emplearán como “encofrado perdido” relleno sus laterales tanto paredes como solera con hormigón de 20 cm de espesor mínimo en las arquetas sencillas y 25 cm de espesor mínimo en las arquetas dobles. La pared de hormigón deberá ser continua desde el suelo hasta recoger el cerco de la tapa de fundición.

En la base de cada arqueta se dispondrá un hueco sumidero con forma circular de 150 mm de diámetro para facilitar el drenaje de las aguas que pueda recoger el conjunto. Debajo de la arqueta se dispondrá un dado de 500x500x500mm de tamaño de árido 20 mm para facilitar el drenaje.

Las arquetas dispondrán de las correspondientes tapas de fundición homologadas con el logotipo de RED ELÉCTRICA, según se trate de instalación en calzada (D-400) o acera (B-125), según se indica en la documentación constructiva.

Los tubos de telecomunicaciones entrarán en las arquetas en el punto medio de la cara menor y de forma perpendicular a ella, a una altura de 250 mm desde el suelo de la arqueta. El corte del prefabricado para la entrada de los tubos se realizará mediante corona de corte circular. En ningún caso se permitirá romper el prefabricado a golpes o por cualquier otro medio que no sea el anteriormente descrito.

Del mismo modo que para las cámaras de empalme, y con el mismo objetivo de optimización, será requerirá que sea el contratista de cada enlace quién proponga el número y localización de las arquetas de telecomunicaciones, tanto simples como dobles, en función de la longitud máxima de fabricación y la longitud máxima que sea capaz de tender por impulsión.

En todas las arquetas de telecomunicaciones, tanto sencillas como dobles, los tubos de telecomunicaciones quedarán en paso. Cuando sea estrictamente necesario los tubos de telecomunicaciones se podrán cortar en el interior de las arquetas, estando prohibido su corte en puntos intermedios entre arquetas, salvo autorización expresa de RED ELÉCTRICA. En aquellas arquetas en las que sea necesario realizar el corte de los tubos se realizará a 30 cm de la pared interior de la arqueta y se realizará su unión mediante los correspondientes manguitos o empalmes de unión normalizados que sean capaces de asegurar su estanqueidad.

Para asegurar que el enlace de telecomunicaciones se ha ejecutado convenientemente, se llevará a cabo entre tramos completos comprendidos entre arquetas dobles, un ensayo de estanqueidad. Se hará taponando un extremo del tubo, ejerciendo por el otro extremo a través de un compresor de aire dotado de manómetro una presión interna de 7 bares durante 15 min.

Se considerará que el ensayo es apto si una vez estabilizada la presión inicial de ensayo, no se producen variaciones de la misma (o lo que es lo mismo, no se producen pérdidas de aire) durante los 15 minutos de monitorización posterior.

7.6.4 ARQUETAS ESTANCA PARA LA CAJA DE CONEXIÓN DE PANTALLAS

Están destinadas a albergar en su interior una caja de conexión de las pantallas de los cables eléctricos de alta tensión en corriente continua o caja de puesta a tierra. La arqueta será estanca e irá siempre situada contigua a una cámara que albergue empalmes con seccionamiento de pantallas.

La arqueta estará constituida por una pieza monobloque de dimensiones exteriores aproximadas 1850 x 1685 x 1950 mm (largo x ancho x alto) con una tapa estanca de acceso en su cubierta según plano nº 7983LSC005 del Documento 3 – Planos.

La arqueta dispondrá de suficientes pasamuros para embocar a los tubos que comunican con la cámara.

La tapa de acceso será estanca, cumplirá con una clase de carga D-400, será resistente a la corrosión para las condiciones atmosféricas que puedan darse en el lugar de instalación de las cámaras y permitirá la apertura y cierre sin esfuerzos mediante resortes a gas u otro procedimiento. Estará provista de un grabado antideslizante para evitar posibles accidentes e incluirá un sistema antirrobo a base de cerradura de seguridad.

La cota de paso útil de la tapa a la arqueta será de 1000 x 1000 mm.

En la pared trasera por el interior de la arqueta se dispondrán 4 carriles, 2 en vertical y 2 en horizontal, para la sustentación de la caja de conexión de pantallas.

La arqueta dispondrá de pates de material plástico cada 300 mm para facilitar el acceso a su interior. A 630 mm del suelo se dispondrá de un tramex por encima de los cables de conexión de pantallas y los cables de acompañamiento de forma que se pueda entrar en la arqueta sin interferir con ellos.

Por la parte interna se instalará semiperimetralmente una pletina de cobre estañada a la que se conectarán el cable que va a la caja de conexión de pantallas y el cable que va a la

pipa de la ferralla del cuerpo de la arqueta, así como todos los elementos metálicos del interior de la arqueta (soportes metálicos de sujeción del tramex, tapa de acceso a la arqueta, etc.).

En la arqueta se dispondrá de dos insertos de tierra para conectar la pletina interior con el anillo perimetral y de un inserto adicional para unir a tierra la armadura metálica del hormigón.

7.6.5 MANDRILADO

Una vez finalizada la obra civil, para comprobar que se ha realizado adecuadamente, se realizará el mandrilado en los dos sentidos de todos los tubos (tubos de los cables de potencia, y tubos de telecomunicaciones).

Para realizar dicho mandrilado se emplearán mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo, debiendo ser el diámetro de las esferas $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tubo con menor diámetro interior existente en el tramo de canalización a mandrilar.

En aquellos casos en los que un mismo tramo conste de tubos de características diferentes (por ejemplo: cuando ese tramo conste de una perforación dirigida) deberá realizarse un mandrilado parcial en cada uno de los subtramos con los mandriles adecuados a las dimensiones interiores de los tubos de cada tramo, así como un mandrilado completo de todo el tramo utilizando en este caso un mandril cuyas dimensiones garanticen que el diámetro de las esferas sea $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tubo con menor diámetro interior existente en el tramo de canalización a mandrilar.

Para los tubos de los cables de potencia las dimensiones de los mandriles se indican en el Documento 3 - Planos, en los planos nº 7983LSMA001.

La operación de mandrilado de los tubos de los cables de potencia se realizará según se describe a continuación:

- Tirando de la cuerda guía existente en los tubos se instalará en su interior un cable piloto de acero trenzado de diámetro ≥ 13 mm.
- En uno de los extremos de la canalización se conectará al cable piloto el conjunto antigiratorio + cepillo + mandril y en el otro extremo el cabrestante (o máquina de tiro que disponga de registradora digital, como mínimo cada 5 m, de los esfuerzos de tiro y velocidad de tendido)

- A continuación, se realizará el tarado de la registradora digital, de tal forma que el origen de los registros coincida con el origen de la canalización entubada y el final del registro del tramo coincidirá con el final de la canalización entubada.
- El conjunto antigiratorio + cepillo + mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deberá deslizarse por ellos sin aparente dificultad. El mandril deberá arrastrar a su vez un nuevo cable piloto de acero trenzado de diámetro ≥ 13 mm que permitirá extraer el mandril por el lado contrario en caso de quedar atrapado.
- Después se tirará del cable piloto instalando una cuerda guía de $\varnothing \geq 10$ mm y carga de rotura ≥ 1850 kg que sirva para el tendido posterior de los cables de potencia y acompañamiento.

No se permitirá el mandrilado de los tubos de los cables de potencia de tal forma que la cuerda guía arrastrase directamente al conjunto antigiratorio, cepillo y mandril. El esfuerzo durante el mandrilado deberá ser inferior a 750 kg de forma continuada, permitiendo valores de pico máximos de 1000 kg. Por tanto, el esfuerzo máximo de tiro de la máquina de tiro quedará limitado en ese valor.

La operación de mandrilado de los tubos de telecomunicaciones se realizará según se describe a continuación:

- El mandrilado se hará mediante impulsión neumática o “soplado” de un calibre con sonda entre arquetas dobles consecutivas.

Una vez realizado el mandrilado no será necesario dejar cuerda guía en el interior de los tubos excepto en los tramos de perforaciones dirigidas en los que se deberá instalar cuerda guía de $\varnothing \geq 6$ mm y carga de rotura ≥ 500 kg entre las arquetas dobles de telecomunicaciones situadas a ambos lados de la perforación.

7.6.6 SEÑALIZACIÓN LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

En los tramos de líneas subterráneas que discurren por entornos rurales o periurbanos se instalarán hitos de señalización según especificación técnica de RED ELÉCTRICA ET068.

7.7 TENDIDO TRAMO SUBTERRÁNEO

El tendido de los cables de potencia consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolos por los rodillos o tubos situados en la canalización. Antes de empezar el

tendido de los cables habrá que limpiar el interior del tubo, asegurar que no haya cantos vivos, aristas y que los tubos estén sin taponamientos. Con este fin antes de iniciar el tendido de los cables se realizará un nuevo mandrilado de todos los tubos de la instalación.

Para realizar dicho mandrilado se emplearán mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo, debiendo ser el diámetro de las esferas $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tubo con menor diámetro interior existente en el tramo de canalización a mandrilar.

En aquellos casos en los que un mismo tramo conste de tubos de características diferentes (por ejemplo: cuando ese tramo conste de una perforación dirigida) deberá realizarse un mandrilado parcial en cada uno de los subtramos con los mandriles adecuados a las dimensiones interiores de los tubos de cada tramo, así como un mandrilado completo de todo el tramo utilizando en este caso un mandril cuyas dimensiones garanticen que el diámetro de las esferas sea $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tubo con menor diámetro interior existente en el tramo de canalización a mandrilar.

Para los tubos de los cables de potencia las dimensiones de los mandriles se indican en el Documento 3 - Planos, en los planos nº 7983LSMA001.

La operación de mandrilado de los tubos de los cables de potencia y acompañamiento se realizará según se describe a continuación:

- Tirando de la cuerda guía existente en los tubos se instalará en su interior un cable piloto de acero trenzado de diámetro ≥ 13 mm.
- En uno de los extremos de la canalización se conectará al cable piloto el conjunto antigiratorio + cepillo + mandril y en el otro extremo el cabrestante (o máquina de tiro que disponga de registradora digital, como mínimo cada 5 m, de los esfuerzos de tiro y velocidad de tendido)
- A continuación, se realizará el tarado de la registradora digital, de tal forma que el origen de los registros coincida con el origen de la canalización entubada y el final del registro del tramo coincidirá con el final de la canalización entubada.
- El conjunto antigiratorio + cepillo + mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deberá deslizarse por ellos sin aparente dificultad. El mandril deberá arrastrar a su vez un nuevo cable piloto de acero trenzado de diámetro ≥ 20 mm que permitirá extraer el mandril por el lado contrario en caso de quedar atrapado.
- Tirando de este último cable piloto de acero trenzado de diámetro ≥ 20 mm se instalará el cable de potencia en el interior de los tubos.

No se permitirá el mandrilado de los tubos de los cables de potencia o acompañamiento de tal forma que la cuerda guía arrastrase directamente al conjunto antigiratorio, cepillo y mandril. El esfuerzo durante el mandrilado deberá ser inferior a 750 kg de forma continuada, permitiendo valores de pico máximos de 1000 kg. Por tanto, el esfuerzo máximo de tiro de la máquina de tiro quedará limitado en ese valor.

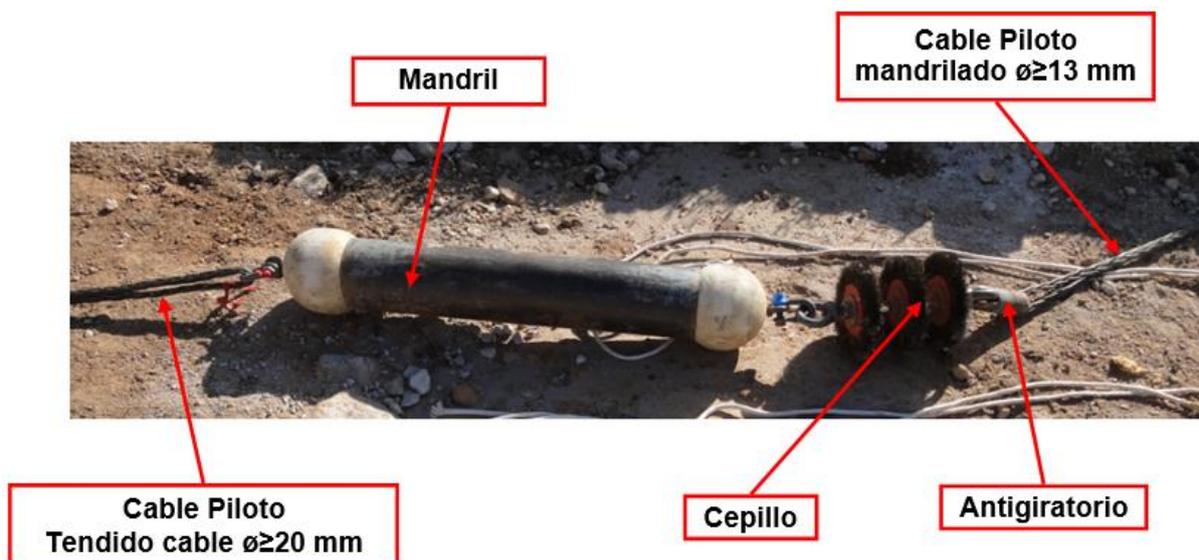


Ilustración 16: Conjunto antigiratorio-cepillo-mandril

El cable piloto para el mandrilado deberá ser de acero trenzado de diámetro ≥ 13 mm y el cable piloto para el tendido de los cables de potencia deberá ser de acero trenzado de diámetro ≥ 20 mm y carga de rotura mayor o igual al esfuerzo máximo de tiro permitido multiplicado por un coeficiente de seguridad de 3.

El cabezal de tiro debe tener forma de “ojiva” o “bala” con aristas redondeadas. Deberá soportar un esfuerzo de tiro al esfuerzo máximo de tiro permitido multiplicado por un coeficiente de seguridad de 1,5.

El cabezal de tiro se unirá al conductor del cable y no se permitirá un diseño de cabezal que transmita ningún esfuerzo sobre el resto de capas del cable.

La conexión entre el cabezal de tiro y el cable piloto se realizará a través de un dispositivo antigiro sin ningún otro elemento de conexión (grilletes, etc...).



Ilustración 17: Conexión entre cabezal de tiro y cable piloto

Igualmente, antes de empezar el tendido de los cables se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo y así mismo poder asignar el extremo de la instalación desde donde se debe realizar el esfuerzo de tiro. En el caso de trazado con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente. Las bobinas se situarán alineadas con la traza de la línea. El ángulo de tiro del cable con la horizontal no será superior a 10° .

Si existiesen curvas o puntos de paso dificultoso, próximos a uno de los extremos de la canalización, es preferible situar la bobina en ese extremo a fin de que el coeficiente de rozamiento sea el menor posible.

El traslado de las bobinas se realizará mediante vehículo transportándose siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales. Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento lateral. Tanto las trabas como las cuñas es conveniente que estén clavadas en el suelo de la plataforma de transporte. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha.

En el caso de que la bobina esté protegida con duelas de madera, debe cuidarse la integridad de las mismas, ya que las roturas suelen producir astillas hacia el interior, con el consiguiente peligro para el cable.

El manejo de la bobina se debe efectuar mediante grúa quedando terminantemente prohibido el desplazamiento de la bobina rodándola por el suelo. La bobina se suspenderá mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos.

Las cadenas o sirgas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos.

Estará terminantemente prohibido el apilamiento de bobinas. El almacenamiento no se deberá hacer sobre suelo blando, y deberá evitarse que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos es aconsejable disponer de una ventilación adecuada, separando las bobinas entre sí. Si las bobinas tuvieran que estar almacenadas durante un período largo, es aconsejable cubrirlas para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

Para realizar el tendido de los cables se empleará el sistema de tiro con freno y cabrestante. Tanto el cabrestante como la máquina de frenado deberán estar anclados sólidamente al suelo para que no se desplacen ni muevan en las peores condiciones de funcionamiento.

Los cabrestantes se utilizarán para tirar de los cables por medio de cables pilotos auxiliares y estarán accionados por un motor autónomo que deberá permitir el control de la velocidad de tendido y del esfuerzo de tiro. En la placa de características se indicará su fuerza de tracción. Dispondrá de rebobinadora para los cables piloto. También deberá disponer de dispositivo de parada automática y registrador digital de los esfuerzos de tiro y velocidad de tendido como mínimo cada 5 metros. Deberá cumplir con lo estipulado en el RD 1215/97, marcado CE o la legislación correspondiente en vigor. Antes del inicio de los trabajos, se procederá al calibrado del limitador de tiro, el cual se realizará en función de las tracciones a realizar. La máquina de tiro y su registrador digital deberá disponer del correspondiente certificado de calibración vigente.

La máquina de frenado estará compuesta por un sistema de gatos hidráulicos, eje soporte de bobina y dispositivo hidráulico de frenado. Los pies de soporte del eje deben estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación. El cable, al salir de la bobina, se mantendrá a la tensión mecánica suficiente para que no se produzcan flojedades y para que el cable no pueda adoptar radios de curvaturas inferiores al mínimo permitido. Deberá disponer de dinamómetro y el sistema de frenado deberá ser adecuado a la bobina a tender. Deberá cumplir con lo estipulado en el R.D. 1644/08 (marcado CE) o adecuación según RD 1215/97 o la legislación correspondiente en vigor. El dispositivo de frenado deberá ser reversible y actuar de cabrestante en caso de necesidad.

Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar, se quitarán las duelas de protección, de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar el cable, y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.).

Durante el tendido, en todos los puntos estratégicos, se situarán los operarios necesarios provistos de radioteléfonos y en disposición de poder detener la operación de inmediato. Los radioteléfonos se probarán antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido.

A la salida de la bobina es recomendable colocar un rodillo de mayor anchura con protección lateral para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina. Para facilitar el tendido se considerará también la instalación de empujadores entre el carrete de la bobina y la entrada a los tubos, así como otros sistemas.

La extracción del cable se realizará por la parte superior de la bobina mediante la rotación de la misma, alrededor de su eje y en el sentido indicado por el fabricante.

Durante el tendido hay que proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta. Para conseguirlo se colocará un rodillo a la entrada del tubo, que conduzca el cable por el centro del mismo, o mediante boquillas protectoras.

Deberá comprobarse que en todo momento los cables se deslizan suavemente sobre los rodillos y tubos.

El desenrollado deberá ser lento, para evitar que las capas superiores penetren entre las inferiores debido a la presión con el consiguiente trabado del cable.

La extracción del cable, tirando del mismo, deberá estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina. Al dejar de tirar del cable habrá que frenar inmediatamente la bobina, ya que de lo contrario la inercia de la bobina hará que ésta siga desenrollando cable, lo que llevará a la formación de un bucle.

Queda terminantemente prohibido someter al cable a esfuerzos de flexión que pueden provocar su deformación permanente, con formación de oquedades en el aislamiento y la rotura o pérdida de sección en las pantallas.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo de la bobina con objeto de detectar los posibles deterioros.

Se deberá realizar un estudio de las tracciones necesarias para efectuar el tendido, con el fin de que, debido al trazado de la línea, no sea preciso sobrepasar las tracciones antes mencionadas.

Para disminuir el rozamiento, y por tanto el esfuerzo de tiro, se deberá poner grasa neutra en la cubierta exterior del cable, siguiendo las instrucciones del fabricante, antes de introducirlo en el tubo. Estará prohibido el tendido de cables por el interior de tubos sin aplicar grasa neutra.

En el caso de que las tensiones de tendido necesarias para tender el cable entre dos cámaras de empalme fueran superior a la tensión máxima de tiro que soportan los cables se deberán realizar entre las cámaras de empalme arquetas intermedias de ayuda al tendido para la instalación de empujadores que reduzcan las tensiones a las que se ven sometido los cables. En el documento nº 3 Planos del presente proyecto se adjuntan el plano nº INELLSV001 con el diseño tipo de la arqueta de ayuda al tendido para cada enlace. En el caso de que las arquetas sean provisionales, se les dará continuidad, una vez tendido el cable, mediante tubos cortados o medias cañas que, a su vez, serán hormigonados.

Se deberá limitar la máquina de tiro al esfuerzo de tiro máximo permitido. La velocidad máxima de tendido será 20 m/min. Será preciso vigilar en todo momento que no se produzcan esfuerzos laterales importantes con las aletas de las bobinas.

Se deberá tener especial cuidado cuando el tendido de la bobina llegue a su final, ya que se deberá tener previsto un sistema, que sujete la cola del cable y a la vez mantenga la tensión de tendido.

En el caso de temperaturas inferiores a 5 °C, el aislamiento de los cables adquiere una cierta rigidez que no permite su manipulación. Así pues, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5 °C no se permitirá realizar el tendido del cable.

Una vez instalado el cable, deben taparse las bocas de los tubos en las cámaras de empalme para evitar la entrada de gases, aguas o roedores, mediante un procedimiento de impermeabilización aprobado por RED ELÉCTRICA.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja, zonas de empalme y terminales, sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Lo mismo es aplicable al extremo de cable que haya quedado en la bobina. Para este cometido, se deberán usar manguitos termoretráctiles.

Cuando dos cables vayan a ser empalmados sus puntas se tenderán hasta el final de la cámara de empalme para conseguir el suficiente solapamiento que permita realizar el empalme con seguridad, ya que al haber sido sometidas las puntas de los cables a un mayor esfuerzo, podrían haberse producido desplazamientos entre las capas que constituyen los cables.

7.8 TENDIDO TRAMO SUBMARINO

Después de la fabricación y ensayos en fábrica de los cables submarinos, éstos serán transferidos a grandes plataformas giratorias en las fábricas y desde allí se cargarán directamente a los carruseles de los barcos encargados del tendido.

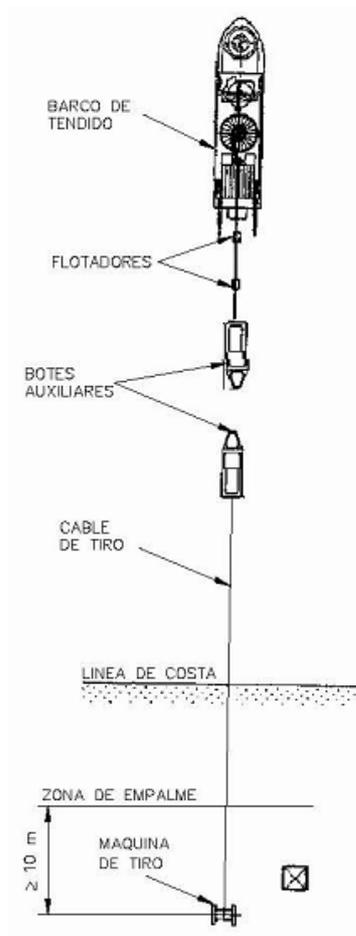
Los barcos estarán equipados con sistemas de posicionamiento GPS dinámicos para seguir exactamente las trayectorias prefijadas y mantenerse fijos cuando las condiciones del mar requieran suspender durante unas horas los trabajos de tendido.

Los cuatro cables de potencia serán tendidos individualmente. Uno de los cables de cada enlace se instalará junto con un cable de FO de Telecomunicaciones. Este cable de FO se adosa al cable de potencia una vez ha abandonado el carrusel giratorio, justo antes de abandonar la cubierta del barco hacia el mar.

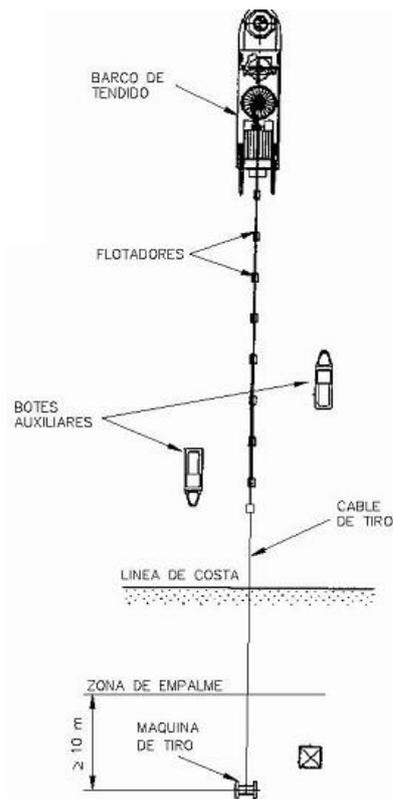
El método de tendido, a grandes rasgos, puede describirse como sigue. Para comenzar las operaciones de tendido el barco se situará lo más cerca posible de la costa en línea con la dirección de la ruta a seguir por los cables. El barco, para mantener la posición preestablecida sin necesidad de muertos o amarres, utilizará su propio sistema de posicionamiento dinámico.

Cuando el barco esté situado correctamente, el cable submarino será lentamente descargado desde el barco con una serie de flotadores hinchables y tendido hacia la costa por medio de botes auxiliares. Por otro lado, se instalará una máquina de tiro en tierra, y se tenderá un cable piloto de tiro con ayuda de otro bote auxiliar. El número de botes auxiliares

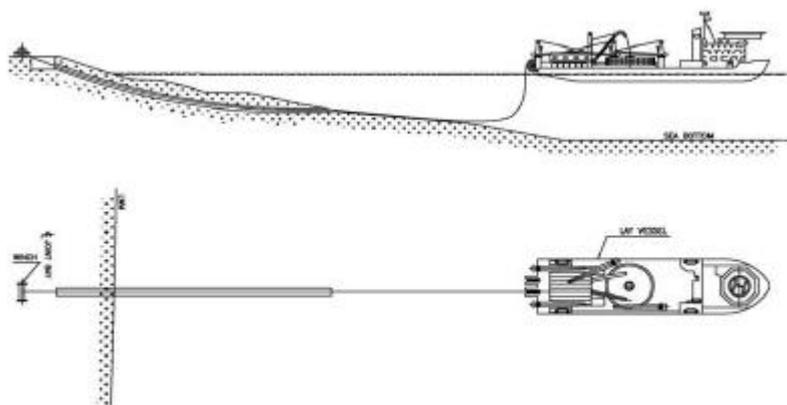
necesarios para realizar esta operación dependerá de las condiciones atmosféricas y la distancia de flotación necesaria.



La llegada de los cables submarinos a tierra se realizará a través de perforaciones horizontales dirigidas. El cable piloto se introducirá en los tubos de las perforaciones horizontales dirigidas gracias a una cuerda guía de nylon que se dejará en el interior de los tubos a tal efecto y se conectará a la máquina de tiro. En el otro extremo será conectado al cabezal del cable submarino. Entonces se empezará a tirar del cable piloto hasta la máquina de tiro situada en tierra. Con la ayuda de buceadores especializados se introducirá el cable submarino en el interior del tubo de la perforación, mientras, simultáneamente, el barco va entregando más cable en los flotadores hinchables.



Finalizada la operación de tendido el cable será sumergido en el fondo del mar por los buceadores, quienes irán retirando los flotadores hinchables del cable y posicionándolo en el fondo del mar.



Una vez realizado el tendido en la zona de salida, el barco procede a recorrer la traza del cable correspondiente. En su avance el barco de tendido va depositando el cable en el fondo marino, siguiendo en todo momento la trayectoria prefijada. El cable se desenrolla desde la plataforma de almacenamiento del barco de forma paulatina y ajustada al avance del mismo. Abandona la plataforma siguiendo las poleas y guías dispuestas en la cubierta, se descuelga por la popa y, formando una amplia curva, se deposita en el fondo del mar

siguiendo la estela del navío. El peso del cable hace que se sitúe exactamente en la traza definida.

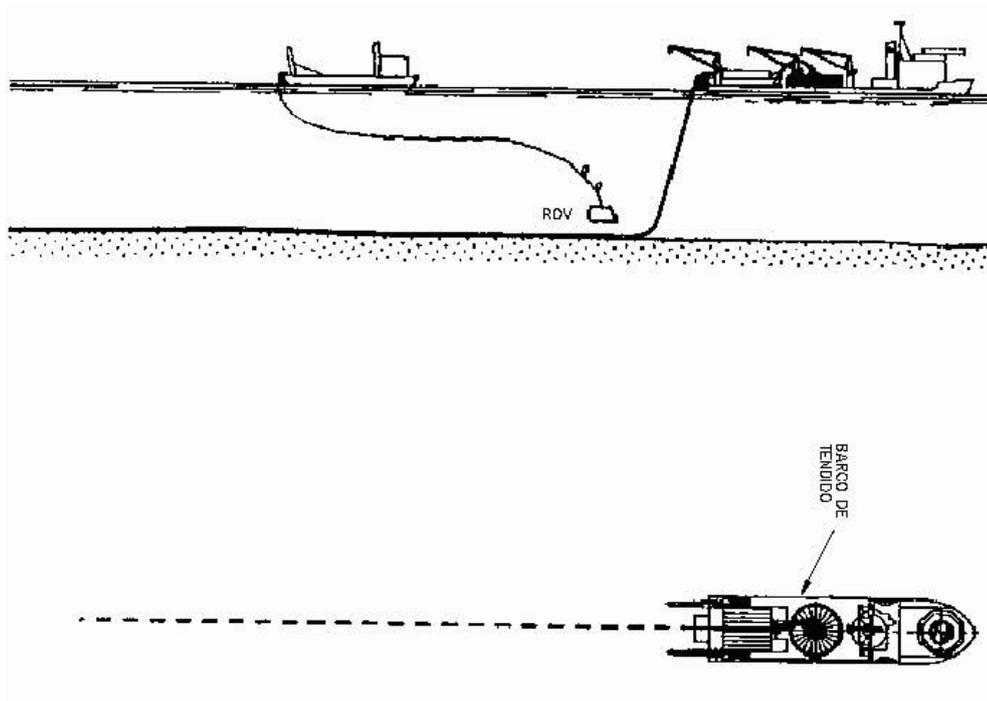
Para poder seguir en todo momento la trayectoria prefijada el barco está dotado de un sistema de posicionamiento dinámico. La navegación estará basada en el uso del DGPS (Diferencial Global Positioning System). El GPS es un sistema de medida de distancia donde el receptor, situado a bordo del barco de tendido, mide la distancia simultáneamente de todos los satélites GPS sobre el horizonte.

El tendido del cable estará basado en el perfil y en las características del fondo marino. Para ello se realizarán campañas de investigación marinas antes del tendido para confirmar los datos obtenidos en la fase de estudio del proyecto y tener en cuenta las posibles variaciones que hayan podido surgir en el fondo desde la realización de estos estudios. Con estos estudios se determinará los parámetros de tendido.

Para comparar estos valores precalculados y asegurar que el cable es depositado adecuadamente sobre el fondo marino según el trazado previsto, se monitorizará la siguiente información:

- Posicionamiento del barco de tendido.
- Velocidad y dirección del viento.
- Profundidad.
- Longitud del cable ya tendido.
- Velocidad de suministro del cable.
- Tensión del cable y ángulo de la bobina de tendido.
- Posicionamiento del cable en el lecho marino (*touch down monitoring, TDM*)
- Posición del vehículo de control remoto (ROV) que realiza el TDM.

En la monitorización del posicionamiento del cable en el lecho marino, TDM, se detecta el punto de contacto o posado del cable mediante un vehículo de control remoto. Esta monitorización permite controlar que no se apoye el cable sobre obstáculos aislados y que no se produzcan “*free spans*” o vanos libres entre apoyos del cable en irregularidades locales del fondo marino. El ROV operará desde el mismo barco cablero o desde un barco de apoyo independiente con su propio sistema de posicionamiento dinámico.



Este proceso de tendido se realizará de forma continua en todo el trazado submarino hasta la llegada a la frontera francesa.

7.9 PROTECCIÓN TRAMO SUBMARINO

Se realizarán trabajos para proteger los cables en todo su recorrido. En función del tipo de suelo marino encontrado se escogerá el método de protección, dando preferencia a la protección del cable por enterramiento.

En los suelos de tipo arenoso, arcilloso-arenoso o de arcillas blandas o medias se utilizarán los métodos de protección denominados *jetting* y *ploughing*. En zonas con suelos de mayor dureza, como arcillas duras, así como en zonas cortas con afloramientos rocosos regulares se podrán utilizar zanjadoras mecánicas (*trenching*). Finalmente, en áreas con suelo predominantemente rocoso, el cual es además en esta zona de alta dureza, el enterramiento deja de ser el método más adecuado y los cables se protegerán vertiendo roca sobre ellos, mediante la técnica conocida como *rock dumping*.

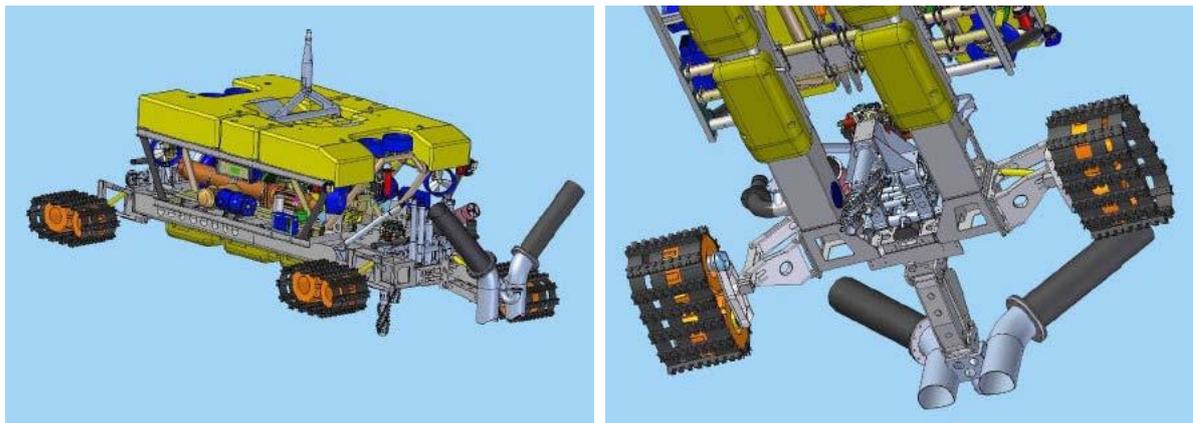
Jetting

Es un método de protección que se realiza posteriormente al tendido. Se utilizará un barco desde el que se manejará remotamente un vehículo submarino que descenderá hasta colocarse sobre el cable. El citado submarino irá provisto de un mecanismo de inyección de

chorros de agua a alta presión, que licuará el terreno por debajo y alrededor del cable, permitiendo que el cable se hunda a través de los sedimentos en suspensión hacia el fondo de la zanja según el mecanismo avanza hacia adelante. Cuando la máquina se haya desplazado suficientemente para que la presión del agua en la zanja sea la normal, los sedimentos en suspensión se asentarán en el fondo, solidificándose de nuevo y rellenando por sí mismos la zanja.

El vehículo submarino es dirigido desde la superficie, siendo manejados los controles del aparato desde el barco con el apoyo de las cámaras de las que está provisto. La alimentación del ROV y su se realiza desde un barco de apoyo.

En las imágenes siguientes se ve la posición del sistema de bombeo en la parte delantera del mismo, así como el equipo que lleva acoplado para la apertura de zanja en suelos densos.

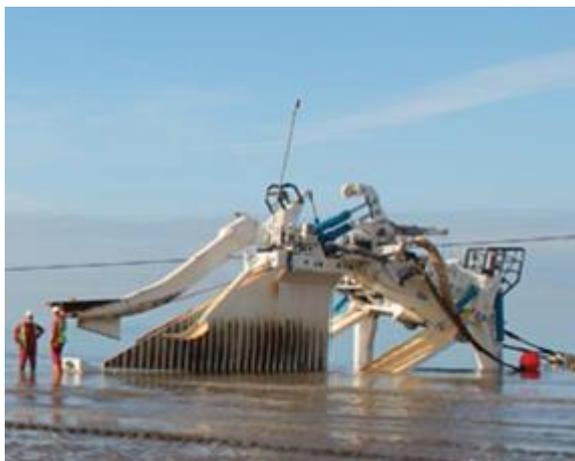


En la imagen siguiente se aprecia cómo es el avance del ROV y cómo va depositando el cable en el fondo.



Ploughing

Es un método de protección en el que el tendido y el soterramiento se realizan de forma simultánea. En él el cable se carga en la herramienta denominada *plough* (arado) la cual es depositada en el lecho marino desde el barco de tendido.



Una vez en el fondo el *plough* es remolcado y la reja penetra en el suelo marino hasta la profundidad de enterramiento a la cual la herramienta ha sido graduada. El cable se desenrolla de la plataforma del barco a la misma velocidad de avance de la herramienta y pasa a través del cuerpo del *plough* y de la guía para el soterramiento situada tras la reja, quedando enterrado a la profundidad objetivo. El surco creado por la herramienta se rellena posteriormente de forma natural. En función del tipo de terreno, por ejemplo, en arenas densas, el rendimiento de la herramienta se puede mejorar añadiendo inyectores de chorros de agua.

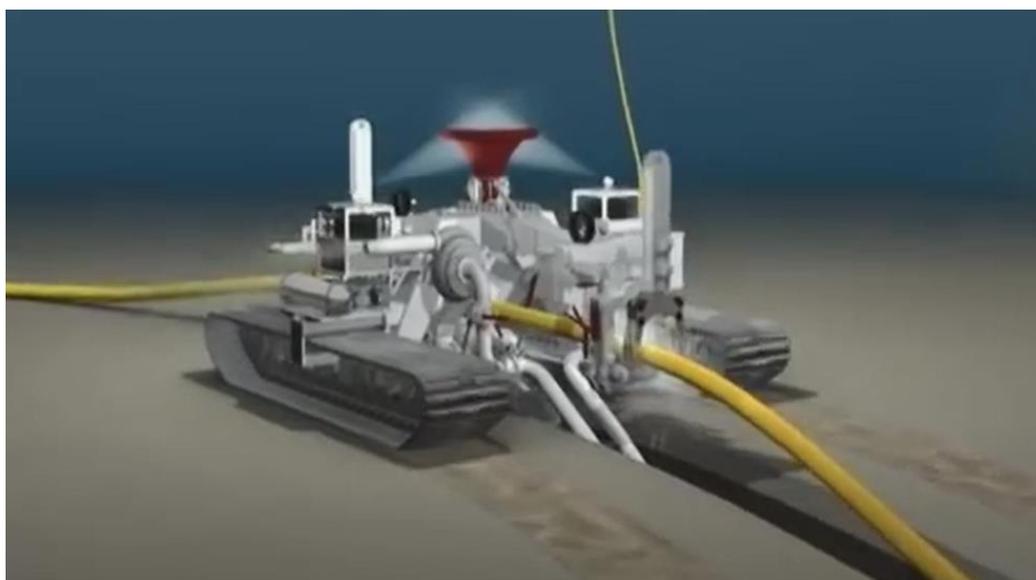
En la imagen siguiente se representa el avance de un *plough* y cómo va depositando el cable en el fondo marino.



El *plough* es dirigido desde la superficie, siendo manejados los controles del aparato desde el barco con el apoyo de las cámaras de las que está provisto. La alimentación del equipo se realiza igualmente desde el barco de apoyo.

Trenching

Las zanjadoras se depositan en el fondo del mar de manera similar a las herramientas para el *jetting* siendo este método también un método de enterramiento a ejecutar tras el tendido. En este método la zanjadora se coloca sobre la traza del cable y un mecanismo recoge el cable, lo eleva y lo pasa a su través por el hueco central del aparato para permitir el avance de la herramienta sobre el trazado del cable mientras realiza la zanja por medio de la cadena o discos de corte. Según avanza, la herramienta va introduciendo el cable en la zanja por medio de una guía situada en la parte trasera, la cual empuja el cable hacia el interior del surco creado, como se observa la siguiente imagen.



El vehículo submarino es dirigido desde la superficie, siendo manejados los controles del aparato desde el barco con el apoyo de las cámaras de las que está provisto. La alimentación de la zanjadora se realiza igualmente desde el barco de apoyo.

Para el tipo de suelos que requieran el uso de esta herramienta en el trazado, se utilizará una zanjadora de tipo cadena. Un ejemplo de este tipo de zanjadora se muestra en la siguiente imagen.



Profundidad de enterramiento

Para todos estos métodos de protección, la profundidad de enterramiento de los cables se ha determinado a partir de los datos recabados en las investigaciones marinas realizadas, geofísica y geotécnica, y de los estudios de navegación y pesca, así como del hidrosedimentario. En función al tipo de suelo y del riesgo de daño por redes pesca de fondo o por el lanzamiento de anclas de los barcos que faenan en la zona la profundidad necesaria de protección de los cables varía, habiéndose fijado la profundidad nominal en fondos sedimentarios en 1 m.

Rock dumping

Este método consiste en depositar una capa de rocas pequeñas sobre el cable para formar una berma protectora. Es una técnica utilizada tradicionalmente en secciones cortas, para realizar cruzamientos con otros cables o tuberías, sin embargo, su uso se ha extendido para la protección longitudinal de los cables en los casos en los que el soterramiento no es posible debido a la presencia de suelos rocosos de elevada dureza.

Debido a la irregularidad del terreno su uso será necesario en algunos puntos tanto antes como después del tendido. Depositar roca anteriormente al tendido tiene como objeto crear una superficie lo más regular posible sobre la que luego posar los cables evitando que estos puedan quedar suspendidos en algunos puntos. El vertido de roca tras el tendido tiene como objeto formar una berma protectora sobre el cable.

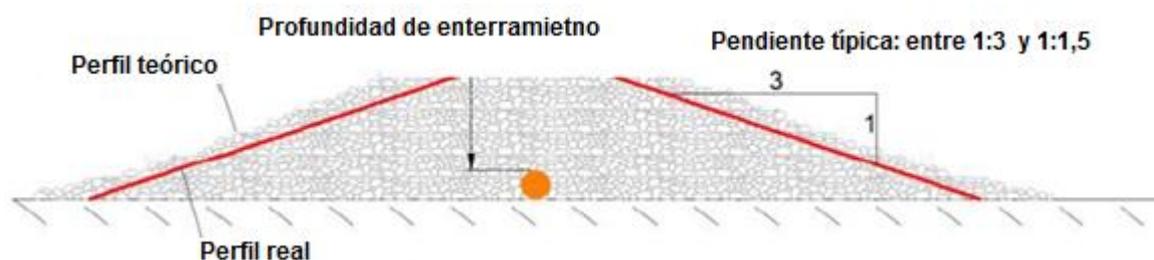


Ilustración 18: Sección típica de una berma para protección mediante *rock dumping*

Al igual que para los otros métodos de protección el diseño de la berma se realiza teniendo en cuenta los riesgos derivados de la pesca y de las anclas de las embarcaciones en la zona, así como las condiciones hidrodinámicas con el objeto de asegurar la estabilidad de la berma. Por este motivo se han definido tres tipos de berma según la zona del trazado:

Zona		Altura (m)	Anchura en la base (m)	Anchura en la cima (m)	Pendiente berma	Tamaño de roca (Dx = % de paso por apertura de tamiz de diámetro X)
PK inicial	PK final					
13,6	17	0,95	6,2	0,5	1:3	D ₁₀ = 105 mm D ₅₀ = 147 mm D ₉₀ = 185 mm
21	25	1,48	9,4	0,5	1:3	D ₁₀ = 45 mm D ₅₀ = 80 mm D ₉₀ = 125 mm
25	35	1,48	15,7	0,5	1:3	
35	53,6	2,54	8	0,5	1:3	
53,6	61	1,48	9,4	0,5	1:3	
Cruce gasoducto	PK 26,5	1,48	9,4	0,5	1:3	

Notas: Previsión actual de zonas basada en extensas campañas de reconocimiento del fondo marino realizadas, se adaptará según las condiciones exactas del fondo marino; en aquellos tramos dentro de estas zonas en los que los cables puedan ser protegidos por enterramiento, se privilegiará este tipo de protección frente al vertido de roca.

El vertido se realizará con la ayuda de barcos especiales capaces de transportar grandes cantidades de roca y que despliegan tuberías flexibles o mangueras hasta las proximidades del cable. La roca será vertida con precisión sobre el cable controlando la energía de impacto sobre el mismo estando el pie de la tubería controlado por impulsores.

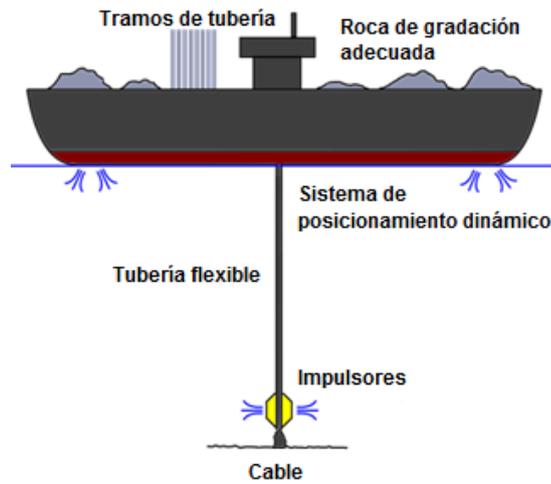
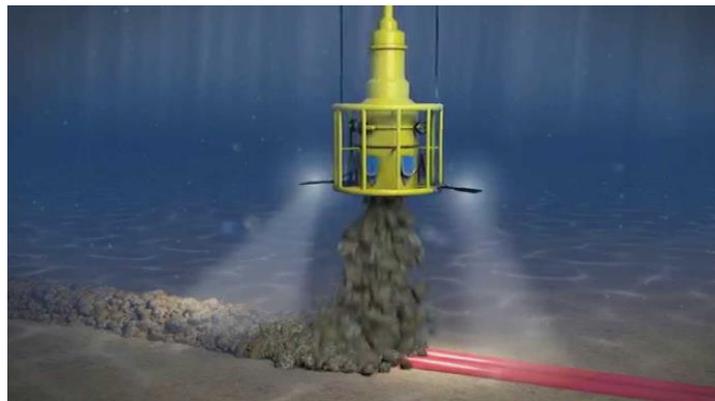


Ilustración 19: Esquema de vertido para *rock dumping*

La roca será vertida con precisión sobre el cable controlando la energía de impacto sobre el mismo estando el pie de la tubería controlado por impulsores.



Matrices (Mattresses).

Una vez tendido el cable sobre el fondo marino en las zonas donde no es viable el enterramiento del cable, se instalan sobre el cable una especie de “colchones” como elemento de protección, habitualmente compuesto por bloques de hormigón de dimensiones 6 x 3 x 0,3 m. Este método de protección, también se usa como método de protección adicional en cruzamientos con otros servicios.



Cable Protection Shell System.

En los tramos en los que no sean posibles otras medidas de protección como las anteriormente descritas por limitaciones de las pendientes del fondo marino, o protección adicional en los cruzamientos con otros servicios donde sea necesario proteger el cable, se instalará este método de protección mediante conchas de acero (Cast Iron Shells) o similar (Uraduct, etc...).

7.10 COMUNICACIONES

Se instalarán al menos un cable de FO independiente para telecomunicaciones para cada uno de los dos enlaces. Estos cables tendrán al menos 48 fibras de baja atenuación, de tipo monomodo y cumplirán con la recomendación ITU-T G.654.

7.10.1 TRAMO SUBTERRÁNEO

Para el sistema de comunicaciones se tenderán cables dieléctricos antirroedores que mantendrá el mismo trazado que el cable de potencia.

Estos cables irán alojados en los tubos de telecomunicaciones de diámetro 40 mm según se indica en el plano nº 7983LSZ001 del documento nº 3 Planos del presente proyecto.

7.10.2 TRAMO SUBMARINO

Para el sistema de comunicaciones los cables de FO se tenderán adosados a los cables de potencia de corriente continua.

7.11 SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN

Para poder disponer de información del estado del doble enlace y permitir la prevención y localización de faltas se prevé la instalación de fibras ópticas dedicadas a tales efectos. Los cables de fibra óptica acompañarán a los cables de potencia y se instalarán lo más cerca posible a estos. En el tramo subterráneo se colocarán tubos de PE de 40 mm pegados a los tubos de los cables de potencia, según plano 7983LSZ001. En las perforaciones dirigidas los tubos para alojar las fibras se instalarán según plano 7983LSZ003. En el tramo submarino irán directamente adosadas a los cables de potencia.

La monitorización se realizará a través de un sistema de monitorización de temperatura y un sistema de monitorización acústica (DTS y DAS respectivamente, en sus siglas en inglés).

Las fibras estarán conectadas a un interrogador en cada extremo del doble enlace que será común para los dos sistemas. Ambos sistemas tienen un sistema de adquisición de datos similar consistente en la inyección de un pulso de luz a través de un láser en las fibras y el procesamiento de la señal retrodispersada

7.11.1 Sistema DTS

Este sistema permite conocer la temperatura de los cables en cada momento, permitiendo identificar puntos calientes y evitar de esta manera fallos en el doble enlace por sobrecalentamiento de los cables.

Procesa la retrodispersión tipo Raman o Brillouin. Para este enlace se prevé la utilización de un sistema basado en la retrodispersión tipo Brillouin dado que está mejor adaptada a la detección en enlaces de grandes longitudes.

7.11.2 Sistema DAS

Este sistema permite detectar posibles amenazas a los cables, como pueden ser excavaciones en la parte terrestre o anclas en la parte submarina, al captar las vibraciones producidas, lo que permite a su vez la localización de faltas.

Este sistema procesa la retrodispersión tipo Rayleigh, permitiendo utilizar el cable de fibra óptica como una matriz virtual de micrófonos que monitoriza las vibraciones a largo de toda la longitud del cable.

7.12 SEÑALIZACIÓN

En los tramos de líneas subterráneas que discurren por entornos rurales o periurbanos se instalarán hitos de señalización según especificación técnica de REE ET068.

La ubicación definitiva de los hitos se realizará en la fase de construcción de la línea siguiendo los criterios indicados en la especificación técnica de REE ET068. Esta ubicación podrá ser acordada con el propietario de los terrenos por los que discurre la línea subterránea. En los planos de planta y perfil *As-Built* de la línea se indicará el punto exacto de ubicación del hito; acotándose las distancias mostradas en la placa de señalización posicionada en campo.

7.13 ENSAYOS

Debido a la singularidad del presente proyecto, y a la falta de experiencia de enlaces de este nivel de tensión con tecnología de aislamiento en XLPE, se exigirá realizar ensayos de precalificación y ensayos de tipo específicos para el proyecto, además de los ensayos en fábrica y los ensayos de puesta en servicio. Los ensayos están basados en la siguiente normativa internacional:

- IEC 60840: Power cables with extruded insulation and their accessories for assigned voltages greater than 30 kV ($U_m = 36$ kV) and up to 150 kV ($U_m = 170$ kV) – Test methods and requirements.
- IEC 62067 (2011) “Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV ($U_m = 170$ kV) up to 500 kV ($U_m = 550$ kV) – Test method and requirements”.
- TB 496 (April 2012): Recommendations for testing DC extruded cable systems for power transmission at a rated voltage up to 500 kV.
- Electra 189 (April 2000): Recommendations for tests of power transmission DC cables for a rated voltage up to 800 kV (review of the report published in Electra 72 of 1980).
- TB 623 (June 2015): Recommendations for mechanical testing of submarine cables.
- IEC 60228: Conductors of insulated cables.
- IEC 60060-1: High-voltage test techniques - Part 1: Definitions and general requirements related to tests.
- TB 622 (June 2015): Recommendations for Testing DC Transition Joints for Power Transmission at a Rated Voltage Up To 500KV.

7.13.1 Ensayos de precalificación

Son los ensayos destinados a demostrar el buen comportamiento termomecánico del sistema del cable a largo plazo.

Se deberán realizar ensayos de calificación solo sobre los cables de aislamiento en XLPE, de los cuales hay poca o nula experiencia en el nivel de tensión de este proyecto. Los ensayos se realizarán de acuerdo a lo indicado en el TB496.

El bucle de ensayo contará al menos con 100 metros de cable y al menos un accesorio de cada tipo, incluyendo empalmes en fábrica. La secuencia de los ensayos será la siguiente:

En el caso del empalme de transición entre el cable submarino tipo XLPE y el subterráneo tipo XLPE se deberá realizar un ensayo de calificación de acuerdo a lo indicado en el TB622.

7.13.2 Ensayos de tipo

Son los ensayos destinados a demostrar el buen funcionamiento del sistema del cable desde un punto de vista eléctrico y mecánico. Los ensayos se dividen en:

- Ensayos eléctricos
- Ensayos no eléctricos
- Ensayos especiales en accesorios

Los ensayos se realizarán de acuerdo a lo indicado en el TB496, TB 623, IEC 62067 y TB.622.

Se deberán realizar ensayos de tipo para el sistema de cables de la tecnología de aislamiento establecida. Además, se realizarán bucles independientes para los cables subterráneos y para los cables submarinos, realizando un bucle adicional para los diferentes tipos de empalmes de transición entre cables de la misma tecnología (entre cables de diferente material de conductor y/o sección).

7.13.2.1 Bucle de ensayos para el sistema de cables subterráneo

El bucle de ensayos incluirá:

- Al menos 30 metros de cable subterráneo.
- Al menos empalme de cada tipo a utilizar.
- Dos terminales del mismo diseño de los que ese vayan a utilizar en el doble enlace.

7.13.2.2 Bucle de ensayos de tipo para el sistema de cables submarino

El bucle de ensayos incluirá:

- Al menos 30 m de cable submarino
- Al menos dos empalmes de confección en fábrica.
- Al menos un empalme de tipo reparación.

7.13.2.3 Bucle de ensayo para empalmes de transición

El bucle de ensayos incluirá, para el caso de tecnología de aislamiento XLPE tanto en la parte subterránea como en la parte submarina (enlace 1 de este proyecto):

- Al menos 10 metros de cable submarino y/o de cable subterráneo entre 2 accesorios.
- Al menos 1 empalme similar al de transición entre cable subterráneo XLPE y submarino XLPE
- Al menos 1 empalme de transición de cada tipo tanto para la parte submarina como para la parte subterránea

7.13.3 Ensayos en fábrica

Asimismo, se efectuarán ensayos individuales en fábrica y de muestra sobre las bobinas fabricadas. Estos ensayos tienen como objeto asegurar que cada longitud de suministro o componente reúne las características especificadas y garantiza la calidad del producto.

La frecuencia de los ensayos será conforme a la siguiente tabla:

Tabla 1: Frecuencia de ensayos en fábrica

Referencia:	Frecuencia de ensayos
1	Ensayos a realizar sobre cada longitud de suministro
2	Ensayos a realizar sobre una muestra de cable tomada de cada longitud de fabricación.
3	Ensayos a realizar sobre cada terminal
4	Ensayos a realizar sobre cada empalme

Los ensayos a realizar se recogen en las siguientes tablas:

Tabla 1: Ensayos de rutina en cable subterráneo (XLPE)

Ensayo de rutina en cable subterráneo		
Ensayo	Normativa	Referencia a la frecuencia de ensayo (véase (Tabla_1))
Ensayo de tensión	TB496 §5.1	1
Ensayo de cubierta	IEC 60229 (§.3.1)	1

Tabla 2: Ensayos de rutina en cable submarino XLPE

Ensayos de rutina en cable submarino XLPE		
Ensayo	Normativa	Referencia a la frecuencia de ensayo (véase (Tabla_1))
Ensayo de tensión	TB496 §5.1	1
Medida de la capacidad	IEC62067 §10.10	1
Medida TDR (<i>time domain reflectometry</i>)	TB496 §7.3	1

Tabla 3: Ensayos de muestra sobre cable XLPE

Ensayos de muestra en cable XLPE		
Ensayo	Normativa	Referencia a la frecuencia de ensayo (véase (Tabla_1))
Examen del conductor	IEC.62067 §10.4	2
Medida de la resistencia eléctrica del conductor y pantalla	IEC.60228 §5.3 IEC.62895 §10.5	2
Medida del espesor del aislamiento y de la cubierta interna (para cable submarino) y de la cubierta (para cable subterráneo)	IEC.62067 §10.6	2
Medida del espesor de la pantalla metálica	IEC.62067 §10.7	2
Medida del diámetro	IEC.62067 §10.8	2
Ensayo de alargamiento en caliente en los aislamientos XLPE	IEC.62067 §10.9	2
Medida de la capacidad	IEC.62067 §10.10	2
Ensayos de tensión de impulso	TB 496 §6.1.9	IEC 62067 §10.2
Ensayo de penetración del agua	TB 496 §6.1.10	IEC 62067 §10.2
Medida de la resistividad de las pantallas semiconductoras	IEC.62067 §12.4.11	2

Ensayos de muestra en cable XLPE		
Ensayo	Normativa	Referencia a la frecuencia de ensayo (véase (Tabla_1))
Medida de la resistividad radial de la cubierta interna semiconductora	De acuerdo con el protocolo del contratista	2
Determinación de las propiedades mecánicas de los aislamientos antes y después del envejecimiento	IEC.62067 §12.5.2	2
Determinación de las propiedades mecánicas de la cubierta interna (cable submarino) y de la cubierta exterior (cable subterráneo) antes y después del envejecimiento	IEC.62067 §12.5.3	2
Ensayos en componentes de cables con una lámina de metal aplicada longitudinalmente	IEC.62067 Appendix F	2
Ensayo de contracción del aislamiento	IEC.60840 §12.5.16	2
Ensayo de contracción de la cubierta interna (cable submarino) y de la cubierta exterior (cable subterráneo)	IEC.60840 §12.5.17	2

Tabla 4: Ensayos de rutina en terminales

Ensayos de rutina en terminales		
Ensayo	Normativa	Referencia a la frecuencia de ensayo (véase (Tabla_1))
Ensayo de tensión en CC (corriente continua)	TB 496 § 5.1	3
Ensayo de tensión en CA (corriente alterna)	TB 496 § 5.2.1 (Según protocolo de ensayos de laboratorio)	3
Medida de descargas parciales	TB 496 § 5.2.1/ IEC TS 62478 (Según protocolo de ensayos de laboratorio)	3

Tabla 5: Ensayos de rutina en empalmes de fábrica

Ensayos de rutina en empalmes de fábrica		
Ensayo	Normativa	Referencia a la frecuencia de ensayo (véase (Tabla_1))
Ensayo de tensión en CC (corriente continua)	TB 496 § 5.1	4
Ensayo de tensión en CA (corriente alterna)	TB 496 § 5.2.1 (Según protocolo de ensayos de laboratorio)	4
Medida de descargas parciales	TB 496 § 5.2.1 (Según protocolo de ensayos de laboratorio)	4
Comprobación de la reconstitución del aislamiento	Según protocolo de ensayos de laboratorio (rayos X,...)	4
Comprobación del conductor y la pantalla	Según protocolo de ensayos de laboratorio (rayos X, rayos gamma, ...)	4

Tabla 6: Ensayos de rutina en empalmes premoldeados

Ensayos de rutina en empalmes premoldeados		
Ensayo	Normativa	Referencia a la frecuencia de ensayo (véase (Tabla_1))
Ensayo de tensión en CC (corriente continua) en el cuerpo premoldeado	TB 496 § 5.1	4
Ensayo de tensión en CA (corriente alterna) en el cuerpo premoldeado	TB 496 § 5.2.1 (Según protocolo de ensayos de laboratorio)	4
Medida de descargas parciales	TB 496 § 5.2.1 (Según protocolo de ensayos de laboratorio)	4

7.13.4 Ensayos de puesta en servicio

Para comprobar que todos los elementos que constituyen la instalación (cable, empalmes, terminales, etc.) se han fabricado e instalado correctamente se deberá someter a cada enlace

a una tensión continua de polaridad negativa de valor $-1,45V_{cc}$ durante 1 hora, de acuerdo con el TB496.

Asimismo, se realizará el ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta exterior del cable, para comprobar que no ha sido dañada accidentalmente durante el transporte, almacenamiento, manipulación o tendido del cable de acuerdo con la IEC 60229.

Se realizará adicionalmente una medida TDR (*time domain reflectometry*) para obtener información del enlace a nivel de ingeniería.

8 ACCESOS

En este apartado vamos a describir las diferentes opciones de acceso a las distintas zonas de actuación y los condicionantes a tener en cuenta para el acceso a las mismas.

A falta de unas especificaciones concretas se exponen a continuación algunos valores que podrían ser de aplicación en cuanto a pendientes, aunque en función de los datos reales será es posible que se puedan plantear actuaciones más optimizadas.

- Características preliminares de las bobinas:
 - Ancho: 2,4-3,2 m
 - $\varnothing = 4,50$ m
 - Peso = 40 t.
- Pendientes máximas para el transporte con vehículos tipo góndola (low bed trailer) asociada a las características de bobinas:
 - Firme con zahorra artificial: < 10%
 - Firme con rodadura de hormigón o camión de tiro: 10-16%
 - Firme con rodadura de hormigón y camión de tiro: 17-22%
- Los vehículos tipo “special drum trailer” son capaces de transitar por pendientes elevadas con acabados del firme menos exigentes, por tanto, se consideran que deberían ser este tipo de vehículos los que transporten las bobinas en el tramo más montañoso entre el 6+500-13+515.

Como se ha indicado anteriormente, el criterio adoptado es que los vehículos especiales tipo góndola (low bed trailer) transportarán las bobinas desde el lugar de origen, p.e. un puerto marítimo próximo, hasta el lugar de entrega, localizado en las distintas campas dispuestas a lo largo de toda la zona de actuación. En dichas campas, se descargará la bobina del vehículo especial tipo góndola (low bed trailer) y se cargarán en el vehículo “Special drum trailer” que transportaría la bobina hasta la zona donde se realizaría el tendido del cable.

A lo largo de todo el trazado se han dispuesto un total de ocho (8) campas con unas dimensiones de unos 50x25 m, excepto para la campa nº7 y nº8 donde las dimensiones son algo menores.

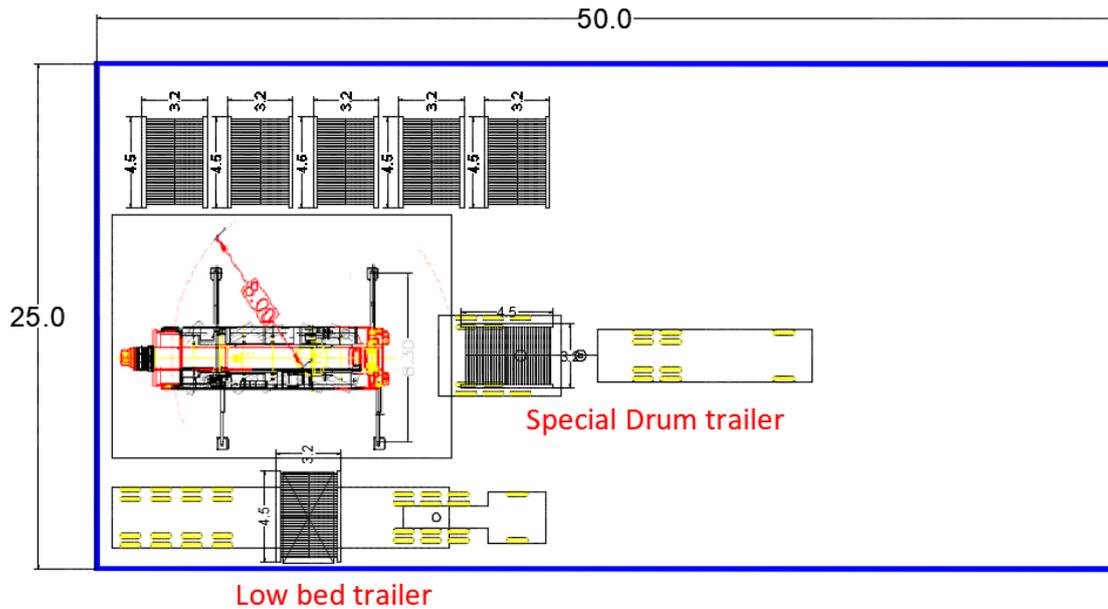


Ilustración 21: Dimensiones de la campa de descarga de bobinas.

Del total de campas proyectadas, se han seleccionado las siguientes por situarse próximas a carreteras principales y presentar menores pendientes del terreno:

- Campa nº1: junto a la E.C. de Gatica.
- Campa nº2: junto a la carretera BI-634 y próxima a la PHD-1
- Campa nº4: junto a carretera local del Barrio Ugarte y próxima a la PHD-4 y 5.
- Campa nº5: junto a carretera BI-2120 y próxima a la PHD-5.
- Campa nº7: junto a la carretera BI-3117 junto al acceso oeste.
- Campa nº8: junto a la carretera BI-3152 junto a la entrada del acceso norte.

Las campas nº3 y nº6, debido a su situación en un terreno con mayores pendientes se prevén que se utilicen para acopio de otros materiales y componentes.

En el esquema siguiente se puede observar la situación de las cámaras de empalme, así como los posibles puntos de accesos a las diferentes zonas:

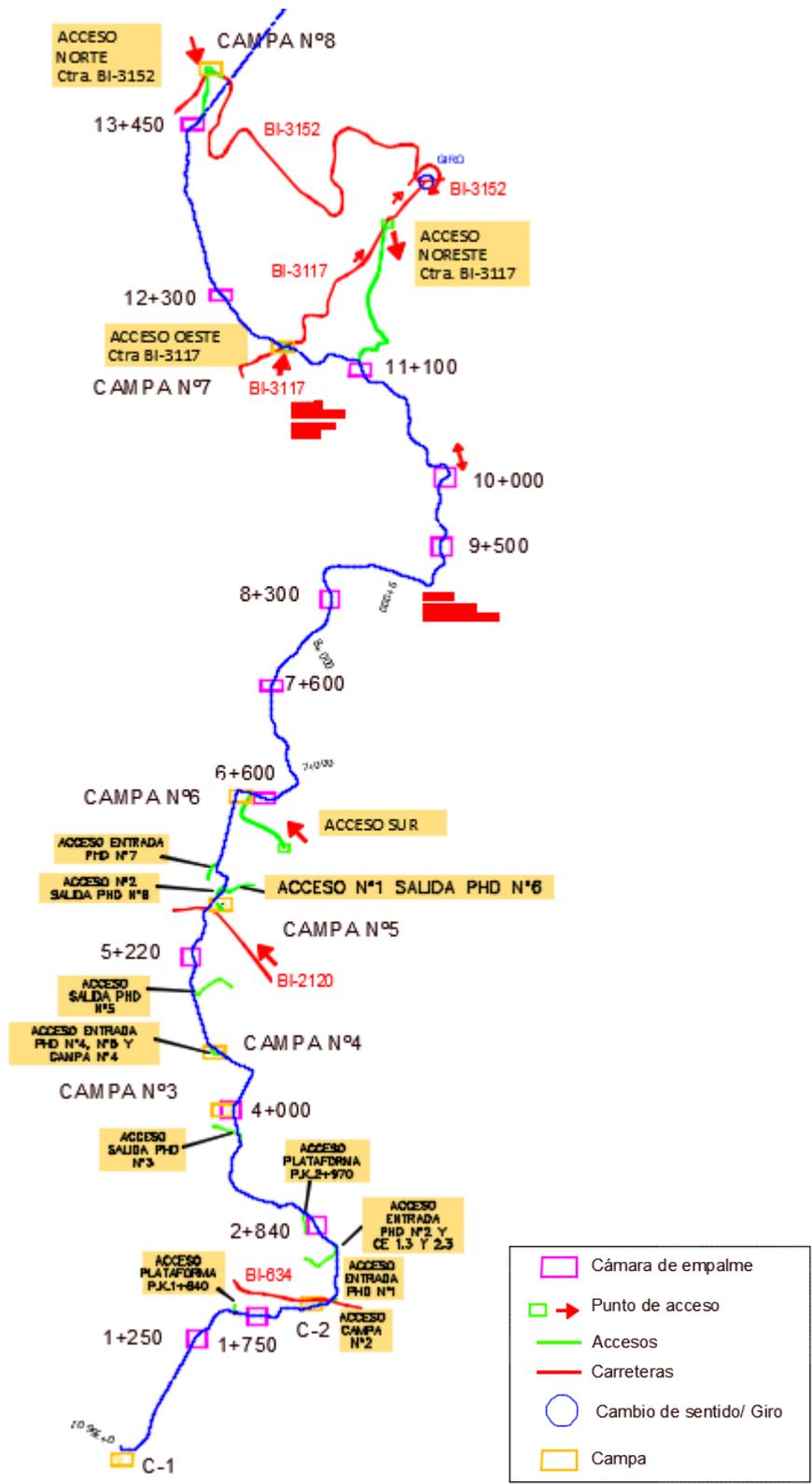


Ilustración 22: Esquema de situación de accesos y campas.

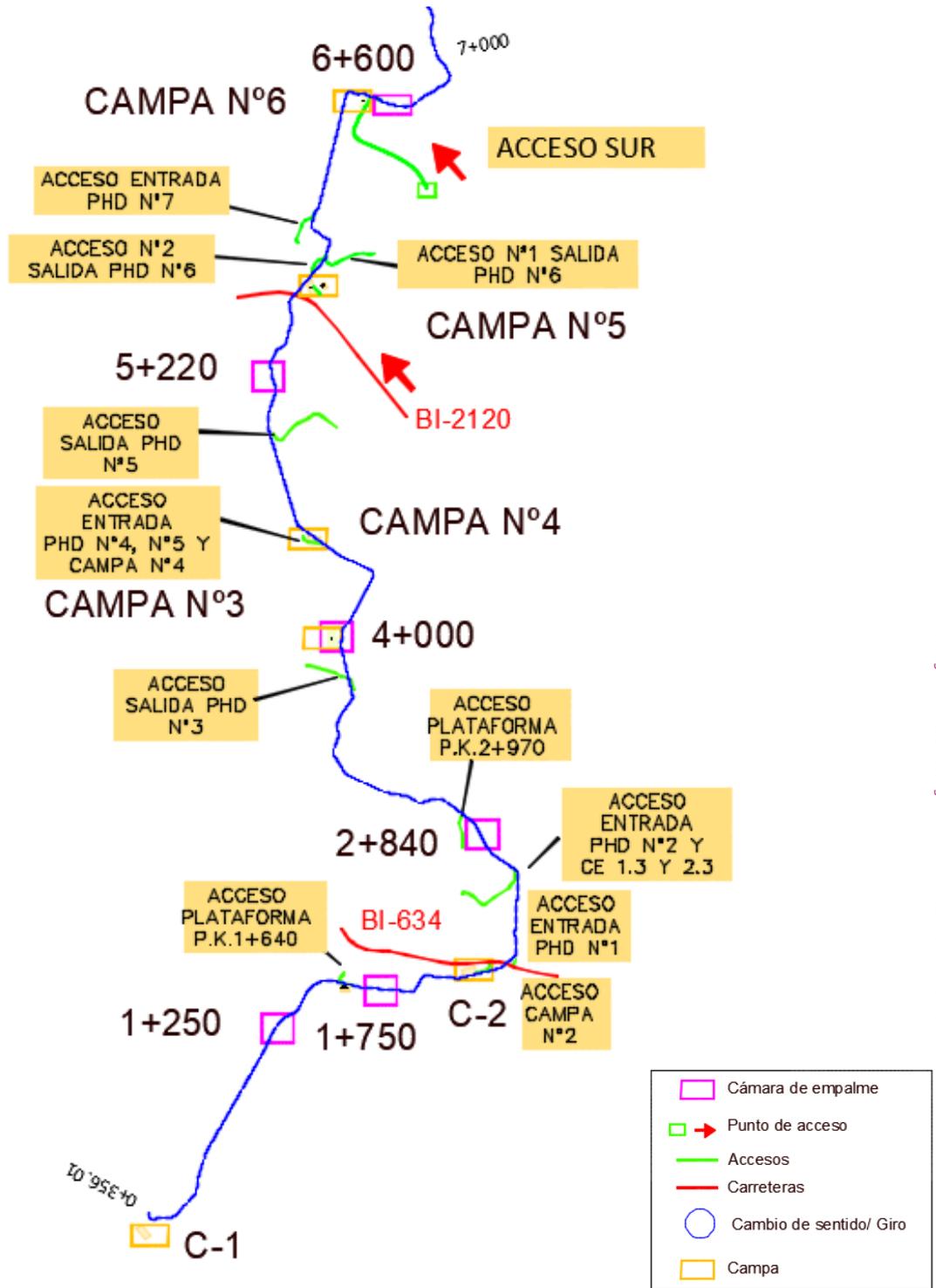


Ilustración 23: Detalle del esquema de situación de accesos y campas Tramo 0+356-6+500.

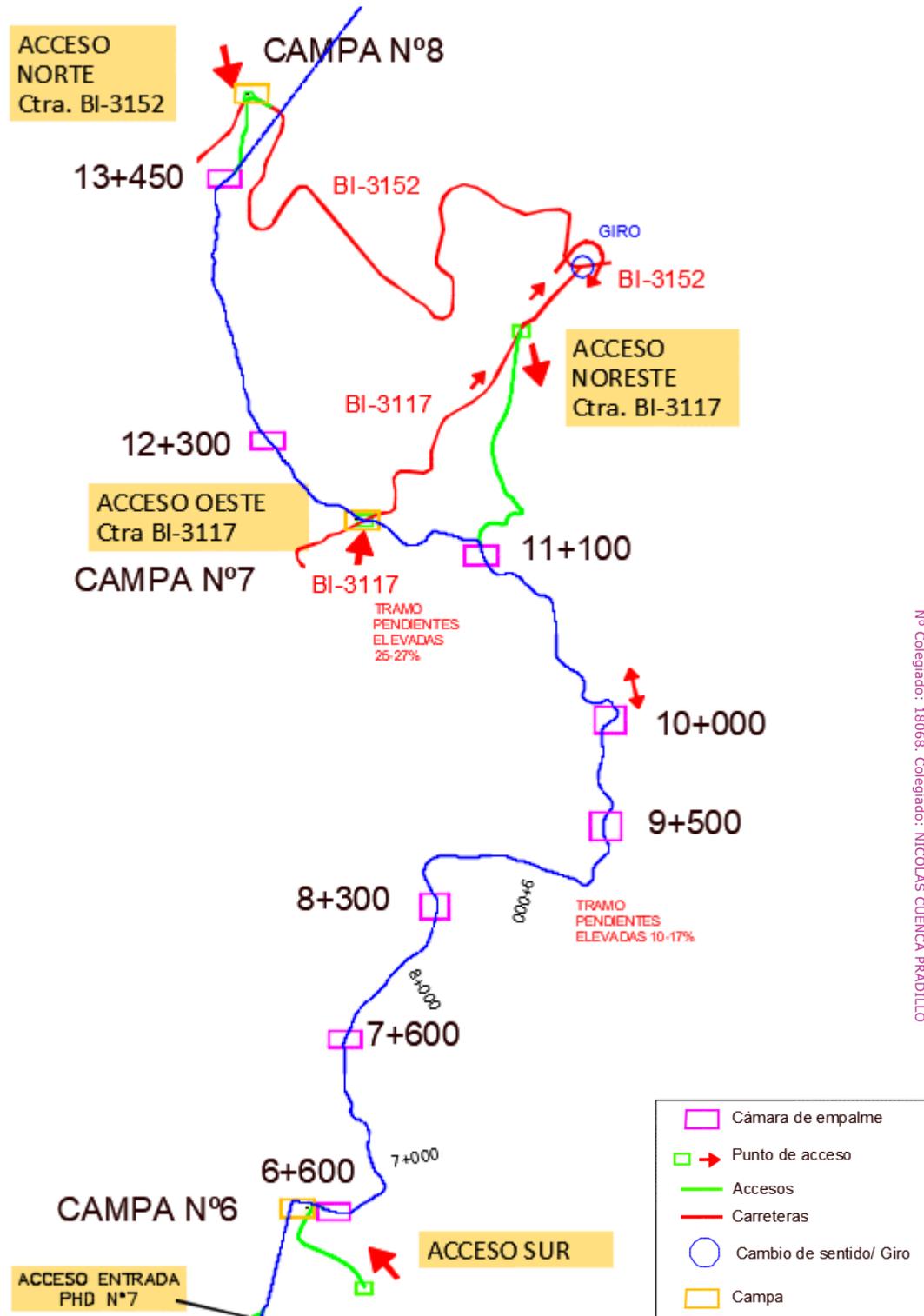


Ilustración 24: Detalle del esquema de situación de accesos y campas Tramo 6+500-13+515

El planteamiento y la descripción de los accesos a las distintas zonas sería la siguiente:

TRAMO 0+348-6+500:

- **Acceso a la Plataforma 1+640:** Este camino permitiría el acceso a la plataforma de trabajo en el p.k. 1+640 y a las cámaras de empalme CE-1.2 y 2.2. El acceso conecta con un camino existente que a su vez enlaza con la carretera BI-634. El camino existente presenta un pendiente importante hasta de un 17% aunque el acabado del firme de dicho camino está compuesto de hormigón. El ancho previsto para el acceso es de 5 m y la pendiente máxima proyectada es del 12%.
- **Acceso a la campa nº2:** Este acceso permitiría el acceso a la campa nº2 directamente desde la carretera BI-634 así como a la salida de la PHD-1. El ancho previsto para el acceso es de 5 m y se proyectan abocinamientos de radios 10-15 m en la conexión con la carretera BI-634. La pendiente máxima proyectada es del 7,4%.
- **Acceso a la entrada de la PHD-1:** este camino permite la entrada a la PHD-1 y a la salida de la PHD-2. El ancho previsto es de 5 m y forma abocinamientos de radios 15 m en la conexión con la carretera BI-634. La pendiente máxima es del 15% para evitar la afección a la tubería de gas y el apoyo de la línea de baja tensión.
- **Acceso a la entrada de la PHD-2 y cámaras de empalme de C-1.3 Y 2.3:** Este acceso discurre por un camino existente de 3 m que se amplía hasta los 4 m. En las curvas con radio de 15 m y ángulo a 90° se amplía hasta los 5 m. La pendiente máxima proyectada es del -13,3%
- **Acceso a la plataforma P.K. 2+970.** Este acceso se proyecta sobre un camino existente de 2,5 m que se amplía hasta los 4 m. La pendiente máxima proyectada es del 15%. Permite el acceso principalmente al tramo de plataforma entre el 2+970 al 3+800. Este acceso no está pensado para girar hacia las cámaras de empalme dado que presenta una pendiente muy fuerte.
- **Acceso a la salida de la PHD-3.** Este acceso se plantea para disminuir el recorrido por la plataforma de trabajo y tener un acceso lo más corto posible a la carretera del barrio Ugarte. Se ha considerado un ancho de 4 m y la pendiente máxima proyectada es del -13,7%.

- **Acceso a la entrada PHD N°4, N°5 y Campa n°4:** El camino se proyecta para permitir el acceso a la PHD n°4, n°5 y campas de n°4 desde la carretera del Barrio Ugarte. El ancho proyectado es de 5m y la pendiente máxima es del -7 %.
- **Acceso a la salida PHD N°5:** El camino se proyecta para permitir el acceso a la salida PHD n°5, plataforma y cámaras de empalme C.E.1.5 y 2.5. desde la carretera del Barrio Ugarte a un camino existente con un ancho actual de 3 m. El ancho proyectado es de 5m y la pendiente máxima es del 0,5 %. La conexión con la carretera se realiza entre la división entre dos parcelas y en un acceso existente con la carretera.
- **Acceso a la campas n°5.** Este acceso permitiría el acceso a la Campa n°5 desde un vial existente que parte de la glorieta de la carretera BI-2120. El ancho proyectado es de 5 m y la pendiente máxima del -6,8%.
- **Acceso n°1 a la salida de la PHD-6.** Este es uno de los accesos previstos para la salida de la PHD-6, presenta la ventaja de tener menos pendiente que el acceso n°2, pero implica tener que recorrer más distancia por los viales urbanos. También supone abrir un camino nuevo por una zona sin camino existente. Se proyecta con un ancho de 5 m y pendiente máxima del -11,44% en la zona de conexión con los viales urbanos, aunque después se desarrolla con pendientes no superiores al 6,4%.
- **Acceso n°2 a la salida de la PHD-6.** Este es el otro acceso previsto para la salida de la PHD-6, presenta la ventaja frente al acceso n°1 de tener un acceso más próximo a la carretera y que discurre por viales existentes asfaltados o con firme de hormigón, aunque supone transitar por pendientes elevadas de hasta el 18,4%. Se proyecta con un ancho variable de 3-4 m.
- **Acceso a la entrada de la PHD-7.** Se proyecta desde el vial que conecta con la carretera BI-2120 en la glorieta próxima y evitando afectar la tubería de abastecimiento que discurre por su margen derecho. Se proyecta con un ancho variable de 3-5 m y pendiente máxima del 15%.

TRAMO 6+500-13+515:

8.1 ACCESO SUR

Este acceso se plantea como acceso principal por el sur a la zona montañosa a partir del P.K. 6+500, permitiría la conexión desde la Carretera BI-2120, viales de la urbanización y la pista forestal para acceder a la salida de la PHD-7, cámaras de empalme desde el P.K. 6+500 al 11+100 y a partir del P.K. 11+100 conectar con el acceso noreste y su salida a la BI-3117. Esto es, este acceso se puede utilizar como entrada por el sur y salida por el acceso nordeste sin tener que cambiar el sentido dentro del trazado de la pista forestal.

El acceso sur presenta pendientes elevadas con valores máximos que oscilan entre 15% al 21% en la zona previa a la campa nº6, que se suma a la localización de dos curvas a derechas con radios de 25m y 20 m. Actualmente el acceso está hormigonado, con un ancho variable de unos 4-5 m, pero para permitir el paso de ciertos vehículos habría que ampliar el acceso a 5 m en algunas zonas, esto supone el desmonte y perfilados de taludes en el margen derecho y es necesario desplazar y ampliar el camino por el margen derecho, principalmente en la curva de radio 25 m para evitar afectar al edificio existente situado en el margen izquierdo. También sería necesaria la adaptación de algunos acuerdos verticales.

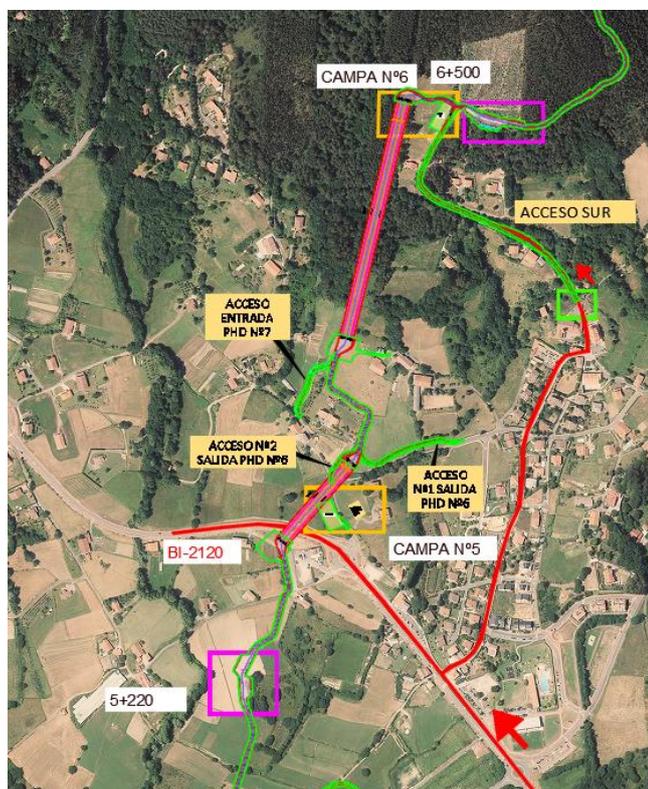


Ilustración 23. Acceso sur.

8.2 ACCESO NORDESTE

Permitiría el acceso a la zona montañosa desde el noreste por la carretera BI-3117 hasta la pista forestal en el P.K. 11+100, y a partir de dicho punto, permitiría recorrer la pista forestal sentido sur hasta salir el PK 6+500 por el acceso sur. Para acceder desde la carretera BI-3117 implica realizar un cambio de sentido en una intersección existente con la carretera BI-3152 y proyectar un acondicionamiento del camino existente de unos 1.100 m de longitud, con pendientes máximas del 13-14%, con firme de hormigón en las zonas que lo requieran y con mejoras de curvas en la zona próxima a la traza de la interconexión. También presentan algunas zonas con curvas de radio 11-15 m que será necesario ampliarlas con un ancho de hasta 7,5 m para permitir el paso de los transportes.

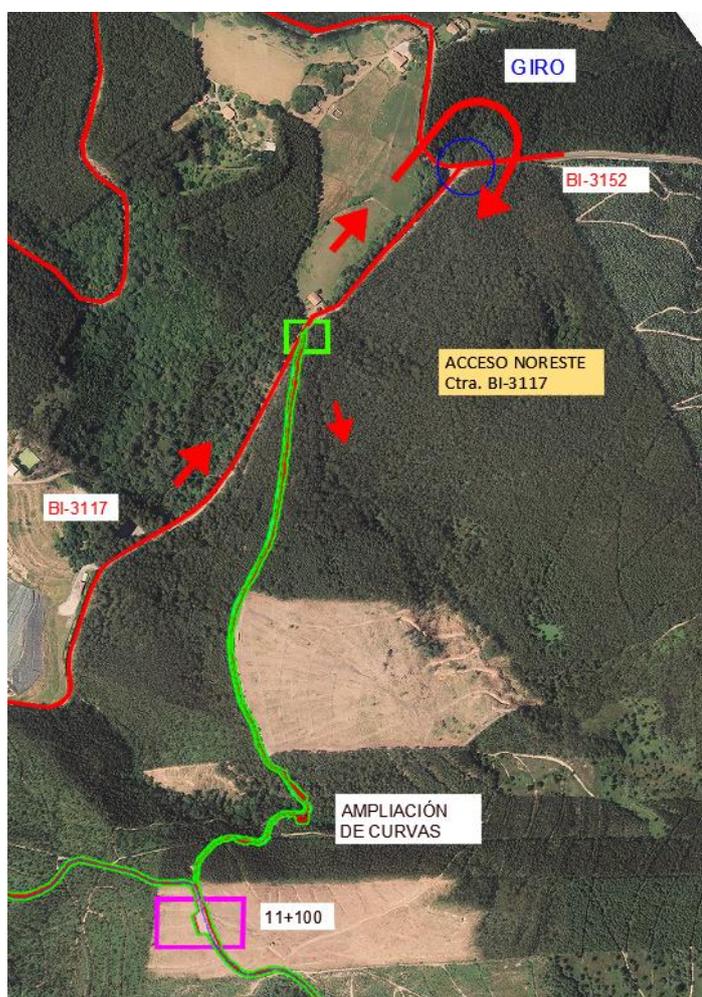


Ilustración 24. Acceso noreste con el acondicionamiento del camino existente en 1.100 m.

8.3 ACCESO OESTE

Este acceso se realizaría por la carretera BI-3117 y permitiría el acceder a la traza desde el P.K. 11+720 hasta la PHD-8, así como a las cámaras de empalme CE-1.12 y 2.12. La proximidad a la carretera BI-3117 favorece la instalación de la campa n°7 para la descarga de las bobinas y acopios de materiales.

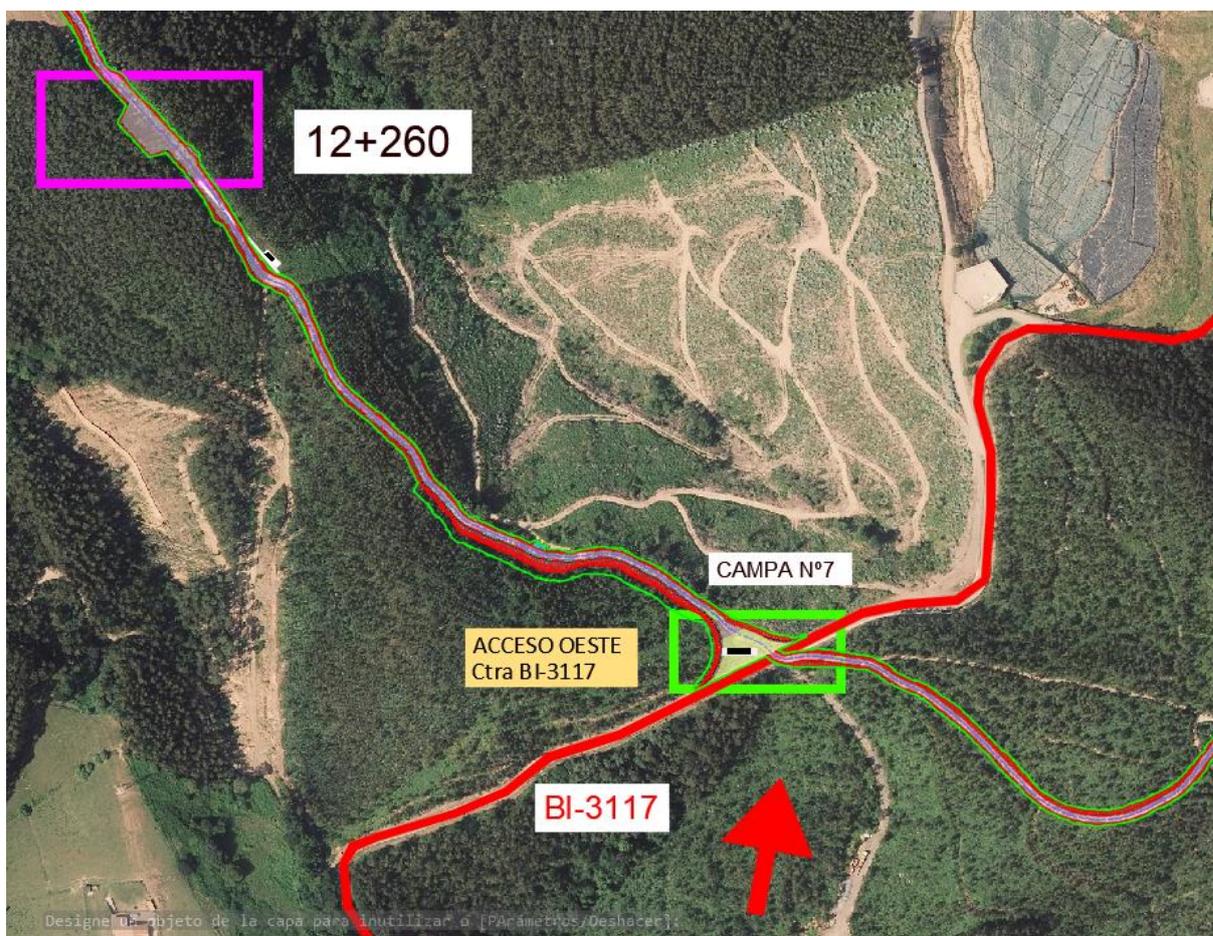


Ilustración 25. Acceso oeste desde la Carretera BI-3117

8.4 ACCESO NORTE

Este acceso se realizaría por la carretera BI-3117 y posteriormente por la carretera BI-3152, bordeando el embalse de Urbieta, para acceder por el acceso existente a las instalaciones del casetón de bombeo. Desde este punto se bordearía el edificio del casetón de bombeo por el oeste hasta llegar a la zona de acopio al inicio de PHD-8 en el p.k. 13+515. La conexión entre el acceso actual y la carretera BI-3152 es muy estricto, para permitir el paso de los transportes será necesario proyectar un acuerdo vertical que permita la adecuada

conexión y como consecuencia es necesario establecer una pendiente del +15% en recta para reducir el desmorte. Una vez superado el tramo de conexión las pendientes son más suaves con alguna zona puntual del 11,2%.

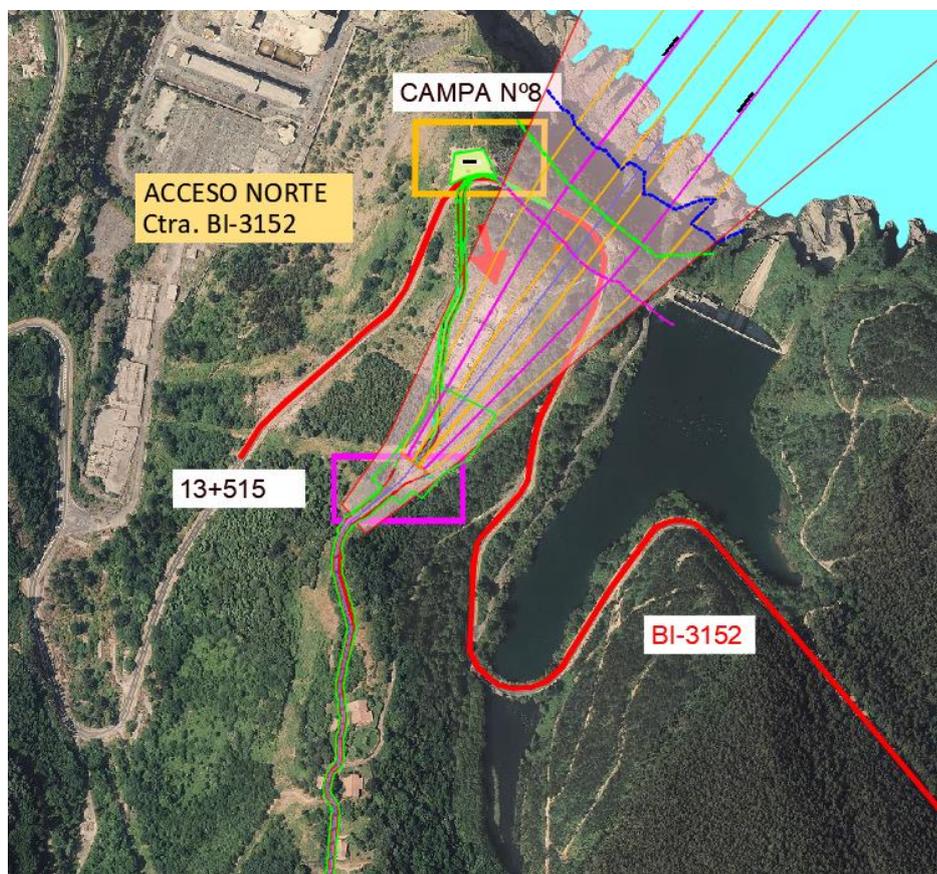


Ilustración 26. Acceso norte desde la Carretera BI-3152

Condicionantes generales de los accesos:

- La utilización de la pista forestal y otros accesos por algunos transportes implicará ejecutar en determinados casos una capa de rodadura con un firme adecuado a las pendientes finalmente proyectadas, con zahorra artificial u hormigón. Dicha rodadura y capa de firme correspondiente deberá determinarse en función de las características de los transportes finalmente utilizados.
- En las zonas de las cámaras de empalme será necesario realizar el tapado de una de las cámaras de empalme de uno de los enlaces y la reposición del firme correspondiente para permitir el paso de los transportes.
- A falta de datos geotécnicos, se han considerado los siguientes taludes:

- En desmante con una relación 1H:1V. Excepto en el desmante entre el P.K. 11+775-11+980. En este último caso, se ha considerado un talud de 0,75 H:1 V y una vez que se dispongan de datos geotécnicos concretos habrá que analizar aumentar dicho talud o las medidas necesarias oportunas.
- En terraplén 3H:2V.
- En algunos puntos se ha considerado la instalación de escollera para reducir la altura del terraplén ya que se apoya en una ladera con elevada pendiente. En estos casos y una vez que se disponga de datos geotécnicos concretos se tendrá que analizar su disposición

9 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

9.1 NORMAS GENERALES SOBRE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Los cables cruzarán por debajo de las instalaciones existentes en la medida de lo posible.

En la siguiente tabla se indican las condiciones que deben cumplir los cruzamientos y paralelismos de los cables subterráneos con otros servicios, en los distintos casos particulares:

Instalación afectada	Tipo de afección	Condiciones
Otros cables de energía eléctrica: Líneas de BT y líneas de AT	Cruce	≥ 25 cm entre cables de energía eléctrica. Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión
	Paralelismo	≥ 25 cm entre cables de energía eléctrica
Cables de telecomunicación	Cruce	≥ 20 cm entre cables de energía eléctrica y telecomunicaciones. Distancia del punto de cruce al empalme ≥ 1 m
	Paralelismo	≥ 20 cm entre cables de energía eléctrica y telecomunicaciones
Agua	Cruce	≥ 20 cm entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua. Empalmes y juntas a ≥ 1 m del punto de cruce
	Paralelismo	20 cm entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua. Empalmes y juntas a ≥ 1 m del punto de cruce. Distancia mínima ≥ 20 cm en proyección horizontal. Entre aristas importantes de agua y cables eléctricos ≥ 1 m, La canalización de agua por debajo del nivel de los cables eléctricos
Gas	Cruce	Será función de la presión de la instalación y de la existencia o no de protección suplementaria. En el caso más desfavorable ≥ 40 cm. Empalmes y juntas a ≥ 1 m
	Paralelismo	Será función de la presión de la instalación y de la existencia o no de protección suplementaria. En el caso más desfavorable ≥ 40 cm. Empalmes y juntas a ≥ 1 m
Saneamiento de pluviales y fecales	Cruce	Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas.
	Paralelismo	-
Calles y carreteras	Cruce	Canalización entubada hormigonada. $\geq 0,8$ m desde la parte superior del tubo a la rasante del terreno. Siempre que sea posible cruce perpendicular al eje del vial
	Paralelismo	-
Ferrocarriles	Cruce	Canalización entubada hormigonada. $\geq 1,1$ m desde la parte superior del tubo a la cara inferior de la traviesa. Siempre que sea posible cruce perpendicular al eje del ferrocarril
	Paralelismo	-

En paralelismo se procurará evitar que los cables eléctricos queden en el mismo plano vertical que el servicio afectado.

Deberán tenerse en cuenta los condicionantes de cada Ayuntamiento, así como las condiciones establecidas por cada organismo afectado.

9.2 RELACIÓN CORRELATIVA DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

La relación de servicios afectados por cruzamientos y paralelismos con la línea de transporte eléctrica y de comunicaciones será:

Tabla 7: Relación de servicios afectados por cruzamientos

CRUZAMIENTO Nº	SERVICIOS CRUZADOS
1.1-1	Canalización Gas Pk 1 + 432 m
1.1-2	Abastecimiento Udalsareak Pk 1 + 952m
1.1-3	Ctra. BI-364 Pk 2 + 288m a pk 2 + 296m
1.1-4	Canalización Gas Pk 2 + 302 m
1.1-5	Canalización Gas Pk 2 + 311 m
1.1-6	Arroyo Pk 2 + 539m
1.1-7	Abastecimiento Pk 2 + 204m
1.1-8	Abastecimiento Pk 3 + 818m
1.1-9	Carretera Pk 3 + 890m
1.1-10	Canalización de pluviales Pk 4 + 064m
1.1-11	Abastecimiento Pk 4 + 071m
1.1-12	Canalización Iberdrola BT Pk 4 + 076m
1.1-13	Saneamiento Pk 4 +082m
1.1-14	Canalización de pluviales Pk 4 + 088m
1.1-15	Canalización de pluviales Pk 4 + 090m
1.1-16	Canalización de pluviales Pk 4 + 119m
1.1-17	Canalización de pluviales Pk 4 + 147m
1.1-18	Canalización de pluviales Pk 4 + 168m
1.1-19	Canalización de pluviales Pk 4 + 188m
1.1-20	Abastecimiento Pk 4 + 204m
1.1-21	Canalización de pluviales Pk 4 + 213m
1.1-22	Abastecimiento Pk 4 + 071m
1.1-23	Canalización de pluviales Pk 4 + 232m
1.1-24	Canalización de pluviales Pk 4 + 249m
1.1-25	Saneamiento Pk 4 + 305m
1.1-26	Canalización Iberdrola Pk 4 + 306m
1.1-27	Canalización de pluviales Pk 4 + 357m

CRUZAMIENTO Nº	SERVICIOS CRUZADOS
1.1-28	Saneamiento CABB Pk 4 + 361m
1.1-29	Canalización Gas Pk 4 + 516 m
1.1-30	Saneamiento Pk 4 + 519m
1.1-31	Carretera Pk 4 + 520m
1.1-32	Abastecimiento Pk 4 + 525m
1.1-33	Saneamiento Municipal Pk 4 + 635m
1.1-34	Arroyo Pk 4 + 717m
1.1-35	Río Butron Pk 4 + 848m a pk 4 + 871m
1.1-36	Saneamiento Municipal Pk 4 + 960m
1.1-37	Saneamiento Municipal Pk 5 + 469m
1.1-38	Abastecimiento Udalsareak Pk 5 + 560m
1.1-39	Ctra. BI-2120 de Pk 5 + 590m – Pk 5 +598m
1.1-40	Abastecimiento Udalsareak Pk 5 + 691m
1.1-41	Carretera Pk 5 + 692m
1.1-42	Abastecimiento Udalsareak Pk 5 + 699m
1.1-43	Carretera Pk 5 + 712m
1.1-44	Abastecimiento Udalsareak Pk 6 + 064m
1.1-45	Abastecimiento Udalsareak Pk 6 + 068m
1.1-46	Abastecimiento Udalsareak Pk 6 + 307m
1.1-47	Abastecimiento Udalsareak Pk 6 + 342m
1.1-48	Arroyo Zaldizuri Pk 10 + 065m
1.1-49	Ctra. BI-3117 Pk 11 + 720m a Pk 11 + 728m
1.1-50	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 184m
1.1-51	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 203m
1.1-52	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 251m
1.1-53	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 285m
1.1-54	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 315m
1.1-55	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 341m
1.1-56	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 392m
1.1-57	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 395m
1.1-58	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 412m
1.1-59	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 454m
1.1-60	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 458m
1.1-61	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 488m
1.1-62	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 500m
1.1-63	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 534m
1.1-64	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 535m
1.1-65	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 563m

CRUZAMIENTO Nº	SERVICIOS CRUZADOS
1.1-66	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 591m
1.1-67	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 607m
1.1-68	Tubería desconocida Pk 13 + 038m
1.1-69	Tubería desconocida Pk 13 + 001m
1.1-70	Canalización Iberdrola MT Pk 13 + 002m

Tabla 8: Relación de servicios afectado por paralelismos

PARALELSMO Nº	SERVICIOS AFECTADOS
1.1-1	Canalización Gas Pk 2 + 040 m a Pk 2 + 300 m
1.1-2	Abastecimiento Pk 12 + 048 m a Pk 12 + 581 m

10 RELACIÓN DE MINISTERIOS, ORGANISMOS O EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO O SERVICIOS DE INTERÉS GENERAL, EN LA PARTE QUE LA INSTALACIÓN PUEDA AFECTAR A BIENES Y DERECHOS A SU CARGO

Los organismos y entidades que se podrían ver afectados por la nueva línea eléctrica son:

- AYUNTAMIENTO DE MUNGIA (no afectado por el proyecto)
- AYUNTAMIENTO DE BAKIO (no afectado por el proyecto)
- AYUNTAMIENTO DE LAUKIZ (no afectado por el proyecto)
- AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AEREA (AESA)
- DELEGACIÓN DEL GOBIERNO EN EL PAÍS VASCO
- DIRECCIÓN DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DE LA VICECONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y POLÍTICA ALIMENTARIA. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO VASCO
- DIRECCIÓN DE CULTURA DEL DEPARTAMENTO DE EUSKERA, CULTURA Y DEPORTE. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- DIRECCIÓN DE PATRIMONIO CULTURAL DE LA VICECONSEJERÍA DE CULTURA. DEPARTAMENTO DE CULTURA Y POLÍTICA LINGÜÍSTICA DEL GOBIERNO VASCO
- DIRECCIÓN DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS Y ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL DE LA VICECONSEJERÍA DE INDUSTRIA (DELEGACIÓN TERRITORIAL EN BIZKAIA). DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO VASCO.
- DIRECCIÓN DE DESARROLLO RURAL Y LITORAL Y POLÍTICAS EUROPEAS DE LA VICECONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y POLÍTICA ALIMENTARIA. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO VASCO
- DIRECCIÓN DE PATRIMONIO NATURAL Y CAMBIO CLIMÁTICO DE LA VICECONSEJERÍA DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO VASCO

- DIRECCIÓN DE CALIDAD AMBIENTAL Y ECONOMÍA CIRCULAR DE LA VICECONSEJERÍA DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO VASCO
- DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y AGENDA URBANA DE LA VICECONSEJERÍA DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y AGENDA URBANA. DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL, VIVIENDA Y TRANSPORTES DEL GOBIERNO VASCO
- DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DE LA VICECONSEJERÍA DE TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO VASCO
- DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO TERRITORIAL DEL DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURAS Y DESARROLLO TERRITORIAL. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U.
- SERVICIO DE PLANEAMIENTO URBANÍSTICO DEL DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURAS Y DESARROLLO TERRITORIAL DE LA DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA.
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE DINAMIZACIÓN DEL MEDIO RURAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN Y POLÍTICA FORESTAL DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN
- SERVICIO DE MONTES DE LA SUBDIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN DE ESPACIOS NATURALES Y SERVICIOS GENERALES. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- SERVICIO DE PATRIMONIO NATURAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD Y EVALUACIÓN AMBIENTAL Y MEDIO NATURAL DEL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO DEL MINISTERIO DE CULTURA Y DEPORTE

- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA FORESTAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN Y POLÍTICA FORESTAL DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN
- ASOCIACIÓN DE EMPRESAS DE PESCA DE BACALAO, ESPECIES AFINES Y ASOCIADAS. (ARBAC)
- ASOCIACIÓN DE ORGANIZACIONES DE PRODUCTORES DE PESCA DEL CANTÁBRICO
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE ARMADORES DE BUQUES ATUNEROS CONGELADORES (ANABAC)
- CÁMARA DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACIÓN DE BILBAO
- CAPITANÍA MARÍTIMA DE BILBAO
- CAPITANÍA MARÍTIMA DE PASAIA
- COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE BIZKAIA
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO
- CONSEJO SUPERIOR DE COOPERATIVAS DE EUSKADI
- CONSORCIO DE AGUAS BILBAO
- DIRECCIÓN DE PESCA Y ACUICULTURA DE LA VICECONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y POLÍTICA ALIMENTARIA. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO VASCO
- DIRECCIÓN DE PUERTOS Y ASUNTOS MARÍTIMOS DE LA VICECONSEJERÍA DE INDUSTRIA. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONOMICO, SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE. GOBIERNO VASCO.
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE REGISTROS Y DOCUMENTACIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE BELLAS ARTES DEL MINISTERIO DE CULTURA Y DEPORTE
- DIRECCIÓN GENERAL DE EMPRENDIMIENTO Y COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL DE LA. DEPARTAMENTO DE PROMOCIÓN ECONÓMICA DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA.
- E.V.E (ENTE VASCO DE LA ENERGÍA)
- EKOLOGISTAK MARTXAN BIZKAIA

- EKOLOGISTAK MARTXAN GIPUZKOA
- ENAGAS
- FEDERACIÓN DE COOPERATIVAS AGRO-ALIMENTARIAS DE EUSKADI
- EUDEL (ASOCIACIÓN DE MUNICIPIOS VASCOS)
- FEDERACIÓN COFRADÍAS DE PESCADORES BIZKAIA
- FEDERACIÓN COFRADÍAS DE PESCADORES GIPUZKOA
- FEDERACIÓN NACIONAL DE COFRADÍAS DE PESCADORES
- IHOBE SOCIEDAD PÚBLICA DE GESTIÓN AMBIENTAL
- INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA-IEO
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA - IGME
- INSTITUTO HIDROGRÁFICO DE LA MARINA
- OFICINA ESPAÑOLA DE CAMBIO CLIMÁTICO DEL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
- ORGANIZACIÓN DE PRODUCTORES DE PESCA DE ALTURA DEL PUERTO DE ONDARROA (OPPAO)
- ORGANIZACIÓN DE PRODUCTORES DE TUNIDOS CONGELADOS (OPTUC)
- PUERTOS DEL ESTADO
- SECRETARIA DE ESTADO DE DEFENSA DEL MINISTERIO DE DEFENSA
- SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGÍA DEL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
- SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE DEL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
- SERVICIO DE CALIDAD AMBIENTAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- SERVICIO DE DESARROLLO RURAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE AGRICULTURA. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- SERVICIO DE FAUNA CINEGÉTICA Y PESCA. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- SERVICIO DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS AMBIENTALES. DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA

- SERVICIO DE ESTUDIO E HIDROLOGÍA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS AMBIENTALES. DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE.DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA
- SUBDELEGACIÓN DEL GOBIERNO EN GIPUZKOA
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ACUERDOS Y ORGANIZACIONES REGIONALES DE PESCA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE PESCA SOSTENIBLE DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE CALADERO NACIONAL Y AGUAS DE LA UNIÓN EUROPEA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE PESCA SOSTENIBLE DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ACUICULTURA, COMERCIALIZACIÓN PESQUERA Y ACCIONES ESTRUCTURALES DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENACIÓN PESQUERA Y ACUICULTURA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE DOMINIO PÚBLICO HIDRAULICO E INFRAESTRUCTURAS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA DEL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACION HIDROLÓGICA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA DEL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS PESQUEROS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS PESQUEROS DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE LA COSTA Y EL MAR DEL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
- SUBDIRECCIÓN GENERAL PARA LA PROTECCIÓN DE LA COSTA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE LA COSTA Y EL MAR DEL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
- SUBDIRECCIÓN GENERAL DE RESIDUOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD Y CALIDAD AMBIENTAL DEL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

- SUBDIRECCIÓN GENERAL PARA LA PROTECCIÓN DEL MAR DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE LA COSTA Y EL MAR DEL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
- SUBSECRETARÍA DE FOMENTO
- VICECONSEJERÍA DE INFRAESTRUCTURAS Y TRANSPORTES DEL GOBIERNO VASCO
- DEMARCACIÓN DE COSTAS DEL PAÍS VASCO (BIZKAIA). MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
- AUTORIDAD PORTUARIA DE PASAIA
- AGENCIA VASCA DEL AGUA (URA)
- DIRECCIÓN GENERAL DE LA MARINA MERCANTE DE LA SUBDIRECCIÓN GENERAL DE SEGURIDAD, CONTAMINACIÓN E INSPECCIÓN MARÍTIMA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
- SECRETARIA GENERAL DE PESCA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN
- SOCIEDAD ESPAÑOLA DE SANIDAD AMBIENTAL (SESA)
- SERVICIO DE INSTALACIONES RADIATIVAS DEL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO VASCO
- CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR
- DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD DEL GOBIERNO VASCO
- SUBDELEGACION DE DEFENSA EN BILBAO DEL MINISTERIO DE DEFENSA
- DELEGACIÓN TERRITORIAL DE SALUD DE BIZKAIA DE LA VICECONSEJERÍA DE SALUD.DEPARTAMENTO DE SALUD DEL GOBIERNO VASCO
- MEDIO AMBIENTE Y OBRAS HIDRAÚLICAS DIPUTACION FORAL DE GIPUZKOA

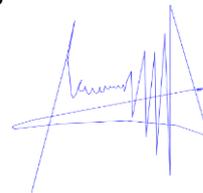
11 RELACIÓN DE AYUNTAMIENTOS

COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

TERRITORIO HISTÓRICO DE BIZKAIA

- AYUNTAMIENTO DE GATIKA
- AYUNTAMIENTO DE LEMOIZ
- AYUNTAMIENTO DE MARURI – JATABE

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero Industrial



D. Nicolás Cuenca Pradillo
Colegiado del COIIM 18.068



PROYECTO DE EJECUCIÓN

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA
ESPAÑA - FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

LÍNEA SUBTERRÁNEA - SUBMARINA EN
CORRIENTE CONTINUA A ± 400 kV
GATIKA – FRONTERA FRANCESA

DOCUMENTO 2
CÁLCULOS

DOCUMENTO Nº 2 CÁLCULOS

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	3
2.1	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN RÉGIMEN PERMANENTE	3
2.2	CÁLCULO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO	14
2.3	CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO	16

1 INTRODUCCIÓN

Este documento contiene los cálculos eléctricos de la línea a $\pm 400 \text{ kV}_{cc}$ de enlace entre estaciones conversoras del proyecto de interconexión eléctrica Golfo de Bizkaia.

2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Los cálculos eléctricos realizados son:

- Intensidad máxima admisible en régimen permanente
- Intensidad máxima admisible en cortocircuito
- Campo magnético

En corriente continua no se inducen corrientes en las pantallas metálicas, por lo que no se realiza el cálculo de tensiones inducidas que sí se realiza en los enlaces de corriente alterna.

2.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN RÉGIMEN PERMANENTE

Para calcular la intensidad máxima admisible en servicio continuo se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

- La temperatura de operación de los conductores
- La resistencia óhmica longitudinal de los componentes conductores del cable
- La resistencia térmica radial de los componentes no metálicos del cable
- La resistencia térmica del medio que rodea al cable
- La temperatura ambiente que se adopta para los cálculos.

Las características de los cables se incluyen en el Documento 1: Memoria. Las dimensiones y profundidades de las canalizaciones (zanja y perforaciones dirigidas) se incluyen en el Documento 3: Planos.

Tabla 1: Secciones de conductor

Tramo	Conductor	Aislamiento
Subterráneo en zanja entubada + perforaciones dirigidas PHD-1 a PHD-8	Cu 1800 mm ²	XLPE

Tramo	Conductor	Aislamiento
Subterráneo en zanja entubada + perforaciones dirigidas PHD-1 a PHD-8	Al 2500 mm ²	XLPE
Submarino	Circuito 1: Cu 1000 mm ²	XLPE
	Circuito 2: Cu 1400 mm ²	XLPE

En todos los casos, se ha empleado para el cálculo de la corriente en régimen permanente la norma IEC 60287 cuya equivalente es la UNE 21144, “Cálculo de la intensidad admisible en los cables aislados en régimen permanente (factor de carga 100%)”.

Se debe tener en cuenta que, con respecto al cálculo en corriente alterna, en corriente continua no se consideran las pérdidas en el dieléctrico ni se producen el efecto piel ni el efecto de proximidad. Las pérdidas dieléctricas sólo se aplican a cables de corriente alterna. Los efectos de proximidad y piel son efectos inductivos asociados a la variación del campo magnético que se produce en corriente alterna. Igualmente, no existen pérdidas en la pantalla debido a que no se inducen corrientes en la misma.

La intensidad se deduce de la expresión para el calentamiento de un cable por encima de la temperatura ambiente:

$$I = \sqrt{\frac{(\vartheta - \vartheta_{amb}) \cdot 1000}{R \cdot (T_1 + T_2 + T_4)}}$$

Siendo:

- I Intensidad del conductor.....A
- ϑ Temperatura del conductor..... °C
- ϑ_{amb} Temperatura ambiente..... °C
- T_1 Resistencia térmica por unidad de longitud entre conductor y la pantalla K.m/W
- T_2 Resistencia térmica por unidad de longitud entre la pantalla y la cubierta exterior del cableK.m/W
- T_4 Resistencia térmica por unidad de longitud entre la superficie del cable y el medio ambiente.....K.m/W

R Resistencia del conductor en corriente continua, por unidad de longitud, a su temperatura máxima de servicioΩ/m

Cálculo de R:

$$R = R_0 \cdot [1 + \alpha_{Cu} \cdot (T - 20)]$$

Siendo:

R_0 resistencia del conductor en corriente continua a 20°C

α_{cu} coeficiente de variación a 20°C de la resistividad en función de la temperatura, por K

T temperatura máxima de servicio del conductor

Cálculo de las resistencias térmicas:

T_1 se calcula para cada una de las capas comprendidas entre el conductor y la pantalla metálica con la fórmula más abajo expuesta; a continuación, se suman los diferentes valores.

T_2 se calcula para cada una de las capas comprendidas entre la pantalla metálica y la superficie del cable mediante la fórmula más abajo expuesta; luego se suman los diferentes valores.

$$T_{in} = \frac{\rho_{tn}}{2\pi} \ln\left(\frac{D_n}{d_n}\right)$$

Siendo:

ρ_{tn} resistividad térmica del materialK.m/W

D_n diámetro sobre la capa considerada mm

d_n diámetro bajo la capa considerada mm

Y la capacidad de transporte en corriente continua se calcula como:

$$P = 2 \cdot U_{cc} \cdot I_{max}$$

Donde

I_{max} intensidad máxima admisibleA

U_{cc} Tensión continua.....400 kV

2.1.1 Cálculo de la máxima intensidad admisible del circuito en zanja.

Características de la instalación:

- Tipo de instalación Zanja con tubos hormigonados
- Número de circuitos en servicio 2
- Distancia entre ejes de circuitos 2 m
- Configuración de los cables Capa
- Distancia entre ejes de los cables 500 mm
- Profundidad de eje de los tubos 1,32 m
(excepcionalmente 2,5 m en cruzamientos)
- Temperatura del suelo 25 °C
- Resistividad térmica del suelo 1 K·m/W
- Resistividad térmica del hormigón 0,85 K·m/W

Cálculo de R:

$$R = R_0 \cdot [1 + \alpha_{Cu} \cdot (\vartheta - 20)]$$

Siendo:

- Circuito 1: Cable XLPE, Cu 1800 mm²

R₀ resistencia del conductor en corriente continua a 20°C..... 0,0101 Ω/km

α_{cu} coeficiente de variación a 20°C de la resistividad en función de la temperatura, por K
 0,00393 K⁻¹

T temperatura máxima de servicio del conductor 80 °C

- Circuito 2: Cable XLPE, Al 2500 mm²

R₀ resistencia del conductor en corriente continua a 20°C..... 0,0118 Ω/km

α_{cu} coeficiente de variación a 20°C de la resistividad en función de la temperatura, por K
 0,00393 K⁻¹

T temperatura máxima de servicio del conductor 80 °C

Cálculo de las resistencias térmicas:

T₁ se calcula para cada una de las capas comprendidas entre el conductor y la pantalla metálica con la fórmula más abajo expuesta; a continuación, se suman los diferentes valores.

T₂ se calcula para cada una de las capas comprendidas entre la pantalla metálica y la superficie del cable mediante la fórmula más abajo expuesta; luego se suman los diferentes valores.

T₃ se calcula entre la armadura y el exterior de la cubierta.

$$T_{in} = \frac{\rho_{tn}}{2\pi} \ln\left(\frac{D_n}{d_n}\right)$$

Siendo:

ρ_{tn} resistividad térmica del material.....K.m/W

D_n diámetro sobre la capa considerada mm

d_n diámetro bajo la capa considerada mm

Tabla 2: Resistividades térmicas materiales-tramo zanja

Material	ρ_{tn} (K.m/W)	
	Circuito 1	Circuito 2
XLPE	3,5	3,5
Cubierta HDPE	3,0	3,5

Tabla 3: Resistividades térmicas-tramo zanja

Resultados (K.m/W)		
	Circuito 1	Circuito 2
T ₁	0,3672	0,3376
T ₃	0,0658	0,0630

T₄ comprende cuatro partes:

- La resistencia térmica entre el cable y el tubo de polietileno T_{4₁}
- La resistencia térmica del tubo de polietileno T_{4₂}
- La resistencia térmica exterior al tubo T_{4₃}
- La resistencia térmica mutua T_{4_m}

Tabla 4: Resistividades térmicas entorno- tramo zanja

Resultados (K.m/W)		
	Circuito 1	Circuito 2
T _{4₁}	0,2777	0,2636
T _{4₂}	0,0763	0,0763
T _{4₃}	0,9139	0,9147
T _{4_m}	0,4397	0,4403
T₄	1,3	1,3

Los resultados del cálculo de la intensidad máxima admisible en régimen permanente son los siguientes:

Tabla 5: Resultados- tramo zanja

Resultados tramo zanja		
	Circuito 1	Circuito 2
Temperatura ambiente	25 °C	25 °C
$\Delta\theta$	34°C	40°C
R	0,0116 Ω /km	0,0139 Ω /km
T ₁	0,3672 K.m/W	0,3376 K.m/W
T ₄	1,2679 K.m/W	1,2546 K.m/W
Intensidad máxima por circuito	1.295 A	1.295 A
Potencia máxima por circuito	1.036 MW	1.036 MW

2.1.2 Cálculo de la intensidad máxima admisible en las perforaciones horizontales dirigidas.

El cálculo de la intensidad máxima admisible en las perforaciones horizontales dirigidas (PHD) depende de la configuración de la perforación, de la profundidad necesaria y de la distancia entre los cables, por lo que cada perforación lleva un cálculo independiente.

La configuración de las perforaciones dirigidas es la incluida en el Documento 3: Planos.

El cálculo se basa, al igual que en el tramo en zanja, en la norma IEC 60287 equivalente a la UNE 21144. Los cálculos, consideran las resistencias térmicas adicionales debidas a los tubos y vainas empleados para hacer las perforaciones dirigidas.

Dado que la profundidad y la configuración de la perforación están impuestas por los requerimientos constructivos se ha calculado para cada caso las corrientes máximas admisibles en cada caso, de forma que se verifique que en ningún caso se supera la temperatura máxima admitida por el material (80°C para XLPE).

Las hipótesis utilizadas en los cálculos son:

- Temperatura del suelo en función de la profundidad

Tabla 6: Temperatura suelo en función de profundidad en el aterraje

Profundidad de los cables	Temperatura del suelo
Prof < 5 m	25°C
5 m < Prof < 10 m	22°C
10 m < Prof < 15 m	20°C
Prof > 20 m	18°C

- Resistividad térmica del suelo 1 K·m/W

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para cada una de las perforaciones, considerando la temperatura máxima admisible en el material (80°C para XLPE).

Tabla 7: Corrientes máxima admisible en las perforaciones PHD-0 a PHD-7

P.H.D. nº	Prof. -m-	Separación entre cables -m-	I _{max.} Admisible -A-
0	23,05	7,5	1.295
1	7,11	4,0	1.295
2	11,16	5,0	1.295
3	7,57	5,0	1.295
4	7,40	6,0	1.295
5	10,17	6,0	1.295
6	10,48	7,5	1.295
7	25,86	7,5	1.295

En el caso de la perforación dirigida PHD-8 de salida al mar, se considerará idéntica temperatura máxima admisible para los cables de sendos circuitos 1 y 2:

Tabla 8: Corrientes máximas admisible en la perforación PHD-8

P.H.D. nº	Circuito nº	Prof. -m-	Separación entre cables -m-	I _{max.} Admisible -A-
8	1 & 2	90	30	1.295

Cálculo de las resistencias térmicas:

T₁ se calcula para cada una de las capas comprendidas entre el conductor y la pantalla metálica con la fórmula más abajo expuesta; a continuación se suman los diferentes valores.

T₂ se calcula para cada una de las capas comprendidas entre la pantalla metálica y la superficie del cable mediante la fórmula más abajo expuesta; luego se suman los diferentes valores.

$$T_{in} = \frac{\rho_{tn}}{2\pi} \ln\left(\frac{Dn}{dn}\right)$$

Siendo:

ρ_{tn} resistividad térmica del material.....K.m/W

D_n diámetro sobre la capa considerada mm

d_n diámetro bajo la capa considerada mm

Tabla 9: Resistividades térmicas materiales-tramo submarino

Material	ρ_{tn} (K.m/W)	
	Circuito 1	Circuito 2
Aislante (XLPE)	3,0	3,5
Capa de acomodo	3,0	4,0
Cubierta	6,0	6,0

Tabla 10: Resistividades térmicas -tramo submarino

Resultados (K.m/W)		
	Circuito 1	Circuito 2
T ₁ – entre conductor y pantalla	0,4075	0,3969
T ₂ – entre pantalla y armadura	0,0285	0,0509
T ₃ – entre armadura y exterior del cable	0,0717	0,0967

T₄ es la resistencia térmica del medio que rodea a los cables

Tabla 11: Resistividad térmica entorno-tramo submarino

Resultados (K.m/W)		
	Circuito 1	Circuito 2
T ₄	2,2	2,2

Los resultados del cálculo de la intensidad máxima admisible en régimen permanente son los siguientes:

Tabla 12: Resultados -tramo submarino

Resultados tramo submarino		
	Circuito 1	Circuito 2
Temperatura conductor	149 °C	105 °C
Temperatura ambiente	18 °C	18 °C
$\Delta\theta$	131°C	87°C
R	0,02655 Ω/km	0,01724 Ω/km
T1	0,4075 K.m/W	0,3969 K.m/W
T2	0,0285 K.m/W	0,0510 K.m/W
T4	2,1762 K.m/W	2,2028 K.m/W
Intensidad máxima por circuito	1.295 A	1.295 A
Potencia máxima por circuito	1.036 MW	1.036 MW

En todos los casos la capacidad de transporte es superior a la requerida para el enlace.

2.1.3 Cálculo de la intensidad máxima admisible en el tramo submarino.

El cálculo se basa, al igual que en los tramos en zanja y perforaciones, en la norma IEC 60287 equivalente a la UNE 21144.

Las hipótesis utilizadas en los cálculos son:

- Profundidad de los cables 1 m
- Temperatura del agua 17°C
- Resistividad térmica del agua 0,75 K·m/W

Cálculo de R:

$$R = R_0 \cdot [1 + \alpha_{Cu} \cdot (\vartheta - 20)]$$

- Circuito 1: Cable XLPE, Cu 1000 mm²

R ₀	resistencia del conductor en corriente continua a 20°C.....	0,0176 Ω/km
α _{cu}	coeficiente de variación a 20°C de la resistividad en función de la temperatura, por K	
	0,00393 K ⁻¹
T	temperatura máxima de servicio del conductor.....	80 °C
R	resistencia del conductor en corriente continua a 80°C.....	0,0226 Ω/km
- Circuito 2: Cable XLPE, Cu 1400 mm²

R ₀	resistencia del conductor en corriente continua a 20°C.....	0,0129 Ω/km
α _{cu}	coeficiente de variación a 20°C de la resistividad en función de la temperatura, por K	
	0,00393 K ⁻¹
T	temperatura máxima de servicio del conductor.....	80 °C
R	resistencia del conductor en corriente continua a 80°C	0,0154 Ω/km

Cálculo de las resistencias térmicas:

T₁ se calcula para cada una de las capas comprendidas entre el conductor y la pantalla metálica con la fórmula más abajo expuesta; a continuación se suman los diferentes valores.

T₂ se calcula para cada una de las capas comprendidas entre la pantalla metálica y la superficie del cable mediante la fórmula más abajo expuesta; luego se suman los diferentes valores.

$$T_{in} = \frac{\rho_{tn}}{2\pi} \ln\left(\frac{D_n}{d_n}\right)$$

Siendo:

- | | | |
|-----------------|--|-------|
| ρ _{tn} | resistividad térmica del material..... | K.m/W |
| D _n | diámetro sobre la capa considerada | mm |
| d _n | diámetro bajo la capa considerada | mm |

Tabla 13: Resistividades térmicas materiales-tramo submarino

Material	ρ_{tn} (K.m/W)	
	Circuito 1	Circuito 2
Aislante (XLPE)	3,0	3,5
Capa de acomodo	3,0	4,0
Cubierta	6,0	6,0

Tabla 14: Resistividades térmicas -tramo submarino

Resultados (K.m/W)		
	Circuito 1	Circuito 2
T_1 – entre conductor y pantalla	0,4075	0,3969
T_2 – entre pantalla y armadura	0,0285	0,0509
T_3 – entre armadura y exterior del cable	0,0717	0,0967
T_4	1,4	1,4

Los resultados del cálculo de la intensidad máxima admisible en régimen permanente son los siguientes:

Tabla 16: Resultados -tramo submarino

Resultados tramo submarino		
	Circuito 1	Circuito 2
Temperatura conductor	92 °C	69 °C
Temperatura ambiente	18 °C	18 °C
$\Delta\theta$	74°C	51°C
R	0,02256 Ω /km	0,0154 Ω /km
T1	0,4075 K.m/W	0,3969 K.m/W
T2	0,0285 K.m/W	0,0510 K.m/W
T4	1,4412 K.m/W	1,4445 K.m/W
Intensidad máxima por circuito	1.295 A	1.295 A
Potencia máxima por circuito	1.036 MW	1.036 MW

En todos los casos la capacidad de transporte es superior a la requerida para el enlace.

2.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO

2.2.1 Intensidad máxima admisible en cortocircuito en el conductor

La corriente de cortocircuito admisible en el conductor se calcula según la Norma IEC 60949 equivalente a la UNE 21192, teniendo en cuenta la hipótesis adiabática y utilizando la siguiente fórmula:

$$I_{ad}^2 t = K^2 S^2 \ln \left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right)$$

Siendo:

- I_{ad} Corriente de cortocircuito admisible A
 t Duración del cortocircuito s
 K Constante de la naturaleza del metal del conductor A s^{1/2}/mm²
 S Sección nominal del conductor mm²
 θ_f Temperatura final °C
 θ_i Temperatura inicial °C
 β Valor inverso del coeficiente de variación de la resistencia del metal del conductor a 0°C K

Tabla 13: Icc máxima en conductor

Resultados I _{cc} máxima en conductor		
	Cu 1000, XLPE	Cu 1400, XLPE
θ_i	92°C	235°C
θ_f	235°C	250°C
S	1000 mm ²	1400 mm ²
K	225,6 A s ^{1/2} /mm ²	225,6 A s ^{1/2} /mm ²
β	234,5 K	234,5 K
t	0,1 s	0,1 s
I_{ad}	449 kA	682 kA

2.2.2 Intensidad máxima admisible en cortocircuito en la pantalla

La corriente de cortocircuito admisible en la pantalla se calcula según la Norma IEC 60949 equivalente a la UNE 21192, teniendo en cuenta la hipótesis adiabática y utilizando la siguiente fórmula:

$$I_{ad}^2 t = K^2 S^2 \ln \left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right)$$

Siendo:

I_{ad}	Corriente de cortocircuito admisible	A
t	Duración del cortocircuito	s
K	Constante de la naturaleza del metal de la pantalla	A s ^{1/2} /mm ²
S	Sección nominal de la pantalla	mm ²
θ_f	Temperatura final.....	°C
θ_i	Temperatura inicial	°C
β	Valor inverso del coeficiente de variación de la resistencia del metal de la pantalla a 0°C	K

Tabla 14: I_{cc} máxima en pantalla

Resultados I _{cc} máxima en pantalla		
	Cu 1000, XLPE Pantalla plomo	Cu 1400, XLPE Pantalla plomo
θ_i	76°C	59°C
θ_f	170°C	230°C
S	669,5 mm ²	811,8 mm ²
K	41,2 A s ^{1/2} /mm ²	41,2 A s ^{1/2} /mm ²
β	230 K	230 K
t	0,1 s	0,1 s
I_{ad}	45 kA	60 kA

2.2.3 Intensidad máxima admisible en la armadura

La corriente de cortocircuito admisible en la armadura se calcula según la Norma IEC 60949 equivalente a la UNE 21192, utilizando la misma fórmula que en los apartados anteriores.

Tabla 15: I_{cc} máxima en armadura

Resultados I _{cc} máxima en armadura		
	Cu 1000, XLPE	Cu 1400, XLPE
θ_i	75°C	58°C
θ_f	200°C	202°C
S	264,2 mm ²	282,7 mm ²
K	78,2 A s ^{1/2} /mm ²	78,2 A s ^{1/2} /mm ²
β	202,2 K	202 K
t	0,1 s	0,1 s
I _{ad}	40 kA	46 kA

En todos los casos la corriente de cortocircuito es superior a la requerida.

2.3 CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO

El campo magnético producido por una línea eléctrica formada por cables aislados depende de:

- Intensidad que circula por las partes metálicas de los cables.
- Distancia entre los cables que conforman la línea.
- Distancia del punto de cálculo a los cables que conforman la línea

Las características de la línea y las hipótesis de cálculo utilizadas son las siguientes:

Tabla 16: Hipótesis de cálculo para CM

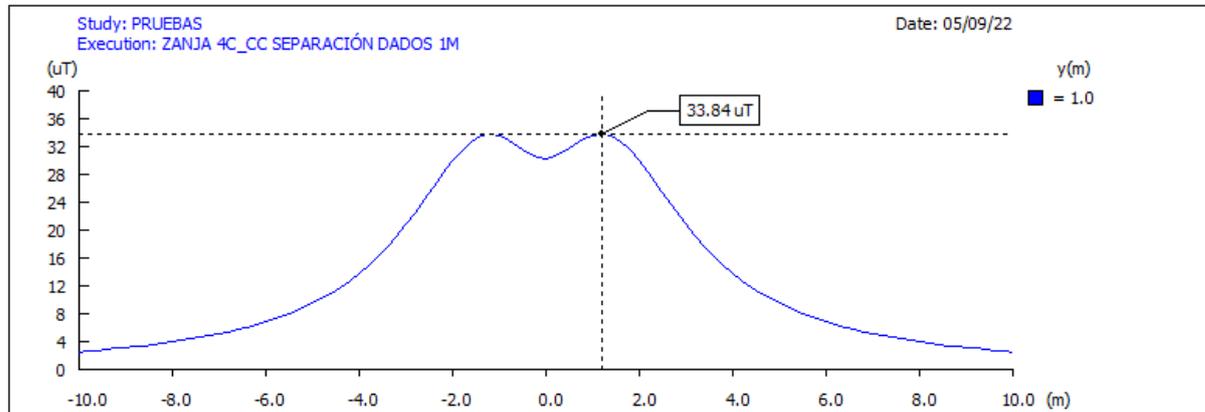
Tensión nominal	$\pm 400 \text{ kVcc}^1$
Frecuencia	0 Hz
Disposición conductores	Zanjas independientes y perforaciones dirigidas en tramo subterráneo Cables independientes en tramo submarino, enterrados a 1 m
CdT nominal por enlace	1.036 MW (1.295 A por cable)

¹ Este dato no interviene en el cálculo

2.3.1 Cálculo magnético en zona terrestre-zanja

En la siguiente figura se muestran los niveles de campo magnético a 1 metro sobre el la superficie del terreno:

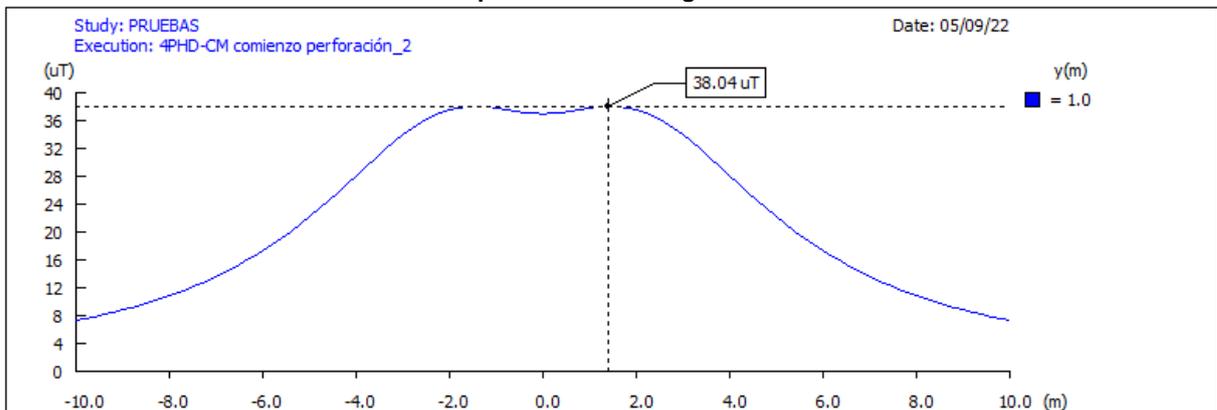
Ilustración 1: Niveles de campo magnético a 1 metro sobre el nivel del terreno. Zanja



2.3.2 Campo magnético en zona terrestre-perforaciones dirigidas

En las perforaciones dirigidas, el punto de mayor campo magnético es el de la entrada a la perforación donde la profundidad es menor. En la siguiente figura se muestran los niveles de campo magnético a 1 m sobre la superficie del terreno a la entrada de las perforaciones:

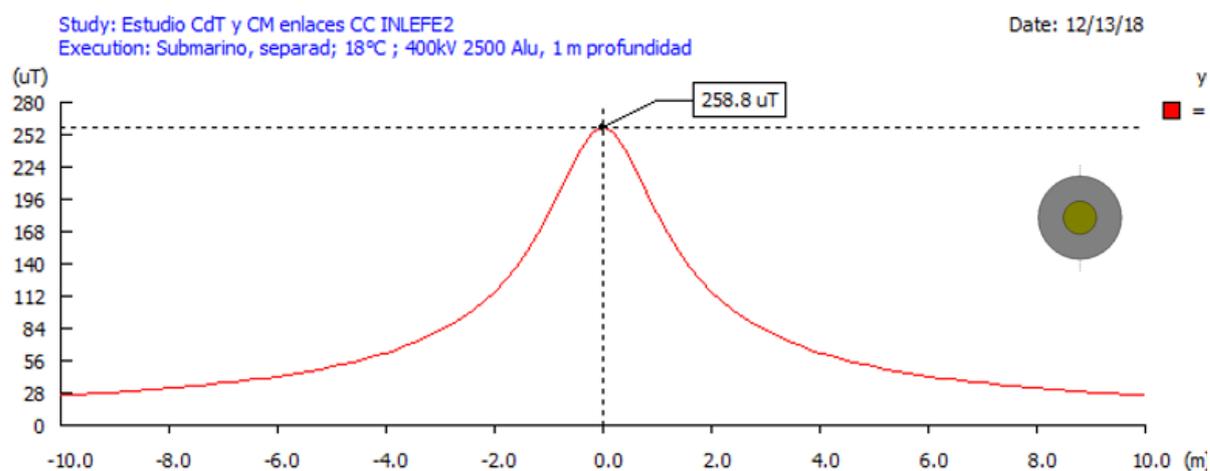
Ilustración 2: Niveles de campo magnético a 1 metro sobre el nivel del terreno. Zona entrada perforaciones dirigidas



2.3.3 Campo magnético en zona submarina

En el tramo submarino se ha calculado el campo magnético provocado por un cable considerando que los demás están suficientemente lejos como para no influir. Esta es la situación más desfavorable desde el punto de vista de campo magnético puesto que la corriente en un sentido no se ve compensada por la corriente circulando en sentido contrario. En la siguiente figura se muestran los valores de campo magnético sobre la superficie del suelo marino en dichas condiciones:

Ilustración 3: Niveles de campo magnético sobre la superficie del fondo marino. Cables independientes



Todos los valores anteriormente mostrados son muy inferiores a los niveles de referencia (40.000 μ T)

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero Industrial

D. Nicolás Cuenca Pradillo
Colegiado del COIIM 18.068



PROYECTO DE EJECUCIÓN

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA
ESPAÑA - FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

LÍNEA SUBTERRÁNEA - SUBMARINA EN
CORRIENTE CONTINUA A ± 400 kV
GATIKA – FRONTERA FRANCESA

DOCUMENTO 3

PLANOS

DOCUMENTO Nº 3 PLANOS

Este documento consta de 58 páginas con los planos indicados:

	<u>Nº DE PLANO</u>	<u>EDIC.</u>	<u>FECHA</u>
1. <u>SITUACIÓN</u>			
PLANO DE SITUACIÓN	7983S001	B	04-22
2. <u>PERFIL LONGITUDINAL Y PLANTA</u>			
PLANO DE PERFIL Y PLANTA (40 Hojas)	7983L002	E	04-22
3. <u>PLANOS DETALLE OBRA CIVIL</u>			
ZANJA HORMIGONADA	7983LSZ001		12-20
ZANJA PARA ENTRONQUE CON PERFORACIÓN DIRIGIDA	7983LSZ002		12-20
SECCIÓN PERFORACIÓN DIRIGIDA TERRESTRE (HOJA 1 DE 2)	7983LSZ003		12-20
SECCIÓN PERFORACIÓN DIRIGIDA SALIDA AL MAR (HOJA 2 DE 2)	7983LSZ003		12-20
CÁMARA DE EMPALME CON P.AT. ENLACE 1 (HOJA 1 DE 2)	7983LSC001		12-20
CÁMARA DE EMPALME CON P.AT. ENLACE 2 (HOJA 2 DE 2)	7983LSC001		12-20
CÁMARA DE EMPALME SIN P.AT. ENLACE 1 (HOJA 1 DE 2)	7983LSC002		12-20
CÁMARA DE EMPALME SIN P.AT. ENLACE 2 (HOJA 2 DE 2)	7983LSC002		12-20
CÁMARA DE EMPALME CON SNAKING ENLACE 1 (HOJA 1 DE 2)	7983LSC003		12-20
CÁMARA DE EMPALME CON SNAKING ENLACE 2 (HOJA 2 DE 2)	7983LSC003		12-20
ARQUETA ESTANCA PARA INSTALACIÓN DE LA CAJA DE CONEXIÓN DE PANTALLAS	7983LSC004		12-20
4. <u>PLANOS DETALLE TELECOMUNICACIONES</u>			
ZANJA TIPO FIBRA ÓPTICA PARA DERIVACIONES A ARQUETA	7983LST001		12-20
ARQUETA FIBRA ÓPTICA	7983LST002		12-20
5. <u>SOPORTES</u>			
MONTAJE TERMINALES CABLE	7983LSS001		12-20

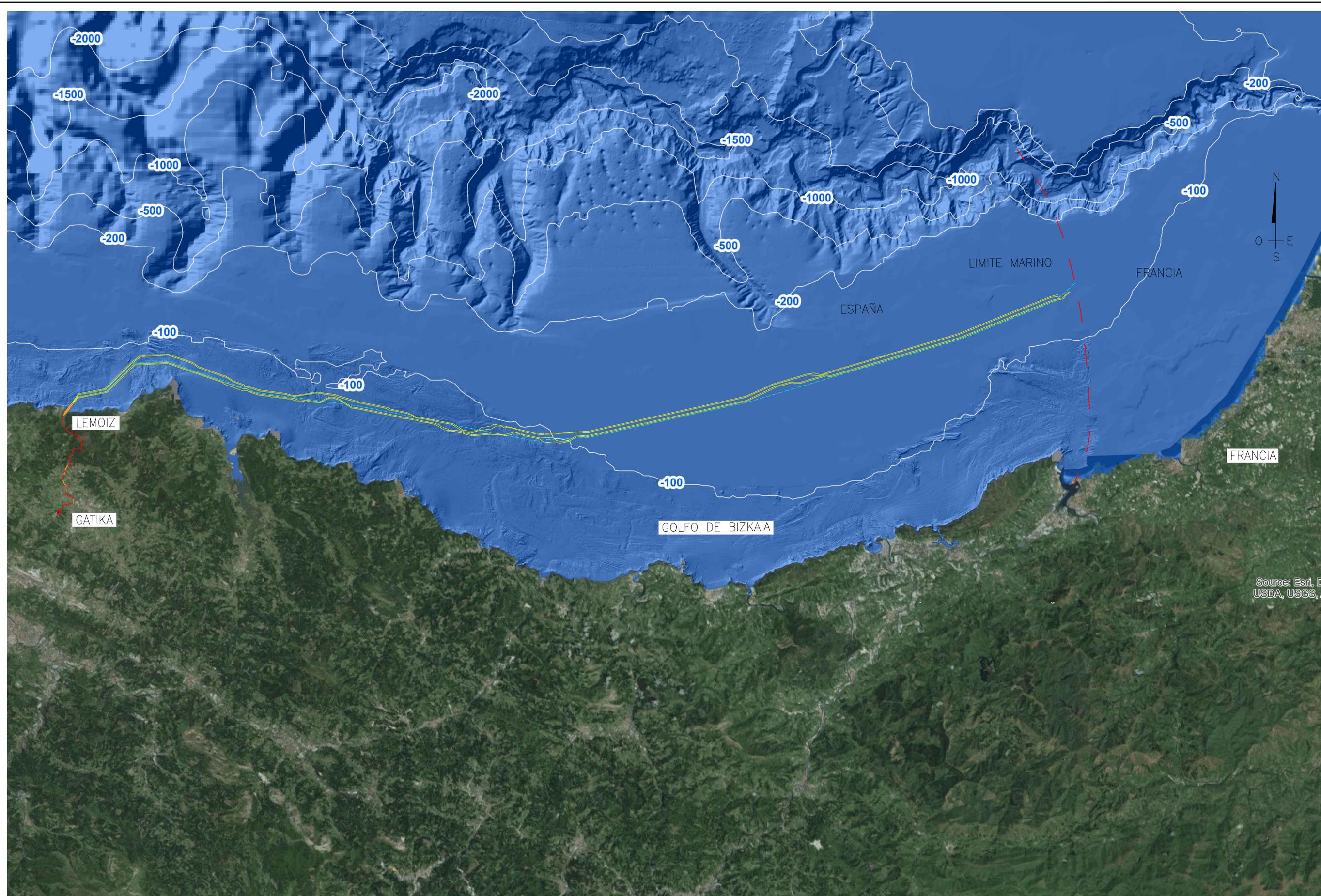
6. VARIOS

MANDRIL PARA TUBO DE Ø250 mm	7983LSMA001	12-20
MANDRIL PARA TUBO DE Ø 40 mm	7983LSMA002	12-20
ARQUETA AYUDAL AL TENDIDO	7983LSV001	12-20

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero Industrial



D. Nicolás Cuenca Pradillo
Colegiado del COIIM 18.068



Source: Esri, D
USDA, USGS, A

LEYENDA	
	TRAZADO EN ZANJA INTERCONEXIÓN ESPAÑA – FRANCIA
	TRAZADO P.H.D. INTERCONEXIÓN ESPAÑA – FRANCIA
	TRAZADO SUBMARINO INTERCONEXIÓN ESPAÑA–FRANCIA

EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N	FECHA	NOMBRE	FIRMA
B	04-2022	IM3	IM3	IM3	MODIFICACIÓN DE TRAZADO	12/2020	V.G.L.	
A	03-2021	IM3	IM3	IM3	MODIFICACIÓN DE TRAZADO	12/2020	S.M.M.	
						12/2020	M.S.S.	

ESCALA : 1/125000

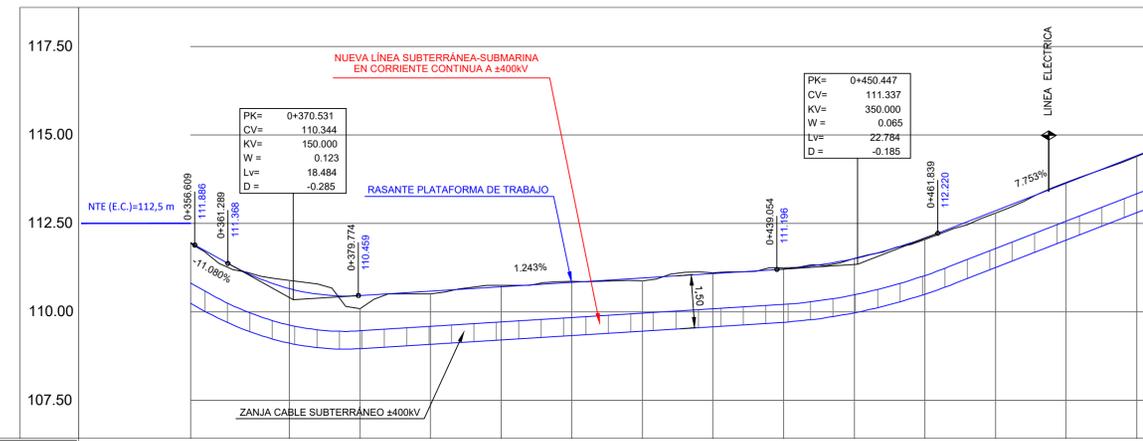
 DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE
DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

ANTEPROYECTO INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA–FRANCIA POR EL
GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA–SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA
A ±400kV. GATIKA–FRONTERA FRANCESA

SITUACIÓN

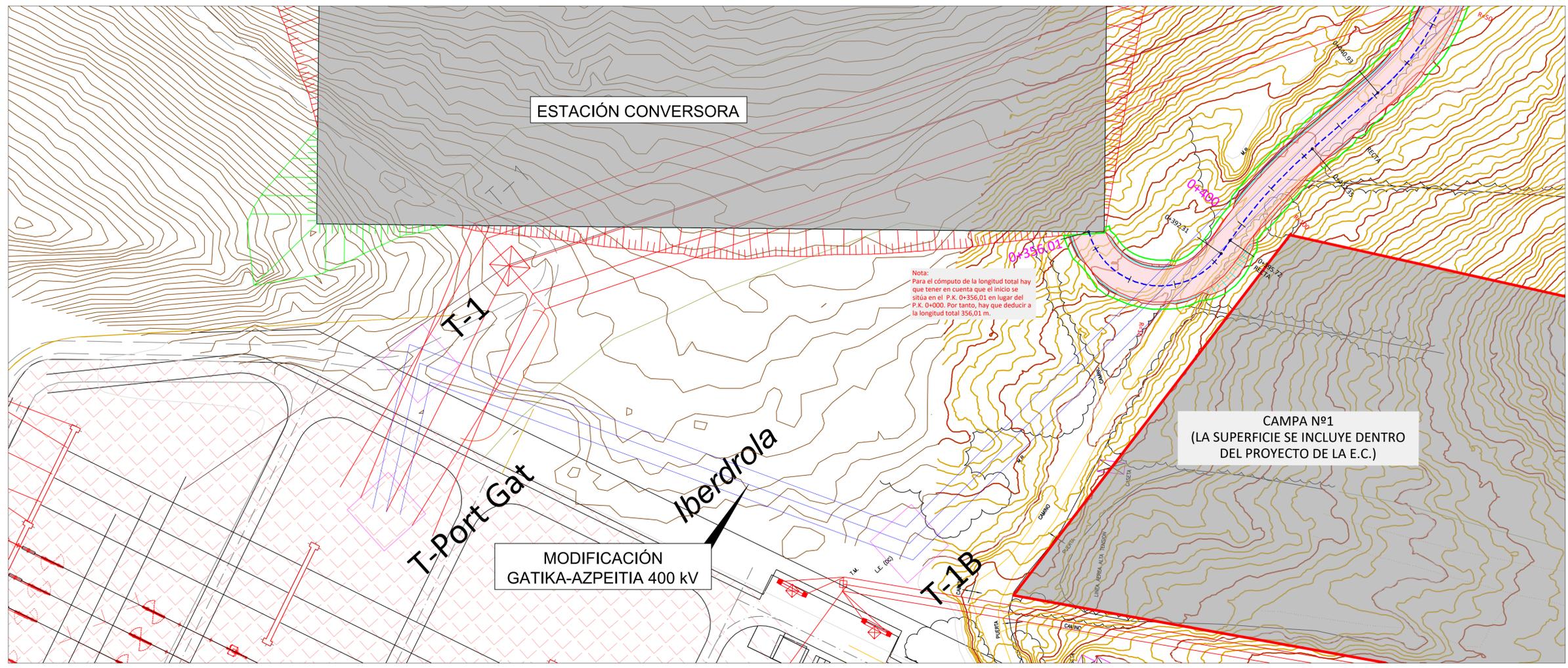
SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	
N°	7983S001
Hoja 01 de 01	

Nota:
Para el cómputo de la longitud total hay que tener en cuenta que el inicio se sitúa en el P.K. 0+356,01 en lugar del P.K. 0+000. Por tanto, hay que deducir a la longitud total 356,01 m.

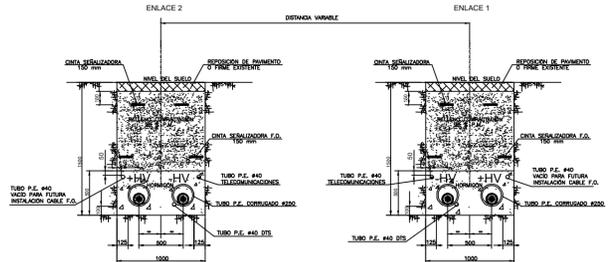
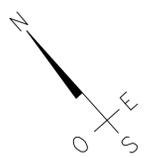


PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
COTA RASANTE	COTA TERRENO

0+356.014		0+400	
111.950	111.92	110.655	110.89
111.886	111.386	110.861	110.09
111.886	111.386	110.598	110.50
111.886	111.386	110.710	110.75
111.886	111.386	110.834	110.86
111.886	111.386	110.859	110.88
111.886	111.386	111.083	111.11
111.886	111.386	111.209	111.24
111.886	111.386	111.503	111.51
111.886	111.386	112.083	112.04
111.886	111.386	112.653	112.79
111.886	111.386	113.229	113.65
111.886	111.386	114.004	114.39



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/500
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.

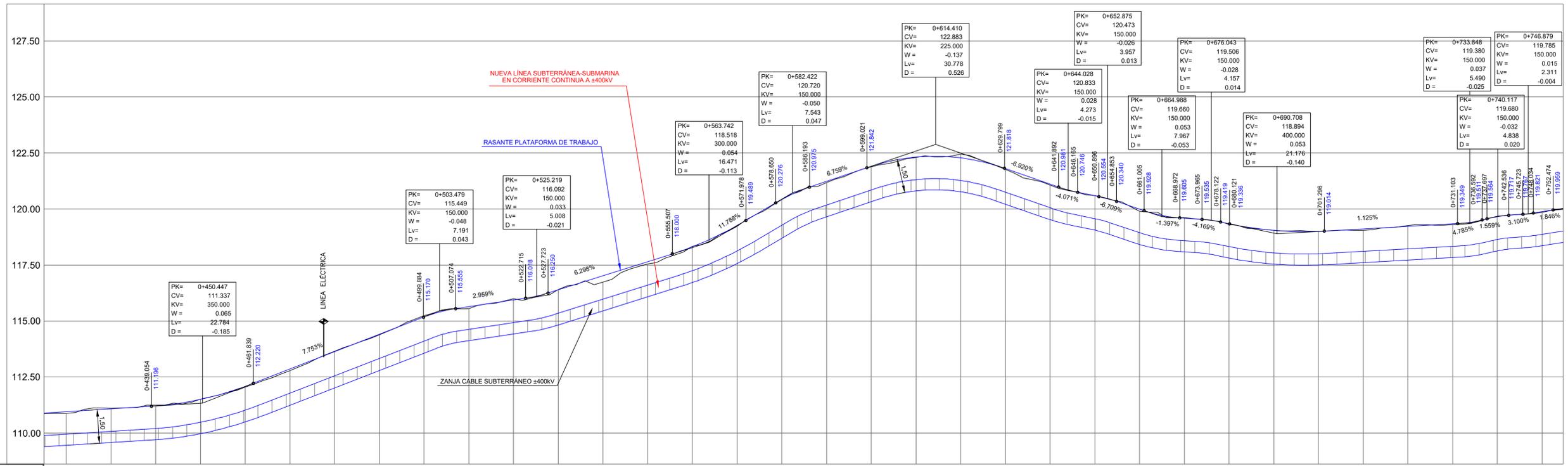


LEYENDA	
---	CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
---	PHD (Cables HVDC ±400kV)
---	PHD (FO)

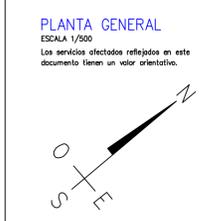
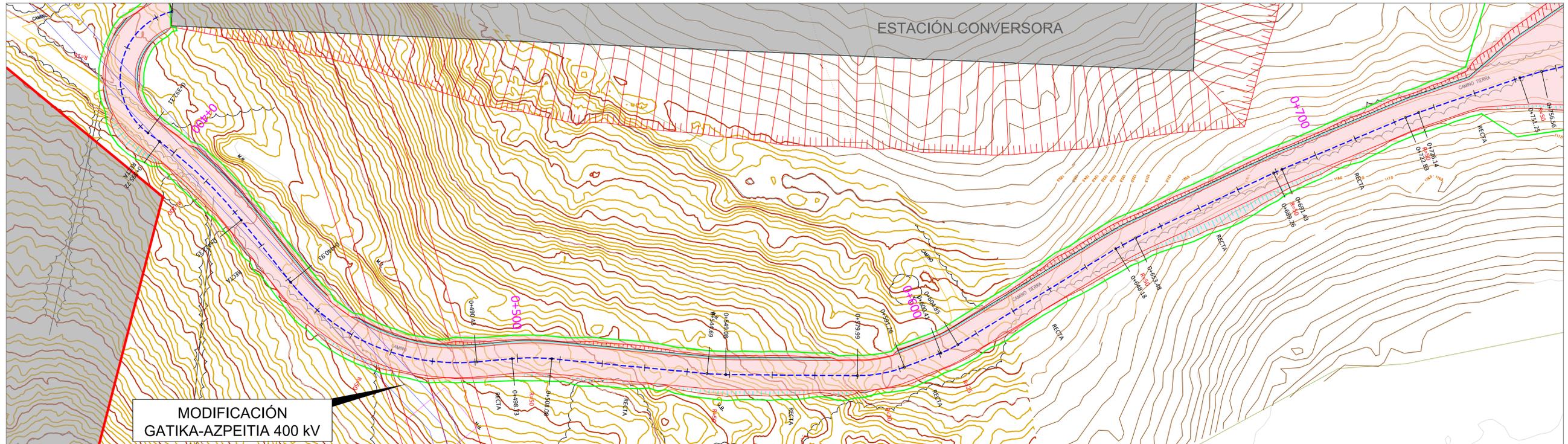
[Red]	OCCUPACIÓN PERMANENTE
[Green]	OCCUPACIÓN TEMPORAL
[Blue hatched]	ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

LEYENDA SERVICIOS			
---	CAS	---	RED Gas NORTEGAS
---	SANEAM	---	RED Saneamiento MUNICIPAL
---	TELE	---	RED TESA Telefonía de España
---	AGUA	---	RED Abastecimiento AGUA URA
---	Abastecimiento	---	RED Abastecimiento UDALSAREAK
---	ABAST	---	RED Abastecimiento PRIVADA
---	IBER	---	RED IB IBERDROLA
---	ALUM	---	RED Alumbrado
---	PLUVI	---	RED Pluvial

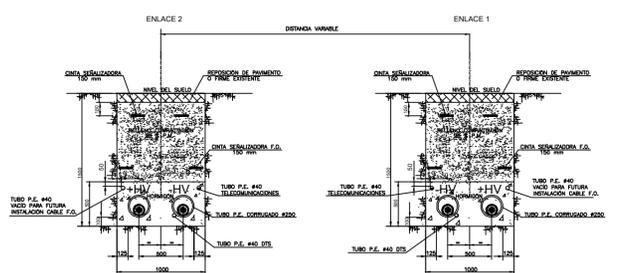
E	D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION	
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS						
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRANEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA						
TITULO PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL						
SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:						FECHA NOMBRE FIRMA
REALIZADO 05-2019 V.G.L. VERIFICADO 05-2019 S.M.M. APROBADO 05-2019 R.G.G.						N° 7983L002 HOJA 01 DE 40



PLANO DE COMPARACION		P.K.																																																																					
COTA RASANTE	COTA TERRENO	110.88	110.89	111.083	111.11	111.209	111.24	111.503	111.51	112.883	112.94	112.883	112.79	113.529	113.65	114.404	114.39	115.179	115.23	115.642	115.55	115.938	115.89	116.393	116.41	117.023	116.74	117.683	117.55	118.316	118.34	119.283	119.22	120.229	120.43	121.233	121.18	121.805	121.88	122.317	122.30	122.282	122.45	121.804	121.76	121.112	121.07	120.390	120.60	119.895	119.90	119.600	119.62	119.341	119.31	119.046	119.05	119.001	119.00	119.112	119.05	119.224	119.26	119.337	119.30	119.539	119.51	119.627	119.65	119.882	119.85



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/500
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



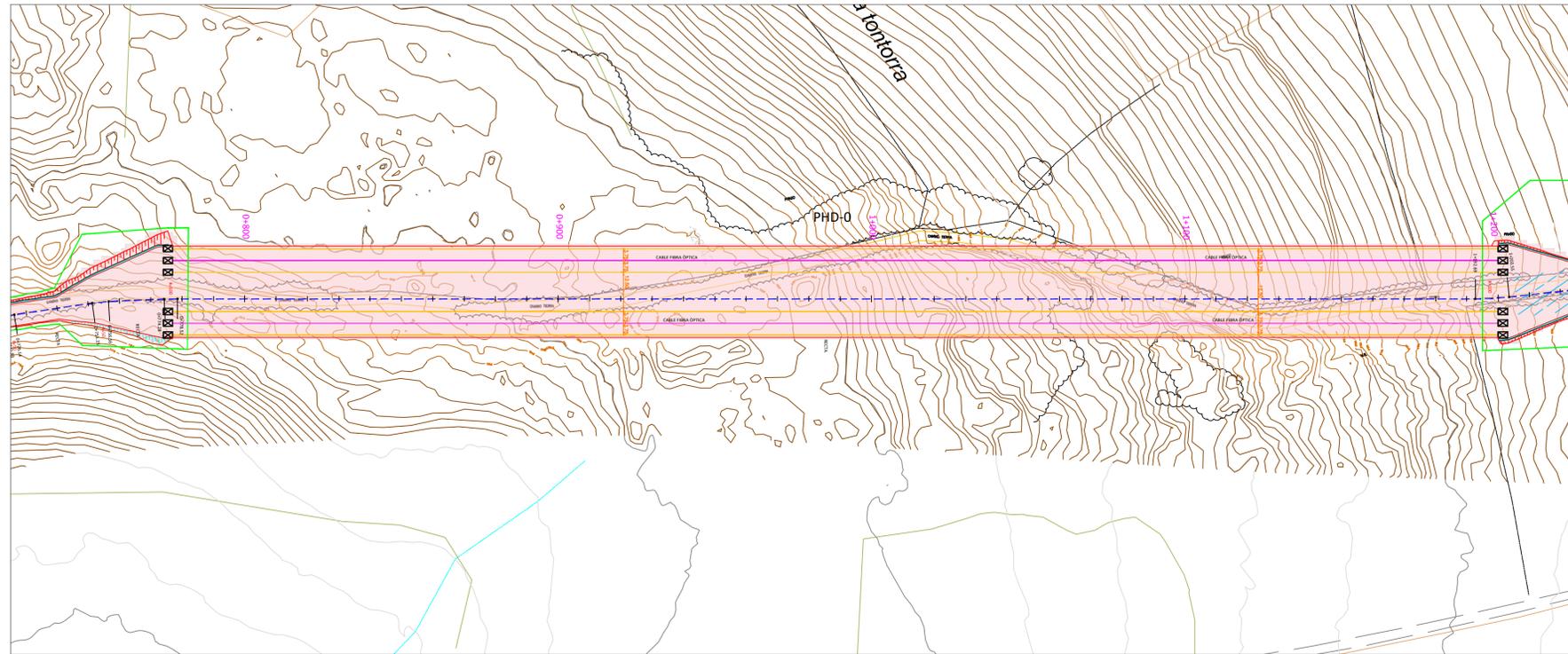
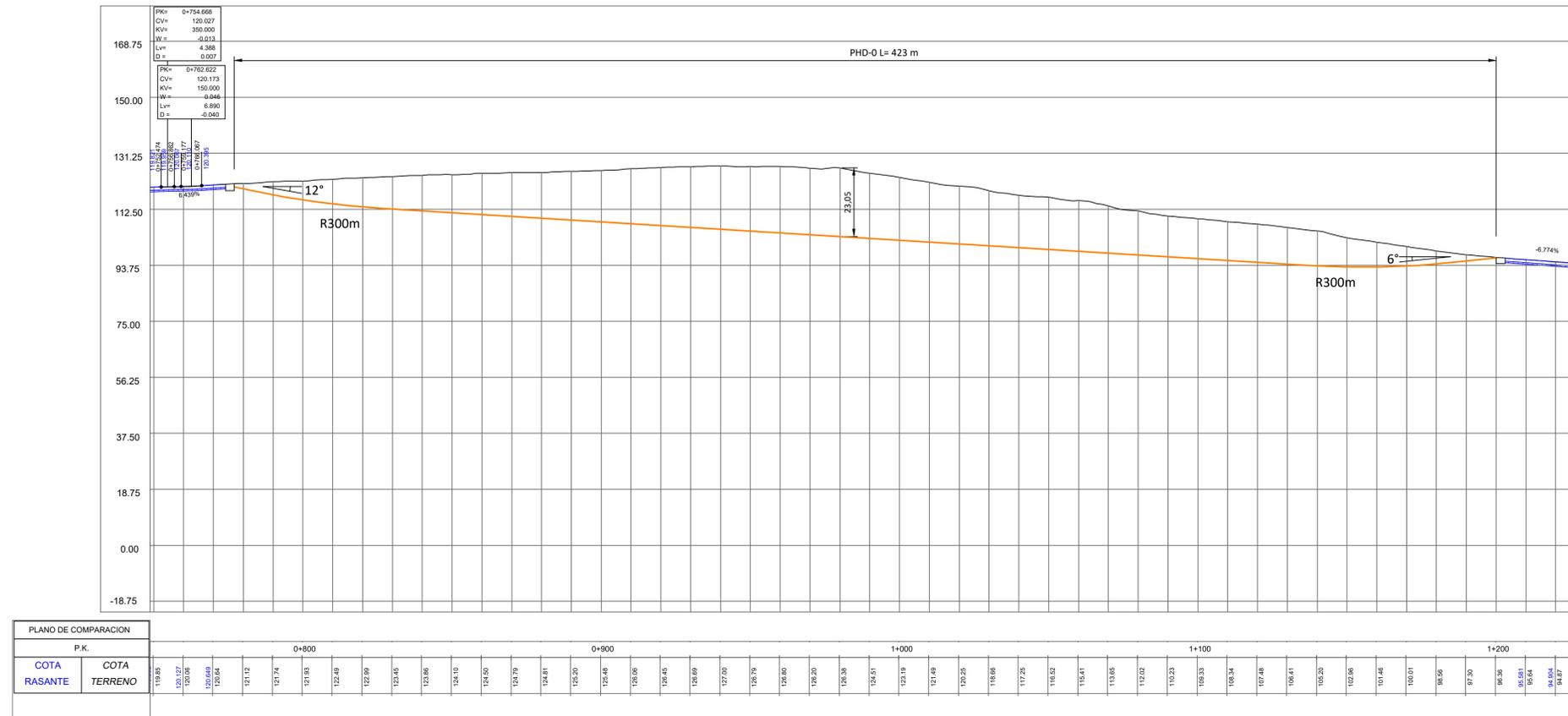
LEYENDA

- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
- PHD (Cables HVDC ±400kV)
- PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS

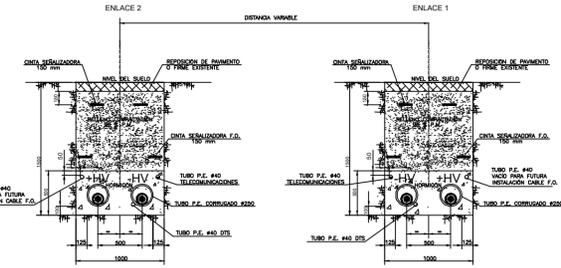
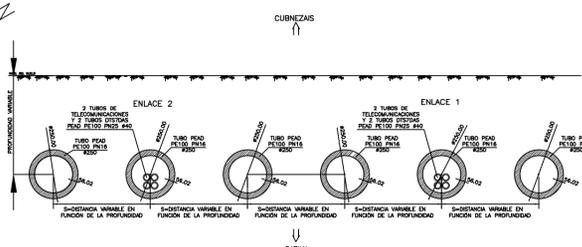
- CASO - GAS - RED Gas NORTEGAS
- SAN - SAN - RED Saneamiento CABB
- SAN - SAN - RED Saneamiento MUNICIPAL
- TESA - TESA - RED TESA Telefonica de España
- ABAS - ABAS - RED Abastecimiento AGUA URA
- Abas - Abas - RED Abastecimiento UDALSARAK
- ABAS - ABAS - RED Abastecimiento PRIVADA
- IB - IB - RED IB IBERDROLA
- ALUM - ALUM - RED Alumbrado
- PLUVI - PLUVI - RED Pluvial

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISIÓN PHD-1
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATKA-FRONTERA FRANCESA					SUSTITUIDO POR:
TÍTULO					FECHA NOMBRE FIRMA REALIZADO 05-2019 V.G.L. VERIFICADO 05-2019 S.M.M. APROBADO 05-2019 R.G.G.
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002 HOJA 02 DE 40



PLANTA GENERAL

ESCALA 1/750
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

- - - - - CABLE EN ZANIA 2 CIRCUITOS 400kVcc
- - - - - PHD (Cables HVDC ±400kV)
- - - - - PHD (FO)

OCUPACIÓN PERMANENTE (Red square)

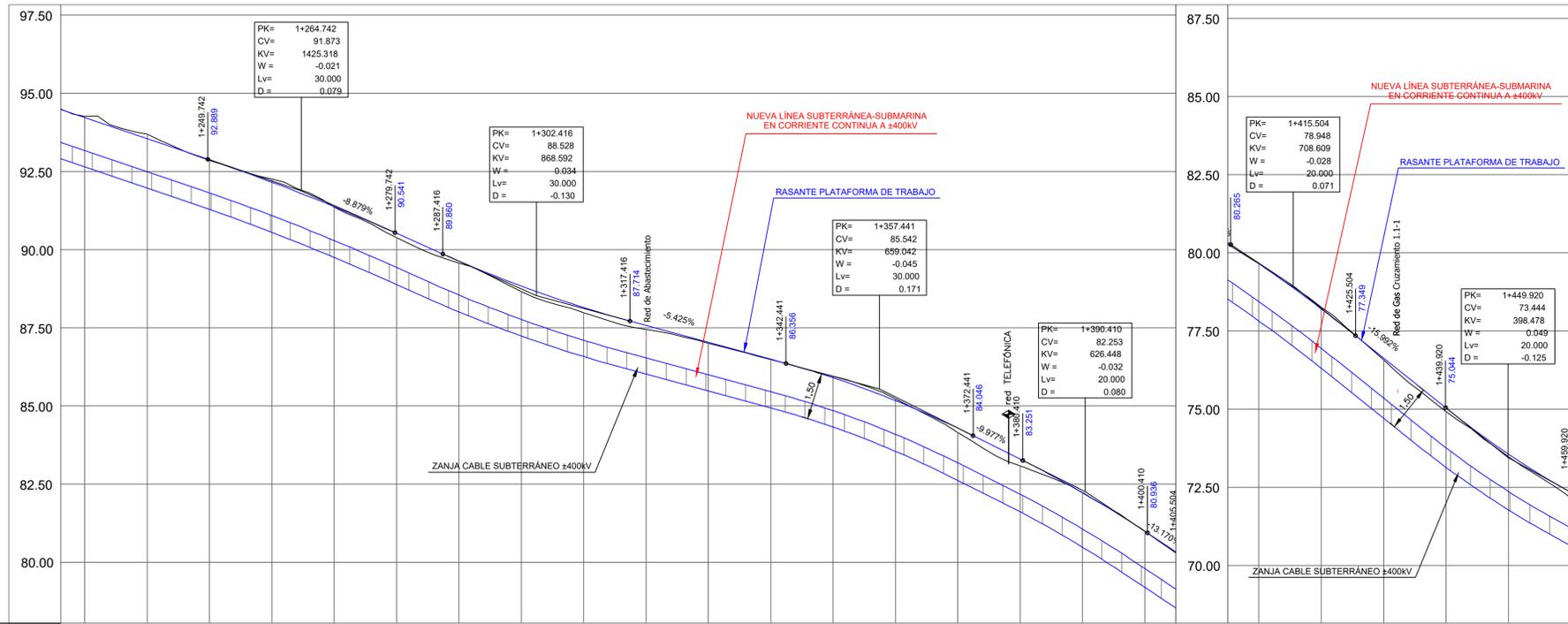
OCUPACIÓN TEMPORAL (Green line)

ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO (Hatched area)

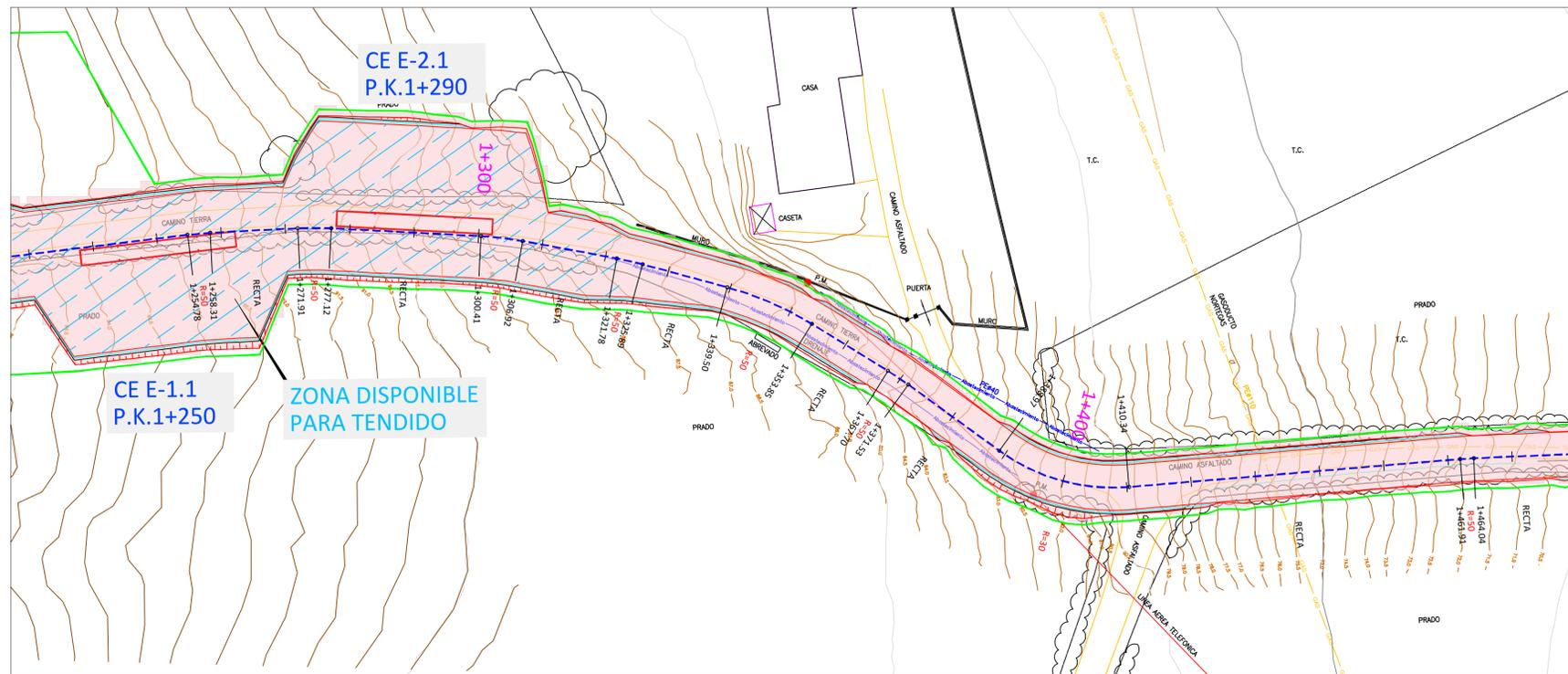
LEYENDA SERVICIOS

--- GAS --- GAS --- RED GAS NORTEGAS	--- ABON --- ABON --- RED Abastecimiento PRIVADA
--- SAN --- SAN --- RED Saneamiento MUNICIPAL	--- MT --- MT --- RED MT IBERDROLA
--- TESA --- TESA --- RED TESA Telefonica de España	--- AL --- AL --- RED Alumbrado
--- AGUA --- AGUA --- RED Abastecimiento AGUA URA	--- PL --- PL --- RED Pluviad
--- Abastecimiento --- RED Abastecimiento UDALSAREAK	

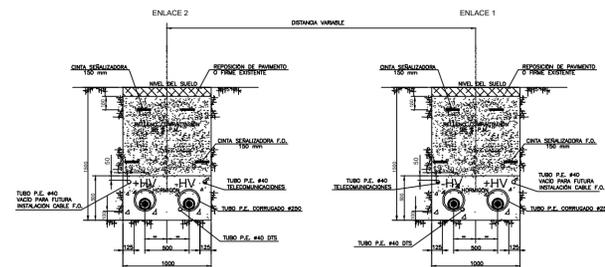
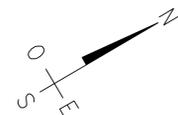
E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7												
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1												
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION												
				DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS													
		INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA, LINEA SUBTERRANEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA		SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR: <table border="0"> <tr> <td>REALIZADO</td> <td>05-2019</td> <td>V.G.L.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIFICADO</td> <td>05-2019</td> <td>S.M.M.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROBADO</td> <td>05-2019</td> <td>R.G.G.</td> <td></td> </tr> </table>		REALIZADO	05-2019	V.G.L.		VERIFICADO	05-2019	S.M.M.		APROBADO	05-2019	R.G.G.	
REALIZADO	05-2019	V.G.L.															
VERIFICADO	05-2019	S.M.M.															
APROBADO	05-2019	R.G.G.															
		TITULO		N° 7983L002													
		PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL		HOJA 03 DE 40													



PLANO DE COMPARACION		P.K.	
COTA RASANTE	COTA TERRENO		
84.227	84.27		
83.549	83.69		
82.872	82.86		
82.157	82.26		
81.373	81.36		
80.518	80.38	1+300	
80.634	80.67		
80.833	80.85		
80.148	80.18		
80.574	80.745		
80.031	80.01		
80.489	80.48		
80.503	80.55		
80.170	80.22		
84.235	84.15		
83.282	83.08		
82.221	82.21		
80.990	80.98	1+400	
79.659	79.66		
79.208	78.26		
76.630	76.57		
75.031	74.92		
73.539	73.46		
72.338	72.16		



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.

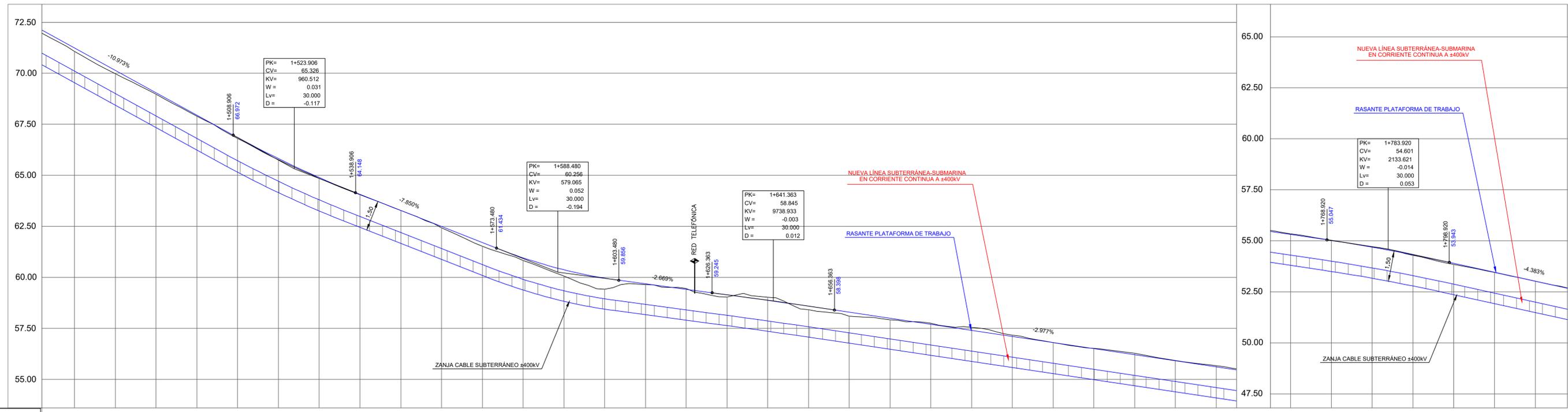


LEYENDA	
	CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
	PHD (Cables HVDC ±400kV)
	PHD (FO)

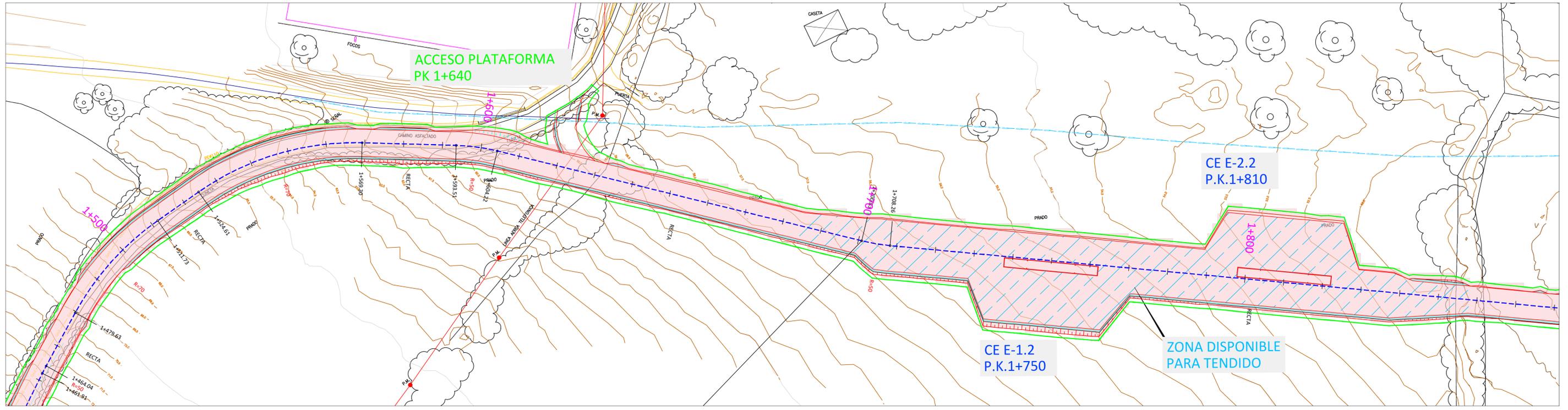
LEYENDA SERVICIOS	
	CASO - CASO - RED GAS NORTEGAS
	SANEAMIENTO MUNICIPAL
	TESA - TESA - TESA - RED TESA Telefonica de España
	ABASTECIMIENTO AGUA URA - RED Abastecimiento AGUA URA
	Abastecimiento - RED Abastecimiento UDALSARAK
	ABASTECIMIENTO PRIVADA - RED Abastecimiento PRIVADA
	IBERDROLA - RED IBERDROLA
	ALUMBRADO - RED Alumbrado
	PLUVIAL - RED Pluvial

	OCCUPACIÓN PERMANENTE
	OCCUPACIÓN TEMPORAL
	ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

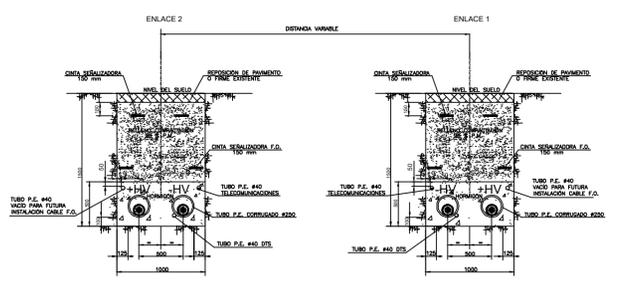
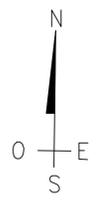
E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISIÓN PHD-1
EDICION FECHA REALIZADO VERIFICADO APROBADO MODIFICACION					
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					FECHA NOMBRE FIRMA REALIZADO 05-2019 V.G.L. VERIFICADO 05-2019 S.M.M. APROBADO 05-2019 R.G.G.
TITULO PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002 HOJA 04 DE 40



PLANO DE COMPARACION		1+500															1+600															1+700															1+800																										
COTA RASANTE	COTA TERRENO																																																																								
		71.241	71.108	70.143	69.99	69.046	68.97	67.646	67.80	66.852	66.80	65.818	65.76	64.888	64.85	64.062	64.05	63.277	63.26	62.482	62.43	61.707	61.52	60.859	60.82	60.373	60.07	59.959	59.42	59.682	59.65	59.415	59.45	59.148	59.03	58.872	59.03	58.586	58.41	58.200	58.09	57.992	57.92	57.695	57.75	57.597	57.25	57.099	57.17	56.801	56.81	56.504	56.52	56.206	56.29	55.908	55.93	55.610	55.67	55.313	55.35	55.015	55.03	54.689	54.72	54.345	54.28	53.896	53.84	53.457	53.45	53.019	53.02



PLANO GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

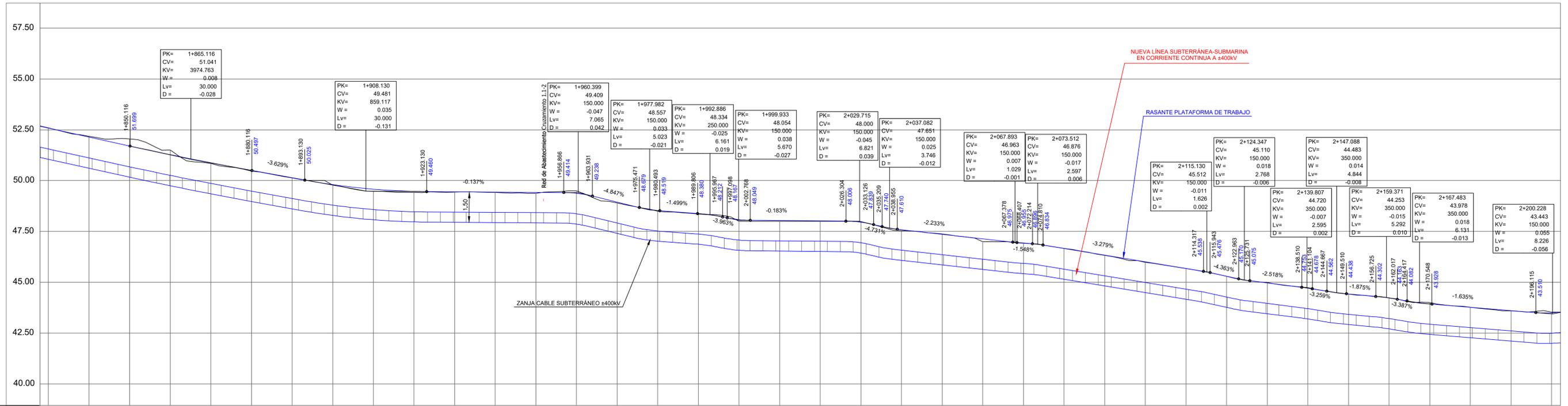
- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
- PHD (Cables HVDC ±400kV)
- PHD (FO)

	OCCUPACIÓN PERMANENTE
	OCCUPACIÓN TEMPORAL
	ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

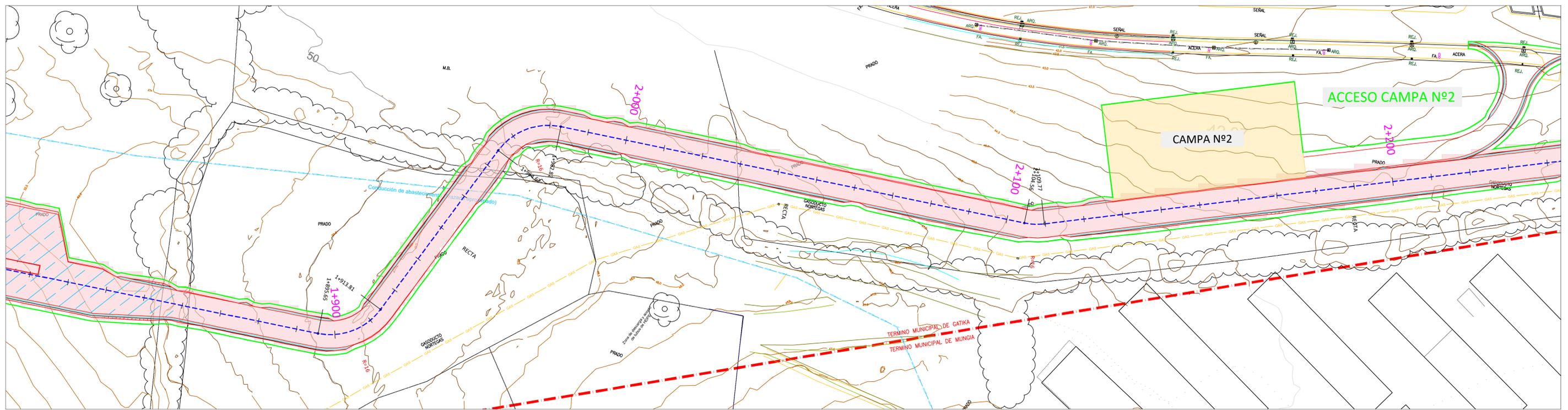
LEYENDA SERVICIOS

	GAS	RED Gas NORTEGAS		RED Abastecimiento PRIVADA
	SANEAMIENTO CABB	RED Saneamiento CABB		RED MT IBERDROLA
	SANEAMIENTO MUNICIPAL	RED Saneamiento MUNICIPAL		RED BT IBERDROLA
	RED TESA TELEFONICA DE ESPAÑA	RED TESA TELEFONICA DE ESPAÑA		RED Alumbrado
	RED Abastecimiento AGUA URA	RED Abastecimiento AGUA URA		RED Pluvial
	RED Abastecimiento UDALSAREAK	RED Abastecimiento UDALSAREAK		

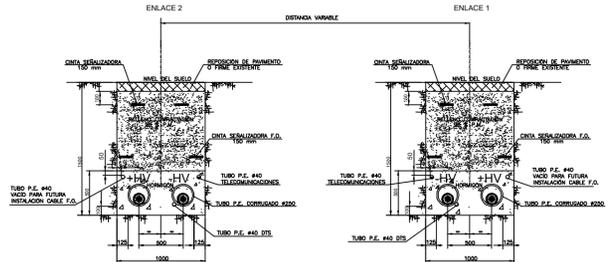
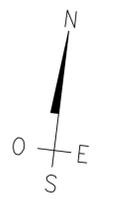
E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7		
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1		
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION		
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:		
					SUSTITUIDO POR:		
					FECHA	NOMBRE	FIRMA
					REALIZADO	05-2019	V.G.L.
VERIFICADO	05-2019	S.M.M.					
APROBADO	05-2019	R.G.G.					
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					TITULO		
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002		
					HOJA 05 DE 40		



PLANO DE COMPARACION		P.K.		1+900										2+000										2+100										2+200																																						
COTA RASANTE	COTA TERRENO	52.581	52.59	52.142	52.18	51.704	52.05	51.278	51.50	50.877	50.84	50.501	50.47	50.139	50.14	49.503	49.78	49.578	49.48	49.470	49.42	49.451	49.43	49.437	49.42	49.423	49.38	49.377	49.50	49.504	49.50	48.80	48.000	48.00	48.008	48.00	47.854	47.98	47.506	47.54	47.383	47.38	47.140	47.00	46.831	46.92	46.664	46.67	46.336	46.32	46.008	45.98	45.600	45.68	45.289	45.30	44.987	44.98	44.712	44.73	44.429	44.42	44.226	44.23	43.937	44.00	43.773	43.77	43.510	43.59	43.487	43.53



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400Vcc
- PHD (Cables HVDC ±400kV)
- PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS

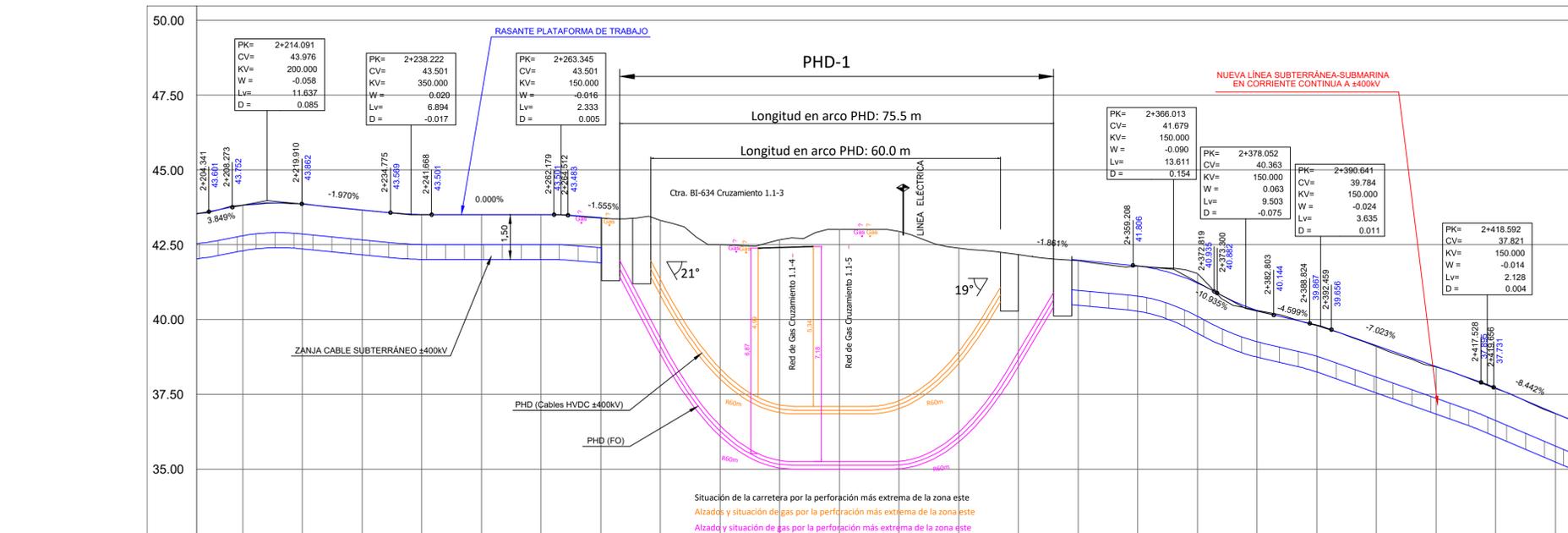
- GAS - GAS - RED GAS NORTEGAS
- SANEAM - SANEAM - RED Saneamiento CABB
- TELECOM - TELECOM - RED Saneamiento MUNICIPAL
- TELECOM - TELECOM - RED TESA Telefonica de España
- ABAST - ABAST - RED Abastecimiento AGUA URA
- ABAST - ABAST - RED Abastecimiento UDALSARAK
- ABAST - ABAST - RED Abastecimiento PRIVADA
- IBER - IBER - RED MT IBERDROLA
- ALUMBR - ALUMBR - RED Alumbrado
- PLUVI - PLUVI - RED Pluvial

OCUPACIÓN PERMANENTE

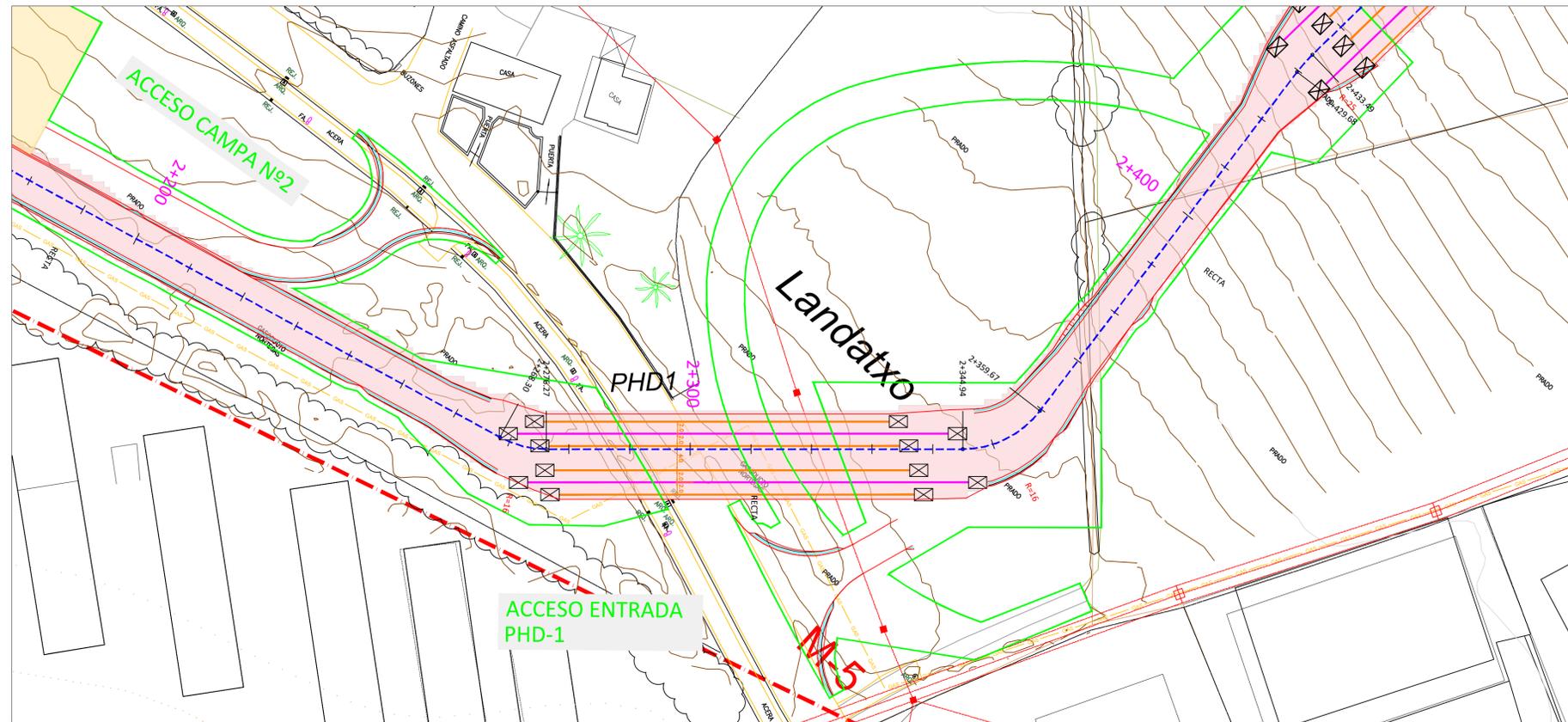
OCUPACIÓN TEMPORAL

ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

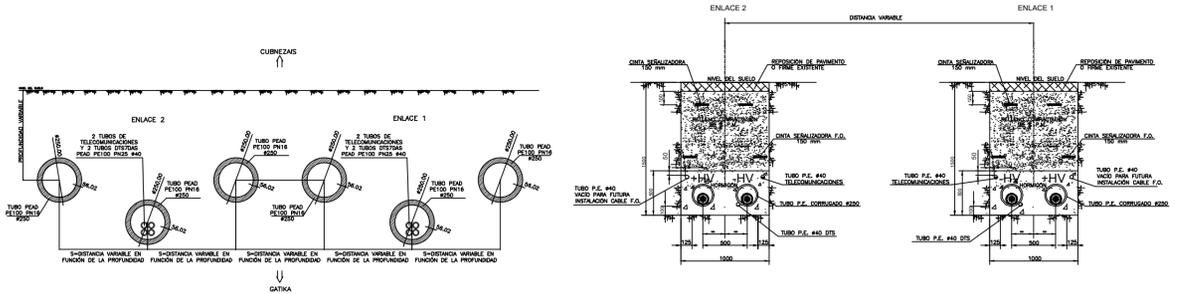
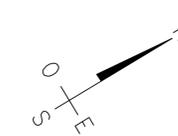
E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRANEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATKA-FRONTERA FRANCESA					FECHA NOMBRE FIRMA
TITULO PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° HOJA 06 DE 40



PLANO DE COMPARACION		P.K.																																								
COTA RASANTE	COTA TERRENO	2+200	2+205	2+210	2+215	2+220	2+225	2+230	2+235	2+240	2+245	2+250	2+255	2+260	2+265	2+270	2+275	2+280	2+285	2+290	2+295	2+300	2+305	2+310	2+315	2+320	2+325	2+330	2+335	2+340	2+345	2+350	2+355	2+360	2+365	2+370	2+375	2+380	2+385	2+390	2+395	2+400
43.811	43.82	43.850	43.86	43.863	43.86	43.855	43.85	43.8501	43.85	43.8397	43.83	43.81	42.80	42.66	42.50	42.38	42.16	41.96	41.79	41.54	40.29	39.80	39.126	38.224	37.702	37.69	36.858	36.84														



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/500
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
- PHD (Cables HVDC ±400kV)
- PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS

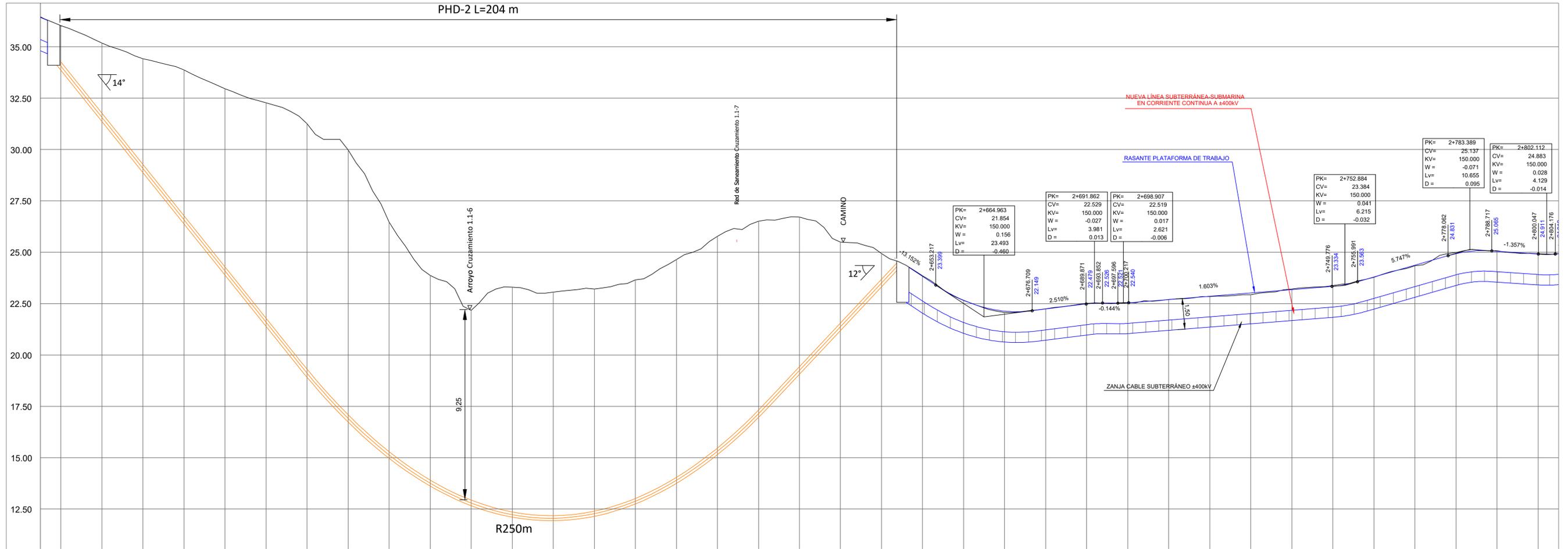
- GAS
- SANEAMIENTO
- TESA
- AGUA
- ALUMBRADO
- ABASTECIMIENTO

OCUPACIÓN PERMANENTE (Red shaded area)

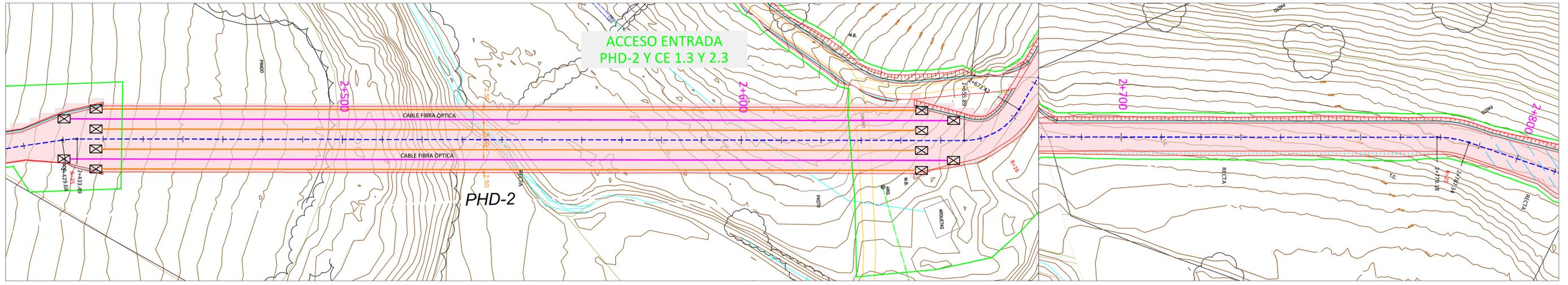
OCUPACIÓN TEMPORAL (Green shaded area)

ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO (Blue hatched area)

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISIÓN PHD-1
EDICIÓN	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA, LINEA SUBTERRANEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATKA-FRONTERA FRANCESA					SUSTITUYE POR:
		REALIZADO	05-2019	V.G.L.	
		VERIFICADO	05-2019	S.M.M.	
		APROBADO	05-2019	R.G.G.	
TITULO					Nº 7983L002
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					HOJA 07 DE 40

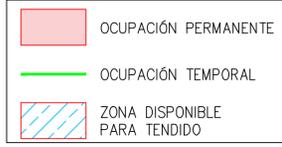
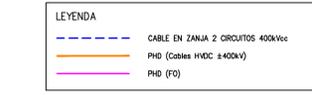
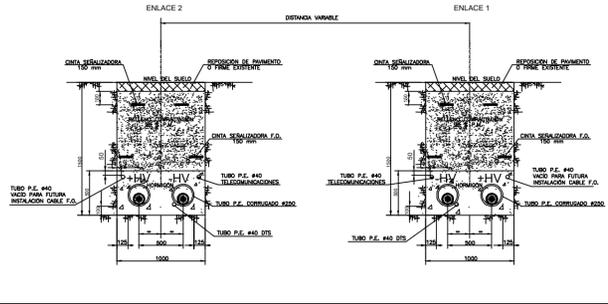
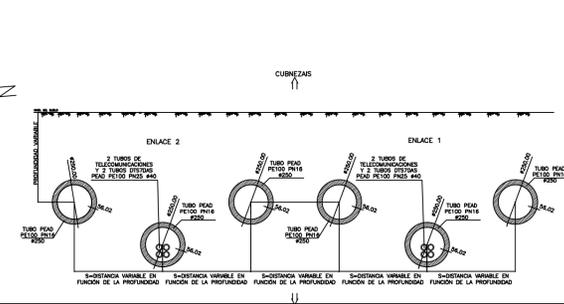
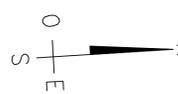


PLANO DE COMPARACION		P.K.																																																				
COTA RASANTE	COTA TERRENO	36.04	35.18	34.42	33.87	32.96	32.27	31.26	29.98	28.47	23.87	22.17	23.30	23.06	23.21	23.65	24.65	25.77	26.51	26.71	25.50	24.84	23.82	23.86	22.60	22.65	22.130	22.07	22.231	22.25	22.463	22.51	22.536	22.55	22.687	22.70	22.857	22.85	23.017	22.83	23.176	23.20	23.338	23.37	23.703	23.77	24.368	24.34	24.830	24.98	25.048	25.07	24.912	24.92

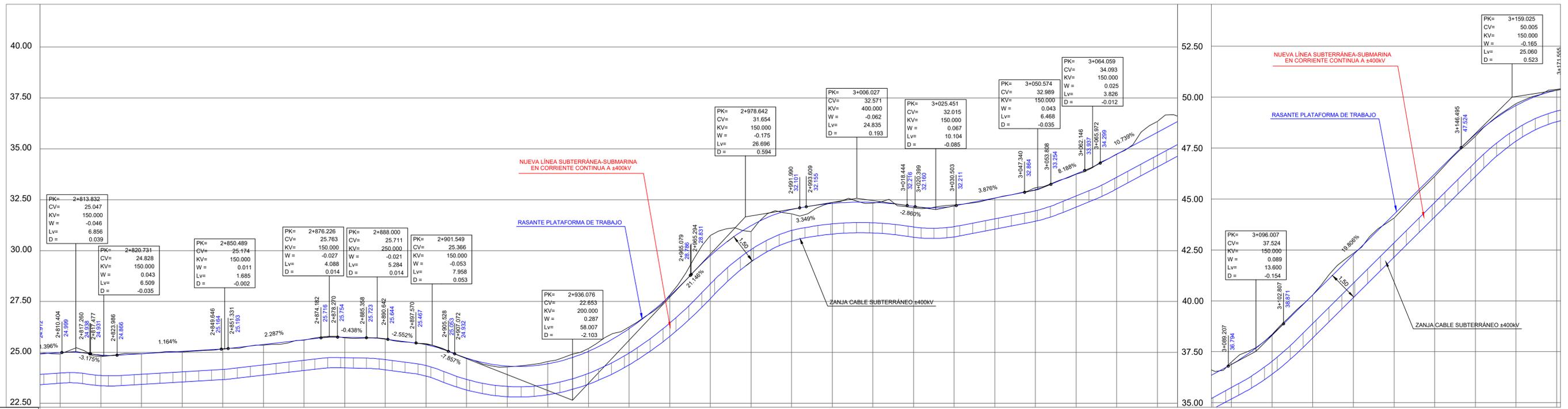


PLANTA GENERAL

ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1
EDICION FECHA REALIZADO VERIFICADO APROBADO MODIFICACION					
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A 400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					SUSTITUYE POR:
REALIZADO 05-2019 V.G.L.			VERIFICADO 05-2019 S.M.M.		FIRMA
APROBADO 05-2019 R.G.G.			TITULO		N° 7983L002
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					
HOJA 08 DE 40					

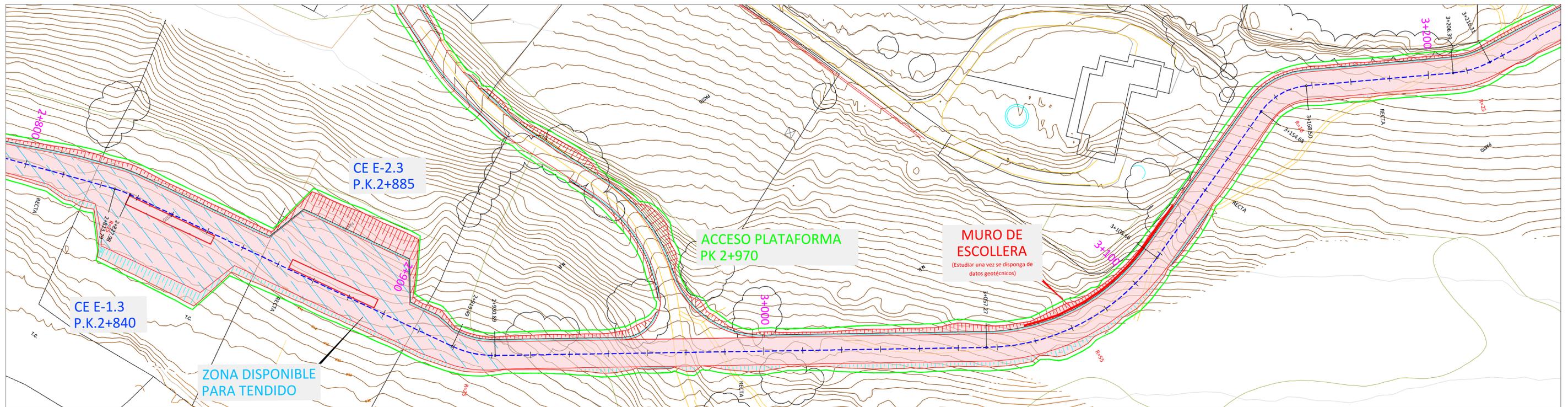


PLANO DE COMPARACION

P.K.	
COTA RASANTE	COTA TERRENO

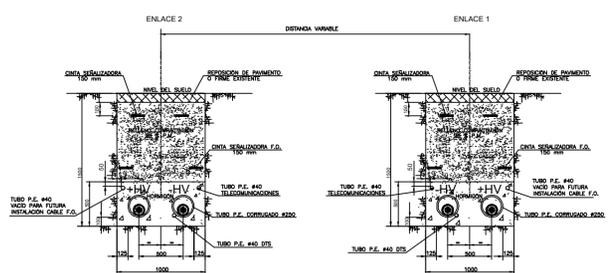
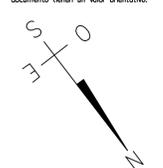
2+900		3+000	
24.983	24.93	32.118	32.36
24.872	24.81	32.171	32.10
24.936	24.94	32.193	32.24
25.052	25.04	32.257	32.57
25.169	25.19	32.890	33.09
25.392	25.35	33.761	33.75
25.520	25.50	34.731	34.74
25.746	25.71	35.805	35.85
25.859	25.88	36.794	36.85
25.95	25.44		
24.723	24.73		
24.334	24.30		
24.444	24.46		
25.065	25.19		
25.166	25.24		
27.776	27.82		
28.753	28.75		
30.75	30.75		
31.220	31.24		
32.021	32.01		
31.81	31.81		
32.118	32.18		
32.36	32.36		
32.368	32.33		
32.171	32.10		
32.193	32.24		
32.257	32.57		
32.890	33.09		
33.761	33.75		
34.731	34.74		
35.805	35.85		
36.794	36.85		

3+100	
38.981	37.00
38.341	38.36
40.296	40.29
42.276	42.23
44.257	44.07
46.237	46.12
48.177	48.09
49.901	49.88
50.338	50.338



PLANTA GENERAL

ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

---	CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400Vcc
---	PHD (Cables HVDC ±400kV)
---	PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS

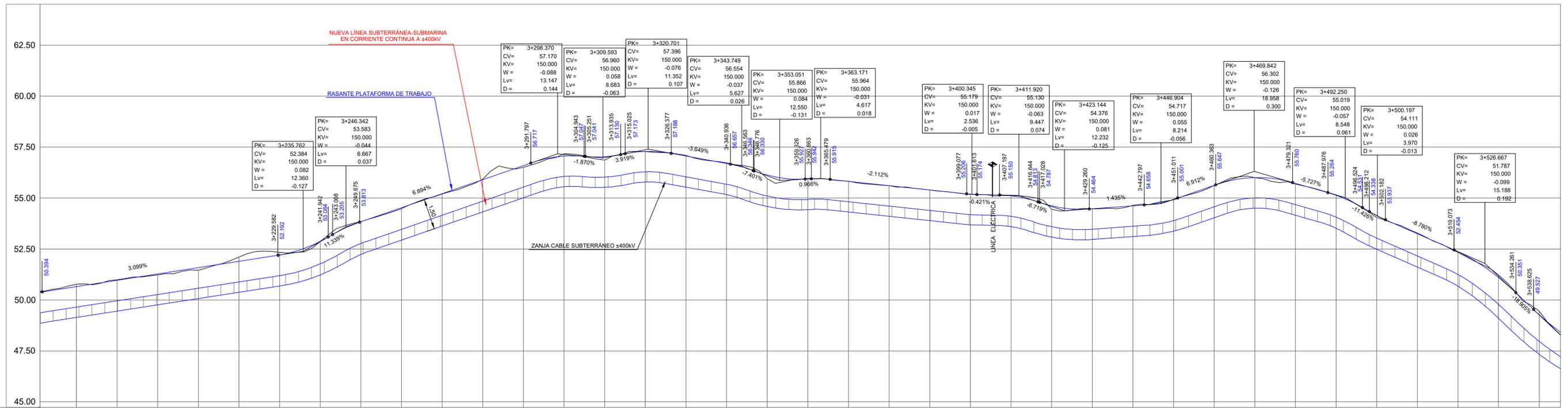
---	GAS	RED Gas NORTEGAS	---	ABAST.	RED Abastecimiento PRIVADA
---	SANEAM.	RED Saneamiento CABB	---	MT	RED MT IBERDROLA
---	SANEAM.	RED Saneamiento MUNICIPAL	---	BT	RED BT IBERDROLA
---	TESA	RED TESA Telefonía de España	---	ALUMBR.	RED Alumbrado
---	AGUA	RED Abastecimiento AGUA URA	---	PLUVIAD.	RED Pluviad.
---	ABASTECIM.	RED Abastecimiento UDALSARAK			

---	OCCUPACIÓN PERMANENTE
---	OCCUPACIÓN TEMPORAL
---	ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

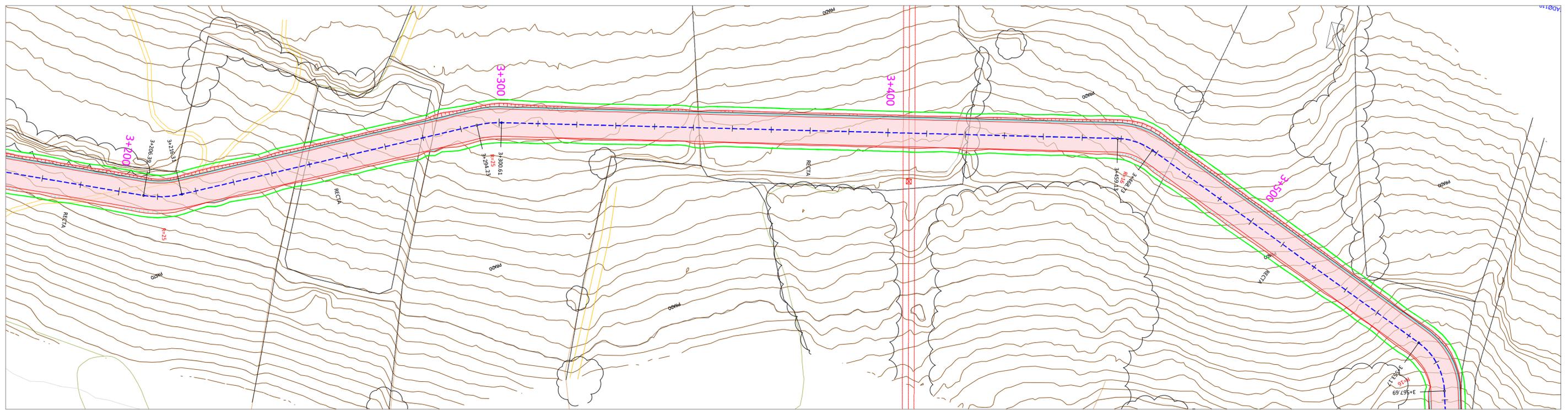
E	D	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
		04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
		04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS		SUSTITUYE A:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA		SUSTITUIDO POR:
REALIZADO	05-2019	V.G.L.
VERIFICADO	05-2019	S.M.M.
APROBADO	05-2019	R.G.G.

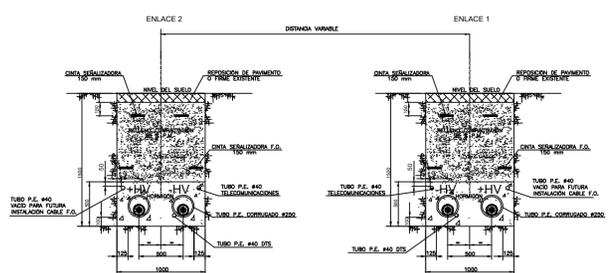
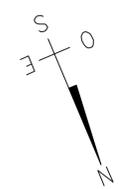
TITULO	N°	7983L002
	HOJA	09 DE 40



PLANO DE COMPARACION		P.K.																																																																										
COTA RASANTE	COTA TERRENO	3+200											3+300											3+400											3+500																																									
50.394	50.77	50.656	50.77	50.865	50.99	51.23	51.46	51.585	51.46	51.895	52.10	52.206	52.33	52.877	52.86	53.855	53.94	54.525	54.48	55.214	55.20	55.804	55.83	56.583	56.51	57.058	57.17	57.028	56.87	57.286	57.28	57.056	57.09	56.801	56.73	56.127	55.95	55.933	55.96	55.820	55.83	55.608	55.61	55.397	55.39	55.189	55.19	55.112	55.11	54.617	54.45	54.474	54.47	54.618	54.65	54.834	54.81	54.622	55.62	55.62	56.004	56.00	55.721	55.69	55.334	55.15	54.144	54.05	53.250	53.29	52.370	52.33	51.006	51.03	49.273	49.45



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400Kv
- PHD (Cables HVDC ±400kV)
- PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS

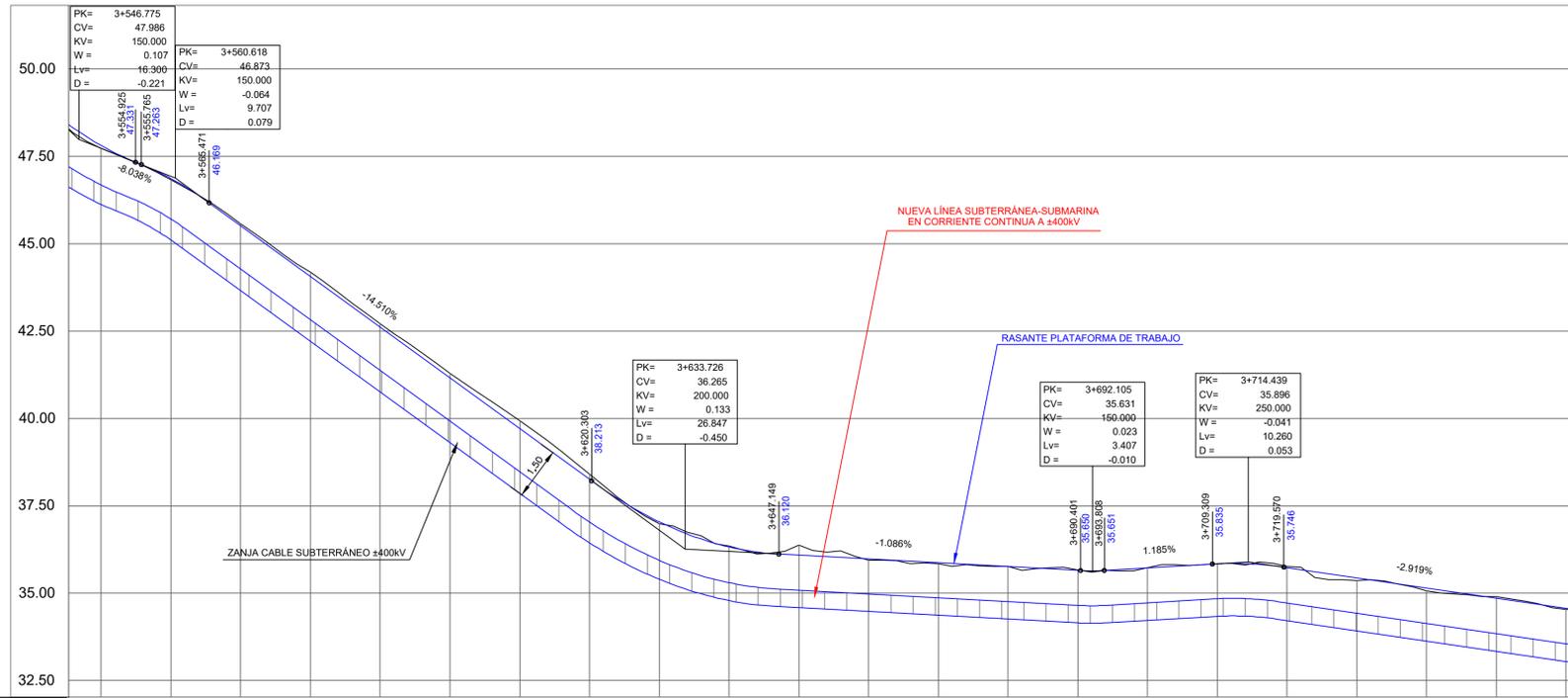
- CASO - CASO - RED Gas NORTEGAS
- SANDE - SANDE - RED Saneamiento MUNICIPAL
- TESA - TESA - RED TESA Telefonica de España
- ABAR - ABAR - RED Abastecimiento AGUA URA
- Abastecimiento - RED Abastecimiento UDALSARAK
- ABAR - ABAR - RED Abastecimiento PRIVADA
- MT - MT - RED MT BERDORLA
- IB - IB - RED IB IBERDORLA
- ALUM - ALUM - RED Alumbrado
- PLUV - PLUV - RED Pluvial

OCUPACIÓN PERMANENTE

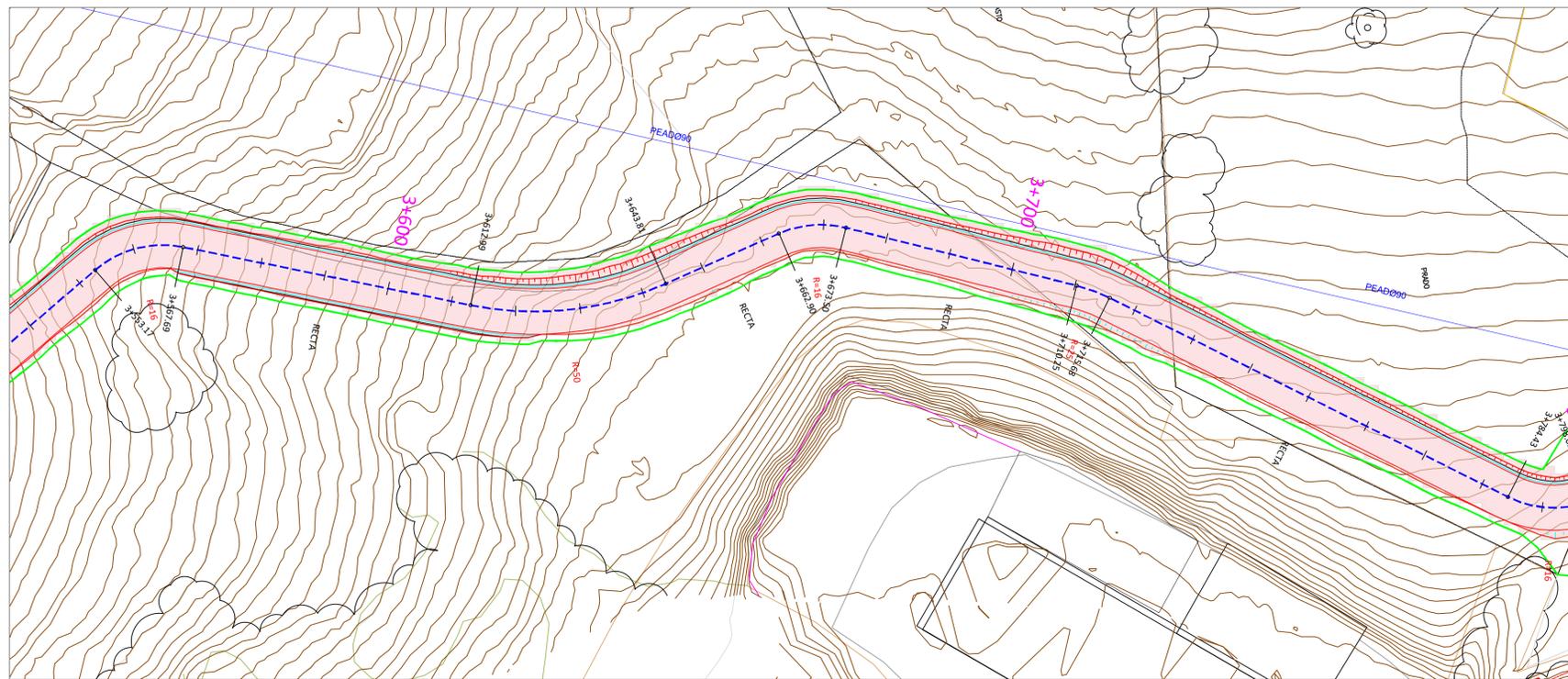
OCUPACIÓN TEMPORAL

ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:
					FECHA
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATKA-FRONTERA FRANCESA					REALIZADO 05-2019 V.G.L. VERIFICADO 05-2019 S.M.M. APROBADO 05-2019 R.G.G.
TITULO PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002 HOJA 10 DE 40

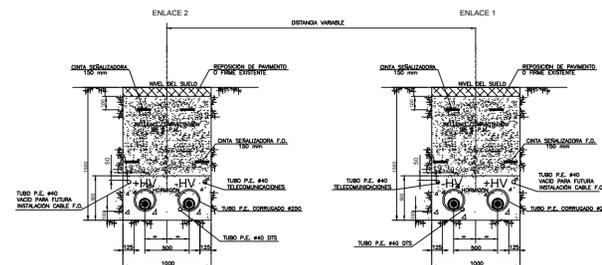


PLANO DE COMPARACION		P.K.	
COTA RASANTE	COTA TERRENO		
47.807	47.73		
46.863	46.83		
45.512	45.56		
44.061	44.18		
42.610	42.71		
41.159	41.29		
39.708	39.84		
38.257	38.41		
37.041	36.88		
36.325	36.25		
36.089	36.37		
35.090	35.95		
35.871	35.84		
35.763	35.76		
35.654	35.68		
35.725	35.73		
35.842	35.84		
35.734	35.77		
35.442	35.37		
35.150	35.07		
34.858	34.80		
34.596	34.54		



PLANTA GENERAL

ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
- PHD (Cables HVDC ±400kV)
- PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS

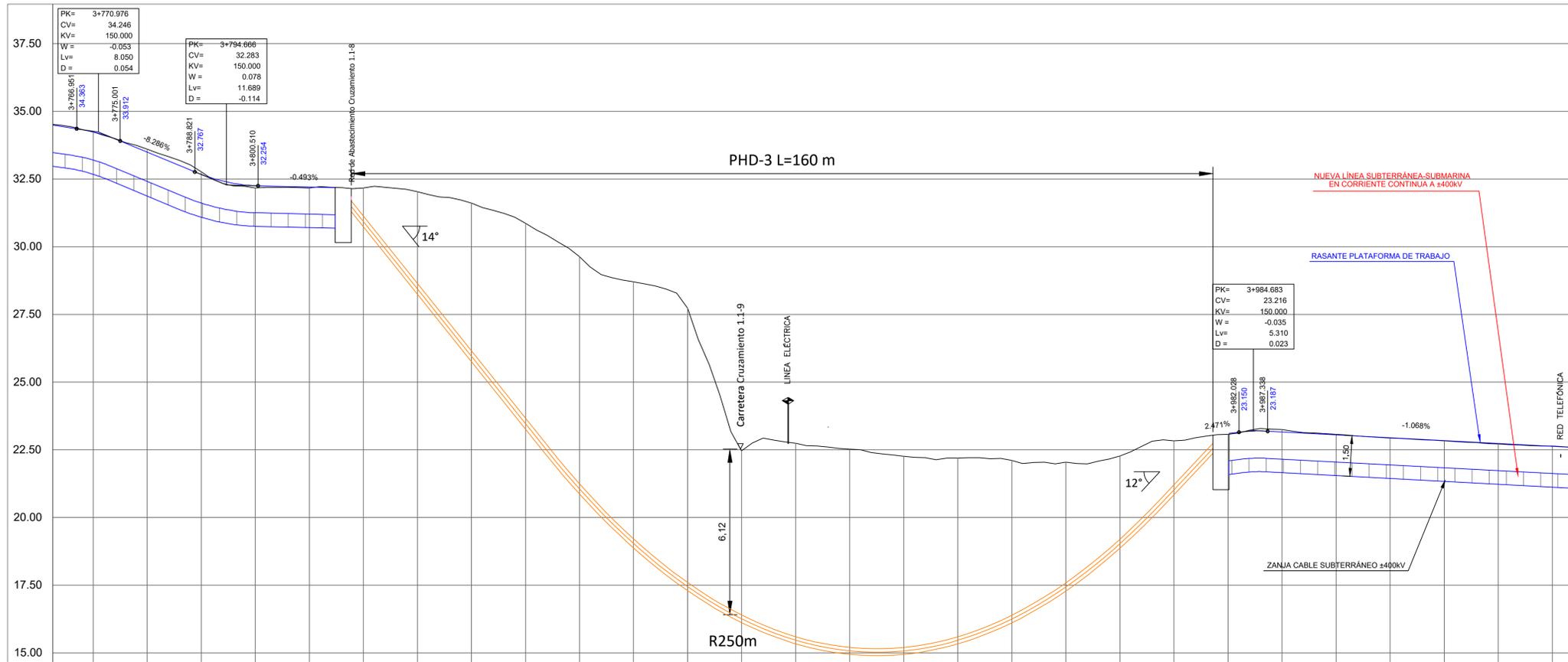
— CAS — CAS —	RED Gas NORTEGAS	— ABOR — ABOR —	RED Abastecimiento PRIVADA
— SAN — SAN —	RED Saneamiento CABB	— MT — MT —	RED MT IBERDROLA
— SAN — SAN —	RED Saneamiento MUNICIPAL	— AL — AL —	RED BT IBERDROLA
— TESA — TESA —	RED TESA Telefonica de España	— ALUM — ALUM —	RED Alumbrado
— AGUA — AGUA —	RED Abastecimiento AGUA URA	— PLUV — PLUV —	RED Pluvial
— Abastecimiento	RED Abastecimiento UDALSAREAK		

OCUPACIÓN PERMANENTE (Red shaded area)

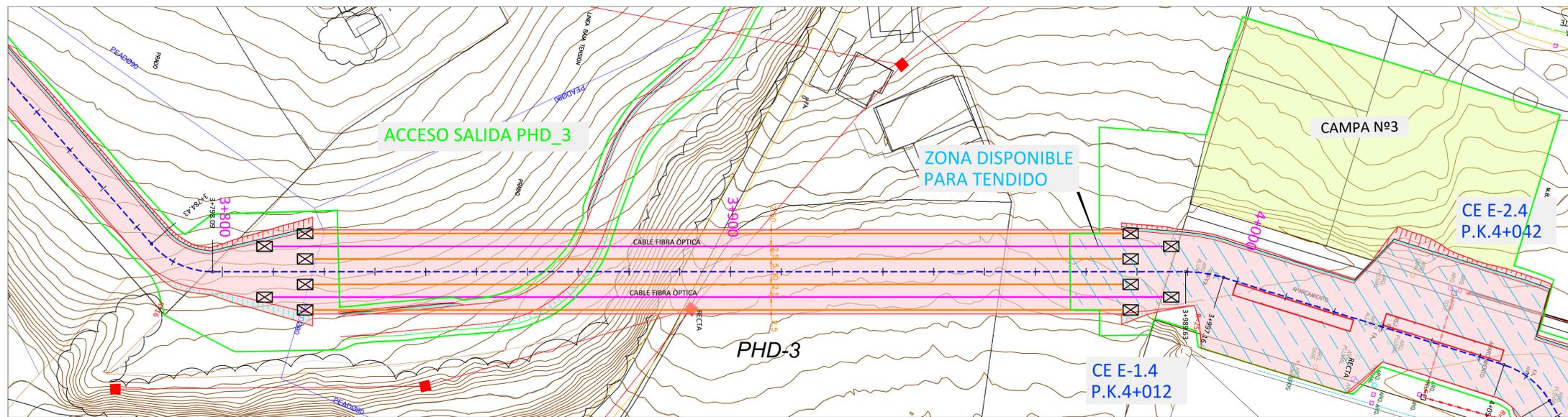
OCUPACIÓN TEMPORAL (Green shaded area)

ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO (Blue hatched area)

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISIÓN PHD-1
EDICIÓN	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLF DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					FECHA 05-2019 NOMBRE V.G.L. FIRMA
VERIFICADO 05-2019 S.M.M.					FECHA 05-2019 NOMBRE R.G.G.
APROBADO 05-2019 R.G.G.					
TITULO PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002
HOJA 11 DE 40					

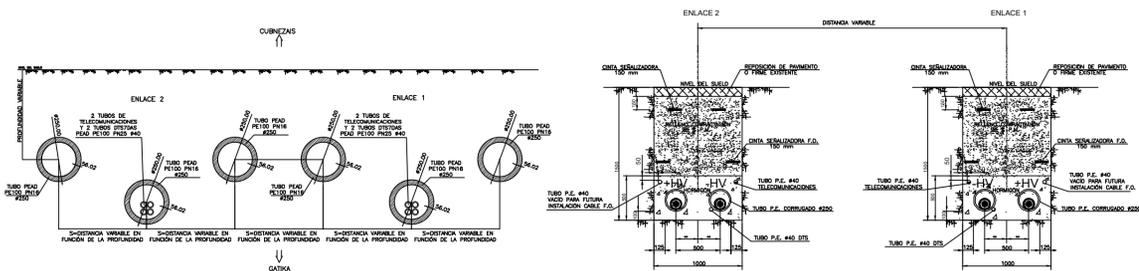


PLANO DE COMPARACION		3+800										3+900										4+000										
P.K.	COTA RASANTE	COTA TERRENO																														
3+700	34.243	34.24																														
3+710	33.488	33.61																														
3+720	32.674	32.77																														
3+730	32.257	32.16																														
3+740	32.207	32.18																														
3+750	32.17	32.03																														
3+760	31.62	30.67																														
3+770	29.63	28.71																														
3+780	27.73	22.46																														
3+790	22.75	22.53																														
3+800	22.26	22.20																														
3+810	22.11	22.04																														
3+820	22.28	22.83																														
3+830	23.100	23.08																														
3+840	23.139	23.25																														
3+850	23.052	23.08																														
3+860	22.945	22.84																														
3+870	22.839	22.84																														
3+880	22.732	22.71																														
3+890	22.625	22.64																														



PLANTA GENERAL

ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.

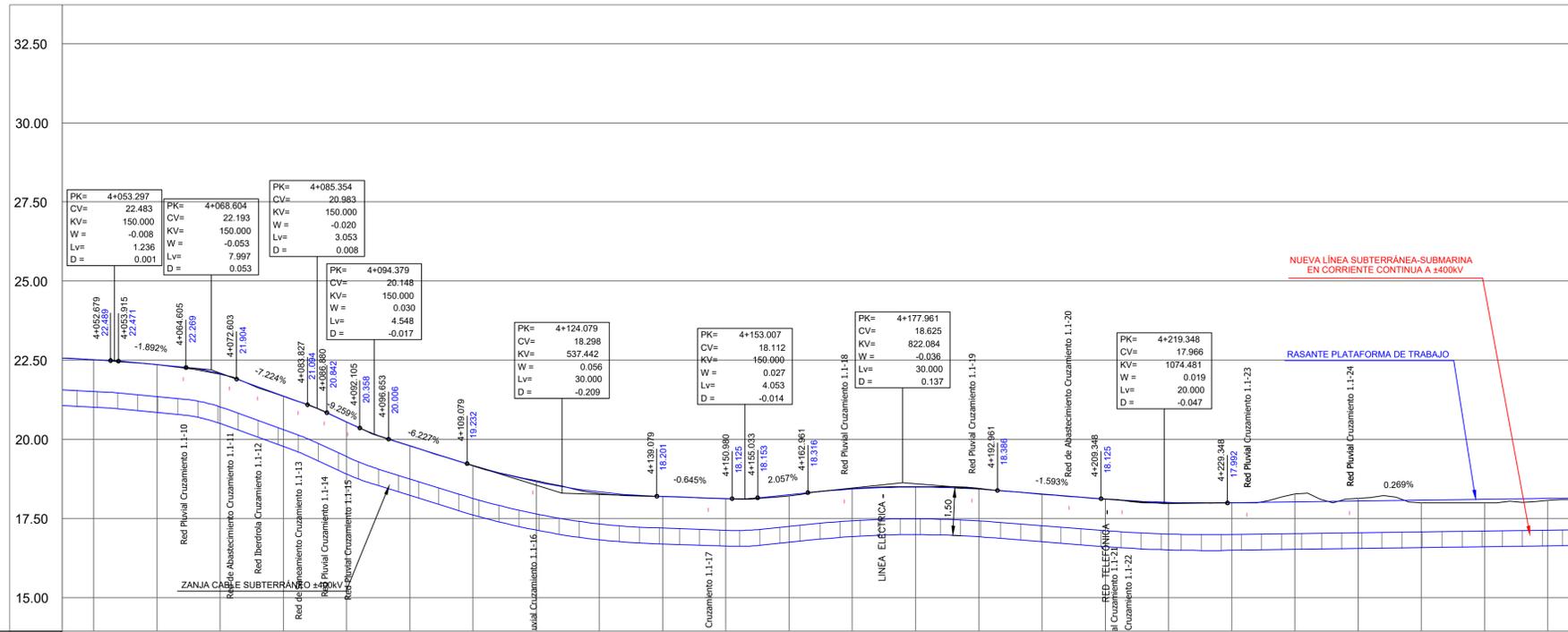


LEYENDA	
	CABLE EN ZANIA 2 CIRCUITOS 400Vcc
	PHD (Cables HVDC ±400kV)
	PHD (FO)

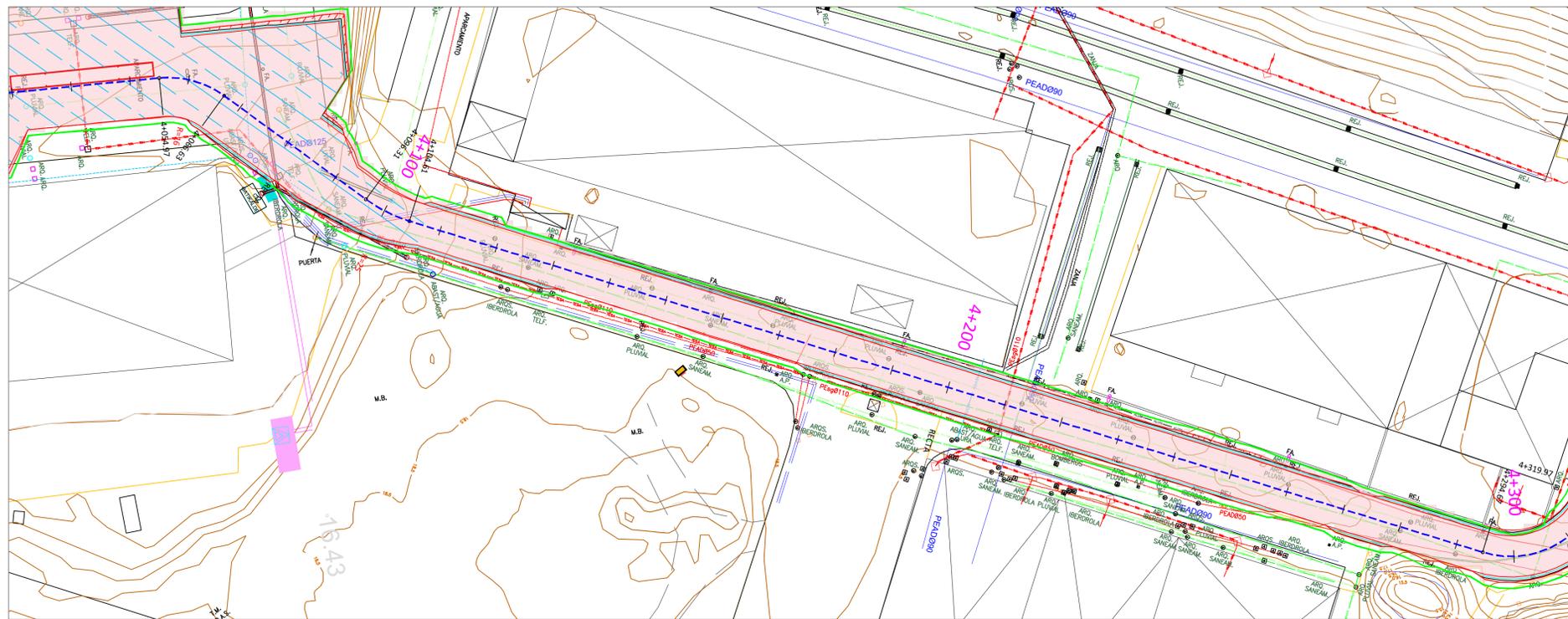
LEYENDA SERVICIOS			
	RED Gas NORTEGAS		RED Abastecimiento PRIVADA
	RED Saneamiento CABB		RED MT IBERDROLA
	RED Saneamiento MUNICIPAL		RED BT IBERDROLA
	RED TESA Telefonica de España		RED Alumbrado
	RED Abastecimiento AGUA URA		RED Pluvial
	RED Abastecimiento UDALSARAK		

	OCCUPACION PERMANENTE
	OCCUPACION TEMPORAL
	ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA, LINEA SUBTERRANEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					REALIZADO 05-2019 V.G.L. VERIFICADO 05-2019 S.M.M. APROBADO 05-2019 R.G.G.
TITULO					N° 7983L002 HOJA 12 DE 40

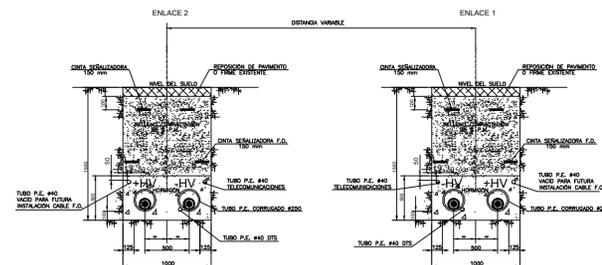


PLANO DE COMPARACION		P.K.	
COTA RASANTE	COTA TERRENO	4+100	4+200
22.518	22.51		
22.356	22.36		
22.070	22.06		
21.370	21.36		
20.553	20.55		
19.798	19.80		
19.176	19.16		
18.663	18.69		
18.337	18.28		
18.195	18.20		
18.131	18.13		
18.255	18.21		
18.331	18.43		
18.400	18.50		
18.428	18.45		
18.274	18.27		
18.115	18.11		
18.008	18.00		
17.764	18.00		
18.021	18.02		
18.048	18.14		
18.075	18.00		
18.102	18.00		
18.228	18.07		



PLANTA GENERAL

ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

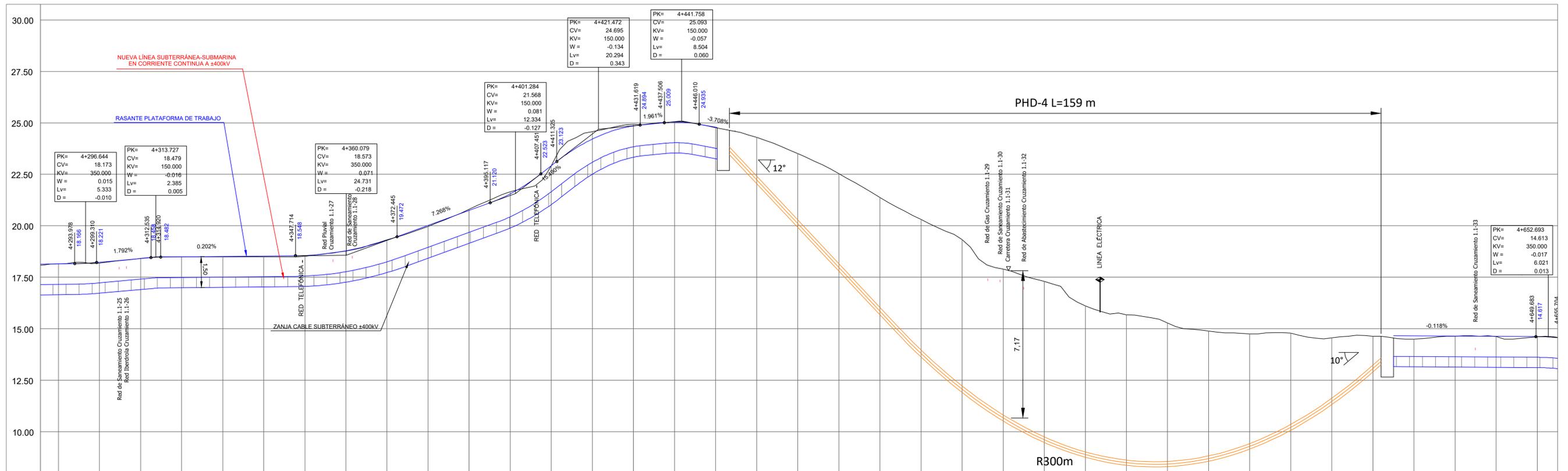
- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
- PHD (Cables HVDC ±400kV)
- PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS

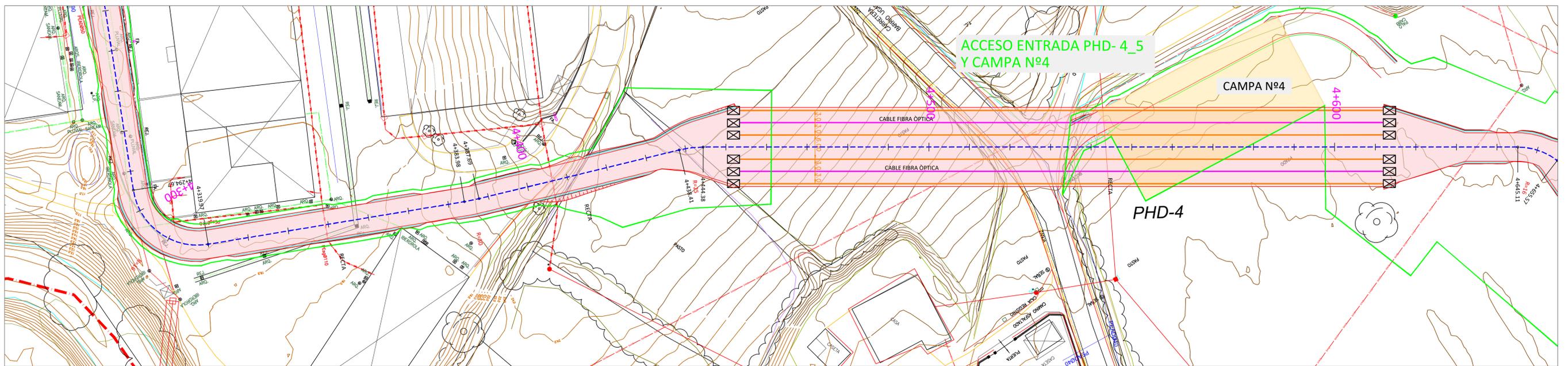
---	---	RED Gas NORTEGAS	---	---	RED Abastecimiento PRIVADA
---	---	RED Saneamiento CABB	---	---	RED MT IBERDROLA
---	---	RED Saneamiento MUNICIPAL	---	---	RED MT IBERDROLA
---	---	RED TESA Telefonica de España	---	---	RED Alumbrado
---	---	RED Abastecimiento AGUA URA	---	---	RED Pluvial
---	---	RED Abastecimiento UDALSAREAK			

OCUPACIÓN PERMANENTE
OCUPACIÓN TEMPORAL
ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7							
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1							
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION							
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:							
					SUSTITUIDO POR:							
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>FECHA</th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>05-2019</td> <td>V.G.L.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>05-2019</td> <td>S.M.M.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>05-2019</td> <td>R.G.G.</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	FECHA	NOMBRE	FIRMA	05-2019	V.G.L.		05-2019
FECHA	NOMBRE	FIRMA										
05-2019	V.G.L.											
05-2019	S.M.M.											
05-2019	R.G.G.											
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRANEO-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					TITULO							
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002							
HOJA 13 DE 40												

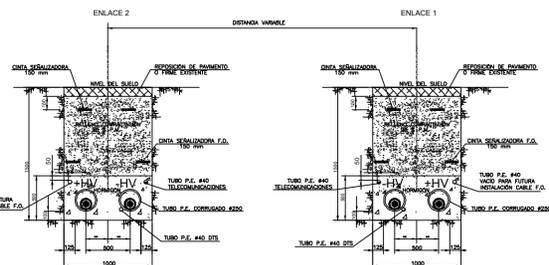
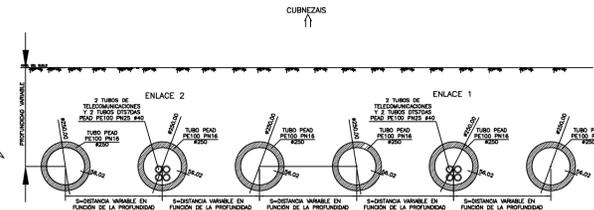


PLANO DE COMPARACION		P.K.	
COTA RASANTE	COTA TERRENO	4+300	4+600
18.155	18.16	18.233	18.20
18.413	18.41	18.492	18.50
18.512	18.50	18.512	18.50
18.532	18.50	18.560	18.52
18.785	18.77	19.303	19.31
20.021	19.97	21.554	21.66
22.919	22.91	24.216	24.58
24.653	24.93	25.038	25.05
24.797	24.76	24.797	24.76
24.29	24.29	23.51	22.53
21.37	21.37	20.30	19.33
17.89	17.89	17.30	16.11
15.11	15.11	14.66	15.28
14.89	14.89	14.75	14.79
14.56	14.56	14.64	14.64
14.652	14.50	14.64	14.64
14.628	14.62	14.628	14.62
14.616	14.62	14.616	14.62



PLANTA GENERAL

ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400Vcc
- PHD (Cables HVDC ±400kV)
- PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS

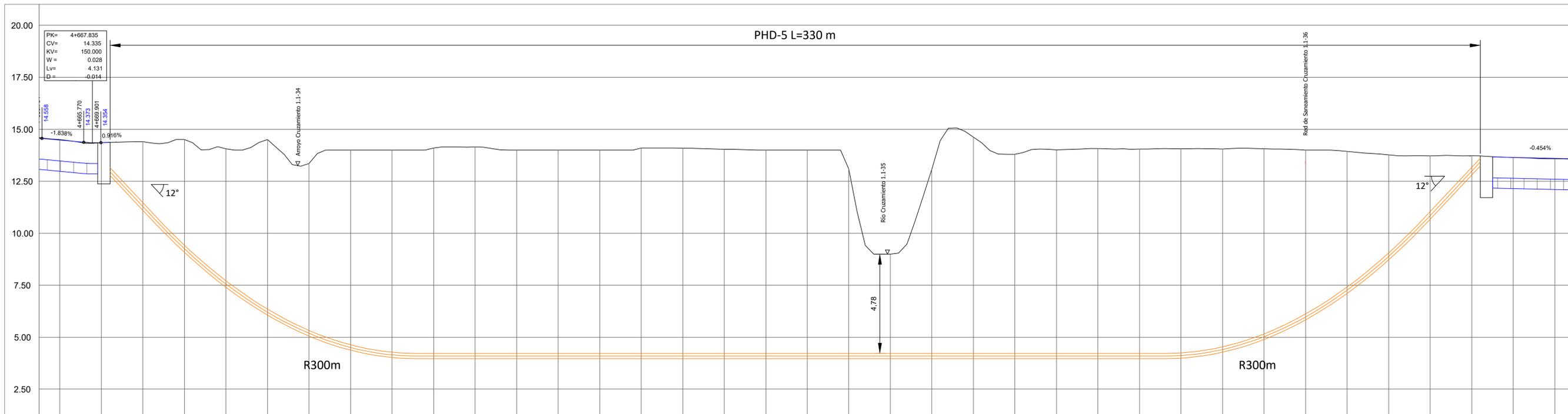
- CASO - CASO - RED GAS NORTEGAS
- SANDE - SANDE - RED Saneamiento CABB
- SANDE - SANDE - RED Saneamiento MUNICIPAL
- TESA - TESA - RED TESA Telefonica de España
- ADAM - ADAM - RED Abastecimiento AGIA LRA
- Abastecimiento - Abastecimiento - RED Abastecimiento UDALSARAK
- ABOR - ABOR - RED Abastecimiento PRIVADA
- MT - MT - RED MT IBERDROLA
- MT - MT - RED MT IBERDROLA
- ALUM - ALUM - RED Alumbrado
- PLUVI - PLUVI - RED Pluvial

OCUPACIÓN PERMANENTE

OCUPACIÓN TEMPORAL

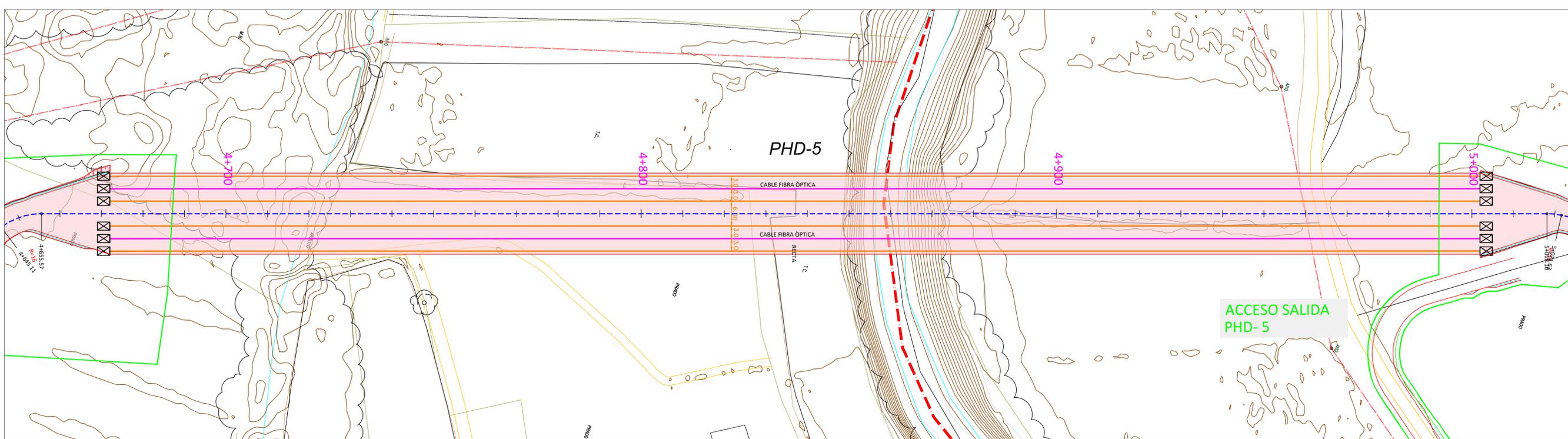
ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					FECHA 05-2019 V.G.L. S.M.M.
VERIFICADO 05-2019 S.M.M.					NOMBRE F.R.G.
APROBADO 05-2019 R.G.G.					FIRMA
TITULO PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002
HOJA 14 DE 40					



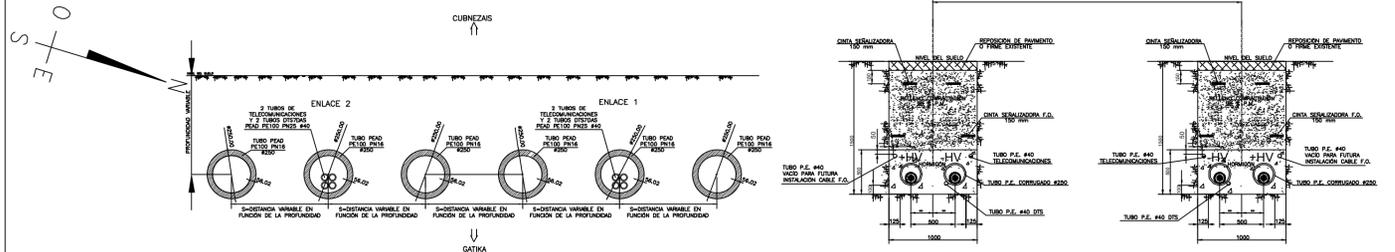
PK=	4+667.835
CV=	14.335
KV=	150.000
W=	0.028
Lv=	4.131
D=	0.014

PLANO DE COMPARACION		P.K.																																						
COTA RASANTE	COTA TERRENO	4+700	4+710	4+720	4+730	4+740	4+750	4+760	4+770	4+780	4+790	4+800	4+810	4+820	4+830	4+840	4+850	4+860	4+870	4+880	4+890	4+900	4+910	4+920	4+930	4+940	4+950	4+960	4+970	4+980	4+990	5+000								
		14.479	14.45	14.365	14.35	14.40	14.50	14.06	14.50	13.35	14.00	14.00	14.10	14.14	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	13.09	9.00	13.07	14.62	13.79	14.01	14.07	14.05	14.06	14.05	14.06	14.00	13.93	13.76	13.72	13.73	13.63	13.64	13.58	13.58



PLANTA GENERAL

ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



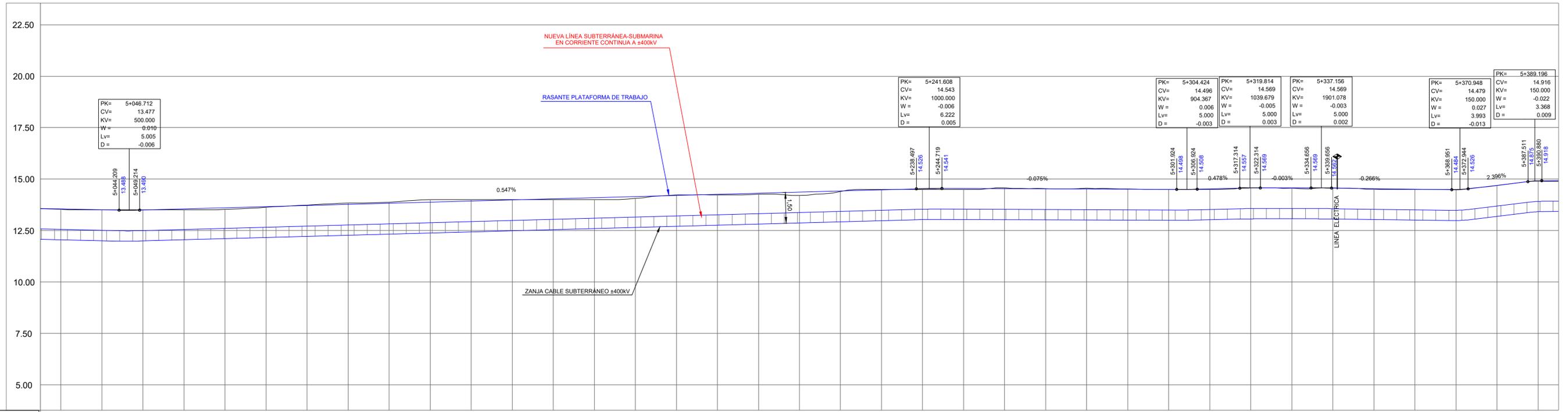
OCUPACIÓN PERMANENTE (Red solid line)

OCUPACIÓN TEMPORAL (Green dashed line)

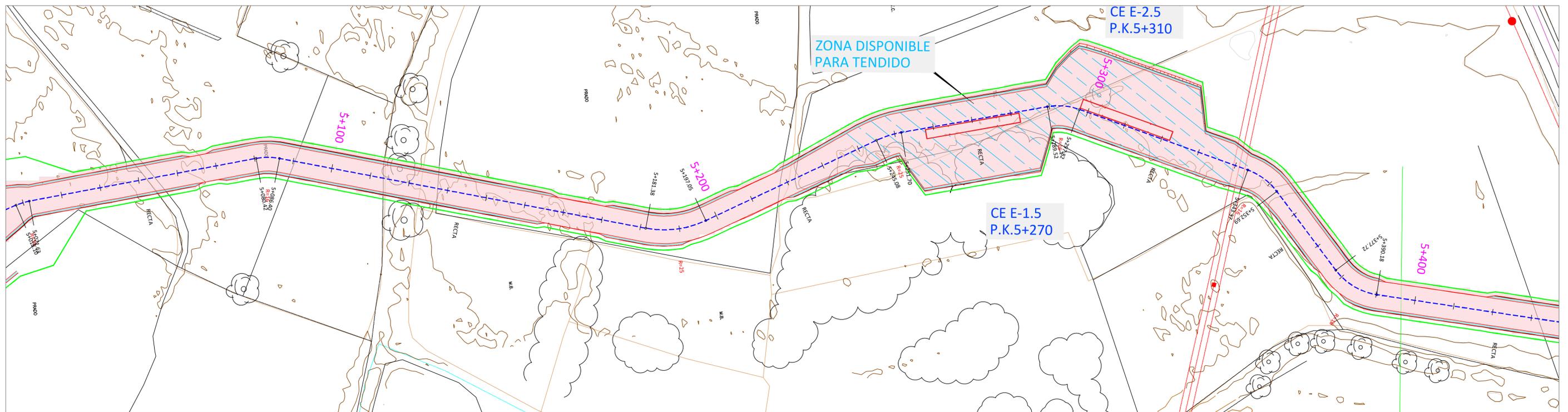
ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO (Blue hatched area)

LEYENDA SERVICIOS	
	RED Gas NORTEGAS
	RED Saneamiento MUNICIPAL
	RED TESA Telefonica de España
	RED Abastecimiento AGUA URA
	RED Abastecimiento UDALSAREAK
	RED Abastecimiento PRIVADA
	RED MT IBERDROLA
	RED BT IBERDROLA
	RED Alumbrado
	RED Pluvial

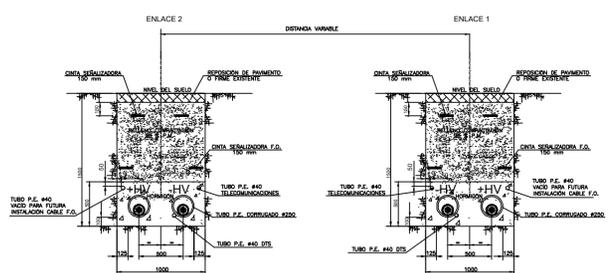
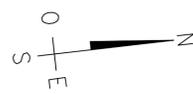
E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1
EDICION FECHA REALIZADO VERIFICADO APROBADO MODIFICACION					
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPANA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA, LINEA SUBTERRANEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					SUSTITUYE POR:
		FECHA	NOMBRE	FIRMA	
REALIZADO	05-2019	V.G.L.			
VERIFICADO	05-2019	S.M.M.			
APROBADO	05-2019	R.G.G.			
TITULO					Nº 7983L002
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					HOJA 15 DE 40



PLANO DE COMPARACION		P.K.																																																																																
COTA RASANTE	COTA TERRENO	5+000	5+005	5+010	5+015	5+020	5+025	5+030	5+035	5+040	5+045	5+050	5+055	5+060	5+065	5+070	5+075	5+080	5+085	5+090	5+095	5+100	5+105	5+110	5+115	5+120	5+125	5+130	5+135	5+140	5+145	5+150	5+155	5+160	5+165	5+170	5+175	5+180	5+185	5+190	5+195	5+200	5+205	5+210	5+215	5+220	5+225	5+230	5+235	5+240	5+245	5+250	5+255	5+260	5+265	5+270	5+275	5+280	5+285	5+290	5+295	5+300	5+305	5+310	5+315	5+320	5+325	5+330	5+335	5+340	5+345	5+350	5+355	5+360	5+365	5+370	5+375	5+380	5+385	5+390	5+395	5+400
		13.563	13.63	13.507	13.50	13.495	13.50	13.549	13.51	13.604	13.55	13.659	13.63	13.713	13.74	13.768	13.83	13.823	13.88	13.878	14.00	13.932	14.00	13.907	14.00	14.042	14.00	14.006	14.00	14.151	14.06	14.206	14.23	14.261	14.23	14.315	14.27	14.370	14.20	14.425	14.39	14.479	14.50	14.533	14.50	14.537	14.50	14.529	14.57	14.522	14.53	14.574	14.55	14.506	14.50	14.499	14.50	14.522	14.50	14.567	14.57	14.57	14.57	14.569	14.56	14.561	14.57	14.524	14.51	14.508	14.50	14.485	14.50	14.695	14.69	14.614	14.60					



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/500
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400Vcc
- PHD (Cables HVDC ±400kV)
- PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS

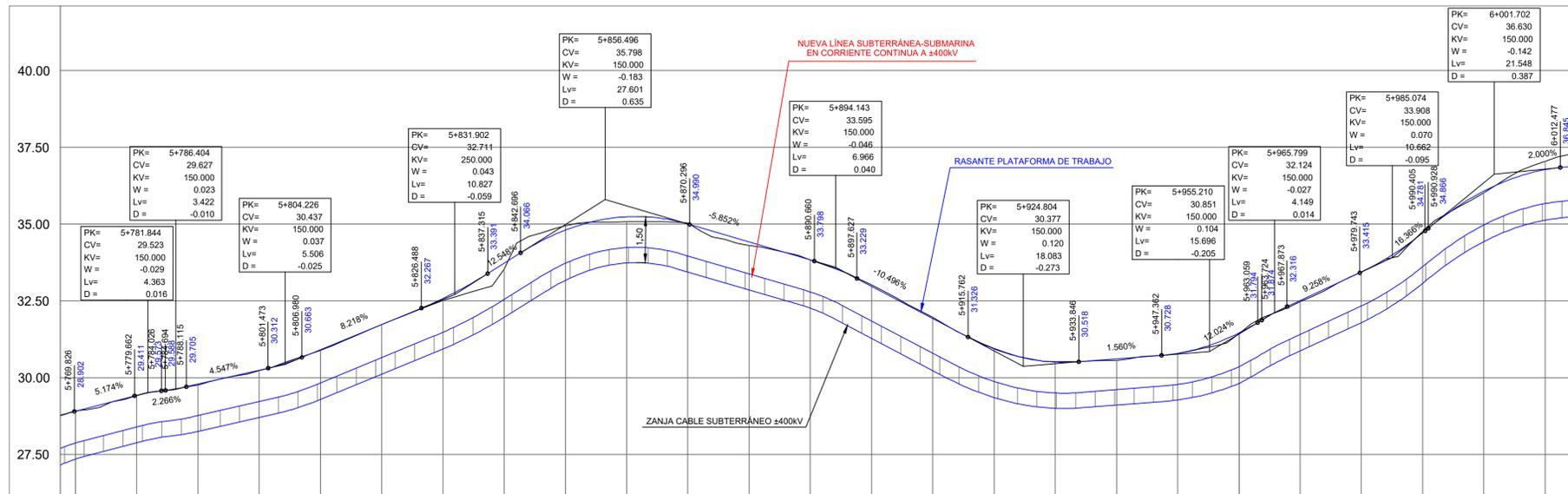
- CASO - CASO - RED Gas NORTEGAS
- SANDE - SANDE - RED Saneamiento MUNICIPAL
- TESA - TESA - RED TESA Telefonica de España
- ABARA - ABARA - RED Abastecimiento AGUA URA
- Abastecimiento - RED Abastecimiento UDALSAREAK
- ABAROD - ABAROD - RED Abastecimiento PRIVADA
- MT - MT - RED MT IBERDROLA
- ALUM - ALUM - RED Alumbrado
- PLUVI - PLUVI - RED Pluvial

OCUPACIÓN PERMANENTE (Red)

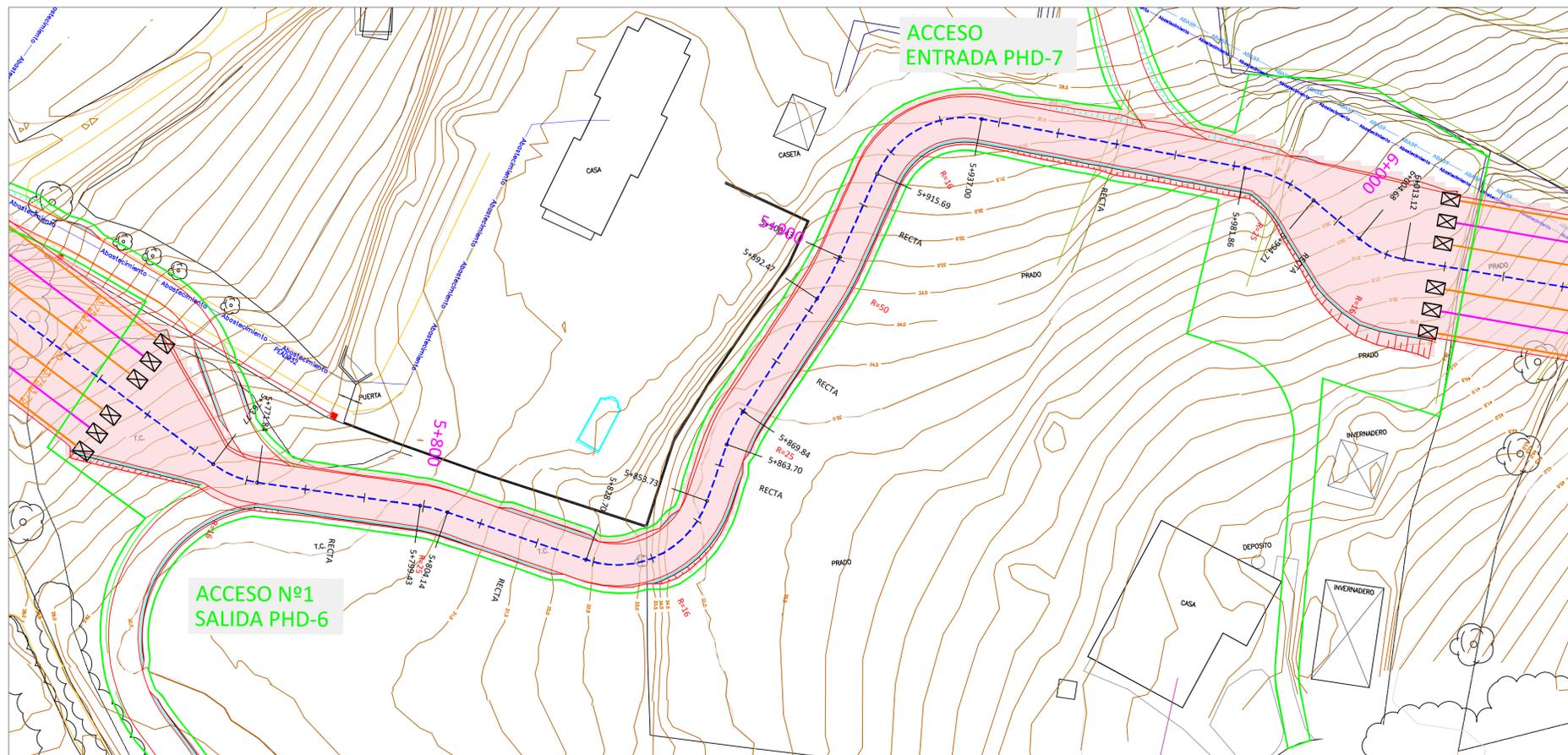
OCUPACIÓN TEMPORAL (Green)

ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO (Pink)

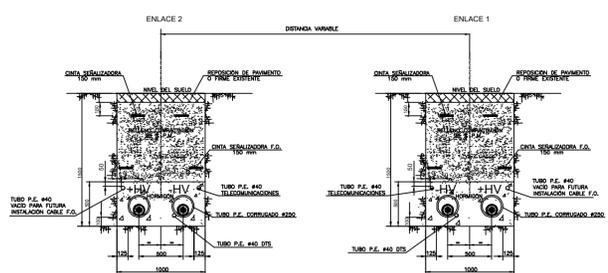
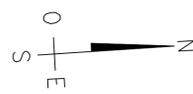
E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA, LINEA SUBTERRANEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATICA-FRONTERA FRANCESA					SUSTITUYE POR:
TITULO					FECHA NOMBRE FIRMA
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					REALIZADO 05-2019 V.G.L. VERIFICADO 05-2019 S.M.M. APROBADO 05-2019 R.G.G.
N° 7983L002					HOJA 16 DE 40



PLANO DE COMPARACION		P.K.	
COTA RASANTE	COTA TERRENO	5+800	5+900
28.911	28.93		
29.428	29.42		
29.790	29.77		
30.245	30.24		
30.612	30.66		
31.733	31.72		
32.580	32.51		
33.728	33.53		
34.805	34.95		
35.239	35.08		
35.007	35.04		
34.422	34.31		
33.837	33.84		
32.980	32.93		
31.950	31.97		
30.941	30.96		
30.507	30.52		
30.614	30.56		
30.793	30.79		
31.458	31.44		
32.513	32.48		
33.439	33.44		
34.715	34.76		
36.077	36.02		
36.775	37.05		



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
- PHD (Cables HVDC ±400kV)
- PHD (FO)

OCUPACIÓN PERMANENTE

OCUPACIÓN TEMPORAL

ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

LEYENDA SERVICIOS

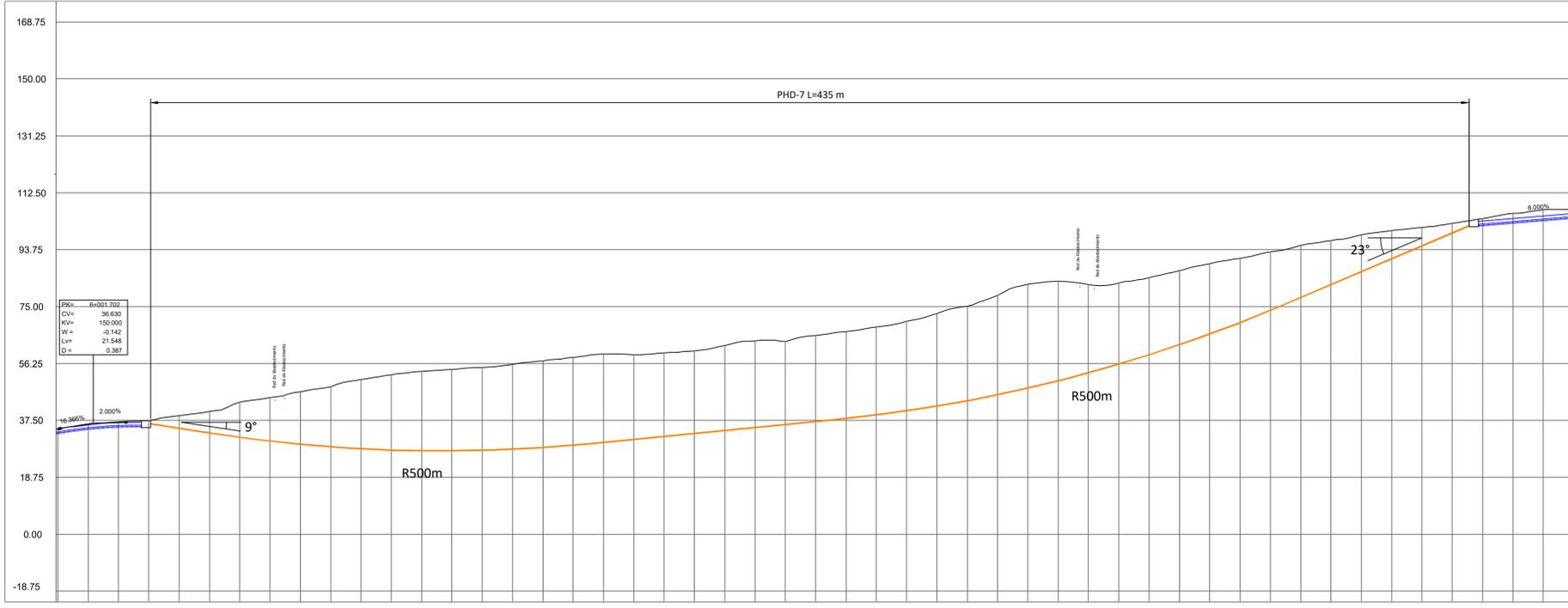
- CASO - CASO - RED Gas NORTEGAS
- SANE - SANE - RED Saneamiento CABB
- TEMA - TEMA - RED TESA Telefonica de España
- ABAS - ABAS - RED Abastecimiento AGUA URA
- Abastecimiento - RED Abastecimiento UDALSAREAK
- ABAS - ABAS - RED Abastecimiento PRIVADA
- IB - IB - RED MT IBERDROLA
- ALUM - ALUM - RED Alumbrado
- PLUV - PLUV - RED Pluvial

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRANEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					FECHA 05-2019 NOMBRE V.G.L. FIRMA
VERIFICADO 05-2019 S.M.M. 					FECHA 05-2019 NOMBRE R.G.G. FIRMA
APROBADO 05-2019 R.G.G. 					N° 7983L002
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					HOJA 18 DE 40

PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA H=1/700 V=1/750
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.

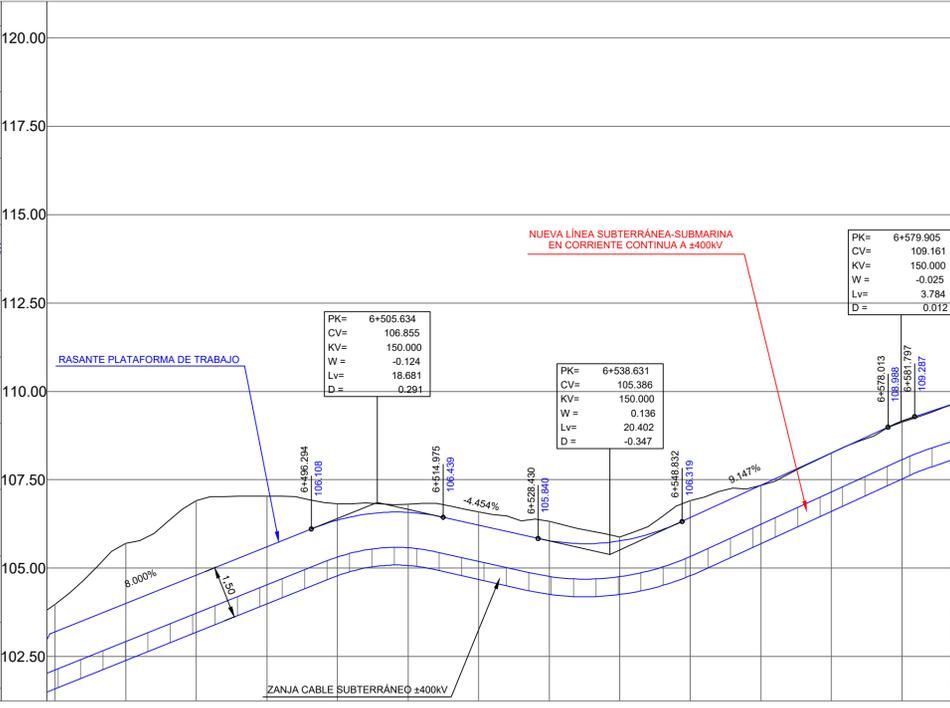
T.M. DE MARURI-JATABE JATABE



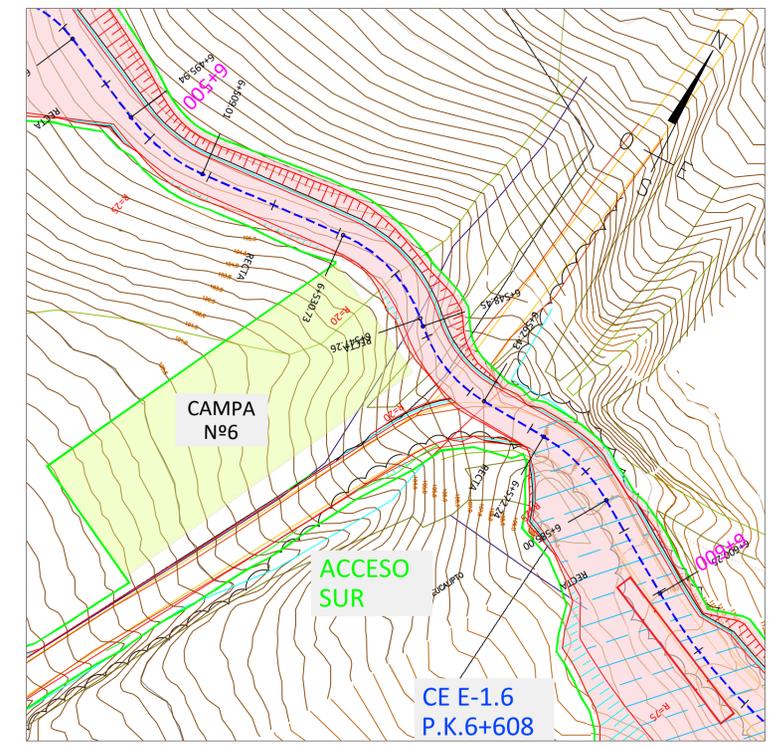
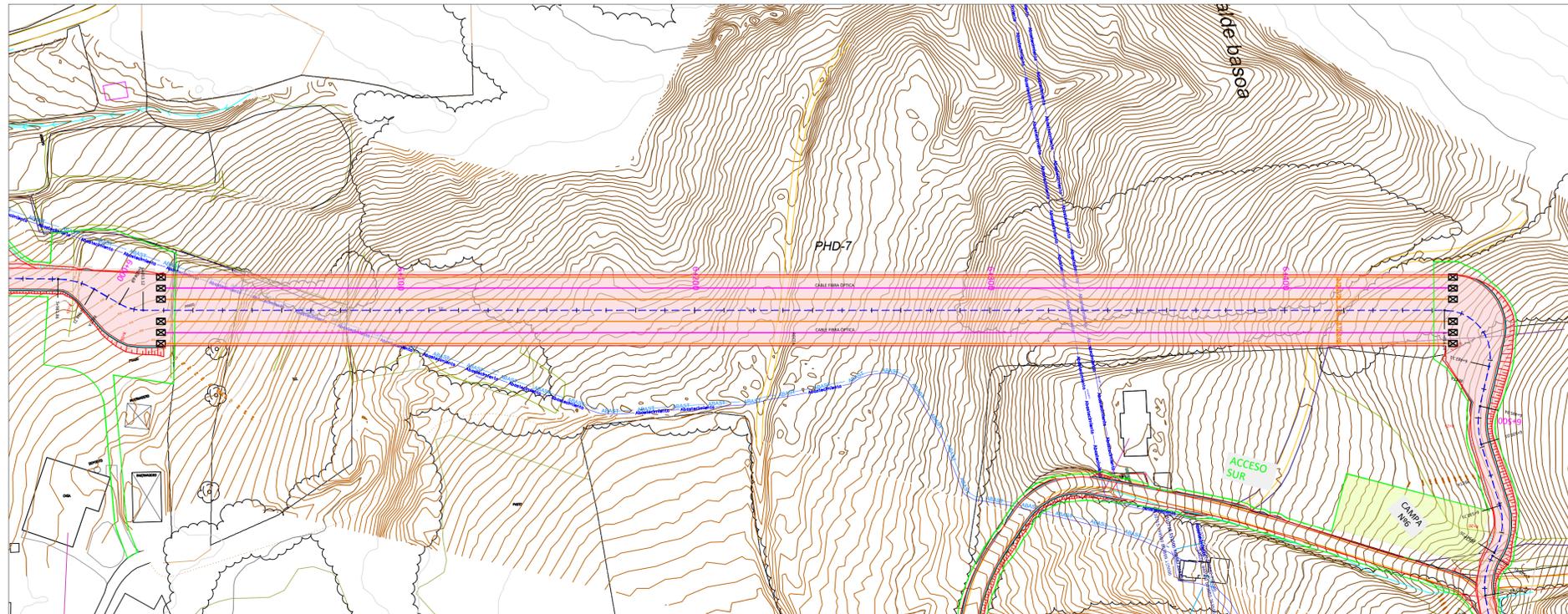
P.K.	COTA RASANTE	COTA TERRENO
5973	36.077	36.077
5974	36.077	36.077
5975	36.077	36.077
5976	36.077	36.077
5977	36.077	36.077
5978	36.077	36.077
5979	36.077	36.077
5980	36.077	36.077
5981	36.077	36.077
5982	36.077	36.077
5983	36.077	36.077
5984	36.077	36.077
5985	36.077	36.077
5986	36.077	36.077
5987	36.077	36.077
5988	36.077	36.077
5989	36.077	36.077
5990	36.077	36.077
5991	36.077	36.077
5992	36.077	36.077
5993	36.077	36.077
5994	36.077	36.077
5995	36.077	36.077
5996	36.077	36.077
5997	36.077	36.077
5998	36.077	36.077
5999	36.077	36.077
6000	36.077	36.077
6001	36.077	36.077
6002	36.077	36.077
6003	36.077	36.077
6004	36.077	36.077
6005	36.077	36.077
6006	36.077	36.077
6007	36.077	36.077
6008	36.077	36.077
6009	36.077	36.077
6010	36.077	36.077
6011	36.077	36.077
6012	36.077	36.077
6013	36.077	36.077
6014	36.077	36.077
6015	36.077	36.077
6016	36.077	36.077
6017	36.077	36.077
6018	36.077	36.077
6019	36.077	36.077
6020	36.077	36.077
6021	36.077	36.077
6022	36.077	36.077
6023	36.077	36.077
6024	36.077	36.077
6025	36.077	36.077
6026	36.077	36.077
6027	36.077	36.077
6028	36.077	36.077
6029	36.077	36.077
6030	36.077	36.077
6031	36.077	36.077
6032	36.077	36.077
6033	36.077	36.077
6034	36.077	36.077
6035	36.077	36.077
6036	36.077	36.077
6037	36.077	36.077
6038	36.077	36.077
6039	36.077	36.077
6040	36.077	36.077
6041	36.077	36.077
6042	36.077	36.077
6043	36.077	36.077
6044	36.077	36.077
6045	36.077	36.077
6046	36.077	36.077
6047	36.077	36.077
6048	36.077	36.077
6049	36.077	36.077
6050	36.077	36.077
6051	36.077	36.077
6052	36.077	36.077
6053	36.077	36.077
6054	36.077	36.077
6055	36.077	36.077
6056	36.077	36.077
6057	36.077	36.077
6058	36.077	36.077
6059	36.077	36.077
6060	36.077	36.077
6061	36.077	36.077
6062	36.077	36.077
6063	36.077	36.077
6064	36.077	36.077
6065	36.077	36.077
6066	36.077	36.077
6067	36.077	36.077
6068	36.077	36.077
6069	36.077	36.077
6070	36.077	36.077
6071	36.077	36.077
6072	36.077	36.077
6073	36.077	36.077

PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA H=1/500 V=1/100
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.

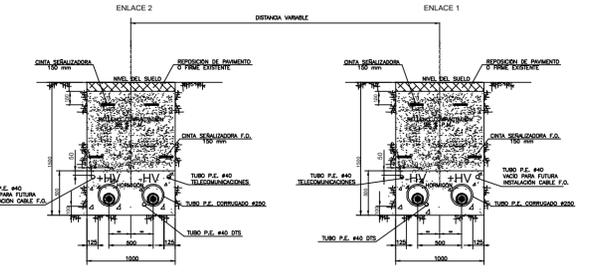
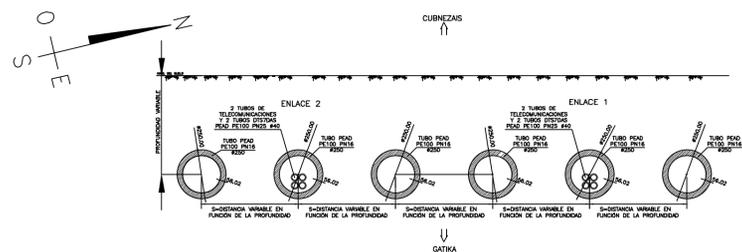


P.K.	COTA RASANTE	COTA TERRENO
6037	103.205	103.205
6038	103.205	103.205
6039	103.205	103.205
6040	103.205	103.205
6041	103.205	103.205
6042	103.205	103.205
6043	103.205	103.205
6044	103.205	103.205
6045	103.205	103.205
6046	103.205	103.205
6047	103.205	103.205
6048	103.205	103.205
6049	103.205	103.205
6050	103.205	103.205
6051	103.205	103.205
6052	103.205	103.205
6053	103.205	103.205
6054	103.205	103.205
6055	103.205	103.205
6056	103.205	103.205
6057	103.205	103.205
6058	103.205	103.205
6059	103.205	103.205
6060	103.205	103.205
6061	103.205	103.205
6062	103.205	103.205
6063	103.205	103.205
6064	103.205	103.205
6065	103.205	103.205
6066	103.205	103.205
6067	103.205	103.205
6068	103.205	103.205
6069	103.205	103.205
6070	103.205	103.205
6071	103.205	103.205
6072	103.205	103.205
6073	103.205	103.205



PLANTA GENERAL

ESCALA 1/750
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
- PHD (Cables HVDC ±400kV)
- PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS

- GAS - GAS - RED GAS NORTEGAS
- SANEAMIENTO - SANEAMIENTO - RED SANEAMIENTO CABB
- TESA - TESA - RED TESA Telefonica de España
- ADAM - ADAM - RED Abastecimiento AGUA LRA
- Abastecimiento - Abastecimiento - RED Abastecimiento UDALSAREAK
- ABOR - ABOR - RED Abastecimiento PRIVADA
- IBER - IBER - RED MT IBERDROLA
- ALUM - ALUM - RED Alumbrado
- PLUV - PLUV - RED Pluvial

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION

inelfe

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE
DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

FECHA	NOMBRE	FIRMA
05-2019	V.G.L.	[Firma]
05-2019	S.M.M.	[Firma]
05-2019	R.G.G.	[Firma]

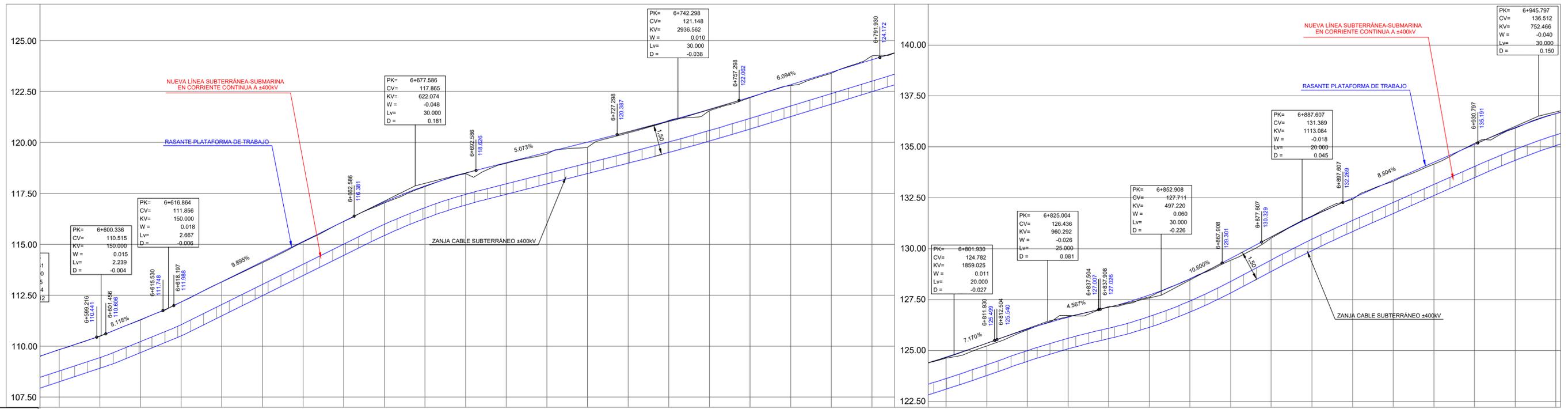
INSTALACION
PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA, LINEA SUBTERRANEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATICA-FRONTERA FRANCESA

TITULO

PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

N° 7983L002

HOJA 19 DE 40



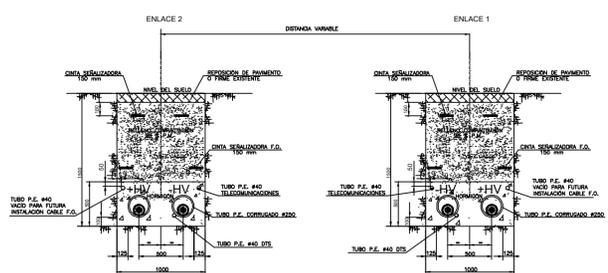
PLANO DE COMPARACION		
P.K.		
COTA RASANTE	COTA TERRENO	
109.630	109.63	
110.495	110.47	
111.269	111.26	
112.167	112.17	
113.146	113.15	
114.146	114.10	
115.135	115.11	
116.125	116.12	
117.070	117.03	
117.960	117.85	
118.489	118.46	
119.002	118.98	
119.509	119.43	
120.017	119.76	
120.525	120.47	
121.039	121.07	
121.526	121.57	
122.227	122.20	
122.836	122.79	
123.445	123.39	
124.055	124.25	

6+800												6+900																			
124.482	124.63	125.362	125.32	126.048	126.02	126.635	126.72	127.126	127.16	127.725	127.72	128.525	128.51	129.523	129.44	130.580	130.52	131.574	131.60	132.480	132.42	133.360	133.31	134.241	134.15	135.121	135.16	135.945	135.92	136.637	136.62



PLANTA GENERAL

ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.

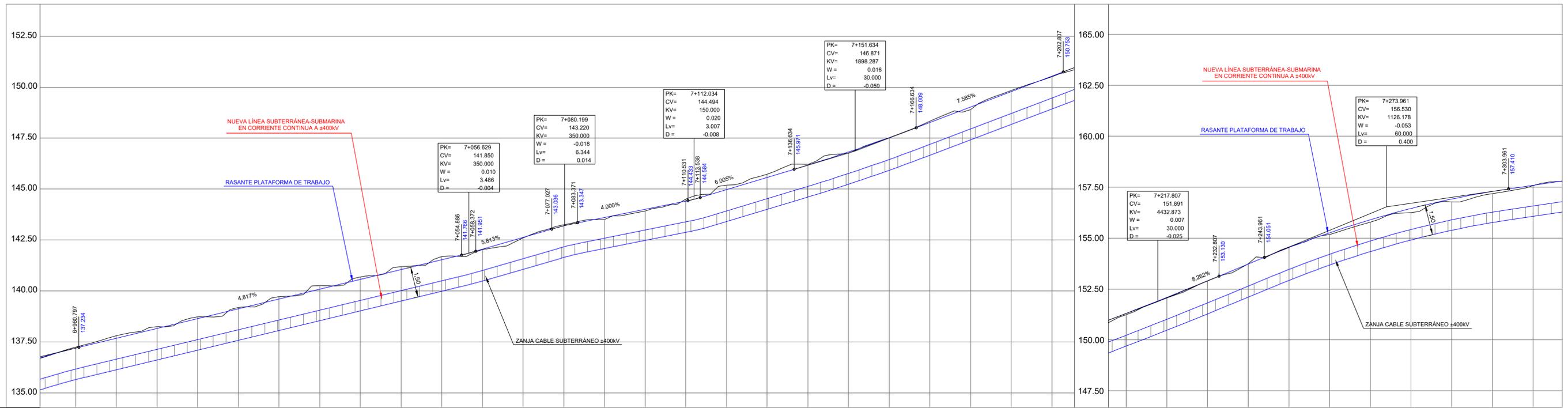


LEYENDA	
	CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
	PHD (Cables HVDC ±400kV)
	PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS					
	CASO	RED Gas NORTEGAS		ABASAR	RED Abastecimiento PRIVADA
	SANDE	RED Saneamiento CABB		MT	RED MT BERRODOLA
	SANDE	RED Saneamiento MUNICIPAL		MT	RED BT BERRODOLA
	TESA	RED TESA Telefonica de España		ALUMBA	RED Alumbrado
	ABASAR	RED Abastecimiento AGUA URA		FLUJID	RED Fluviad
	Abastecimiento	RED Abastecimiento UDALSARAK			

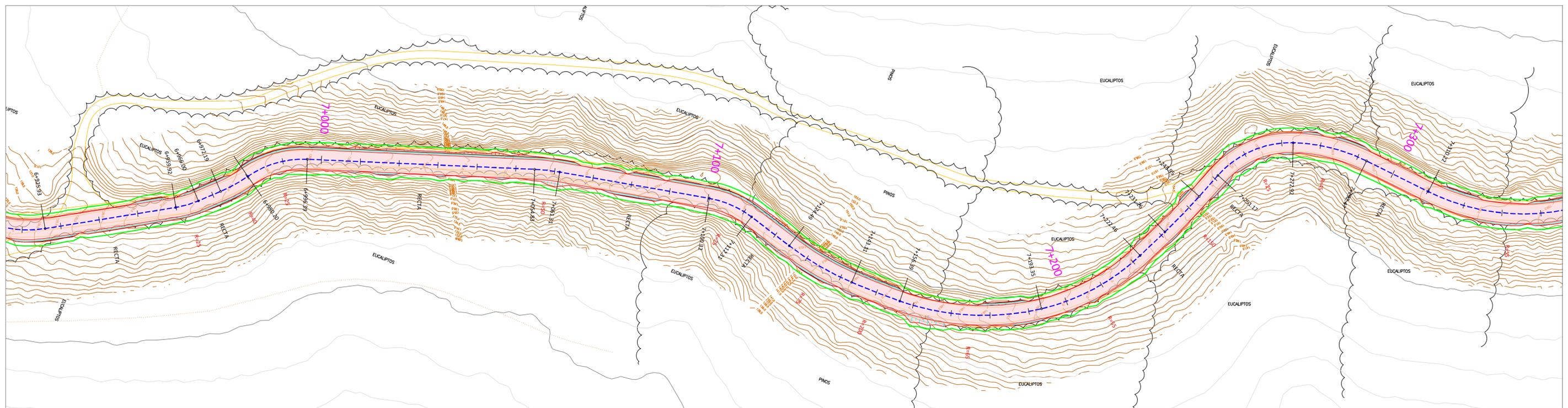
	OCCUPACION PERMANENTE
	OCCUPACION TEMPORAL
	ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATICA-FRONTERA FRANCESA					FECHA 05-2019 NOMBRE V.G.L. VERIFICADO 05-2019 S.M.M. APROBADO 05-2019 R.G.G.
TITULO PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002 HOJA 20 DE 40

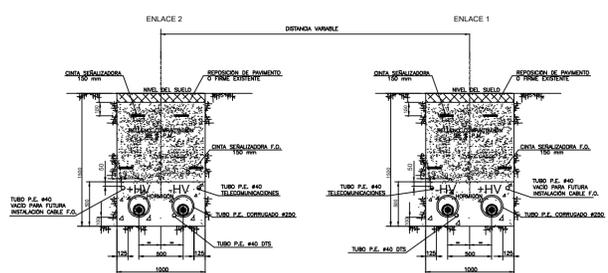
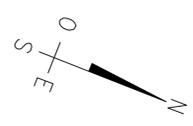


PLANO DE COMPARACION		P.K.	
COTA RASANTE	COTA TERRENO		
		7+000	7+100
137.195	137.24	137.195	137.24
137.677	137.80	137.677	137.80
138.169	138.24	138.169	138.24
138.641	138.73	138.641	138.73
139.122	139.19	139.122	139.19
139.604	139.72	139.604	139.72
140.089	140.27	140.089	140.27
140.567	140.69	140.567	140.69
141.049	141.19	141.049	141.19
141.531	141.69	141.531	141.69
142.014	142.04	142.014	142.04
142.497	142.61	142.497	142.61
142.980	143.25	142.980	143.25
143.462	143.50	143.462	143.50
143.945	144.12	143.945	144.12
144.428	144.51	144.428	144.51
144.911	145.20	144.911	145.20
145.394	145.72	145.394	145.72
145.877	146.22	145.877	146.22
146.360	146.75	146.360	146.75
146.843	147.31	146.843	147.31
147.326	147.82	147.326	147.82
147.809	148.33	147.809	148.33
148.292	148.83	148.292	148.83
148.775	149.34	148.775	149.34
149.258	149.84	149.258	149.84
149.741	150.40	149.741	150.40
150.224	150.52	150.224	150.52

P.K.	
COTA RASANTE	COTA TERRENO
151.304	151.23
151.787	152.08
152.270	152.90
152.753	153.724
153.236	154.548
153.719	155.372
154.202	156.196
154.685	157.020
155.168	157.844
155.651	158.668
156.134	159.492
156.617	160.316
157.100	161.140
157.583	161.964
158.066	162.788



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.

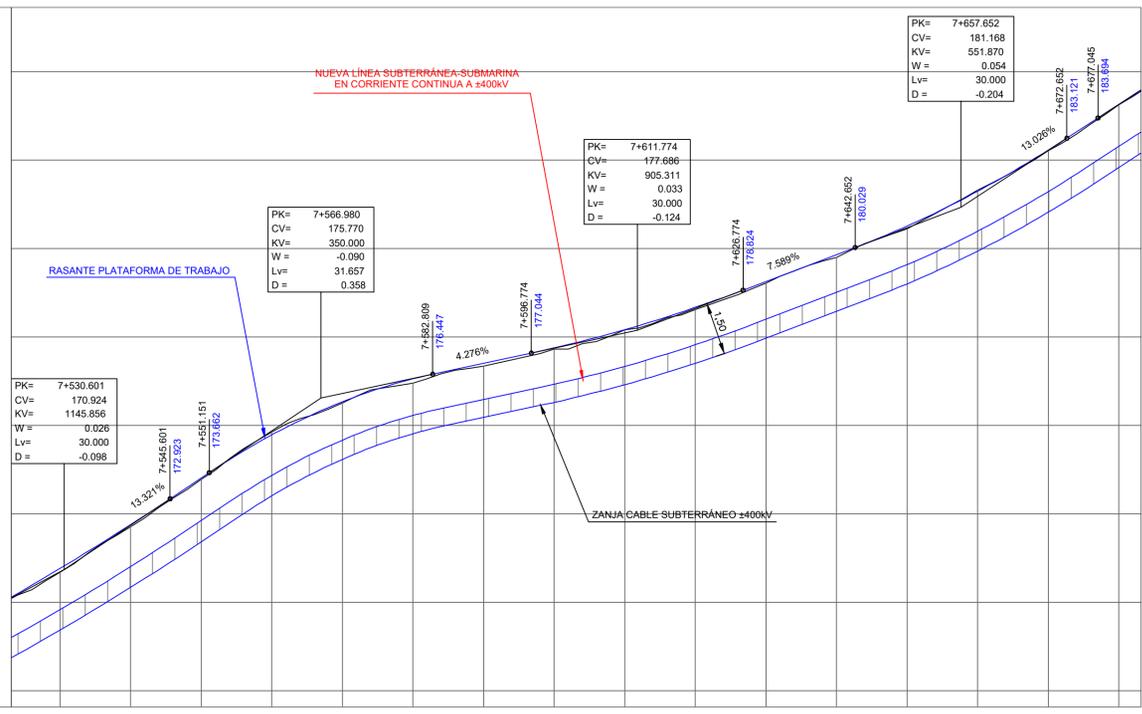
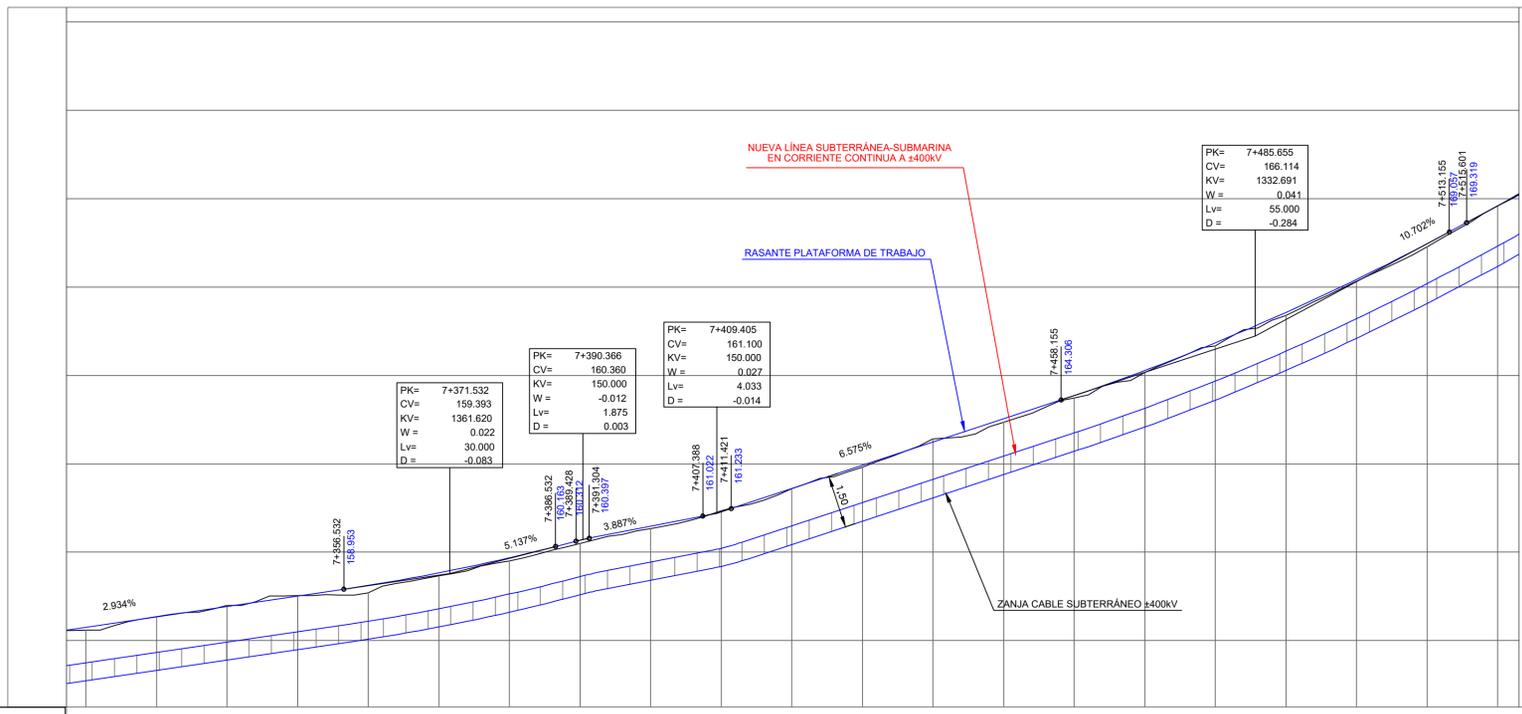


LEYENDA	
	CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400Vcc
	PHD (Cables HVDC ±400kV)
	PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS	
	RED Gas NORTEGAS
	RED Saneamiento CABB
	RED TESA Telefonica de España
	RED Abastecimiento AGUA URA
	RED Abastecimiento UDALSAREAK
	RED Abastecimiento PRIVADA
	RED MT IBERDROLA
	RED Alumbrao
	RED Pluvial

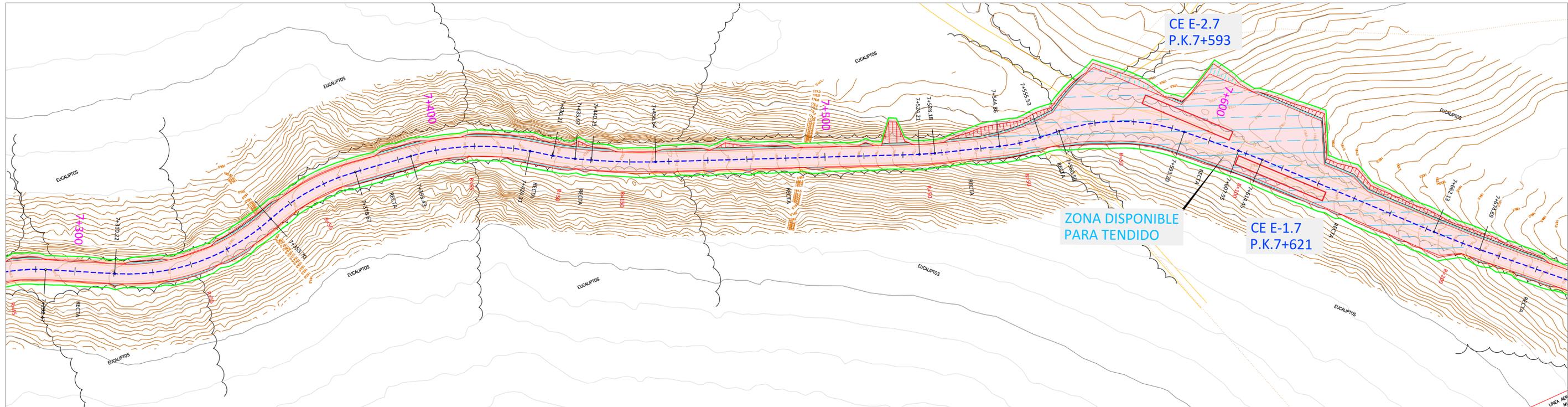
	OCCUPACION PERMANENTE
	OCCUPACION TEMPORAL
	ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					REALIZADO 05-2019 V.G.L. VERIFICADO 05-2019 S.M.M. APROBADO 05-2019 R.G.G.
TITULO PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002 HOJA 21 DE 40

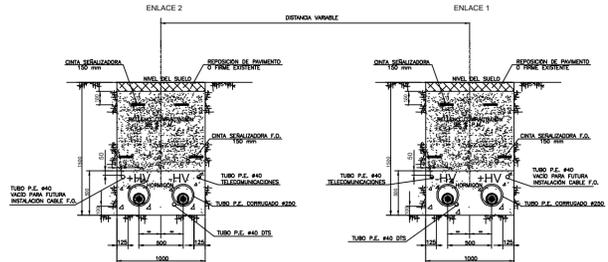
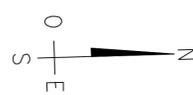


PLANO DE COMPARACION		P.K.	
COTA RASANTE	COTA TERRENO	7+400	7+500
157.80	157.80		
158.74	158.74		
158.18	158.18		
158.468	158.50		
158.761	158.77		
159.059	159.05		
159.414	159.34		
159.76	159.76		
160.340	160.24		
160.735	160.67		
161.148	161.18		
161.797	161.80		
162.454	162.41		
163.112	163.20		
163.770	163.67		
164.428	164.36		
165.137	165.09		
165.821	165.84		
166.780	166.70		
167.714	167.66		
168.723	168.63		
169.708	169.80		

P.K.		7+600
170.061	170.84	
172.190	172.12	
173.508	173.47	
174.729	174.81	
175.665	175.64	
176.516	176.19	
176.755	176.68	
177.589	177.16	
177.700	177.71	
178.335	178.27	
179.069	179.03	
179.828	179.75	
180.636	180.56	
181.618	181.85	
182.782	182.77	
184.072	184.07	



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.

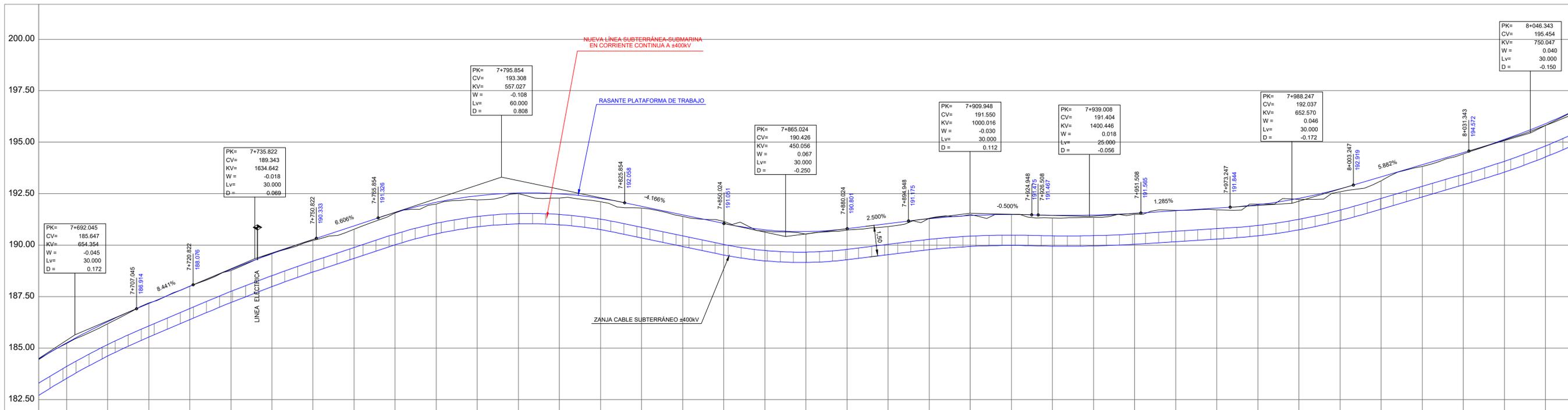


LEYENDA	
	CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
	PHD (Cables HVDC ±400kV)
	PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS	
	RED Gas NORTEGAS
	RED Saneamiento CABB
	RED Saneamiento MUNICIPAL
	RED TESA Telefonica de España
	RED Abastecimiento AGUA URA
	RED Abastecimiento UDALSARAK
	RED Abastecimiento PRIVADA
	RED MT BERDORLA
	RED MT BERDORLA
	RED Alumbrado
	RED Pluvial

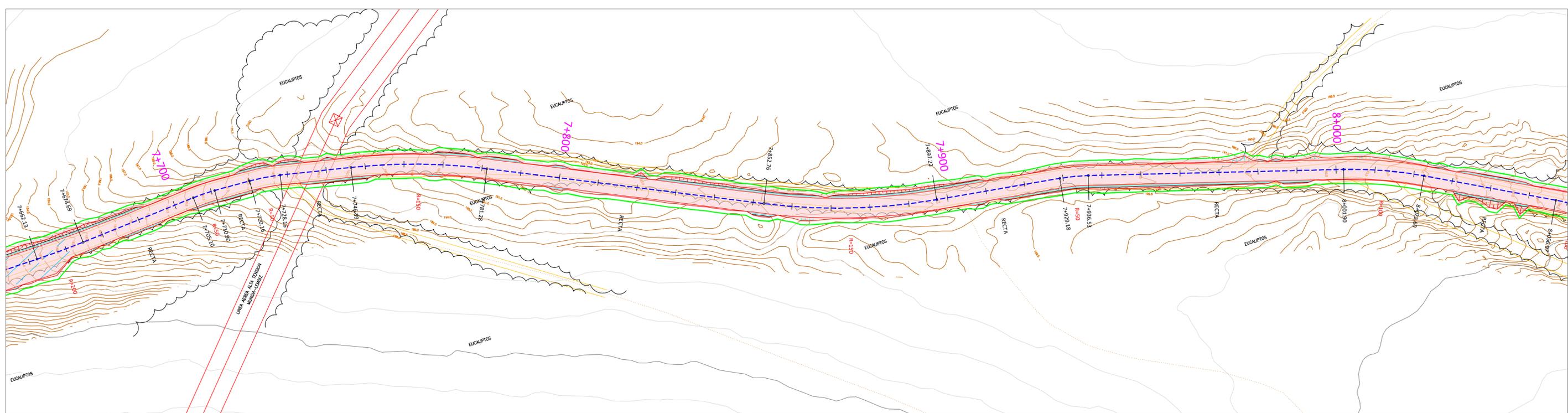
	OCCUPACIÓN PERMANENTE
	OCCUPACIÓN TEMPORAL
	ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1
EDICION FECHA REALIZADO VERIFICADO APROBADO MODIFICACION					
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATICA-FRONTERA FRANCESA					SUSTITUYE POR:
REALIZADO		05-2019	V.G.L.		
VERIFICADO		05-2019	S.M.M.		
APROBADO		05-2019	R.G.G.		
TITULO					N° 7983L002
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					HOJA 22 DE 40

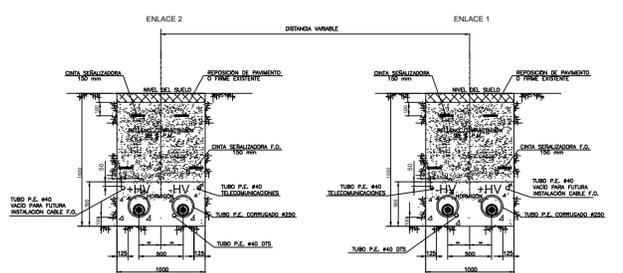
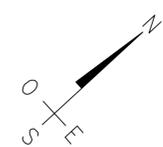


PLANO DE COMPARACION

P.K.																																																																									
COTA RASANTE	COTA TERRENO	7+700							7+800							7+900							8+000																																																		
185.253	185.23	186.281	186.18	187.103	187.20	188.007	188.01	188.825	188.77	189.583	189.59	190.279	190.23	190.940	190.76	191.595	191.56	192.384	191.99	192.398	192.20	192.535	192.50	192.493	192.29	192.271	192.11	191.896	191.81	191.489	191.40	191.662	191.15	191.746	190.68	190.862	190.53	190.801	190.73	191.051	190.90	191.298	191.31	191.438	191.49	191.487	191.50	191.454	191.32	191.464	191.34	191.548	191.50	191.674	191.69	191.693	191.71	191.966	192.00	192.275	192.23	192.738	192.60	193.317	193.12	193.905	193.83	194.493	194.43	195.101	195.10	195.802	195.81



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

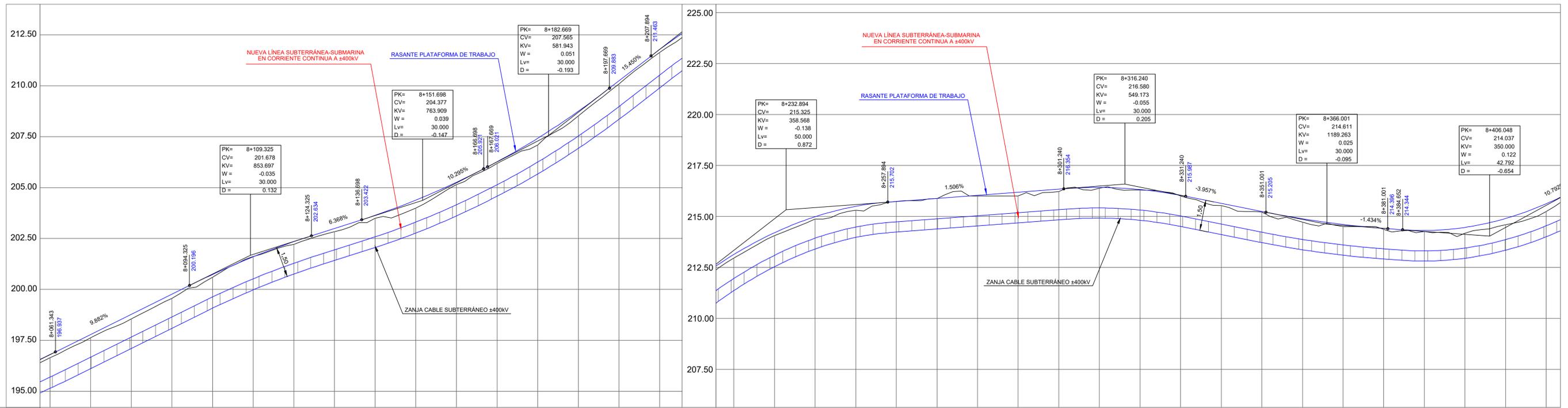
	CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
	PHD (Cables HVDC 400kV)
	PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS

	CASO - CASO	RED Gas NORTEGAS		ABAS - ABAS	RED Abastecimiento PRIVADA
	SANE - SANE	RED Saneamiento CABB		MT - MT	RED MT IBERDROLA
	SANE - SANE	RED Saneamiento MUNICIPAL		AL - AL	RED BT IBERDROLA
	TESA - TESA	RED TESA Telefonica de España		ALUM - ALUM	RED Alumbrado
	ABAS - ABAS	RED Abastecimiento AGUA URA		PLUV - PLUV	RED Pluvial
	Abastecimiento	RED Abastecimiento UDALSARAK			

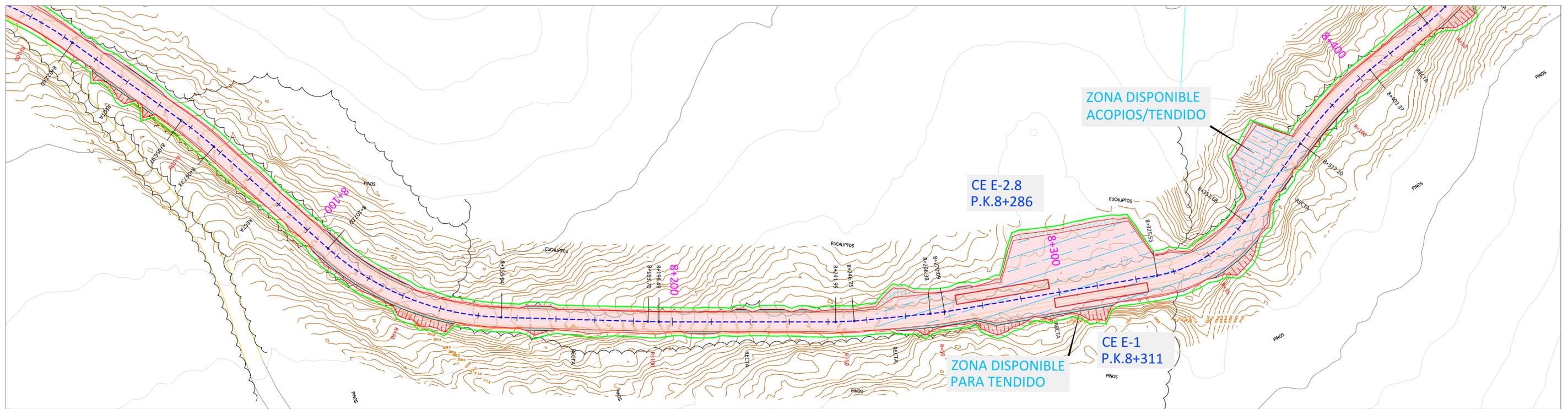
	OCCUPACION PERMANENTE
	OCCUPACION TEMPORAL
	ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISIÓN PHD-1
EDICION FECHA REALIZADO VERIFICADO APROBADO MODIFICACION					
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPANA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRANEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					SUSTITUYE POR:
FECHA		NOMBRE		FIRMA	
REALIZADO	05-2019	V.G.L.			
VERIFICADO	05-2019	S.M.M.			
APROBADO	05-2019	R.G.G.			
TITULO					Nº 7983L002
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					HOJA 23 DE 40

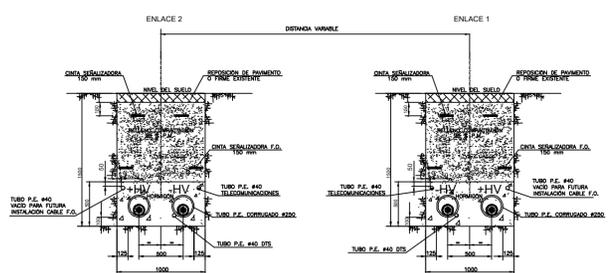


PLANO DE COMPARACION		P.K.																													
COTA RASANTE	COTA TERRENO	8+100										8+200																			
196.605	196.65	197.792	197.63	198.750	198.55	199.769	199.55	200.739	200.50	201.601	201.62	202.747	202.21	202.895	202.84	203.639	203.50	204.384	203.99	205.261	205.15	206.266	206.19	207.421	207.08	208.748	208.53	210.243	210.09	211.782	211.63

P.K.																																									
8+300										8+400																															
213.129	212.95	214.197	214.05	214.986	214.87	215.406	215.31	215.733	215.74	215.884	215.87	216.034	216.00	216.185	216.00	216.339	216.21	216.416	216.39	216.516	216.30	216.634	216.00	215.640	215.53	215.244	215.21	214.883	214.72	214.605	214.50	214.411	214.36	214.309	214.26	214.460	214.19	214.698	214.59	215.622	215.24



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.

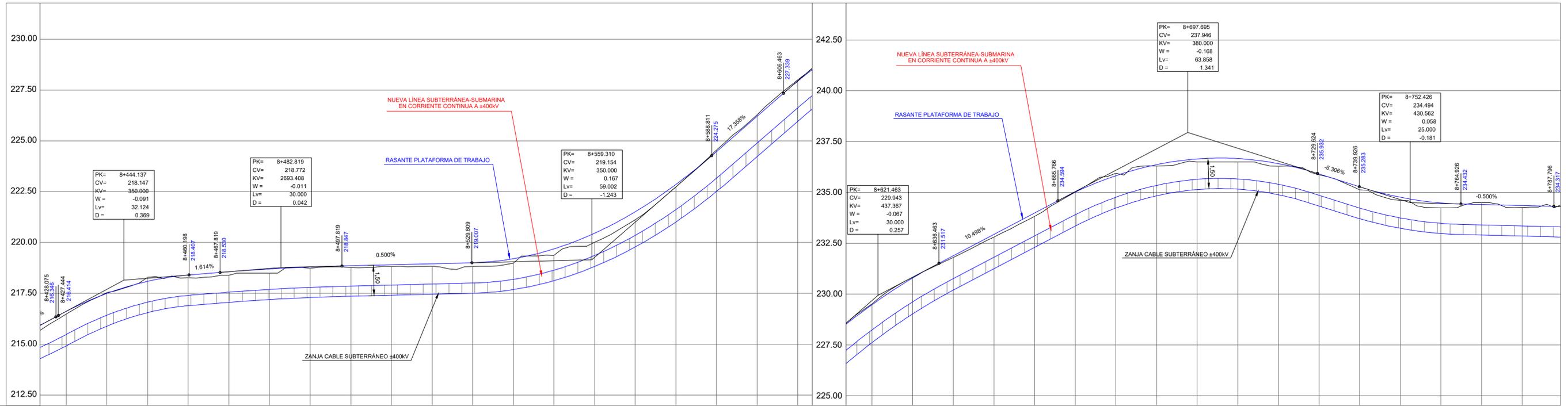


LEYENDA	
	CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
	PHD (Cables HVDC ±400kV)
	PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS	
	RED Gas NORTEGAS
	RED Saneamiento CABB
	RED TESA Telefonica de España
	RED Abastecimiento AGUA LIRA
	RED Abastecimiento UDALSARAK
	RED Abastecimiento PRIVADA
	RED MT IBERDROLA
	RED BT IBERDROLA
	RED Alumbrado
	RED Pluvial

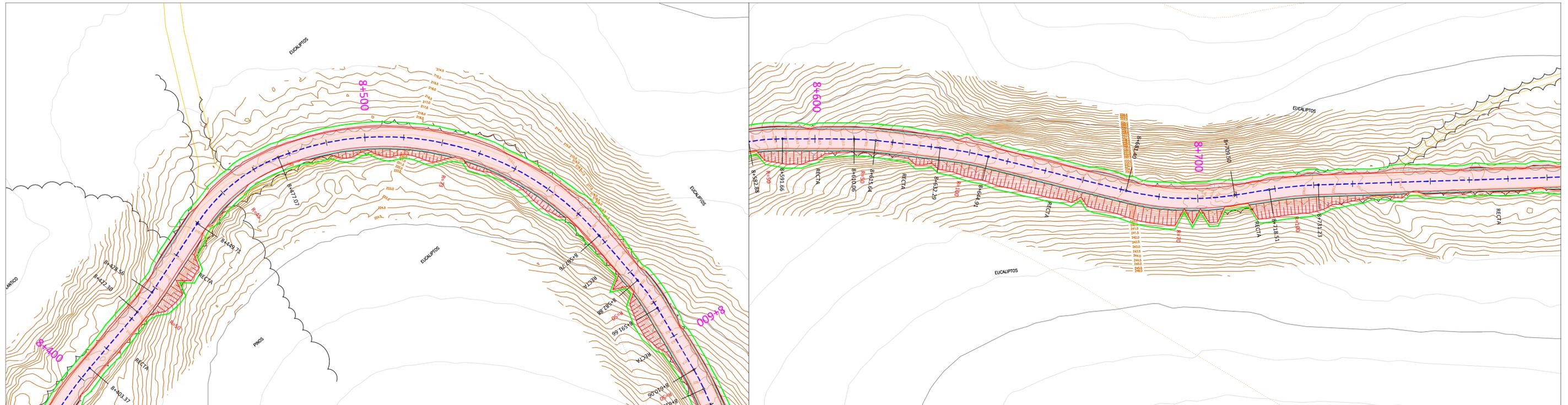
	OCCUPACIÓN PERMANENTE
	OCCUPACIÓN TEMPORAL
	ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7							
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1							
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION							
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:							
					SUSTITUIDO POR:							
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>FECHA</th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>05-2019</td> <td>V.G.L.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>05-2019</td> <td>S.M.M.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>05-2019</td> <td>R.G.G.</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	FECHA	NOMBRE	FIRMA	05-2019	V.G.L.		05-2019
FECHA	NOMBRE	FIRMA										
05-2019	V.G.L.											
05-2019	S.M.M.											
05-2019	R.G.G.											
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					TITULO							
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002							
					HOJA 24 DE 40							



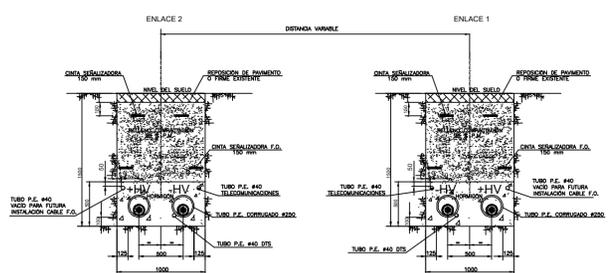
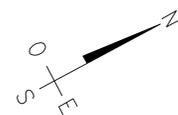
PLANO DE COMPARACION		P.K.	
COTA RASANTE	COTA TERRENO		
		216.97	216.49
		217.498	217.54
		218.003	218.29
		218.403	218.27
		218.564	218.40
		218.699	218.50
		218.796	218.74
		218.869	218.77
		218.808	218.83
		218.869	218.84
		219.008	219.008
		219.206	218.99
		219.690	219.37
		220.460	220.02
		221.515	221.12
		222.856	222.73
		224.481	224.55
		226.217	226.29
		227.939	228.01

P.K.	
229.479	229.52
230.791	230.83
231.889	231.80
232.69	232.61
233.988	233.82
235.015	235.02
235.821	235.84
236.965	236.30
236.646	236.50
236.663	236.50
236.617	236.29
235.909	235.87
235.278	235.13
234.765	234.61
234.685	234.24
234.406	234.50
234.368	234.26
234.317	234.317



PLANTA GENERAL

ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.

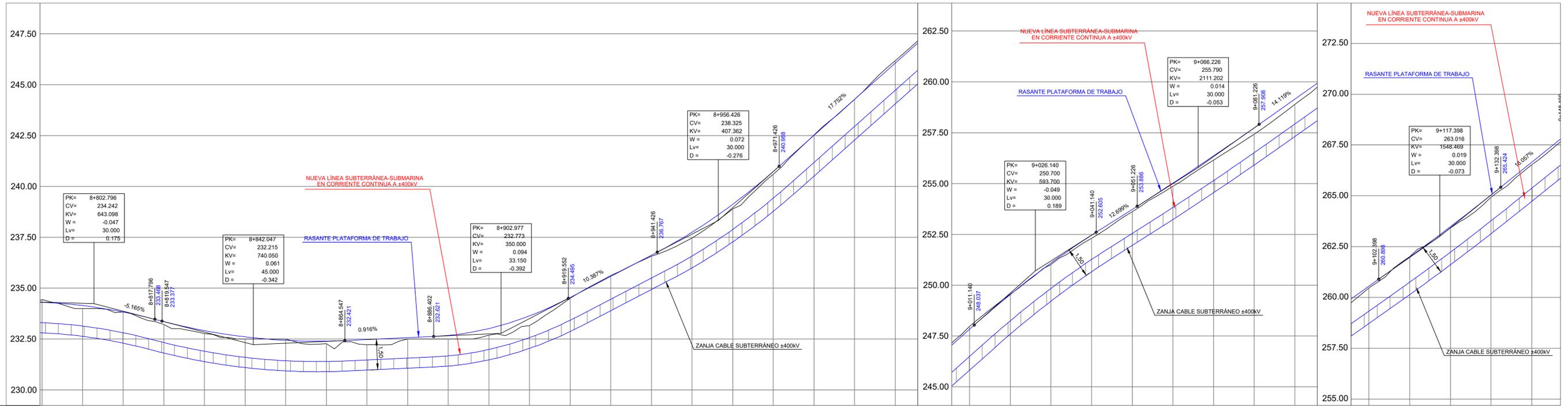


LEYENDA	
	CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
	PHD (Cables HVDC ±400kV)
	PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS	
	RED Gas NORTEGAS
	RED Saneamiento CABB
	RED TESA Telefonica de España
	RED Abastecimiento AGUA LRA
	RED Abastecimiento UDALSARAK
	RED Abastecimiento PRIVADA
	RED MT IBERDROLA
	RED BT IBERDROLA
	RED Alumbrado
	RED Pluvial



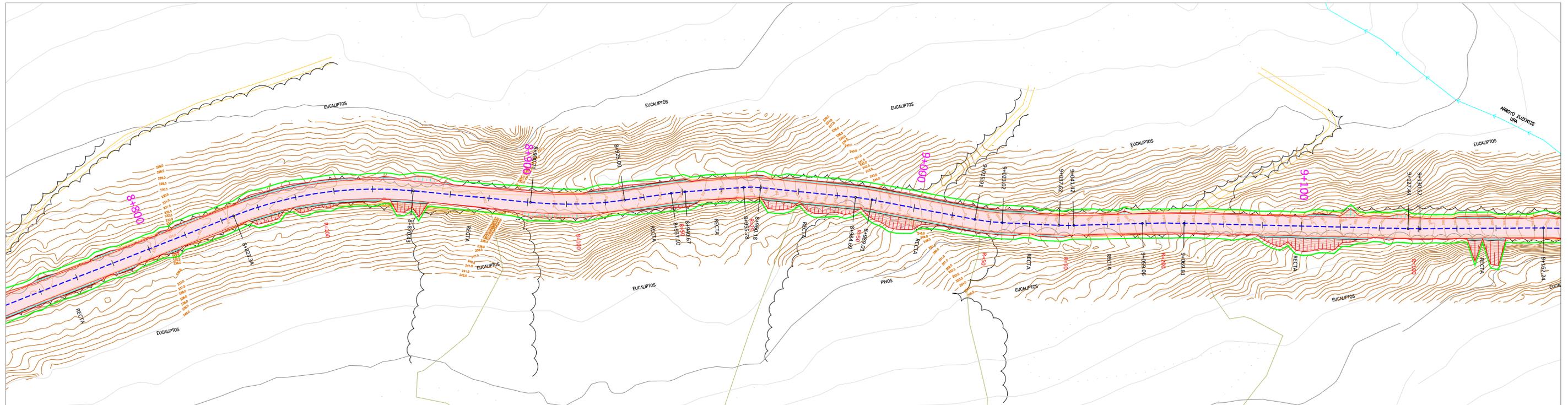
E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7							
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1							
EDICION FECHA REALIZADO VERIFICADO APROBADO MODIFICACION												
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:							
					SUSTITUIDO POR:							
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>FECHA</th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>REALIZADO 05-2019</td> <td>V.G.L.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIFICADO 05-2019</td> <td>S.M.M.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROBADO 05-2019</td> <td>R.G.G.</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	FECHA	NOMBRE	FIRMA	REALIZADO 05-2019	V.G.L.		VERIFICADO 05-2019
FECHA	NOMBRE	FIRMA										
REALIZADO 05-2019	V.G.L.											
VERIFICADO 05-2019	S.M.M.											
APROBADO 05-2019	R.G.G.											
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA, LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					TITULO							
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002							
					HOJA 25 DE 40							



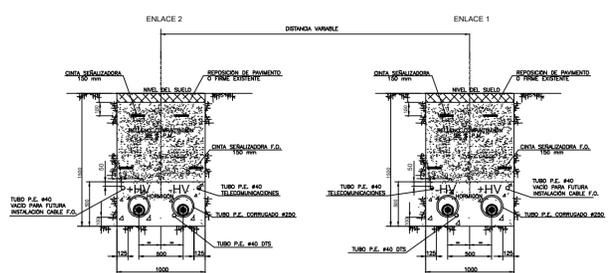
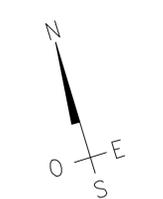
PLANO DE COMPARACION			8+800																		8+900																		9+000																															
P.K.																																																																						
COTA RASANTE	COTA TERRENO																																																																					
234.43	234.44	234.00	233.823	233.85	233.354	233.21	232.911	232.77	232.603	232.50	232.51	232.50	232.384	232.26	232.471	232.21	232.563	232.50	232.673	232.50	233.010	232.89	233.633	233.16	234.541	234.50	235.680	235.62	236.619	236.57	237.748	237.47	238.120	238.90	240.707	240.60	242.510	242.53	244.285	244.28	246.060	246.18	247.635	247.87	249.544	249.56	251.088	251.01	252.459	252.30	253.720	253.62	255.018	254.87	256.353	256.16	257.736	257.43	259.147	258.89	260.569	260.47	261.890	262.01	263.483	263.42	265.041	264.93	266.645	266.53

9+100																	
260.569	260.47	261.890	262.01	263.483	263.42	265.041	264.93	266.645	266.53	267.736	257.43	259.147	258.89	260.569	260.47	261.890	262.01

9+100																	
260.569	260.47	261.890	262.01	263.483	263.42	265.041	264.93	266.645	266.53	267.736	257.43	259.147	258.89	260.569	260.47	261.890	262.01



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.

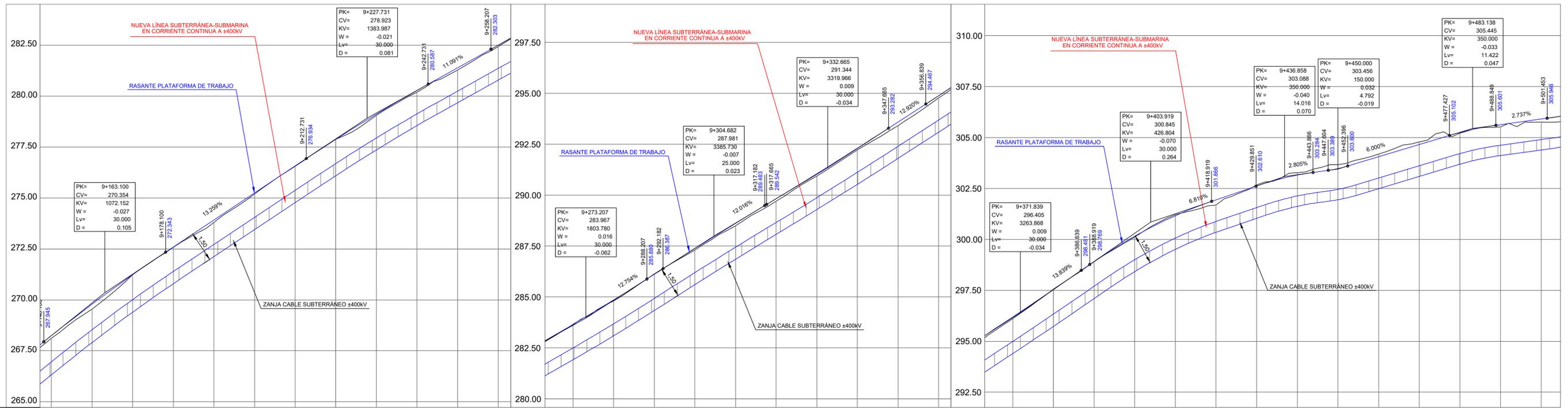


LEYENDA	
---	CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400Vcc
---	PHD (Cables HVDC ±400kV)
---	PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS	
---	RED Gas NORTEGAS
---	RED Saneamiento CABB
---	RED Saneamiento MUNICIPAL
---	RED TESA Telefonica de España
---	RED Abastecimiento AGUA URA
---	RED Abastecimiento UDALSARAK
---	RED Abastecimiento PRIVADA
---	RED BT IBERDROLA
---	RED Abastecimiento AGUA URA
---	RED Alumbrao
---	RED Pluvial

[Red Box]	OCUPACION PERMANENTE
[Green Box]	OCUPACION TEMPORAL
[Blue Hatched Box]	ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7							
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1							
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION							
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:							
					SUSTITUIDO POR:							
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>FECHA</th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>05-2019</td> <td>V.G.L.</td> <td>[Signature]</td> </tr> <tr> <td>05-2019</td> <td>S.M.M.</td> <td>[Signature]</td> </tr> <tr> <td>05-2019</td> <td>R.G.G.</td> <td>[Signature]</td> </tr> </tbody> </table>	FECHA	NOMBRE	FIRMA	05-2019	V.G.L.	[Signature]	05-2019
FECHA	NOMBRE	FIRMA										
05-2019	V.G.L.	[Signature]										
05-2019	S.M.M.	[Signature]										
05-2019	R.G.G.	[Signature]										
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRANEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					TITULO							
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002							
					HOJA 26 DE 40							



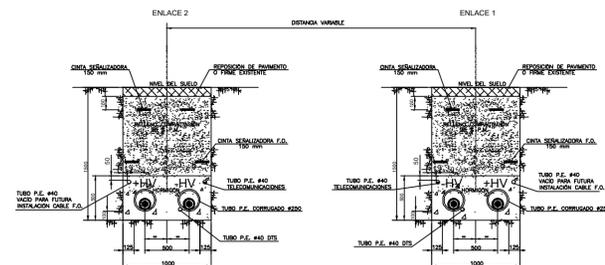
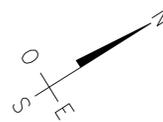
PLANO DE COMPARACION		P.K.																							
COTA RASANTE	COTA TERRENO	268.249	268.11	269.300	269.55	271.238	271.24	272.595	272.58	273.921	273.81	275.247	275.20	276.572	276.56	277.879	277.88	279.118	279.07	280.281	280.19	281.393	281.28	282.593	282.45

9+300																			
283.650	283.64	284.852	284.80	286.109	286.15	287.375	287.31	288.613	288.50	289.823	289.70	291.047	290.93	292.300	292.22	293.584	293.41	294.877	294.77

9+400																											
296.194	296.11	297.542	297.55	298.917	298.91	300.198	300.12	301.165	301.21	301.940	301.98	302.621	302.68	303.154	303.27	303.475	303.65	304.056	304.18	304.656	304.78	305.247	305.21	305.632	305.62	305.908	305.76



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.

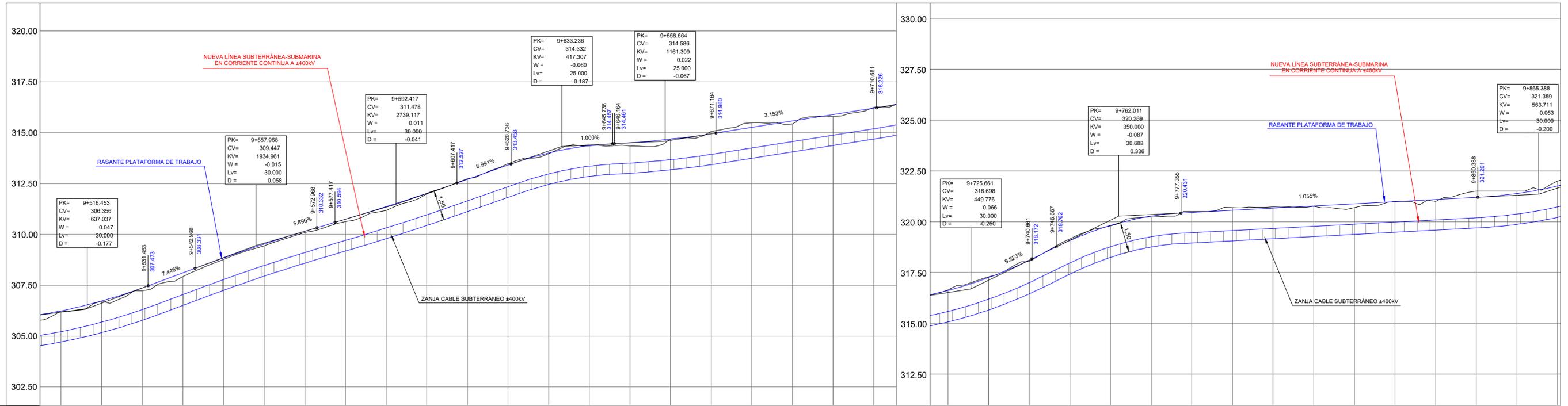


LEYENDA	
	CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400Vcc
	PHD (Cables HVDC ±400kV)
	PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS			
	CASO - CASO - RED Gas NORTEGAS		ABAS - ABAS - RED Abastecimiento PRIVADA
	SANE - SANE - RED Saneamiento CABB		MT - MT - RED MT BERRODOLA
	TESA - TESA - RED TESA Telefonica de España		AL - AL - RED BT BERRODOLA
	ABAS - ABAS - RED Abastecimiento AGUA LRA		ALUM - ALUM - RED Alumbrado
	ABAS - ABAS - RED Abastecimiento UDALSARAK		PLUV - PLUV - RED Pluvial

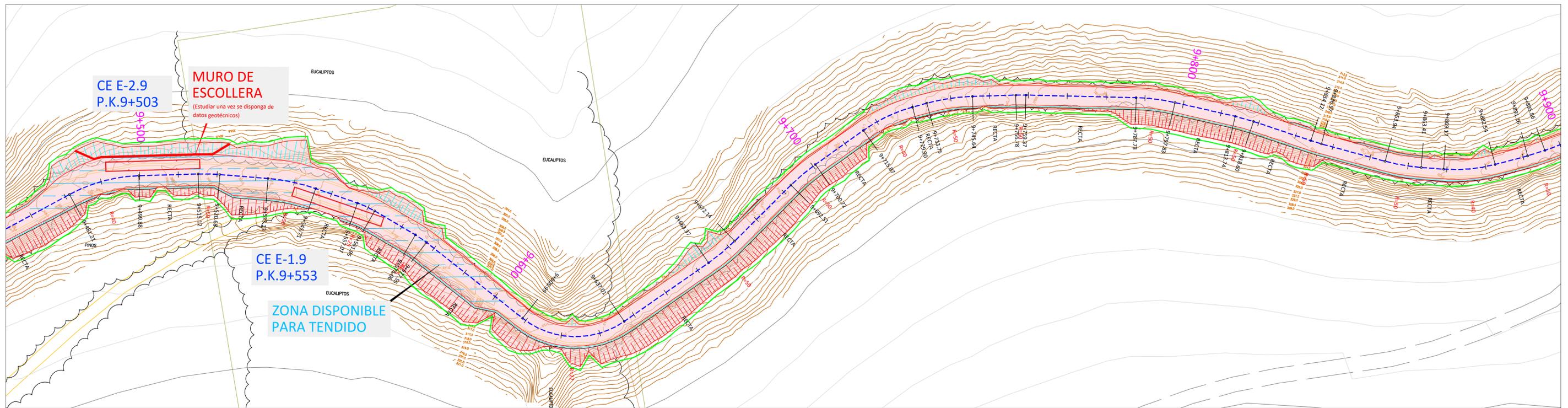
	OCCUPACION PERMANENTE
	OCCUPACION TEMPORAL
	ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7											
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1											
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION											
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:											
					SUSTITUIDO POR:											
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>REALIZADO</th> <th>FECHA</th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>05-2019</td> <td>V.G.L.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>05-2019</td> <td>S.M.M.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>05-2019</td> <td>R.G.G.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	REALIZADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	05-2019	V.G.L.			05-2019	S.M.M.	
REALIZADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA													
05-2019	V.G.L.															
05-2019	S.M.M.															
05-2019	R.G.G.															
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					TITULO											
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002											
					HOJA 27 DE 40											

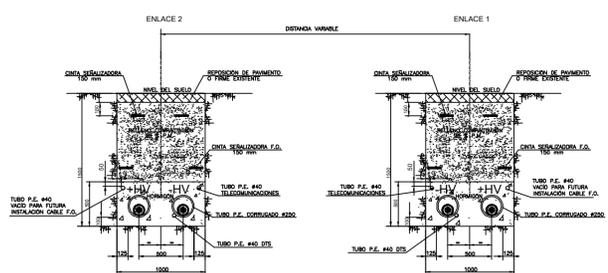
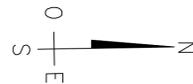


PLANO DE COMPARACION		P.K.	
COTA RASANTE	COTA TERRENO	9+600	9+700
306.237	306.22		
306.723	306.73		
307.387	307.22		
308.110	307.92		
308.841	308.77		
309.524	309.44		
310.165	310.10		
310.748	310.63		
311.365	311.18		
312.019	311.99		
312.708	312.74		
313.507	313.46		
314.003	314.03		
314.350	314.35		
314.500	314.35		
314.682	314.69		
314.844	314.96		
315.259	315.50		
315.574	315.45		
315.889	315.81		
316.205	316.25		

9+800	
316.617	316.64
317.251	317.29
318.107	318.05
318.973	319.16
319.817	319.79
320.276	320.24
320.459	320.50
320.584	320.69
320.670	320.73
320.775	320.75
320.880	320.89
320.986	321.00
321.091	321.00
321.197	321.50
321.304	321.50
321.749	321.749



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA	
	CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
	PHD (Cables HVDC ±400kV)
	PHD (FO)

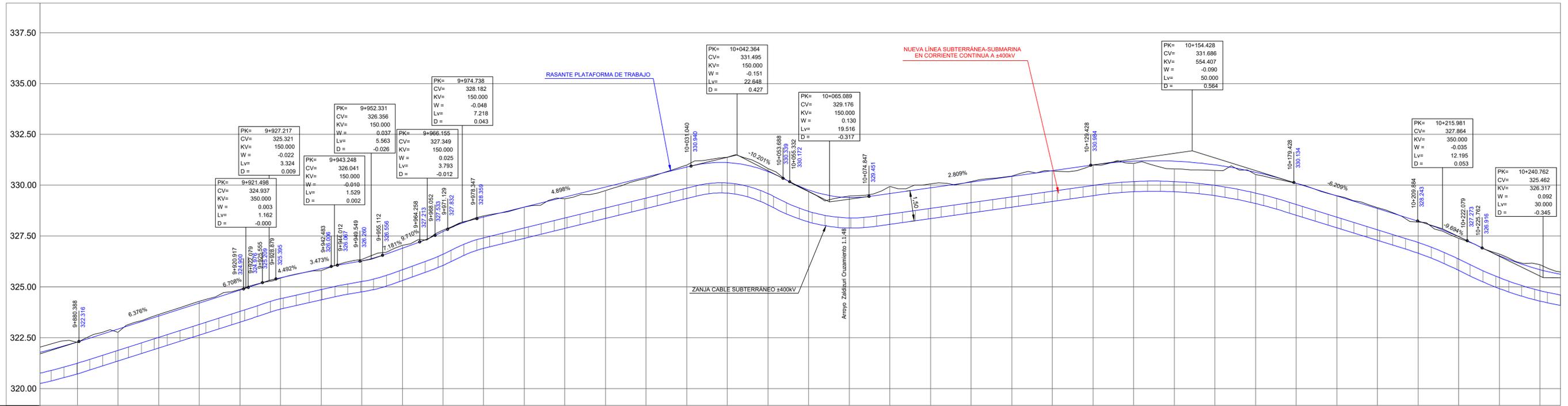
LEYENDA SERVICIOS	
	RED Gas NORTEGAS
	RED Saneamiento CABB
	RED Saneamiento MUNICIPAL
	RED TESA Telefonica de España
	RED Abastecimiento AGUA URA
	RED Abastecimiento UDALSAREAK
	RED Abastecimiento PRIVADA
	RED MT BERRIOLA
	RED Alumbrao
	RED Pluvial

	OCCUPACION PERMANENTE
	OCCUPACION TEMPORAL
	ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

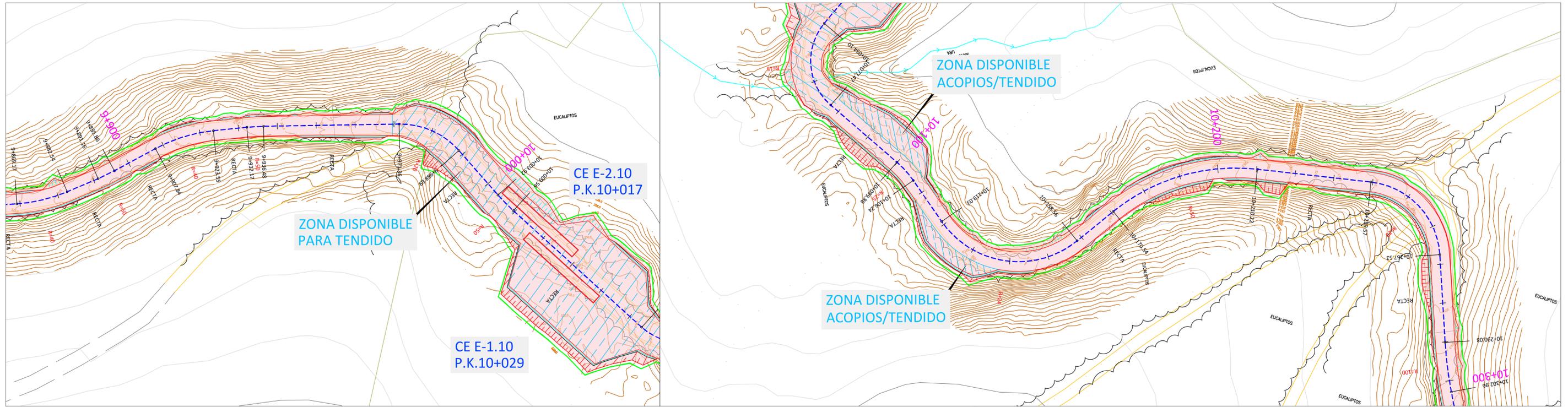
E	D	EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION	
	04-2022		04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7	
				V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1	

DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS		SUSTITUYE A:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATICA-FRONTERA FRANCESA		SUSTITUIDO POR:
REALIZADO	05-2019	V.G.L.
VERIFICADO	05-2019	S.M.M.
APROBADO	05-2019	R.G.G.

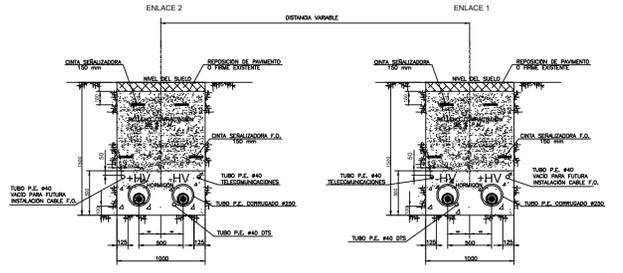
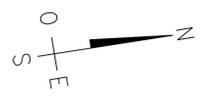
TITULO	N°	7983L002
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	HOJA	28 DE 40



PLANO DE COMPARACION		P.K.		9+000										10+000										10+100										10+200																																								
COTA RASANTE	COTA TERRENO																																																																									
327.189	322.291	322.27	322.529	322.77	323.596	323.04	324.204	324.29	324.544	324.86	325.446	325.44	325.955	325.80	326.276	326.35	326.907	327.04	327.222	327.79	328.440	328.50	329.030	329.92	329.420	329.33	329.909	329.74	330.399	330.33	330.889	330.99	331.111	331.37	330.670	330.81	329.769	329.69	329.393	329.46	329.595	329.84	329.876	330.07	330.157	330.19	330.538	330.45	330.719	330.70	331.000	330.99	331.180	331.07	331.180	330.80	331.000	330.73	330.639	330.52	330.068	330.09	329.478	329.48	328.857	328.91	328.338	328.18	327.669	327.39	326.533	326.62	325.847	326.10



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

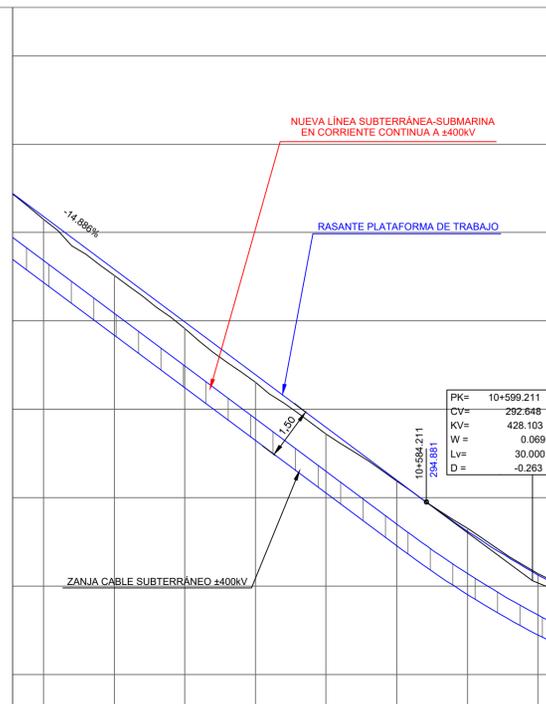
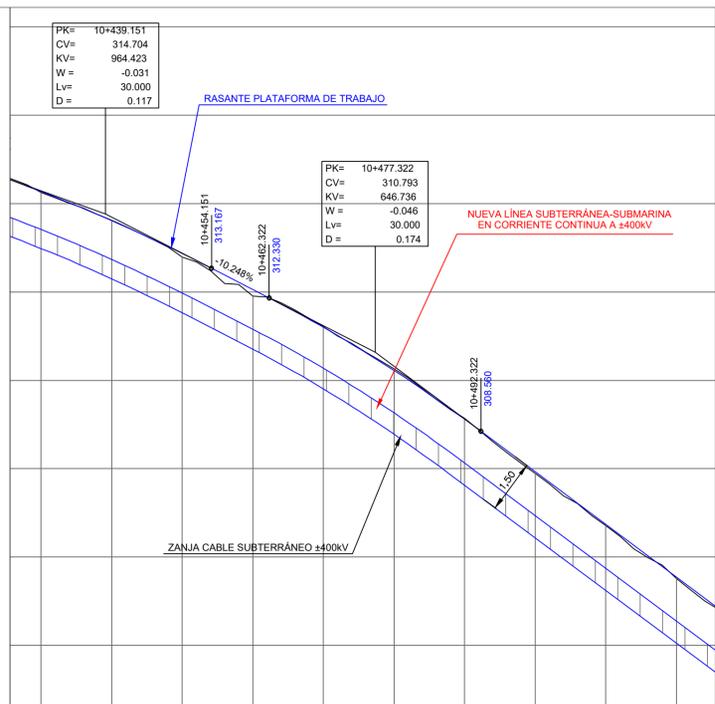
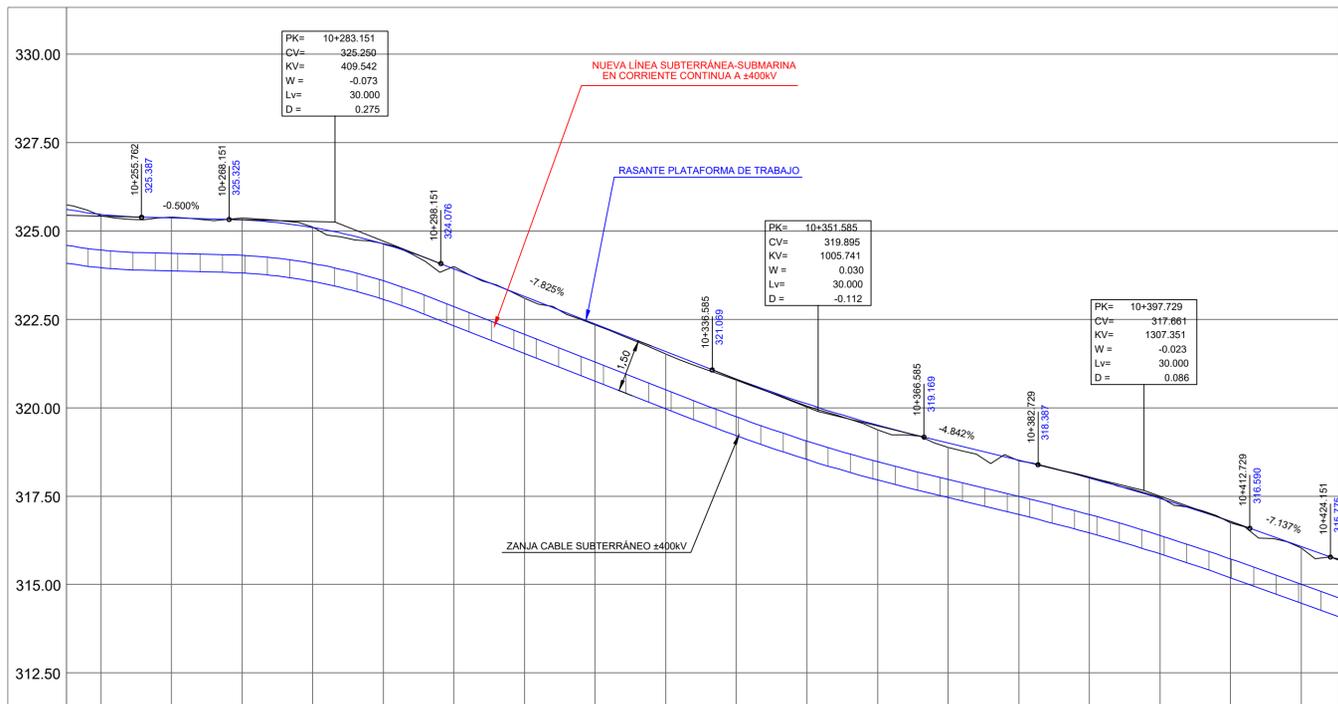
- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400Vcc
- PHD (Cables HVDC ±400kV)
- PHD (FO)



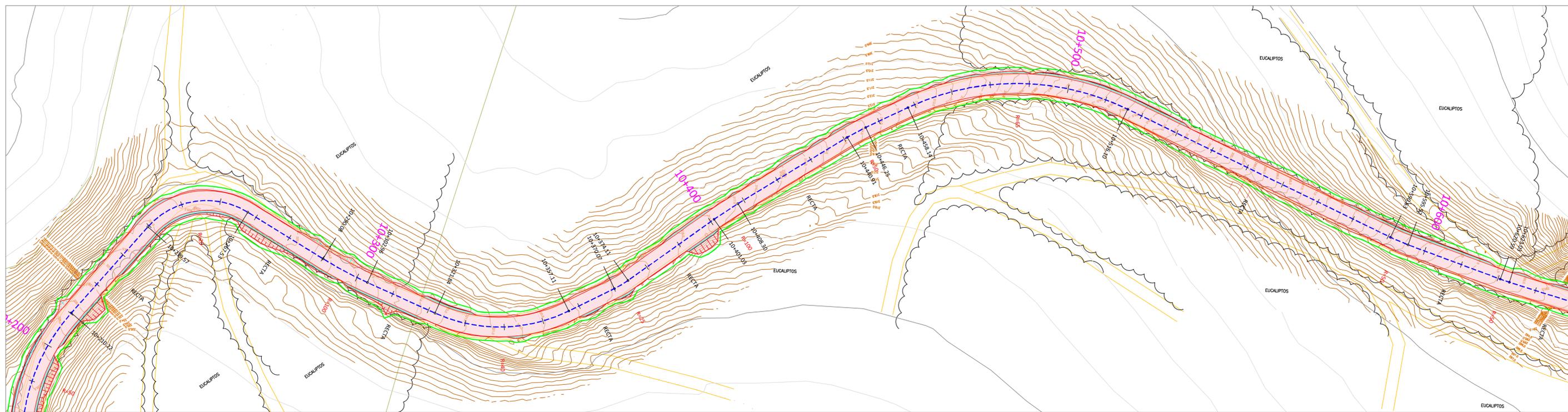
LEYENDA SERVICIOS

- CAS - CAS - RED GAS NORTEGAS
- SAN - SAN - RED Saneamiento CABB
- SAN - SAN - RED Saneamiento MUNICIPAL
- TESA - TESA - RED TESA Telefonica de España
- ABA - ABA - RED Abastecimiento AGUA LRA
- Abastecimiento - RED Abastecimiento UDALSAREAK
- ABR - ABR - RED Abastecimiento PRIVADA
- IB - IB - RED BT IBERDROLA
- AL - AL - RED Alumbrado
- PLU - PLU - RED Pluvial

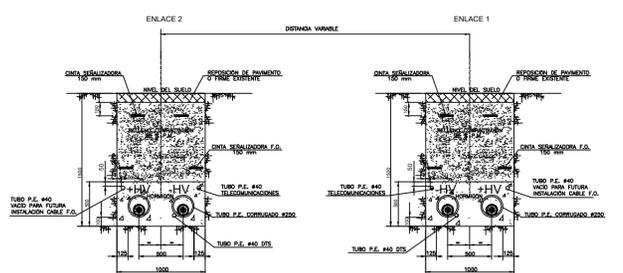
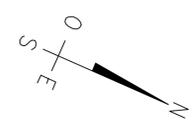
E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPANA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRANEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATICA-FRONTERA FRANCESA					SUSTITUIDO POR:
TITULO					N° 7983L002
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					HOJA 29 DE 40



PLANO DE COMPARACION		10+300										10+400										10+500										10+600																																				
P.K.																																																																				
COTA RASANTE	COTA TERRENO																																																																			
325.467	325.42	325.312	325.36	325.095	324.633	324.04	323.832	324.00	323.140	323.10	322.367	322.35	321.584	321.62	320.807	320.78	320.109	320.05	319.590	319.57	319.003	318.88	318.510	318.50	318.015	318.04	317.437	317.47	316.782	316.75	316.071	316.03	315.340	315.31	314.514	314.53	313.564	313.49	312.569	312.58	311.497	311.52	310.277	310.32	308.901	308.93	307.417	307.36	305.528	305.59	304.439	304.40	302.851	302.87	301.452	301.29	299.873	299.79	298.485	298.27	296.998	296.81	295.508	295.47	294.058	294.13	292.821	292.86



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

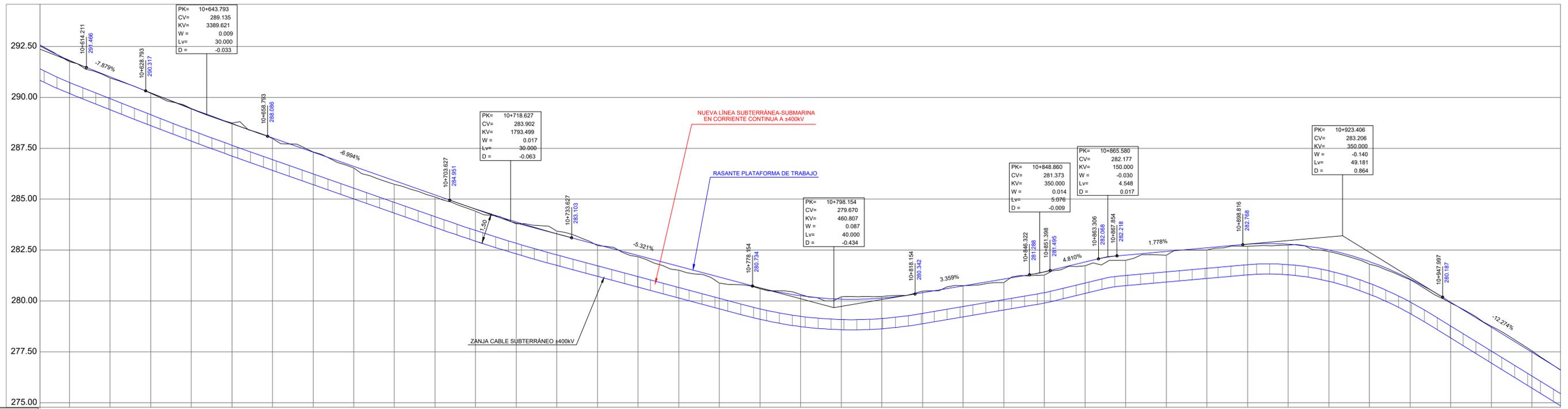
- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400Vcc
- PHI (Cables HVDC ±400kV)
- PHI (FO)

LEYENDA SERVICIOS

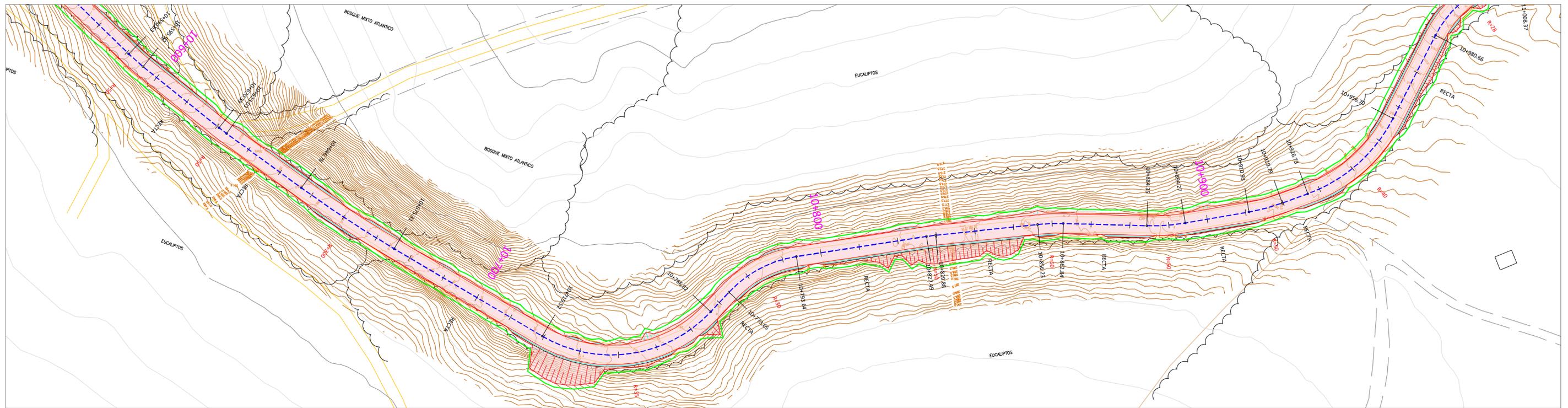
--- GAS --- GAS ---	RED Gas NORTEGAS	--- ABAST --- ABAST ---	RED Abastecimiento PRIVADA
--- SANE --- SANE ---	RED Saneamiento MUNICIPAL	--- MT --- MT ---	RED MT IBERDROLA
--- TESA --- TESA ---	RED TESA Telefonica de España	--- AL --- AL ---	RED Alumbrado
--- AGUA --- AGUA ---	RED Abastecimiento AGUA URA	--- PLUV --- PLUV ---	RED Pluvial
--- Abastecimiento ---	RED Abastecimiento UDALSARAK		



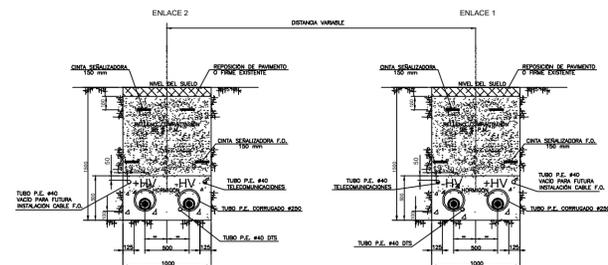
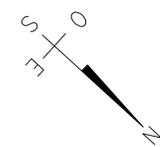
E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHI-0 Y MODIFICACION PHI-7		
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHI-1		
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION		
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:		
					SUSTITUIDO POR:		
					FECHA	NOMBRE	FIRMA
					REALIZADO 05-2019	V.G.L.	
VERIFICADO 05-2019	S.M.M.						
APROBADO 05-2019	R.G.G.						
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATICA-FRONTERA FRANCESA					TITULO		
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002		
					HOJA 30 DE 40		



PLANO DE COMPARACION		P.K.																																																																									
COTA RASANTE	COTA TERRENO	291.818	291.75	291.010	290.95	290.222	290.20	289.453	289.46	288.713	288.74	288.002	287.97	287.202	287.32	286.603	286.53	285.804	285.73	285.204	285.11	284.516	284.40	283.800	283.79	283.300	283.43	282.764	282.72	282.232	282.17	281.700	281.51	281.088	280.97	280.640	280.60	280.265	280.32	280.089	280.21	280.140	280.22	280.404	280.49	280.740	280.76	281.076	281.00	281.431	281.27	281.009	281.73	282.256	282.00	282.434	282.26	282.612	282.50	282.787	282.88	282.789	282.75	282.504	282.43	281.934	281.81	281.078	281.04	279.942	279.90	278.714	278.76	277.467	277.55



PLANO GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.

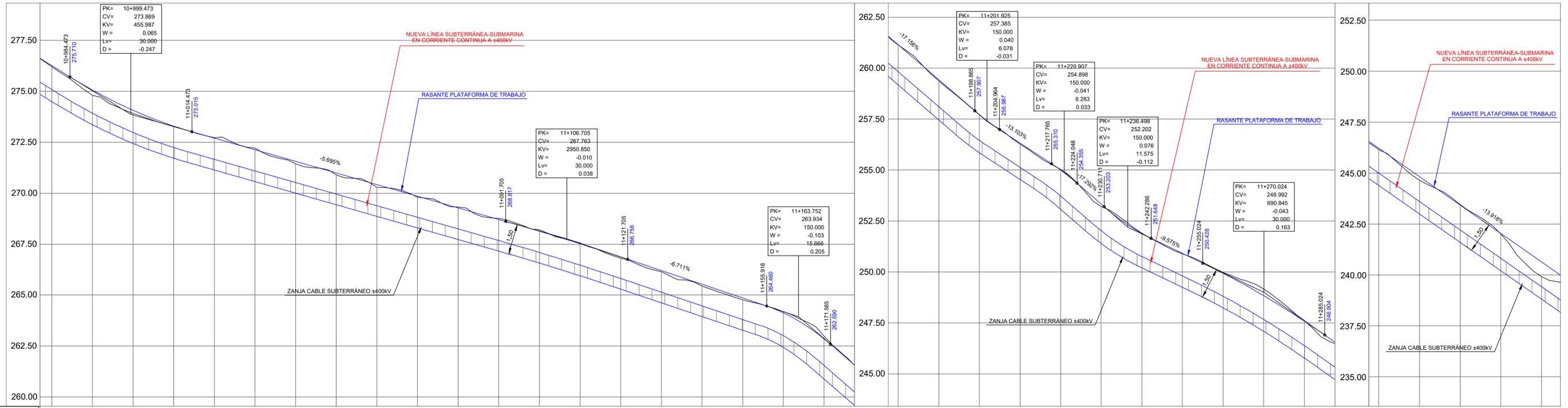


LEYENDA	
	CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400Vcc
	PHD (Cables HVDC 400kV)
	PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS					
	CASO	RED Gas NORTEGAS		ABASARAK	RED Abastecimiento PRIVADA
	SANEAMIENTO	RED Saneamiento CABB		IBERDROLA	RED MT IBERDROLA
	TELECOMUNICACIONES	RED TESA Telefonía de España		ALUMBRADO	RED Alumbrado
	AGUA	RED Abastecimiento AGUA URA		PLUVIAL	RED Pluvial
	ABASTECIMIENTO	RED Abastecimiento UDALSARAK			

	Ocupación PERMANENTE
	Ocupación TEMPORAL
	ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

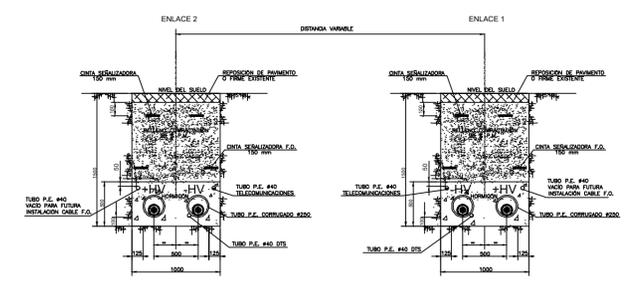
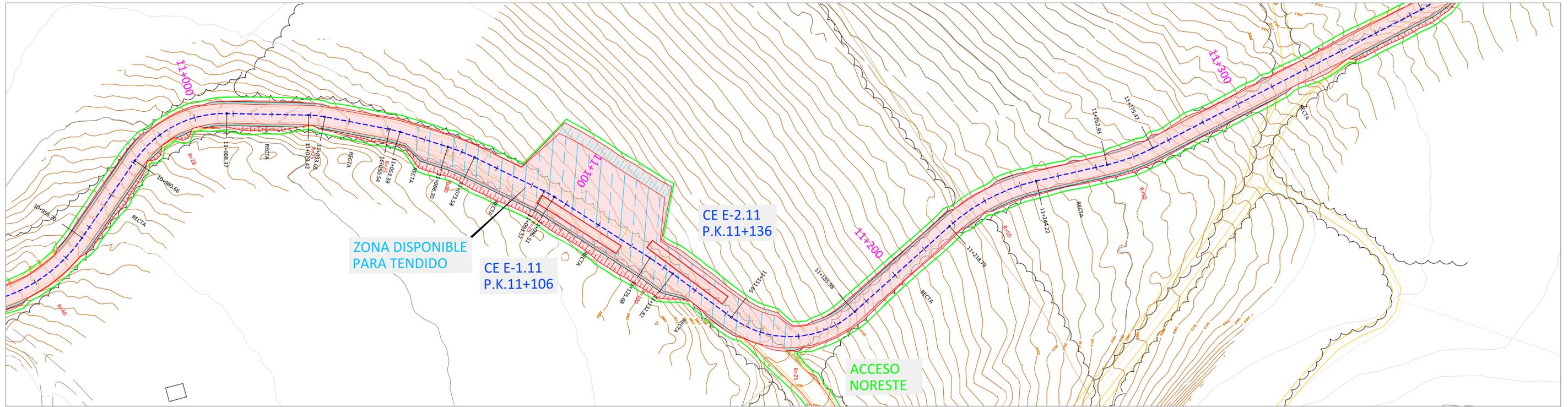
E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7							
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1							
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION							
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:							
					SUSTITUIDO POR:							
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>FECHA</th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>REALIZADO 05-2019</td> <td>V.G.L.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIFICADO 05-2019</td> <td>S.M.M.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROBADO 05-2019</td> <td>R.G.G.</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	FECHA	NOMBRE	FIRMA	REALIZADO 05-2019	V.G.L.		VERIFICADO 05-2019
FECHA	NOMBRE	FIRMA										
REALIZADO 05-2019	V.G.L.											
VERIFICADO 05-2019	S.M.M.											
APROBADO 05-2019	R.G.G.											
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRANEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A 400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					TITULO							
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002							
					HOJA 31 DE 40							



PLANO DE COMPARACION

P.K.		11+000																		11+100																					
COTA RASANTE	COTA TERRENO	276.21	276.59	275.71	275.05	274.08	273.91	273.29	273.27	272.70	272.73	272.13	272.22	271.56	271.45	270.98	270.90	270.22	270.29	269.83	269.80	269.28	269.33	268.74	268.76	268.13	268.21	267.51	267.56	266.87	266.81	266.19	266.15	265.52	265.43	264.87	264.77	264.13	264.19	263.54	262.99

11+200								11+300																								
261.14	261.47	260.94	260.91	260.37	257.72	257.72	256.97	256.28	255.00	255.03	253.26	253.21	251.88	251.90	250.90	250.89	249.94	249.90	248.83	248.17	247.58	247.82	246.15	246.15	244.82	244.86	243.42	243.45	242.06	242.01	240.64	239.92



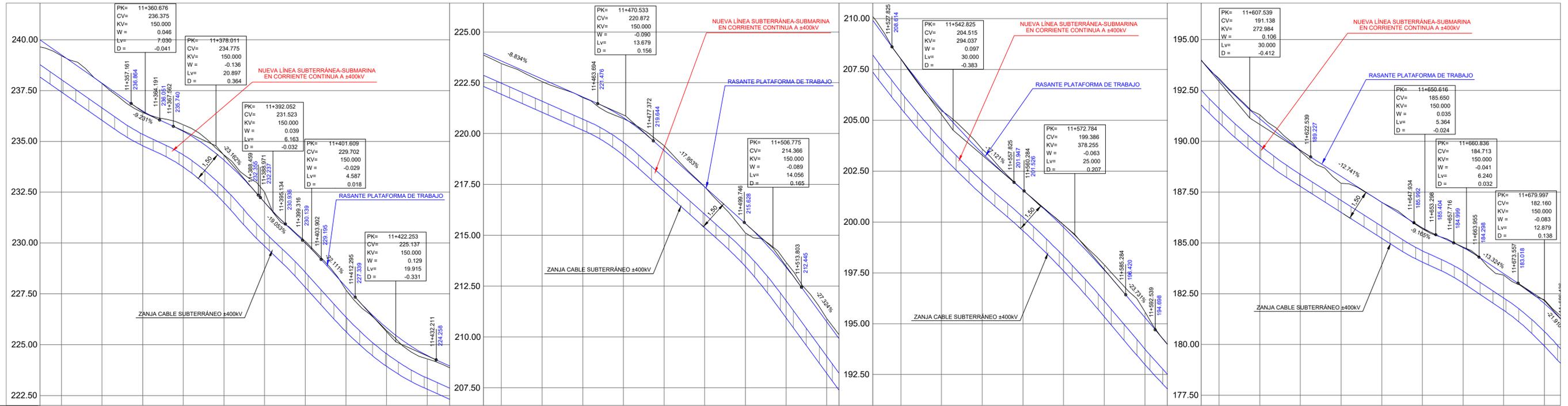
LEYENDA

- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
- PHD (Cables HVDC ±400kV)
- PHD (PD)

LEYENDA SERVICIOS

- GAS - GAS - RED GAS NORTEGAS
- SANEAM - SANEAM - RED Saneamiento MUNICIPAL
- TELE - TELE - RED TESA Telefonica de España
- ABAS - ABAS - RED Abastecimiento AGUA URA
- Abastecimiento - RED Abastecimiento UDALSAREAK
- ABOS - ABOS - RED Abastecimiento PRIVADA
- MT - MT - RED MT BERDOROLA
- AL - AL - RED BT BERDOROLA
- ALUM - ALUM - RED Alumbrado
- PLUV - PLUV - RED Pluvial

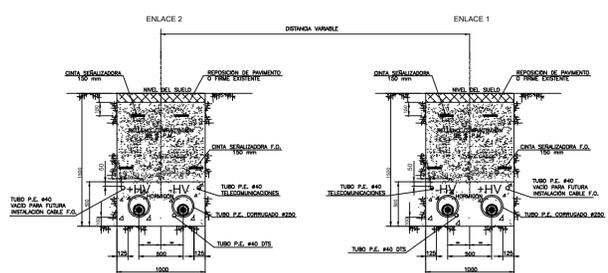
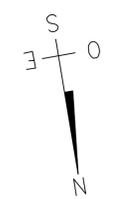
E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISIÓN PHD-1
MODIFICACION					
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					SUSTITUYE POR:
TITULO					
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002
HOJA 32 DE 40					



PLANO DE COMPARACION		11+400										11+500										11+600																																																
P.K.																																																																						
COTA RASANTE	COTA TERRENO																																																																					
239.253	239.21	239.253	239.21	237.861	237.86	236.495	236.42	235.82	234.076	234.33	232.002	232.52	230.007	230.09	227.847	227.70	225.593	225.70	224.469	224.30	223.570	223.45	222.856	222.56	221.803	221.77	220.787	220.75	219.173	219.40	217.377	217.39	215.582	215.72	213.436	213.67	210.752	210.92	209.509	209.01	205.539	205.48	203.991	203.60	201.575	201.59	199.738	199.87	197.537	197.90	195.301	195.58	193.029	193.09	191.113	191.31	189.563	189.51	188.277	188.93	187.003	186.99	185.743	185.70	184.773	184.79	183.802	183.43	182.327	182.21



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
- PHD (Cables HVDC ±400kV)
- PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS

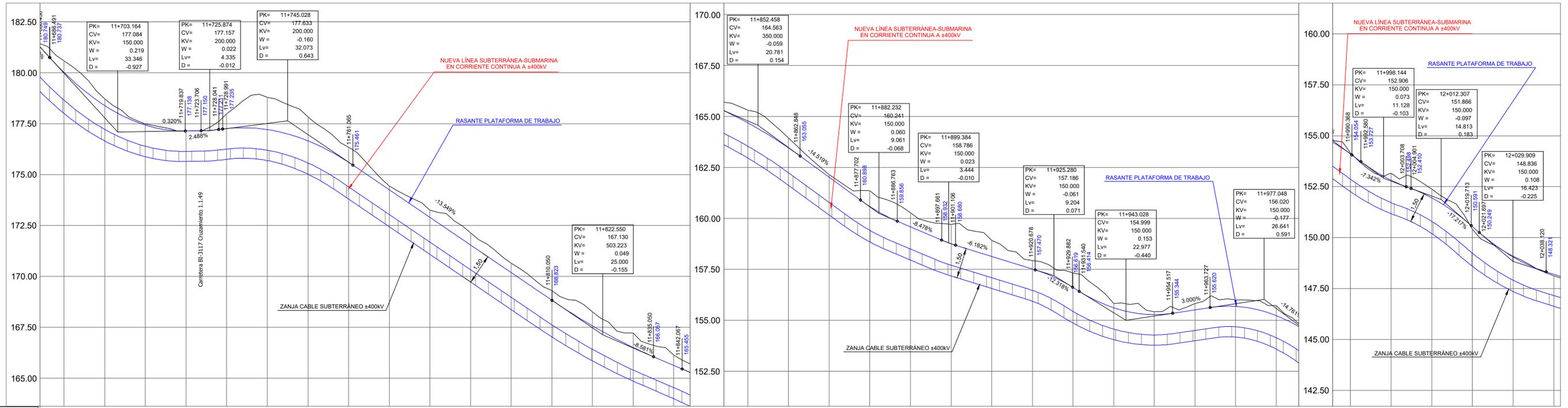
- CASO - CASO - RED Gas NRTEGAS
- SANE - SANE - RED Saneamiento CABB
- SANE - SANE - RED Saneamiento MUNICIPAL
- TELA - TELA - RED TESA Telefonía de España
- ABAS - ABAS - RED Abastecimiento AGUA LRA
- Abastecimiento - RED Abastecimiento UDALSARAK
- ABOR - ABOR - RED Abastecimiento PRIVADA
- MT - MT - RED MT BERRODOLA
- AL - AL - RED BT BERRODOLA
- ALUM - ALUM - RED Alumbrado
- PLUV - PLUV - RED Pluvial

OCUPACIÓN PERMANENTE

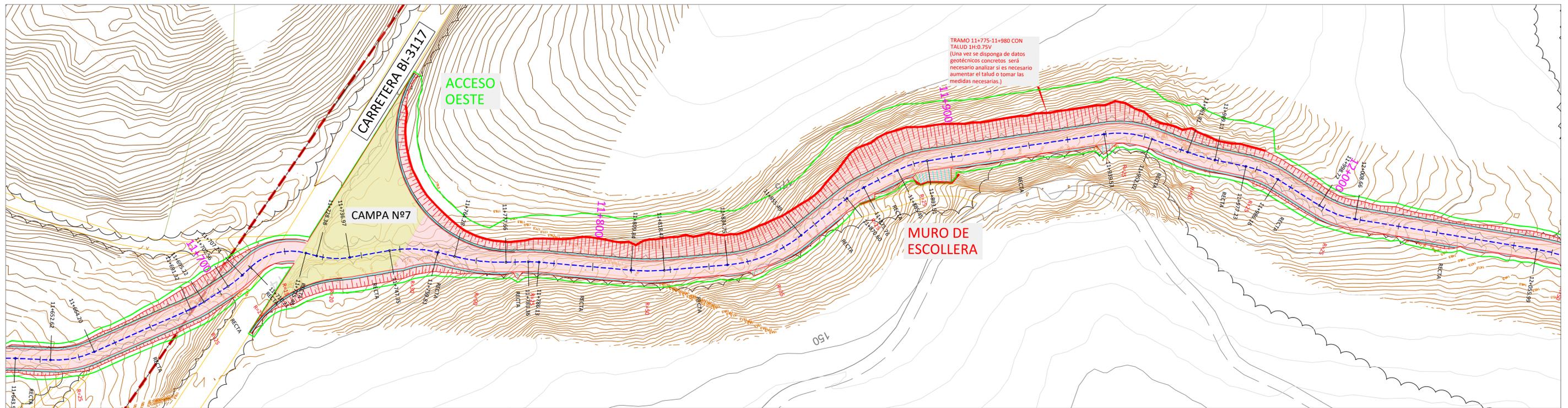
OCUPACIÓN TEMPORAL

ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7		
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1		
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION		
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:		
					SUSTITUIDO POR:		
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATICA-FRONTERA FRANCESA					FECHA 05-2019	NOMBRE V.G.L.	FIRMA
VERIFICADO 05-2019					S.M.M.	R.G.G.	
APROBADO 05-2019							
TITULO PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002		
					HOJA 33	DE 40	

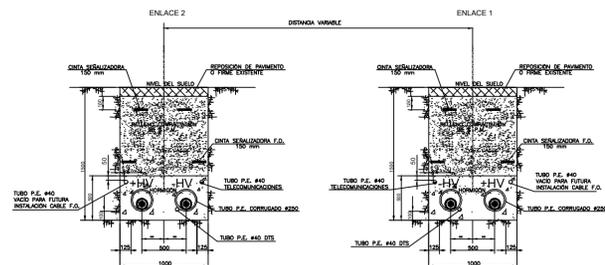


PLANO DE COMPARACION		11+700															11+800															11+900															12+000														
P.K.																																																													
COTA RASANTE	COTA TERRENO																																																												
180.00	180.59																																																												
178.98	178.72																																																												
177.42	177.48																																																												
177.13	177.14																																																												
177.25	177.97																																																												
177.05	177.79																																																												
176.65	177.82																																																												
175.62	176.34																																																												
174.25	174.44																																																												
172.85	173.28																																																												
171.50	172.14																																																												
170.85	170.66																																																												
168.80	168.31																																																												
167.57	168.27																																																												
166.51	167.23																																																												
165.63	166.15																																																												
164.68	165.31																																																												
163.45	163.94																																																												
162.15	162.15																																																												
160.82	161.35																																																												
159.62	159.28																																																												
158.71	158.71																																																												
158.10	158.92																																																												
157.51	157.93																																																												
156.04	157.32																																																												
155.11	155.62																																																												
155.27	155.41																																																												
155.08	155.81																																																												
155.07	156.00																																																												
155.26	155.72																																																												
154.08	154.16																																																												
152.81	153.17																																																												
151.94	152.38																																																												
150.54	150.41																																																												
149.05	149.08																																																												
148.03	148.32																																																												
146.12	146.12																																																												



PLANTA GENERAL

ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.

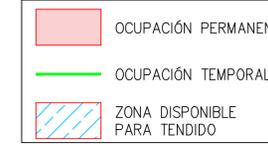


LEYENDA

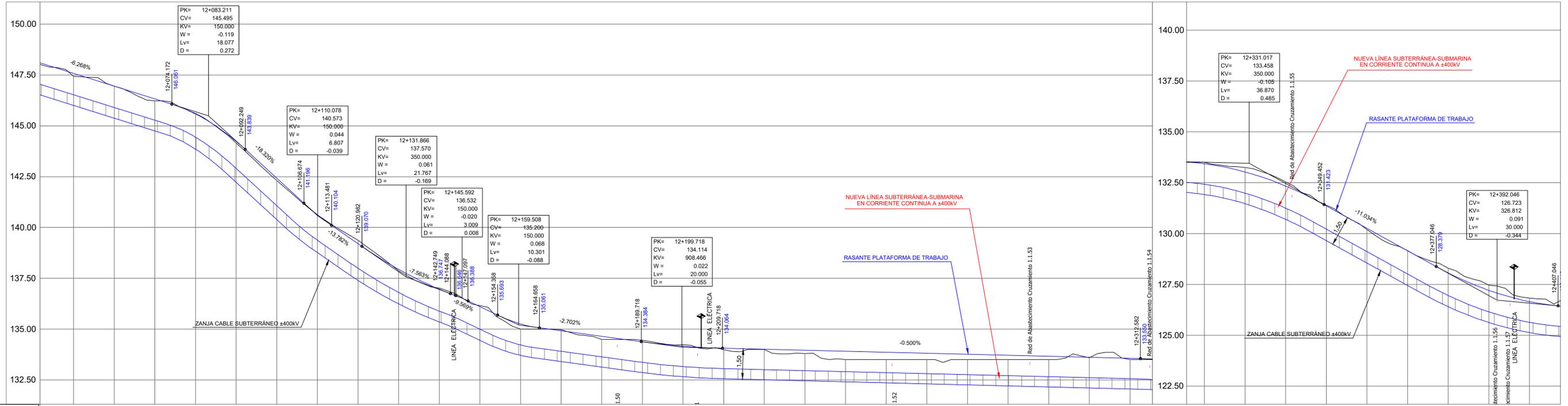
- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
- PHD (Cables HVDC ±400kV)
- PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS

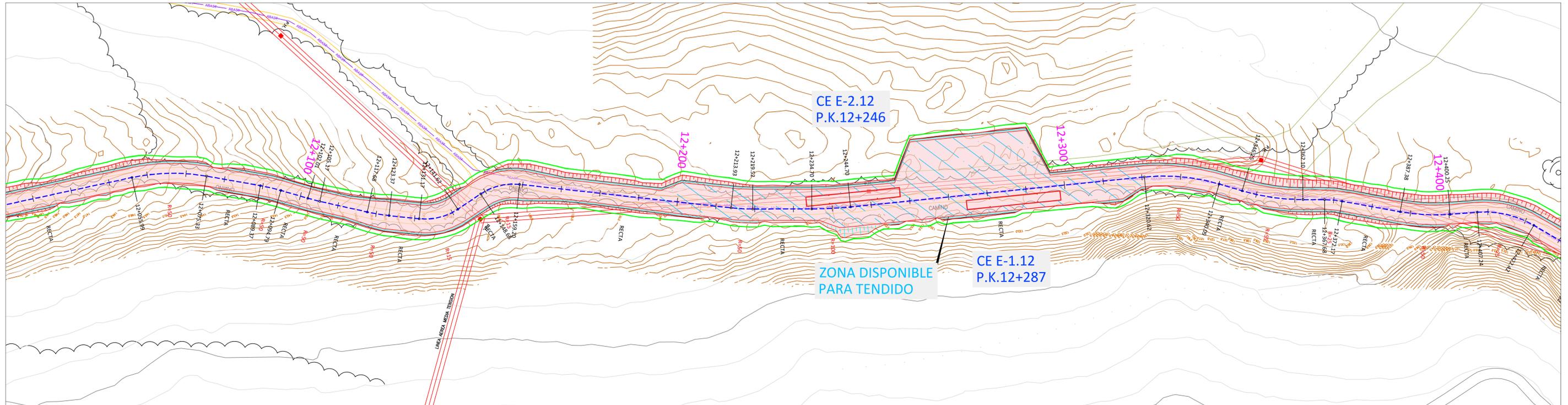
- CASO - CASO - RED Gas NORTEGAS
- SANDE - SANDE - RED Saneamiento MUNICIPAL
- TESA - TESA - RED TESA Telefonica de España
- ABADA - ABADA - RED Abastecimiento AGUA URA
- Abastecimiento - RED Abastecimiento UDALSARAK
- ABOR - ABOR - RED Abastecimiento PRIVADA
- MT - MT - RED MT BERRODOLA
- AL - AL - RED ALUMBRADO
- PLU - PLU - RED Pluvial



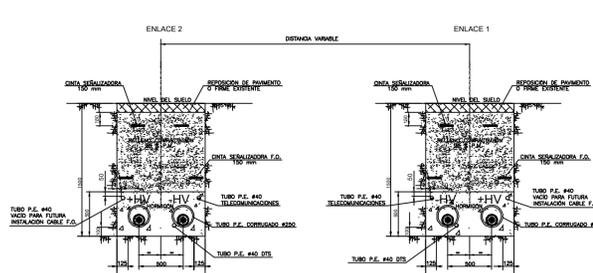
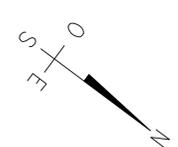
E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISIÓN PHD-1
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA, LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					REALIZADO 05-2019 V.G.L. [Signature] VERIFICADO 05-2019 S.M.M. [Signature] APROBADO 05-2019 R.G.G. [Signature]
TITULO					N° 7983L002 HOJA 34 DE 40



PLANO DE COMPARACION		12+100																														12+200										12+300										12+400																
P.K.																																																																				
COTA RASANTE	COTA TERRENO	147.726	147.743	146.950	146.94	146.923	146.23	145.983	145.60	144.234	144.16	142.31	140.824	140.62	139.205	139.37	137.843	137.87	136.966	137.03	136.110	136.16	135.259	135.00	134.017	134.88	134.647	134.50	134.377	134.46	134.105	134.23	134.063	133.98	134.013	134.00	133.983	133.803	133.613	133.50	133.703	133.50	133.713	133.50	133.683	133.50	133.613	133.59	133.563	133.50	133.564	133.50	133.029	133.24	132.339	132.54	131.583	131.40	130.259	130.20	129.155	129.16	128.066	128.29	127.206	127.46	126.652	126.83



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.

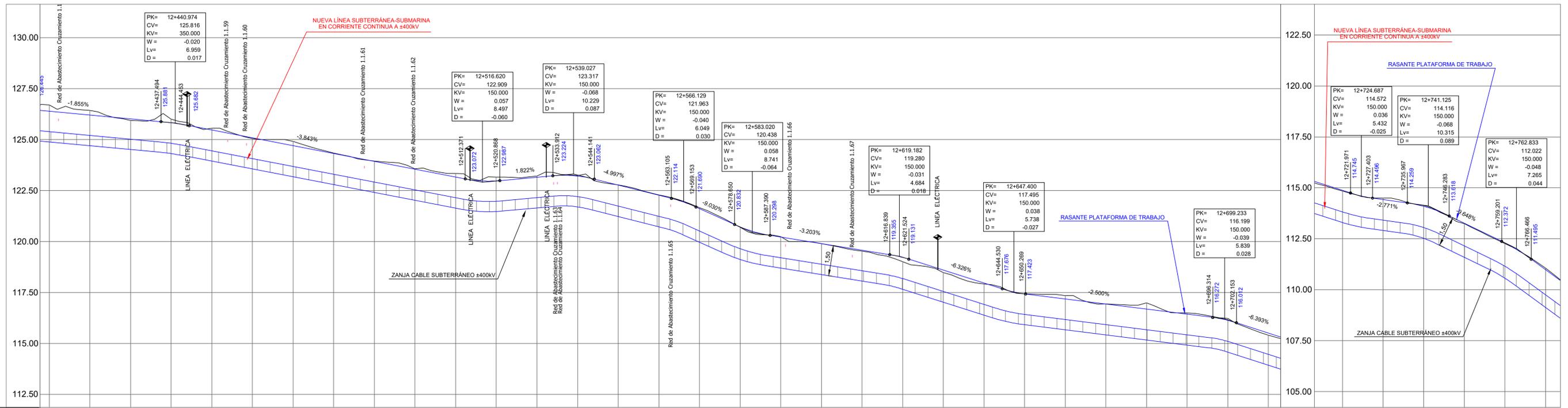


LEYENDA	
	CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400Vcc
	PHD (Cables HVDC ±400kV)
	PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS			
	CASO - CASO - RED Gas NORTEGAS		ABAR - ABAR - RED Abastecimiento PRIVADA
	ABAR - ABAR - RED Saneamiento CABP		MT - MT - RED MT IBERDROLA
	ABAR - ABAR - RED Saneamiento MUNICIPAL		MT - MT - RED BT IBERDROLA
	TESA - TESA - RED TESA Telefonica de España		ALUM - ALUM - RED Alumbrado
	ABAR - ABAR - RED Abastecimiento AGUA URA		PLUV - PLUV - RED Pluvial
	Abastecimiento		ABAR - ABAR - RED Abastecimiento UDALSARAK

	OCCUPACIÓN PERMANENTE
	OCCUPACIÓN TEMPORAL
	ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7		
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISIÓN PHD-1		
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION		
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS					SUSTITUYE A:		
SUSTITUIDO POR:					FECHA	NOMBRE	FIRMA
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					REALIZADO	05-2019	V.G.L.
					VERIFICADO	05-2019	S.M.M.
					APROBADO	05-2019	R.G.G.
TITULO					Nº	7983L002	
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					HOJA	35	DE 40

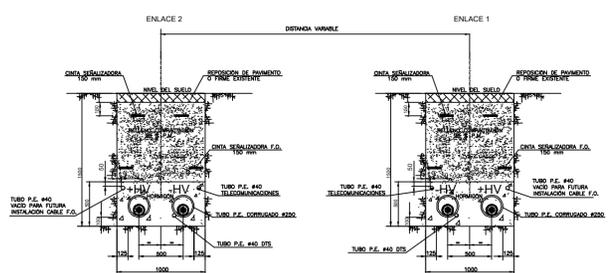
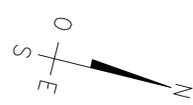


PLANO DE COMPARACION		P.K.	
COTA RASANTE	COTA TERRENO		
		126.391	126.70
		126.205	126.44
		126.820	126.94
		126.625	126.00
		126.469	126.56
		126.085	126.05
		124.701	124.91
		124.316	124.34
		123.932	123.95
		123.648	123.57
		123.164	123.34
		122.872	123.17
		123.153	123.21
		123.212	123.24
		122.769	122.78
		122.289	122.29
		121.613	121.86
		120.717	120.70
		120.214	120.24
		119.684	119.90
		119.574	119.53
		119.220	119.01
		118.995	118.47
		117.863	117.92
		117.430	117.43
		117.180	117.35
		116.600	116.94
		116.599	116.99
		116.530	116.50
		116.134	116.134
		115.511	115.41

114.971	114.84
114.424	114.50
114.093	114.14
113.200	113.24
112.293	112.26
110.993	111.05



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA	
	CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400Vcc
	PHD (Cables HVDC ±400kV)
	PHD (FO)

LEYENDA SERVICIOS	
	CASO - CASO - RED Gas NORTEGAS
	SANDE - SANDE - RED Saneamiento CABB
	TESA - TESA - RED TESA Telefonica de España
	ABASA - ABASA - RED Abastecimiento AGUA URA
	Abastecimiento
	ABASA - ABASA - RED Abastecimiento PRIVADA
	MT - MT - RED MT IBERDROLA
	ALUMBA - ALUMBA - RED Alumbrado
	FLUVA - FLUVA - RED Fluviad

	Ocupación PERMANENTE
	Ocupación TEMPORAL
	ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

E	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION	
E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7	
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1	

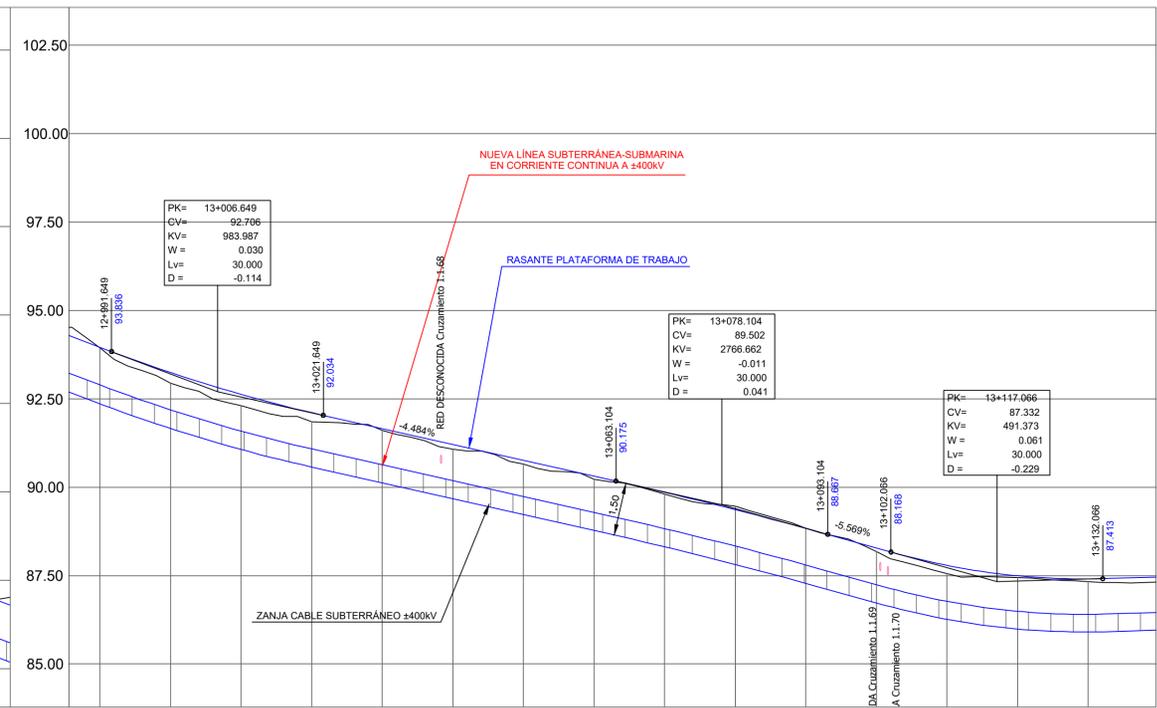
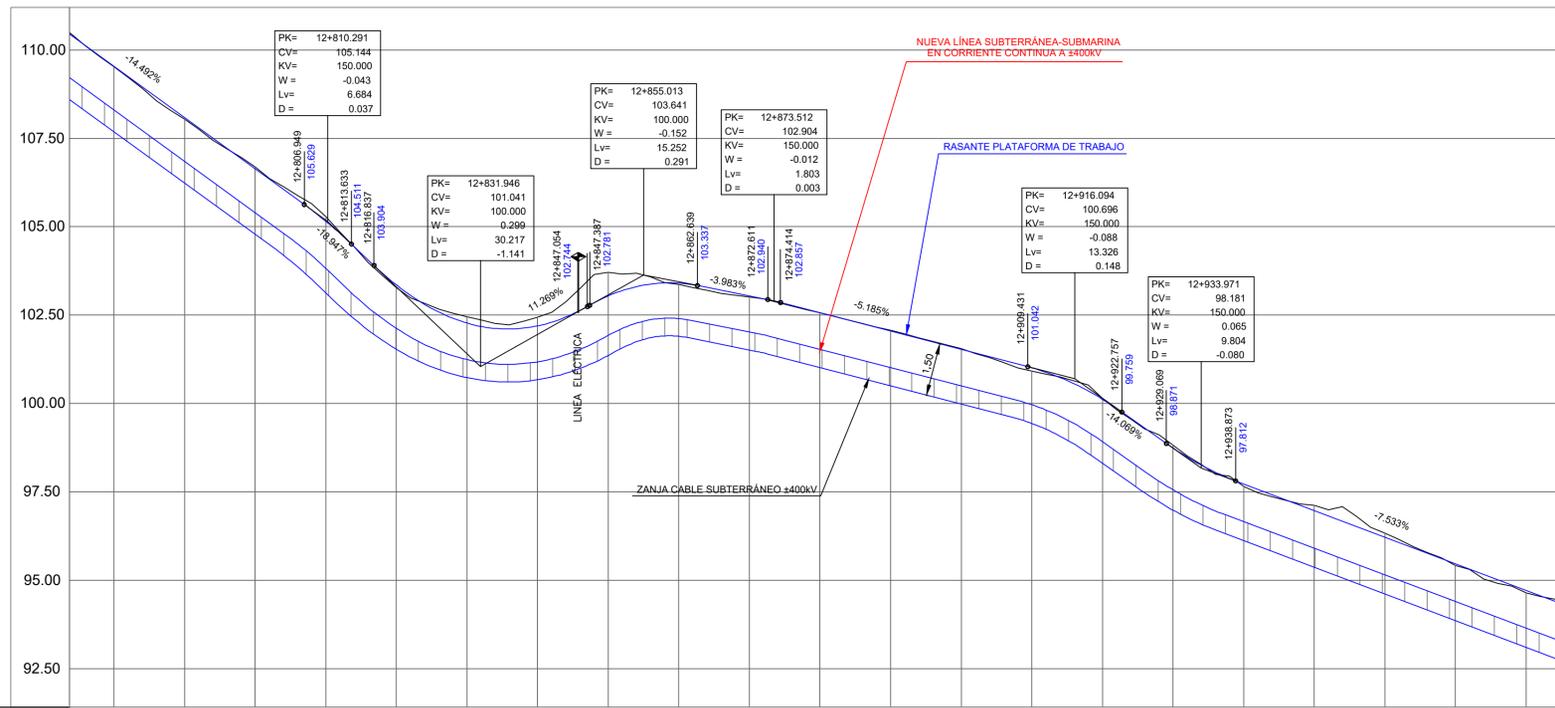
inelfe
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE
DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS

SUSTITUYE A:
SUSTITUIDO POR:

FECHA	NOMBRE	FIRMA
05-2019	V.G.L.	
05-2019	S.M.M.	
05-2019	R.G.G.	

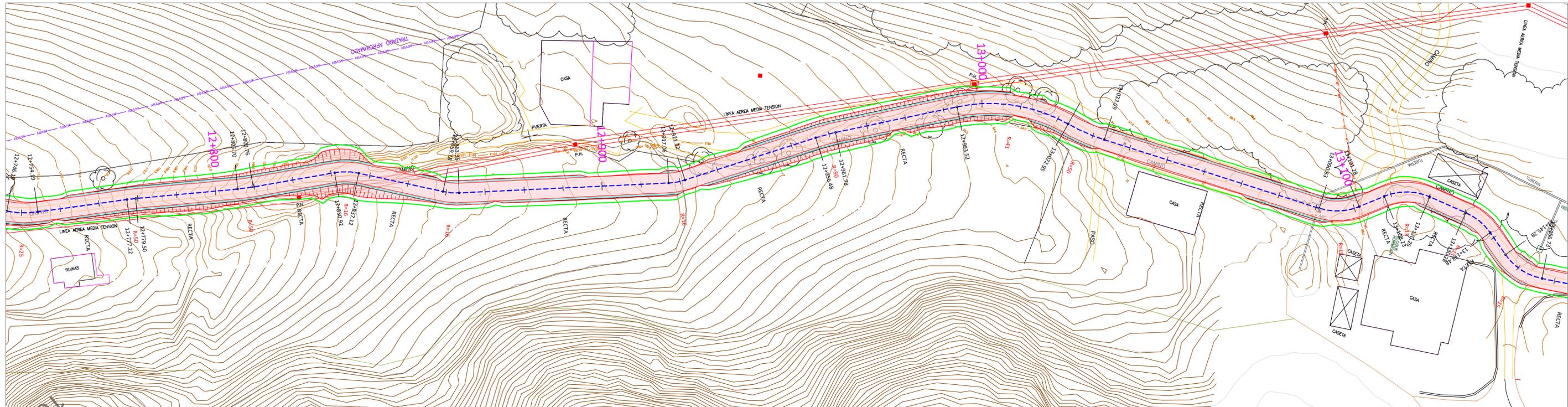
INSTALACION
PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA

TITULO
Nº 7983L002
HOJA 36 DE 40

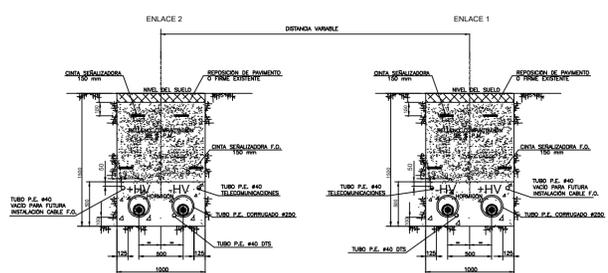
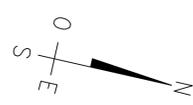


PLANO DE COMPARACION		P.K.																																							
COTA RASANTE	COTA TERRENO	12+800									12+900																														
105.524	105.60	108.005	108.04	108.636	108.70	105.155	105.29	103.365	103.28	102.276	102.45	102.188	102.44	103.642	103.72	103.407	103.37	103.844	103.01	102.668	102.56	102.049	102.07	101.531	101.55	101.011	101.02	100.121	100.14	98.743	98.82	97.727	97.65	96.974	97.12	96.220	96.33	95.407	95.42	94.714	94.64

P.K.																														
13+000									13+100																					
93.860	93.84	92.242	92.24	92.225	92.30	92.109	91.85	91.659	91.61	91.211	91.07	90.762	90.65	90.314	90.22	89.967	89.80	89.365	89.46	88.838	88.84	88.283	88.18	87.700	87.56	87.295	87.44	87.205	87.32	87.455



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.

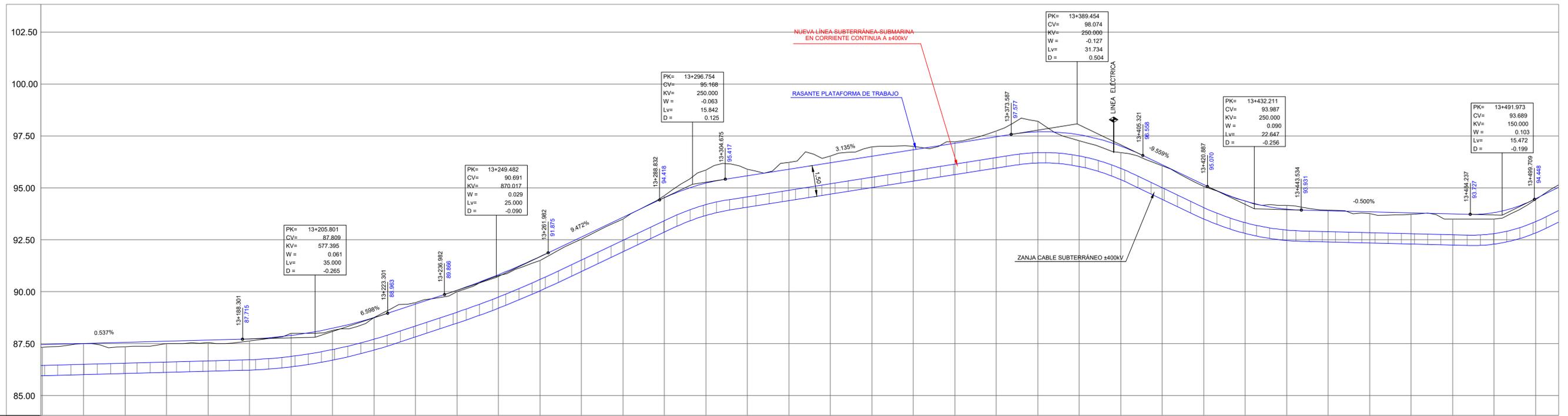


LEYENDA	
	CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400Vcc
	PHD (Cables HVDC ±400kV)
	PHD (FO)

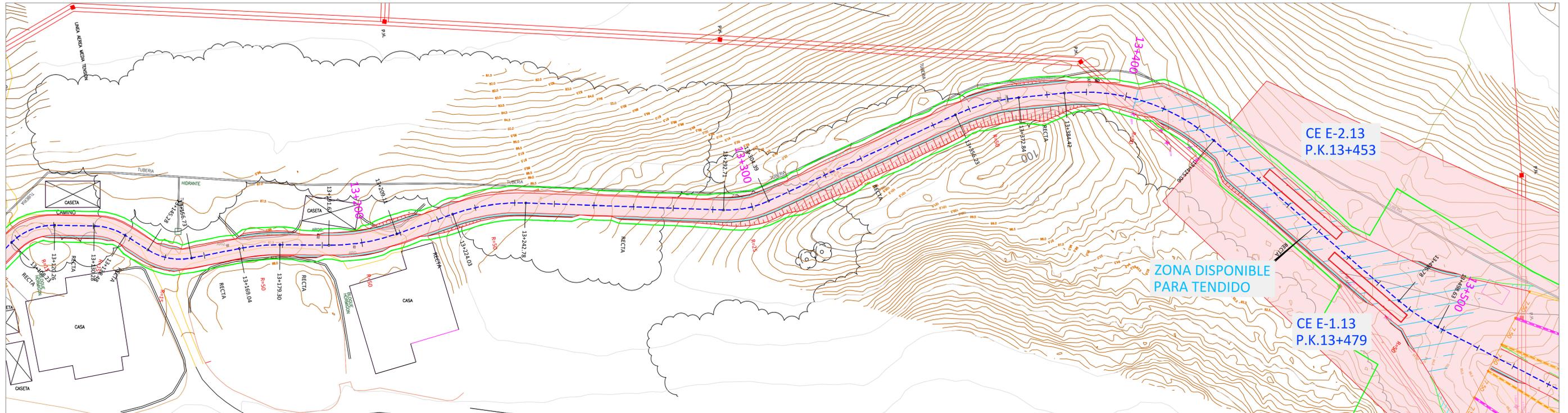
LEYENDA SERVICIOS	
	RED Gas NORTEGAS
	RED Saneamiento CABB
	RED Saneamiento MUNICIPAL
	RED TESA Telefonica de España
	RED Abastecimiento AGUA URA
	RED Abastecimiento UDALSARAK
	RED Abastecimiento PRIVADA
	RED MT BERDOROLA
	RED Alumbrao
	RED Pluvió

	OCCUPACION PERMANENTE
	OCCUPACION TEMPORAL
	ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

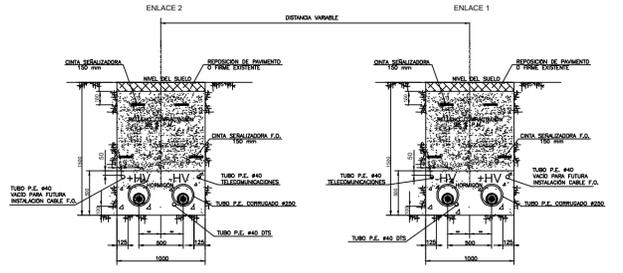
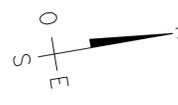
E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7		
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1		
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION		
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:		
					SUSTITUIDO POR:		
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					FECHA 05-2019	NOMBRE V.G.L.	FIRMA
VERIFICADO 05-2019 S.M.M.					FECHA 05-2019	NOMBRE R.G.G.	FIRMA
APROBADO 05-2019					FECHA 05-2019	NOMBRE R.G.G.	FIRMA
TITULO PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002		
					HOJA 37	DE 40	



PLANO DE COMPARACION		P.K.		13+200										13+300										13+400										13+500																																							
COTA RASANTE	COTA TERRENO	87.32	87.509	87.50	87.563	87.35	87.616	87.50	87.670	87.26	87.726	87.63	87.806	88.00	88.239	88.14	88.765	88.76	88.947	90.070	90.00	90.622	90.77	91.689	91.50	92.634	92.54	93.581	93.50	94.526	94.62	95.226	95.96	96.584	96.90	96.807	96.22	96.611	96.63	96.524	96.98	96.838	97.00	97.151	97.22	97.465	97.74	97.696	98.21	97.453	97.26	97.010	96.70	96.110	96.06	95.155	95.07	94.365	94.37	93.973	94.16	93.898	93.93	93.848	93.77	93.788	93.72	93.748	93.50	93.809	93.90	94.476	94.44



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/200
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



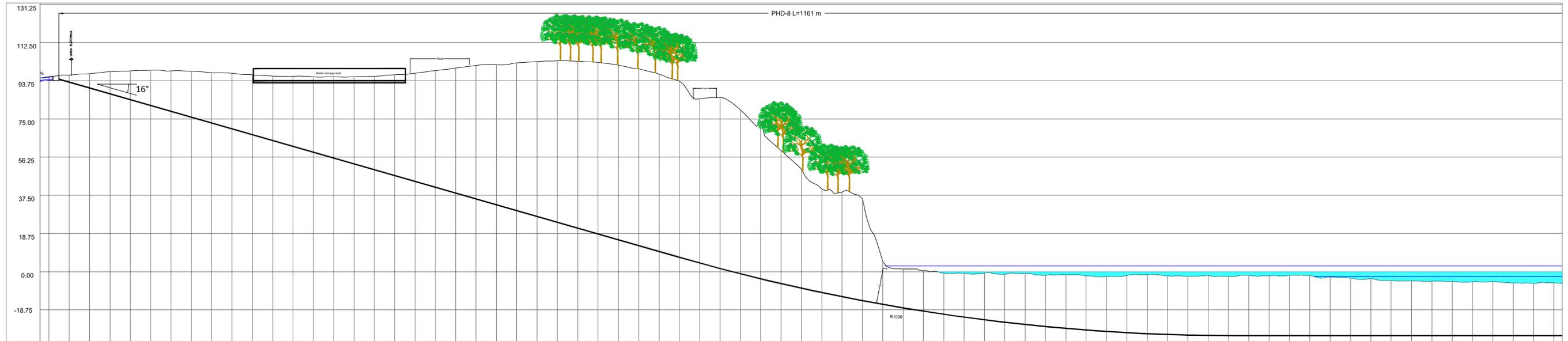
LEYENDA

- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
- PHD (Cables HVDC ±400kV)
- PHD (FO)

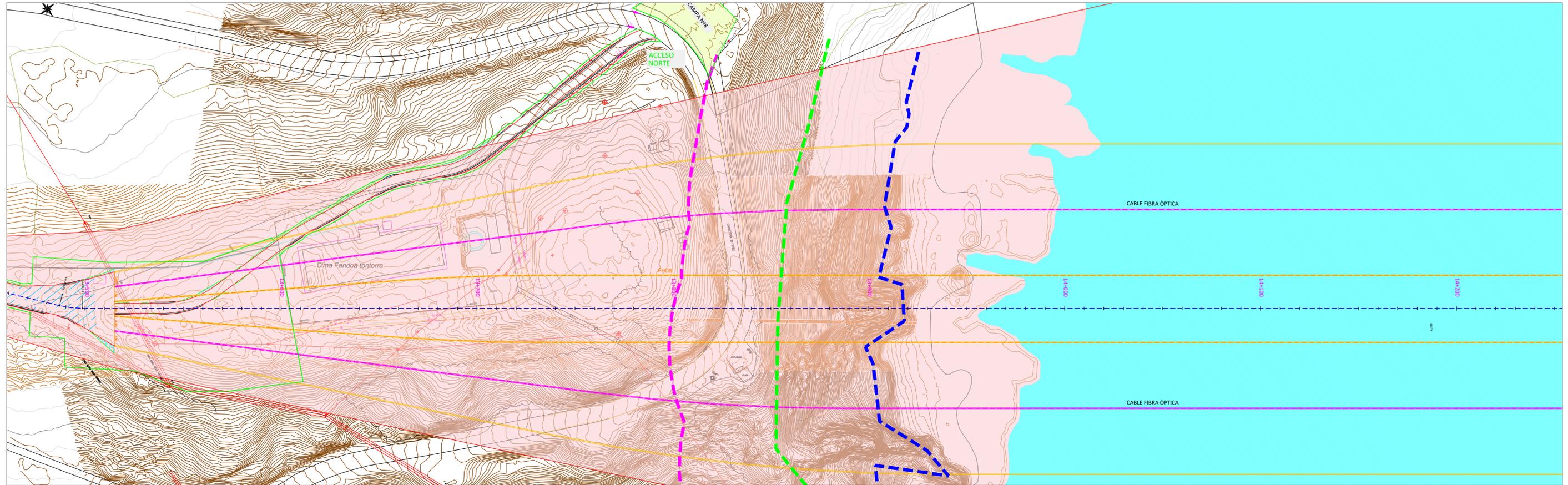
LEYENDA SERVICIOS

- CASO - CASO - RED Gas NORTEGAS
- SANDE - SANDE - RED Saneamiento CABB
- SANDE - SANDE - RED Saneamiento MUNICIPAL
- TESA - TESA - RED TESA Telefonica de España
- ABAR - ABAR - RED Abastecimiento AGUA LRA
- Abastecimiento - RED Abastecimiento UDALSAREAK
- ABOR - ABOR - RED Abastecimiento PRIVADA
- MT - MT - RED MT IBERDROLA
- MT - MT - RED BT IBERDROLA
- ALUM - ALUM - RED Alumbrado
- PLUV - PLUV - RED Pluvial

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCION INTERCONEXION ELECTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					SUSTITUYE POR:
TITULO					FECHA NOMBRE FIRMA REALIZADO 05-2019 V.G.L. [Signature] VERIFICADO 05-2019 S.M.M. [Signature] APROBADO 05-2019 R.G.G. [Signature]
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002 HOJA 38 DE 40

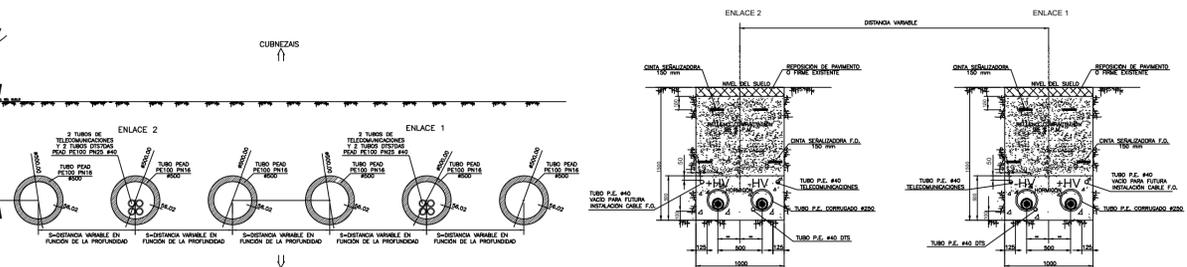
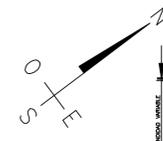


PLANO DE COMPARACION		P.K.	
COTA RASANTE	COTA TERRENO		
96.455	95.15		
	96.00		
	97.25		
	98.14		
	98.81		
	99.97		
	98.81		
	98.41		
	97.87		
	97.41		
	96.66		
	96.02		
	95.84		
	95.65		
	95.66		
	95.93		
	96.66		
	97.44		
	98.77		
	99.98		
	101.25		
	101.59		
	102.49		
	103.17		
	103.53		
	103.28		
	102.72		
	101.39		
	99.56		
	97.11		
	93.87		
	84.93		
	66.81		
	79.43		
	74.10		
	59.62		
	50.31		
	40.56		
	30.97		
	35.82		
	4.86		
	1.37		
	0.81		
	-0.74		
	-0.75		
	-0.61		
	-1.50		
	-0.73		
	-1.72		
	-1.86		
	-2.03		
	-2.37		
	-1.84		
	-1.47		
	-2.07		
	-2.20		
	-1.80		
	-2.24		
	-1.82		
	-1.94		
	-1.84		
	-1.86		
	-2.82		
	-3.15		
	-3.42		
	-4.53		
	-4.43		
	-4.87		
	-4.77		
	-4.91		
	-4.63		
	-5.53		
	-5.78		
	-4.48		



PLANTA GENERAL

ESCALA 1/750
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
- PHD (Cables HVDC 400kV)
- PHD (FO)

OCUPACIÓN PERMANENTE

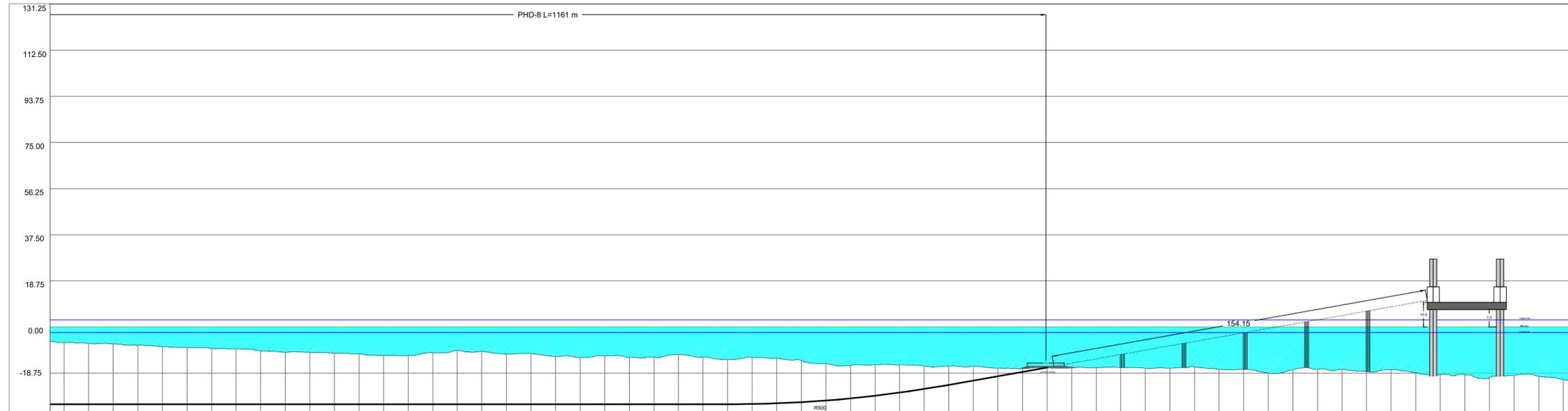
OCUPACIÓN TEMPORAL

ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

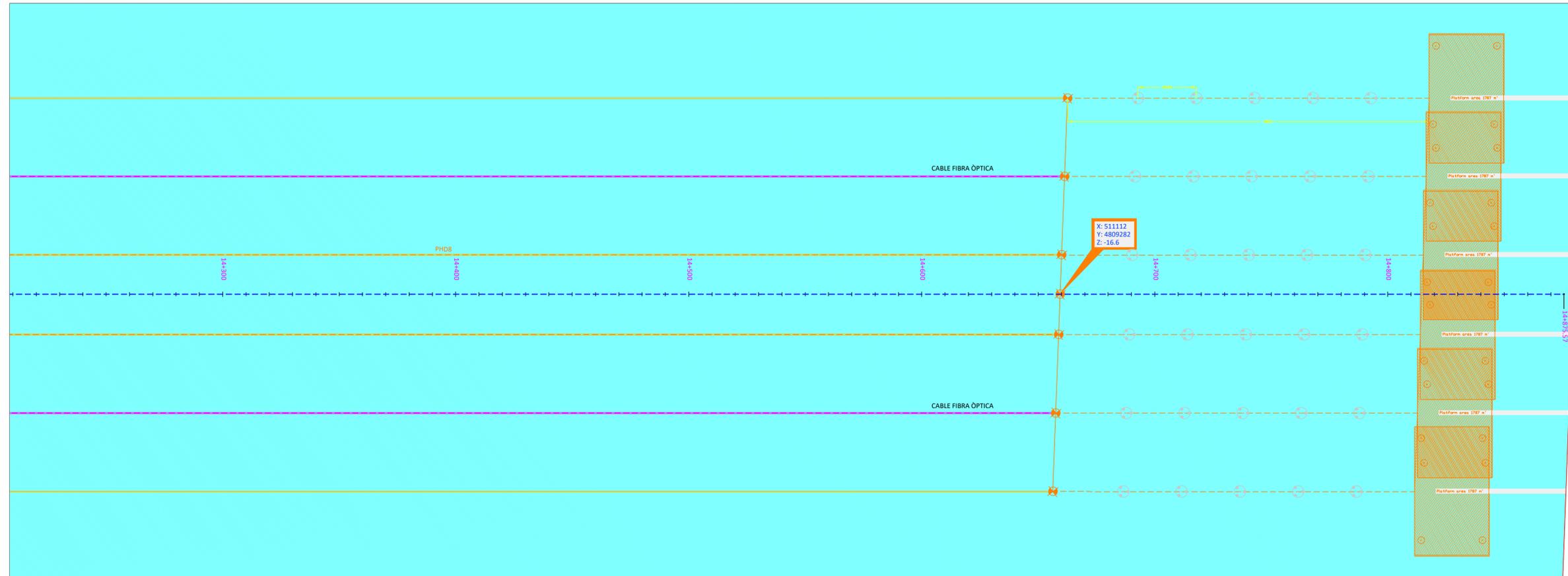
LEYENDA SERVICIOS

- GAS --- GAS --- RED Gas NORTEGAS
- SANIT --- SANIT --- RED Saneamiento CABB
- SANIT --- SANIT --- RED Saneamiento MUNICIPAL
- TESA --- TESA --- RED TESA Telefonica de España
- ABAS --- ABAS --- RED Abastecimiento AGUA LRA
- Abas --- Abas --- RED Abastecimiento UDALSAREAK
- ABAS --- ABAS --- RED Abastecimiento PRIVADA
- MT --- MT --- RED MT IBERDROLA
- MT --- MT --- RED MT IBERDROLA
- ALUM --- ALUM --- RED Alumbrado
- PLUV --- PLUV --- RED Pluvial

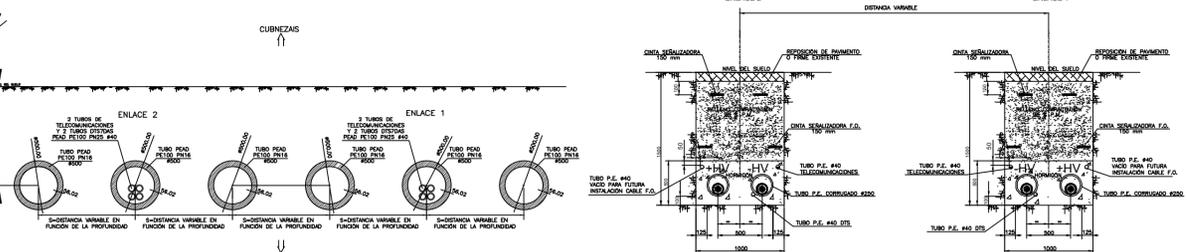
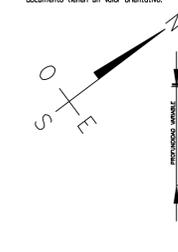
E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISION PHD-1
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA, LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATICA-FRONTERA FRANCESA					REALIZADO 05-2019 V.G.L. VERIFICADO 05-2019 S.M.M. APROBADO 05-2019 R.G.G.
TITULO PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					N° 7983L002 HOJA 39 DE 40



PLANO DE COMPARACION		P.K.	
COTA RASANTE	COTA TERRENO		
		14+300	14+400
		14+500	14+600
		14+700	14+800
		14+300	14+310
		14+320	14+330
		14+340	14+350
		14+360	14+370
		14+380	14+390
		14+400	14+410
		14+420	14+430
		14+440	14+450
		14+460	14+470
		14+480	14+490
		14+500	14+510
		14+520	14+530
		14+540	14+550
		14+560	14+570
		14+580	14+590
		14+600	14+610
		14+620	14+630
		14+640	14+650
		14+660	14+670
		14+680	14+690
		14+700	14+710
		14+720	14+730
		14+740	14+750
		14+760	14+770
		14+780	14+790
		14+800	14+810
		14+820	14+830
		14+840	14+850
		14+860	14+870
		14+880	14+890
		14+900	14+910
		14+920	14+930
		14+940	14+950
		14+960	14+970
		14+980	14+990
		15+000	15+010



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/750
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



LEYENDA

- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
- PHD (Cables HVDC 440kV)
- PHD (FO)

OCUPACIÓN PERMANENTE

OCUPACIÓN TEMPORAL

ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

LEYENDA SERVICIOS

- GAS --- RED Gas NORTEGAS
- SANIT --- SANIT --- RED Saneamiento MUNICIPAL
- TESA --- TESA --- RED TESA Telefonica de España
- ABAR --- ABAR --- RED Abastecimiento AGUA LRA
- Abastecimiento --- RED Abastecimiento UDALSAREAK
- ABAR --- ABAR --- RED Abastecimiento PRIVADA
- MT --- MT --- RED MT IBERDROLA
- AL --- AL --- RED Alumbrado
- PLUV --- PLUV --- RED Pluvial

E	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7
D	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	REVISIÓN PHD-1
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLF DE BIZKAIA, LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					SUSTITUIDO POR:
TITULO					Nº 7983L002
PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL					HOJA 40 DE 40

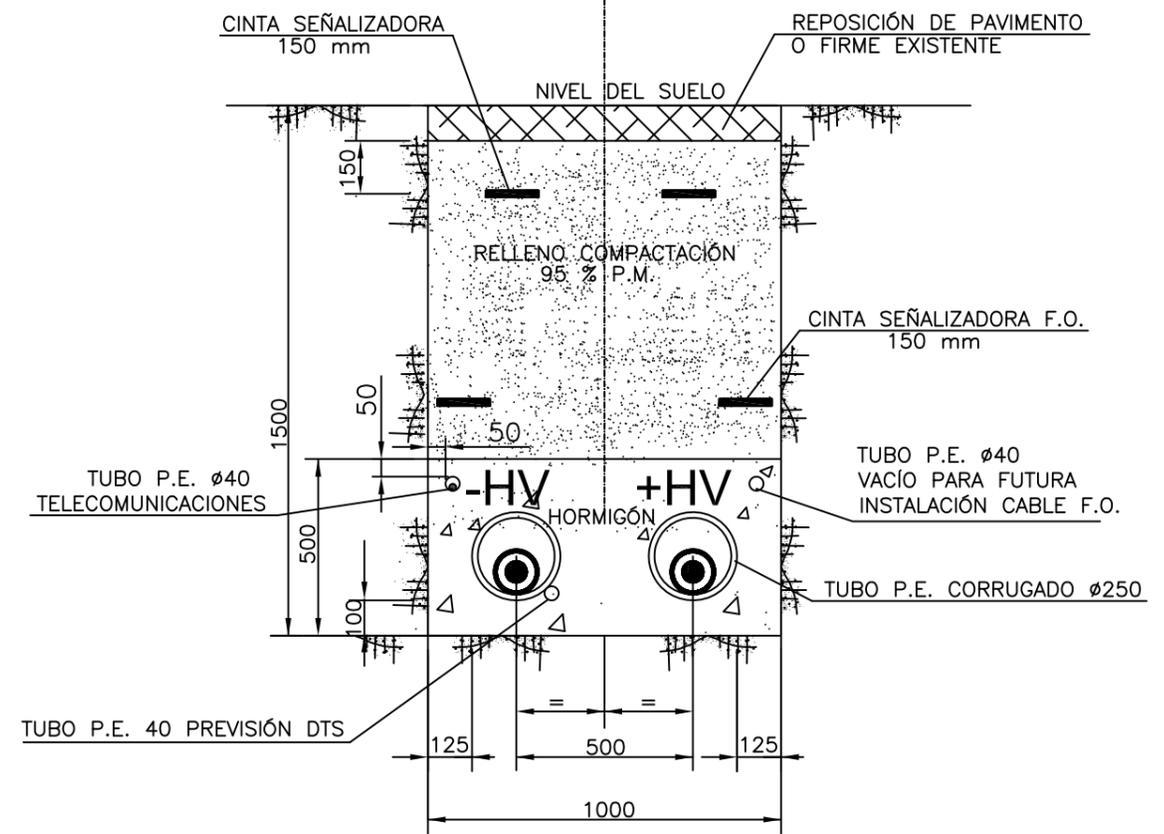
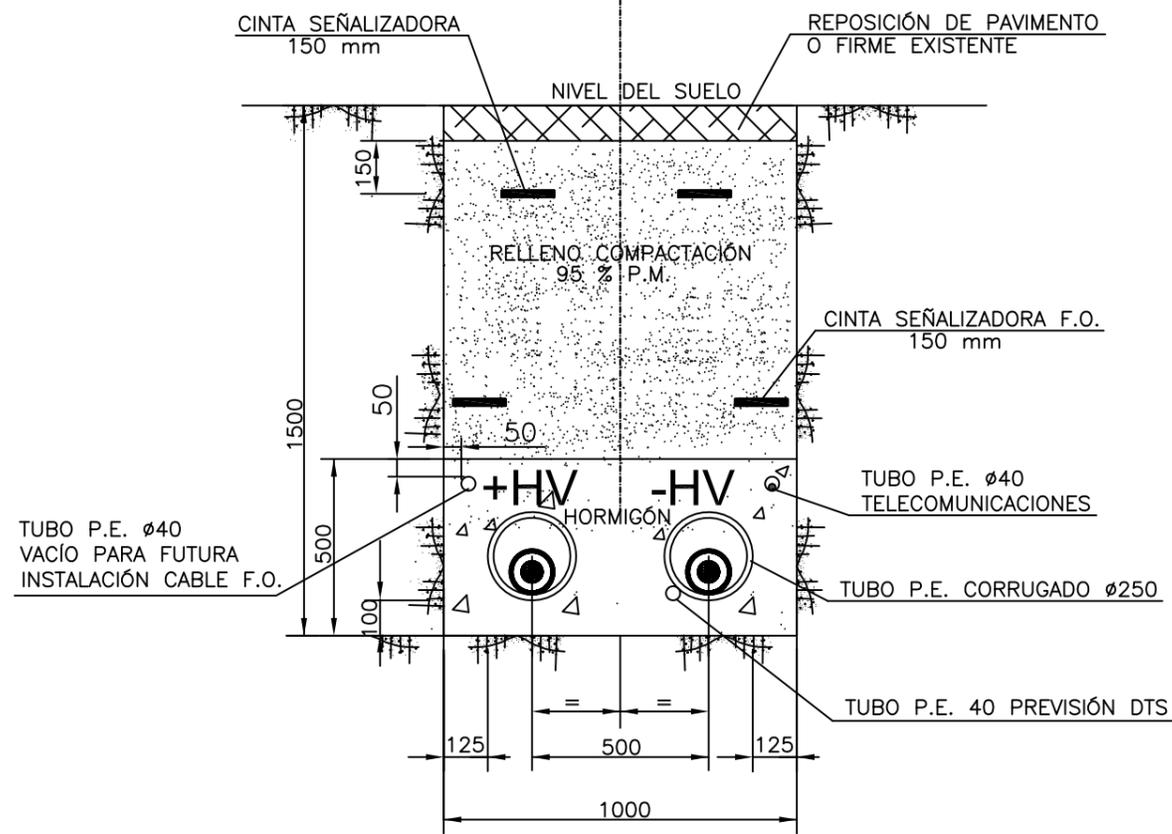
CUBNEZ AIS



ENLACE 1

ENLACE 2

DISTANCIA VARIABLE



GATIKA

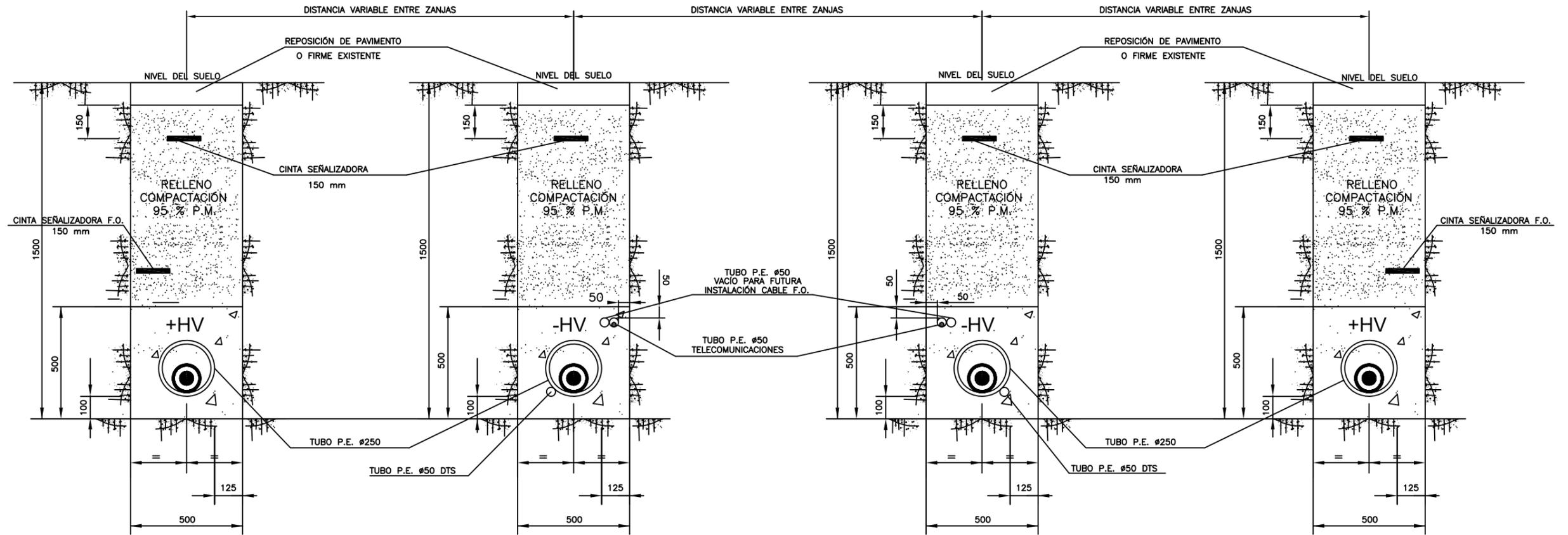
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION			
-	-	-	-	-				
 DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:			
					SUSTITUIDO POR:			
INSTALACION					FECHA	NOMBRE	FIRMA	
PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					REALIZADO	12-2020	V.G.L.	
					VERIFICADO	12-2020	S.M.M.	
					APROBADO	12-2020	M.S.S.	
TITULO								
ZANJA HORMIGONADA					Nº	7983LSZ001		
					HOJA	1	DE	1

ZANJA DE DERIVACIÓN A TUBO N°1 PERFORACIÓN DIRIGIDA

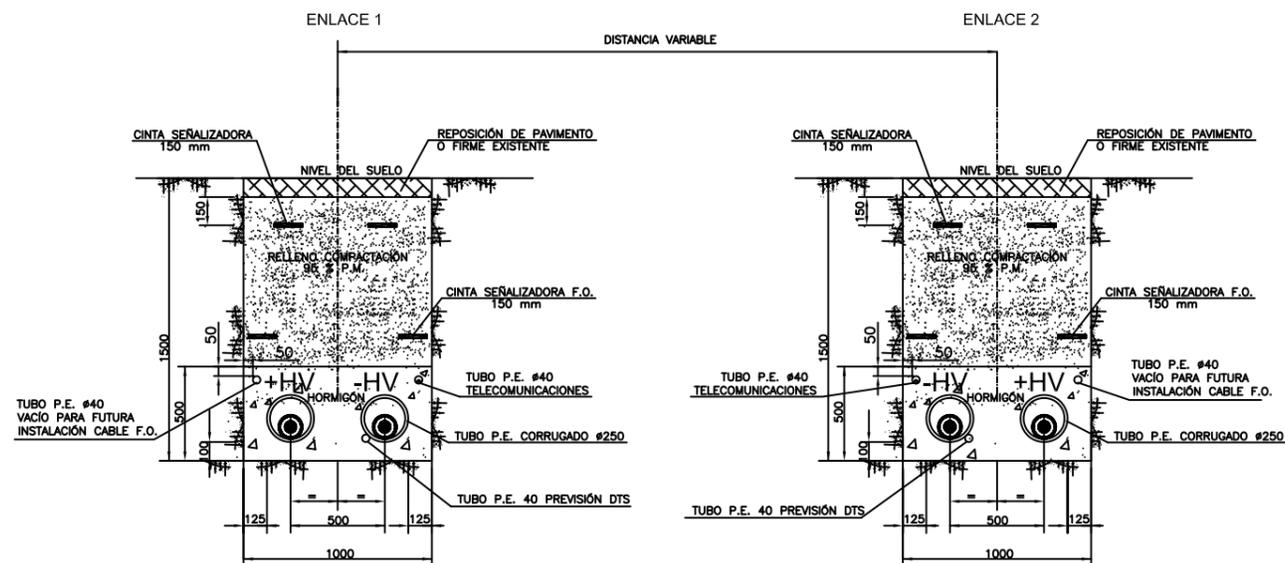
ZANJA DE DERIVACIÓN A TUBO N°2 PERFORACIÓN DIRIGIDA

ZANJA DE DERIVACIÓN A TUBO N°3 PERFORACIÓN DIRIGIDA

ZANJA DE DERIVACIÓN A TUBO N°4 PERFORACIÓN DIRIGIDA



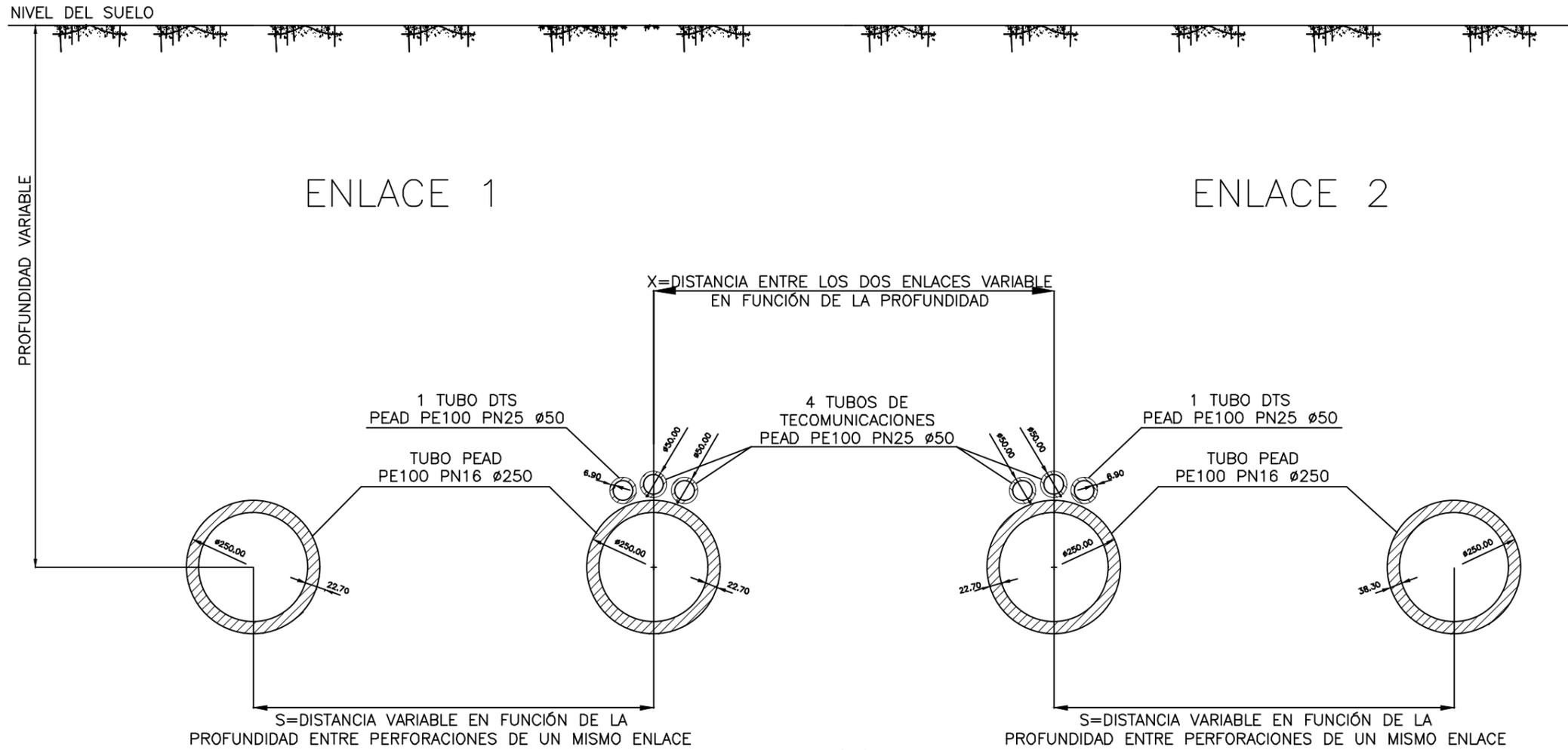
CUBNEZAIS



GATIKA

EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
-	-	-	-	-	-
 DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					FECHA
					NOMBRE
					FIRMA
TITULO ZANJA PARA ENTRONQUE CON PERFORACIÓN DIRIGIDA					N°
					7983LSZ002
					HOJA 1 DE 1

CUBNEZAIS



GATIKA

EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION			
-	-	-	-	-				
 DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS					SUSTITUYE A:			
					SUSTITUIDO POR:			
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFÓ DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA						FECHA	NOMBRE	FIRMA
					REALIZADO	12-2020	V.G.L.	
					VERIFICADO	12-2020	S.M.M.	
TITULO					APROBADO 12-2020 M.S.S. 			
					SECCIÓN PERFORACIÓN DIRIGIDA TERRESTRE			
					N°	7983LSZ003		
					HOJA	1	DE	2

CUBNEZAIS



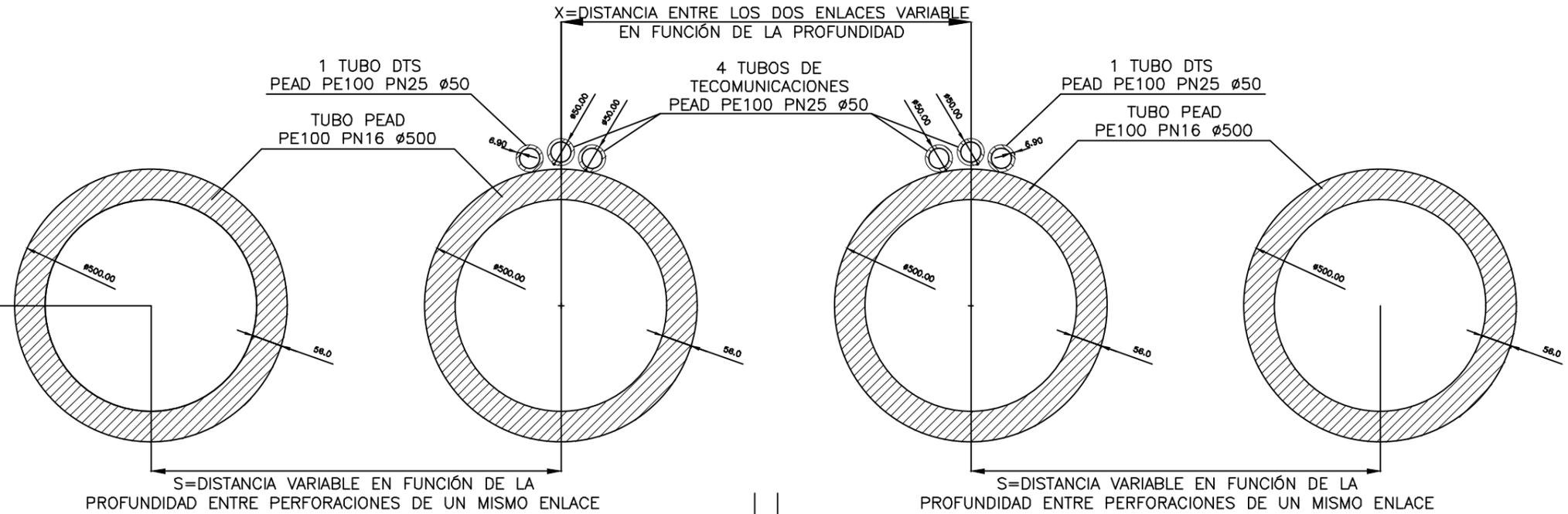
PHD-7

NIVEL DEL SUELO

PROFUNDIDAD VARIABLE

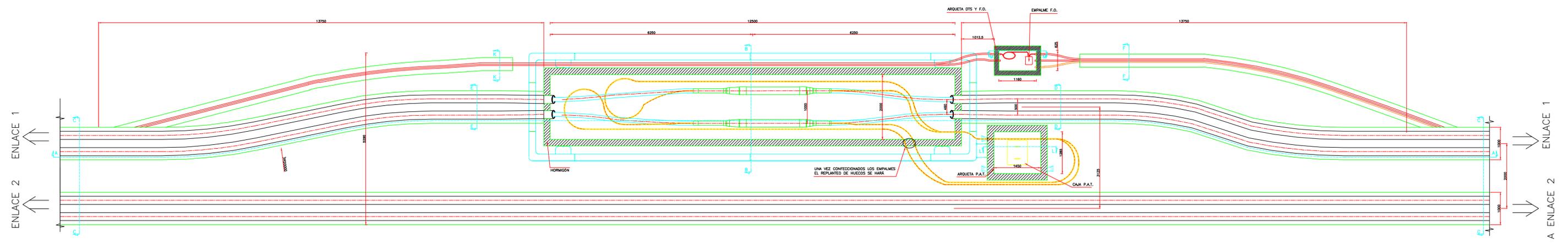
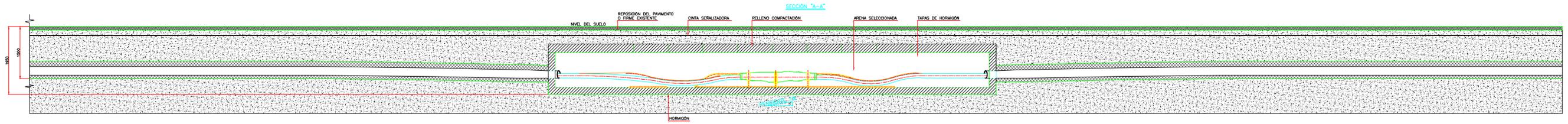
ENLACE 1

ENLACE 2



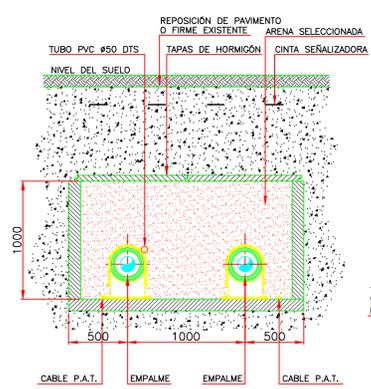
GATIKA

EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION					
-	-	-	-	-						
 DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS					SUSTITUYE A:					
					SUSTITUIDO POR:					
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFÓ DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					REALIZADO	12-2020	NOMBRE	V.G.L.	FIRMA	
					VERIFICADO	12-2020	S.M.M.			
					APROBADO	12-2020	M.S.S.			
TITULO										
SECCIÓN PERFORACIÓN DIRIGIDA SALIDA AL MAR					N°	7983LSZ003				
					HOJA	2	DE	2		



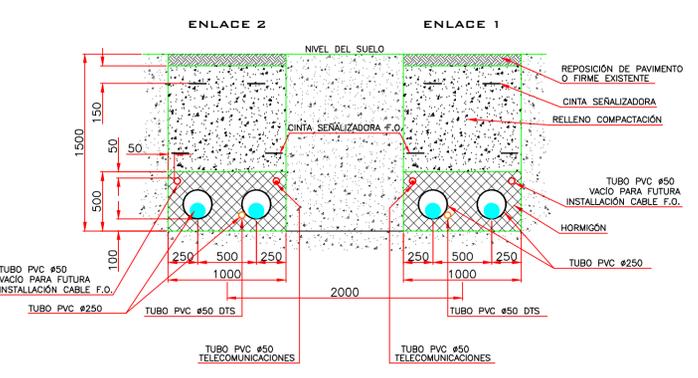
NOTA : - TODAS LAS COTAS ESTAN EN mm

SECCIÓN "B-B"



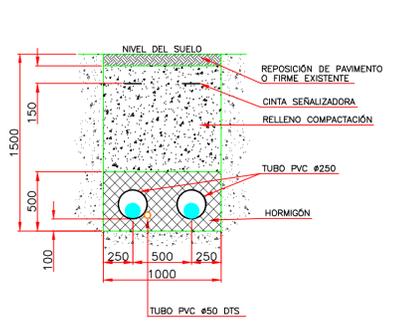
ESCALA 1:30

SECCIÓN "C-C"



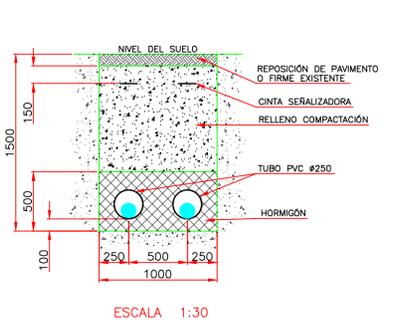
ESCALA 1:30

SECCIÓN "D-D"



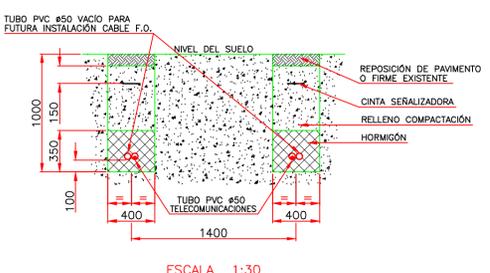
ESCALA 1:30

SECCIÓN "E-E"



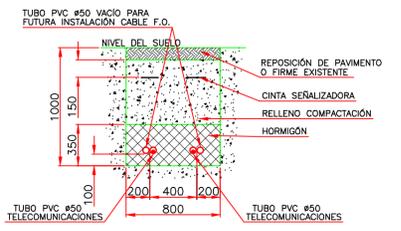
ESCALA 1:30

SECCIÓN "F-F"



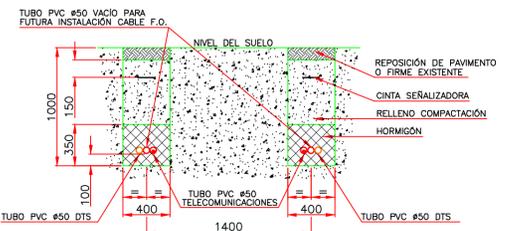
ESCALA 1:30

SECCIÓN "G-G"



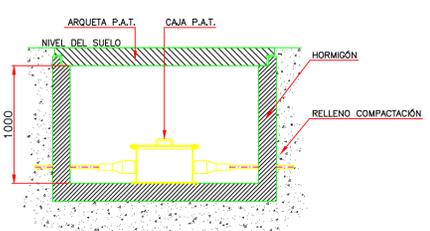
ESCALA 1:30

SECCIÓN "K-K"



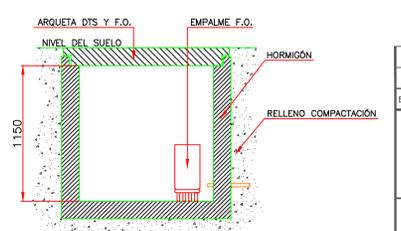
ESCALA 1:30

SECCIÓN "L-L"



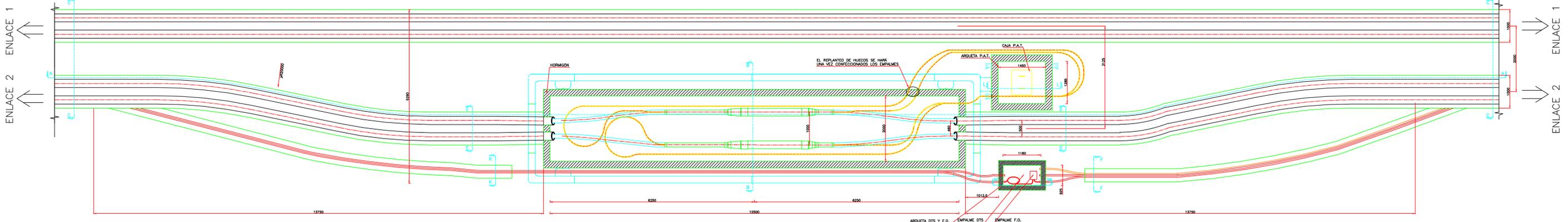
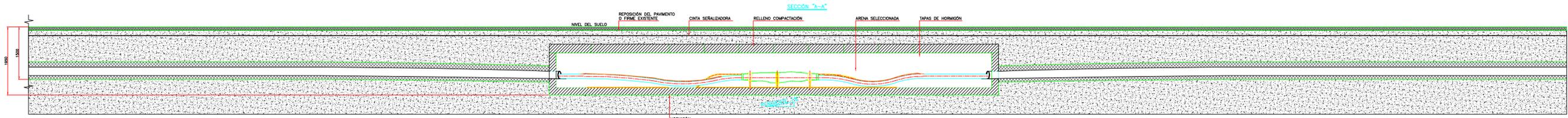
ESCALA 1:30

SECCIÓN "M-M"

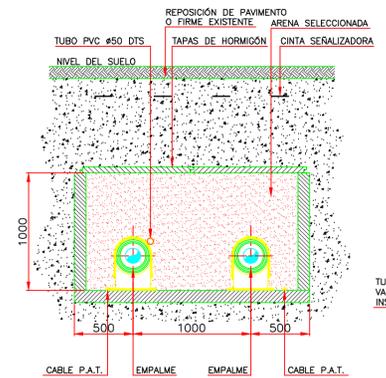


ESCALA 1:30

EDICIÓN	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
-	-	-	-	-	-
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLF DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATKA-FRONTERA FRANCESA					REALIZADO
					VERIFICADO
					APROBADO
TÍTULO					N°
CÁMARA DE EMPALME CON P.a.T. ENLACE 1					7983LSC001
HOJA					1 DE 2

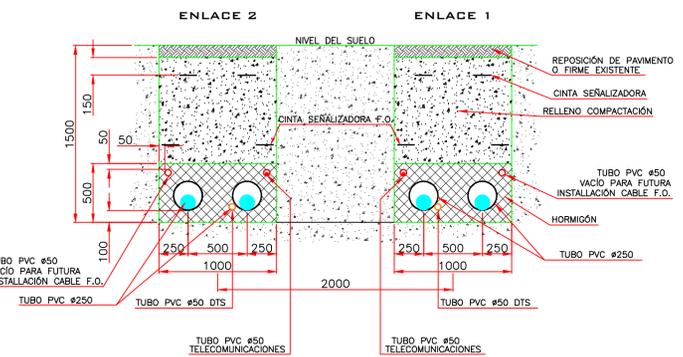


SECCIÓN "B-B"



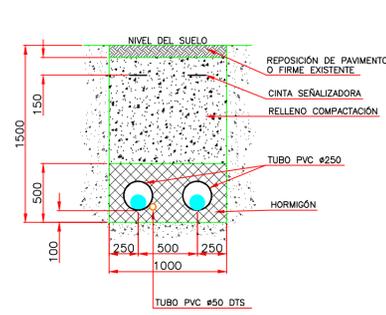
ESCALA 1:30

SECCIÓN "C-C"



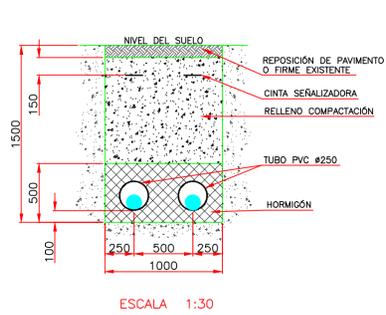
ESCALA 1:30

SECCIÓN "D-D"



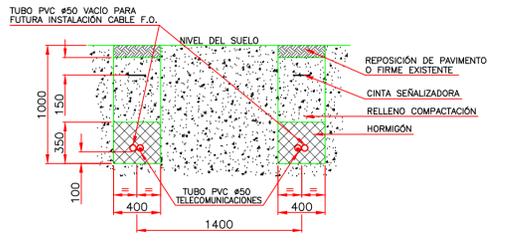
ESCALA 1:30

SECCIÓN "E-E"



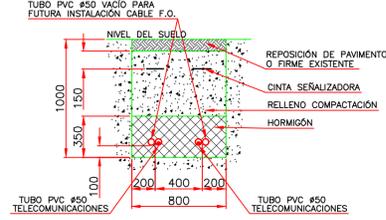
ESCALA 1:30

SECCIÓN "F-F"



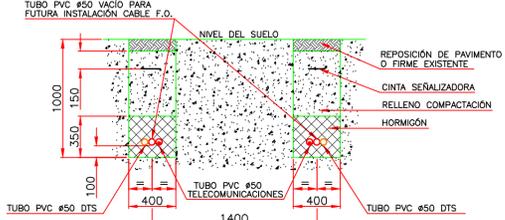
ESCALA 1:30

SECCIÓN "G-G"



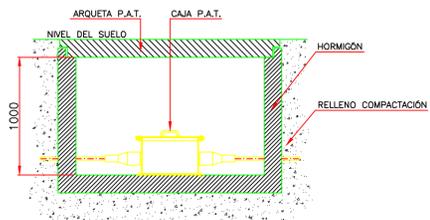
ESCALA 1:30

SECCIÓN "K-K"



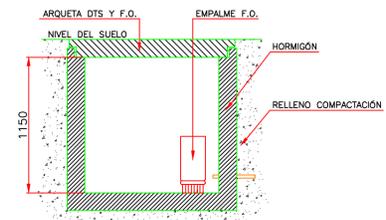
ESCALA 1:30

SECCIÓN "L-L"



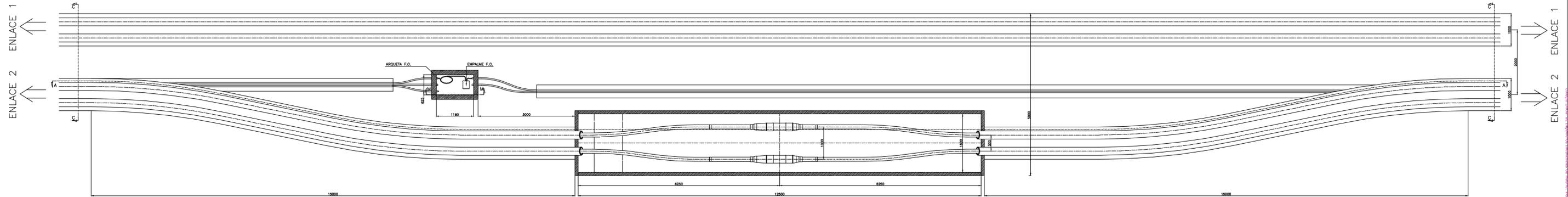
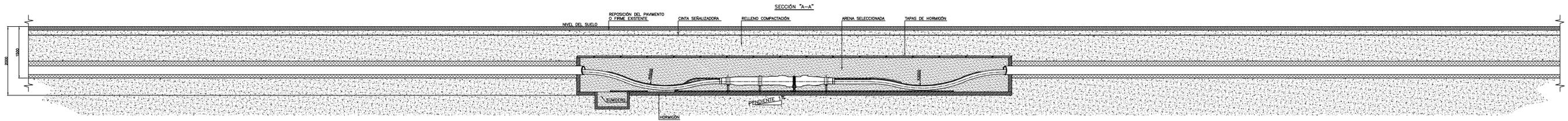
ESCALA 1:30

SECCIÓN "M-M"

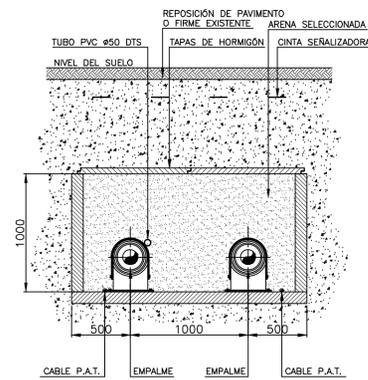


ESCALA 1:30

EDICIÓN	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION			
-	-	-	-	-				
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LINEAS					SUSTITUYE A:			
					SUSTITUIDO POR:			
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLF DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					REALIZADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA
					VERIFICADO	12-2018	V.G.L.	
					APROBADO	12-2018	R.G.G.	
TITULO								
CÁMARA DE EMPALME CON P.o.T. ENLACE 2					N° 7983LSC001			
					HOJA 2 DE 2			

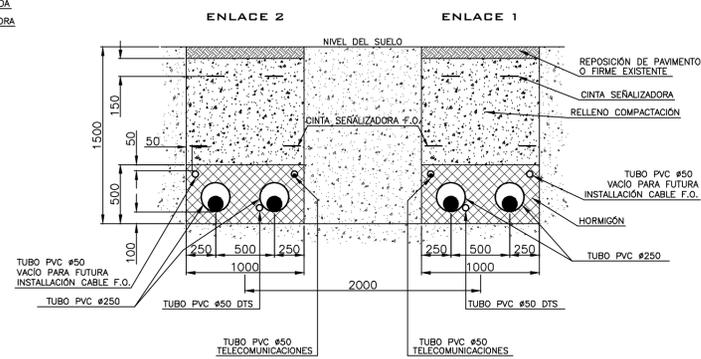


SECCIÓN "B-B"



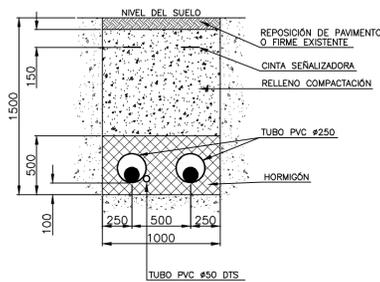
ESCALA 1:30

SECCIÓN "C-C"



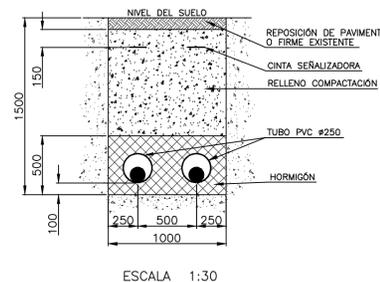
ESCALA 1:30

SECCIÓN "D-D"



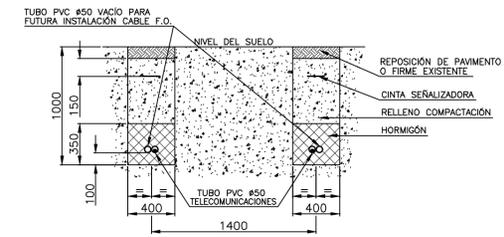
ESCALA 1:30

SECCIÓN "E-E"



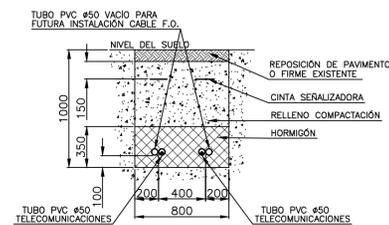
ESCALA 1:30

SECCIÓN "F-F"



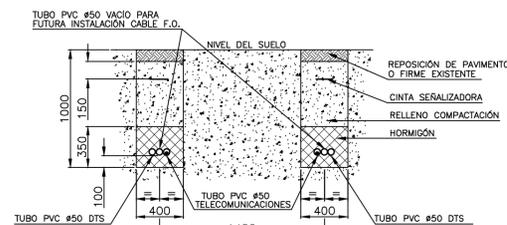
ESCALA 1:30

SECCIÓN "G-G"



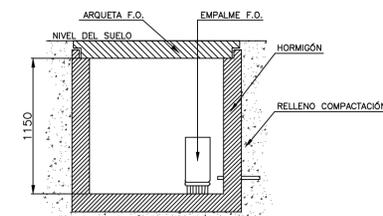
ESCALA 1:30

SECCIÓN "K-K"



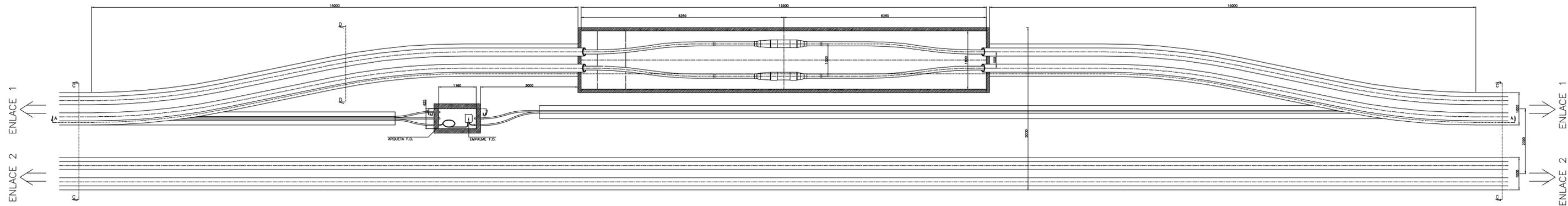
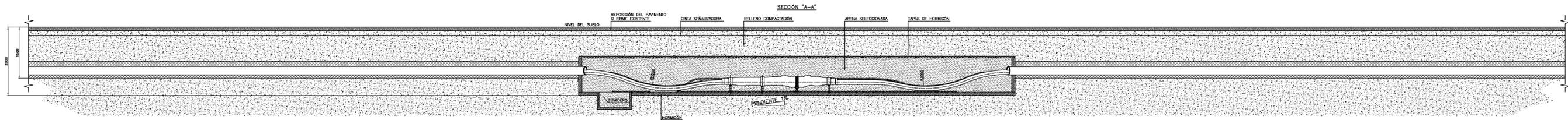
ESCALA 1:30

SECCIÓN "M-M"

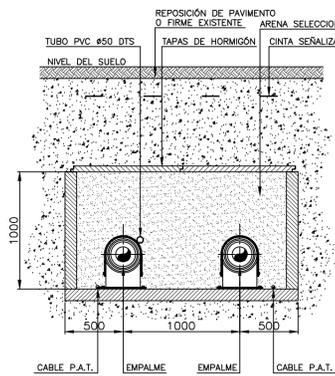


ESCALA 1:30

EDICIÓN	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION			
-	-	-	-	-				
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS					SUSTITUYE A:			
					SUSTITUIDO POR:			
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATICA-FRONTERA FRANCESA					REALIZADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA
					VERIFICADO	12-2020	V.G.L.	
					APROBADO	12-2020	S.M.M.	
TÍTULO								
CÁMARA DE EMPALME SIN P.o.T. ENLACE 1					N°	7983LSC002		
					HOJA	1 DE 2		

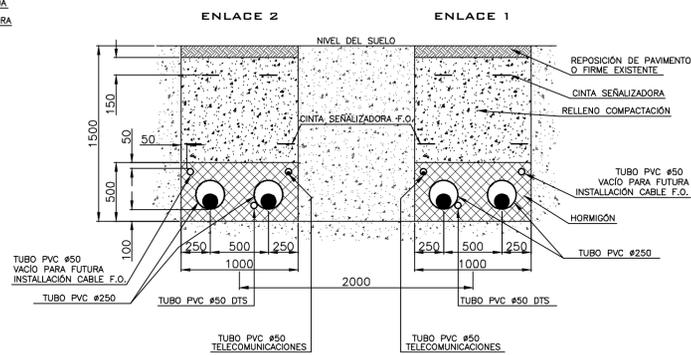


SECCIÓN "B-B"



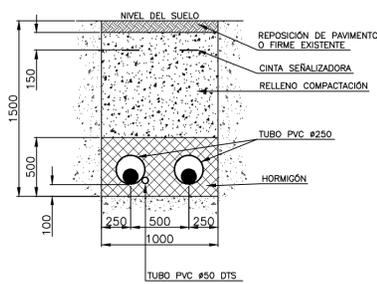
ESCALA 1:30

SECCIÓN "C-C"



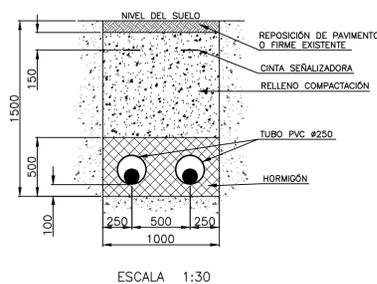
ESCALA 1:30

SECCIÓN "D-D"



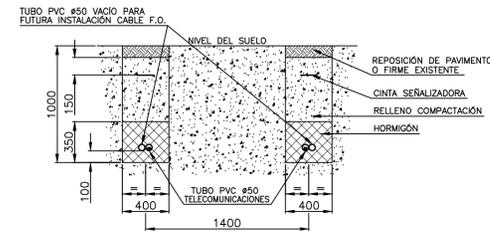
ESCALA 1:30

SECCIÓN "E-E"



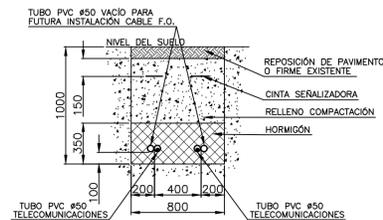
ESCALA 1:30

SECCIÓN "F-F"



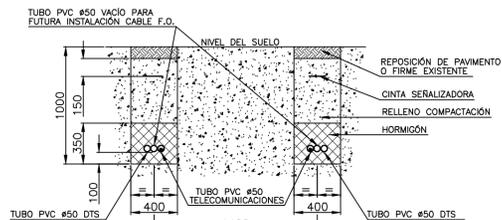
ESCALA 1:30

SECCIÓN "G-G"



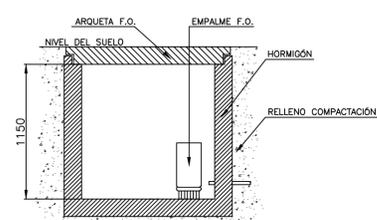
ESCALA 1:30

SECCIÓN "K-K"



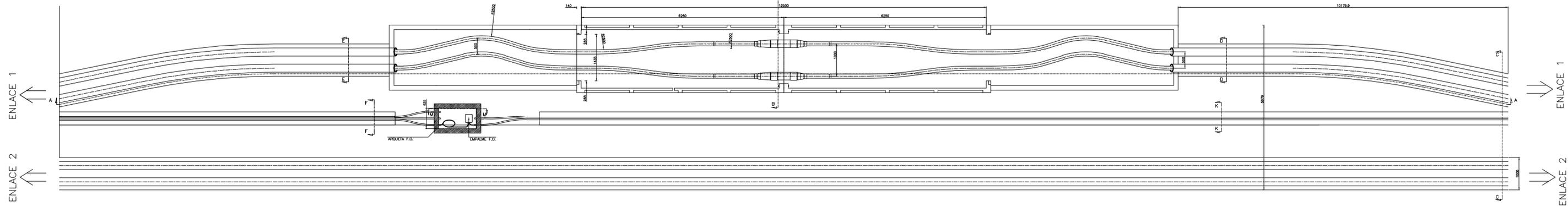
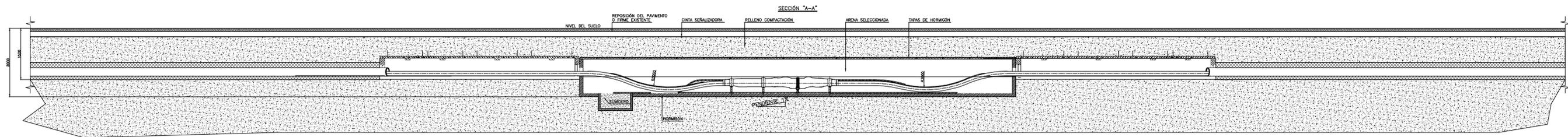
ESCALA 1:30

SECCIÓN "M-M"

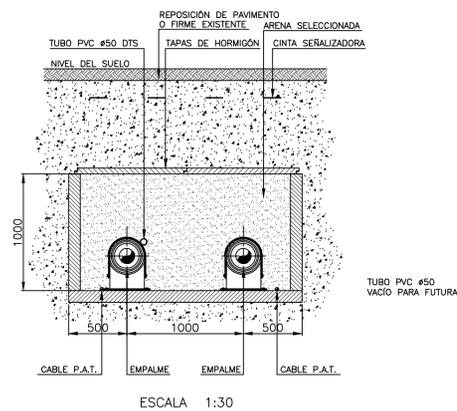


ESCALA 1:30

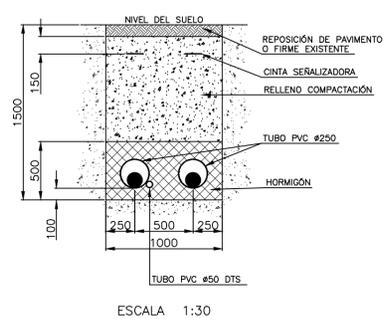
EDICIÓN	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION			
-	-	-	-	-				
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LINEAS					SUSTITUYE A:			
					SUSTITUIDO POR:			
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					REALIZADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA
					VERIFICADO	12-2020	S.M.M.	
					APROBADO	12-2020	M.S.S.	
TÍTULO					N° 7983LSC002			
CÁMARA DE EMPALME SIN P.A.T. ENLACE 2					HOJA 2 DE 2			



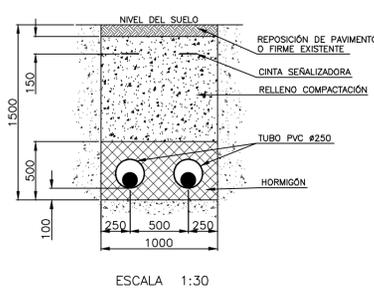
SECCIÓN "B-B"



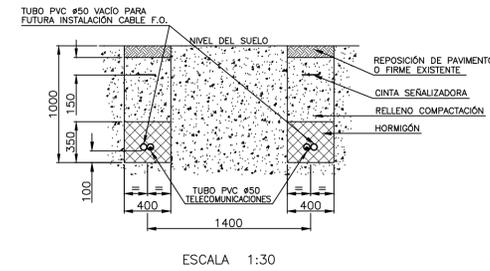
SECCIÓN "D-D"



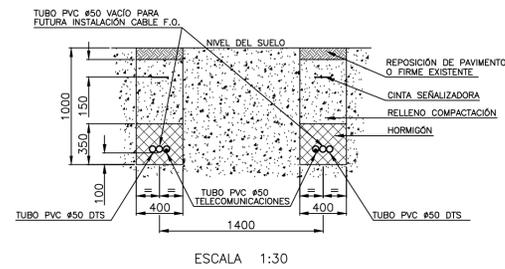
SECCIÓN "E-E"



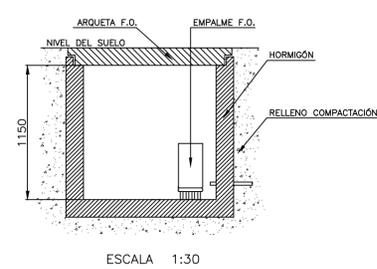
SECCIÓN "F-F"



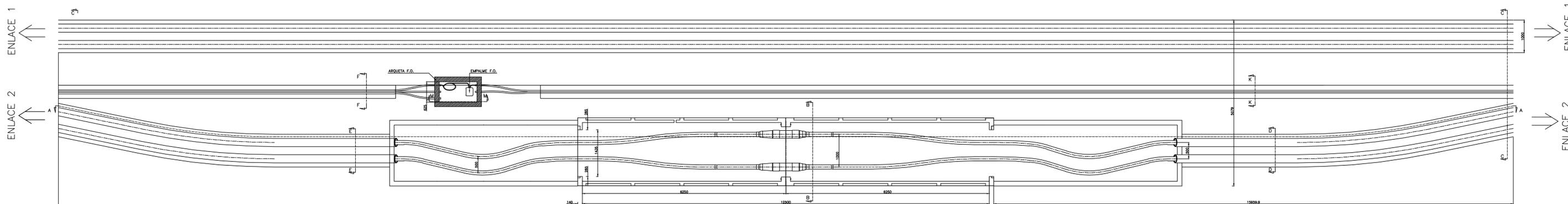
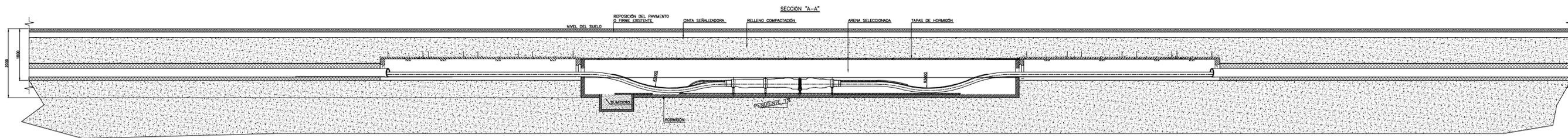
SECCIÓN "K-K"



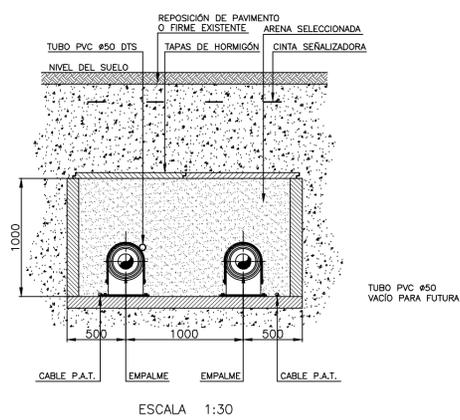
SECCIÓN "M-M"



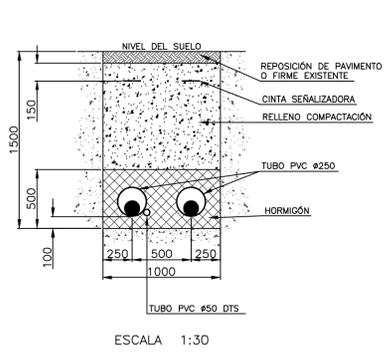
EDICIÓN	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION			
-	-	-	-	-				
 DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS					SUSTITUYE A:			
					SUSTITUIDO POR:			
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRANEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					REALIZADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA
					VERIFICADO	12-2020	V.G.L.	
					APROBADO	12-2020	M.S.S.	
TITULO								
CÁMARA DE EMPALME CON SNAKING ENLACE 1					N°	7983LSC003		
					HOJA	1 DE 2		



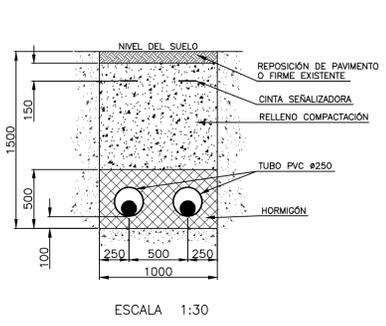
SECCIÓN "B-B"



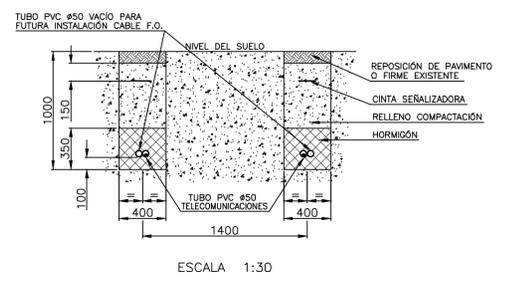
SECCIÓN "D-D"



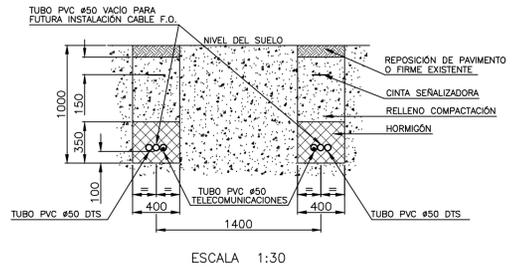
SECCIÓN "E-E"



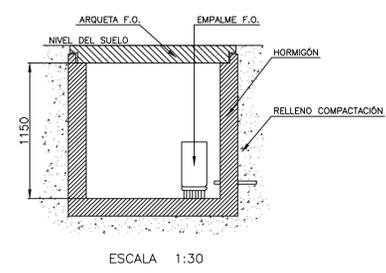
SECCIÓN "F-F"



SECCIÓN "K-K"

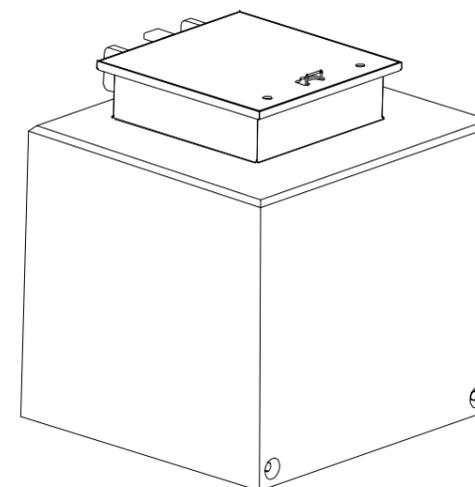
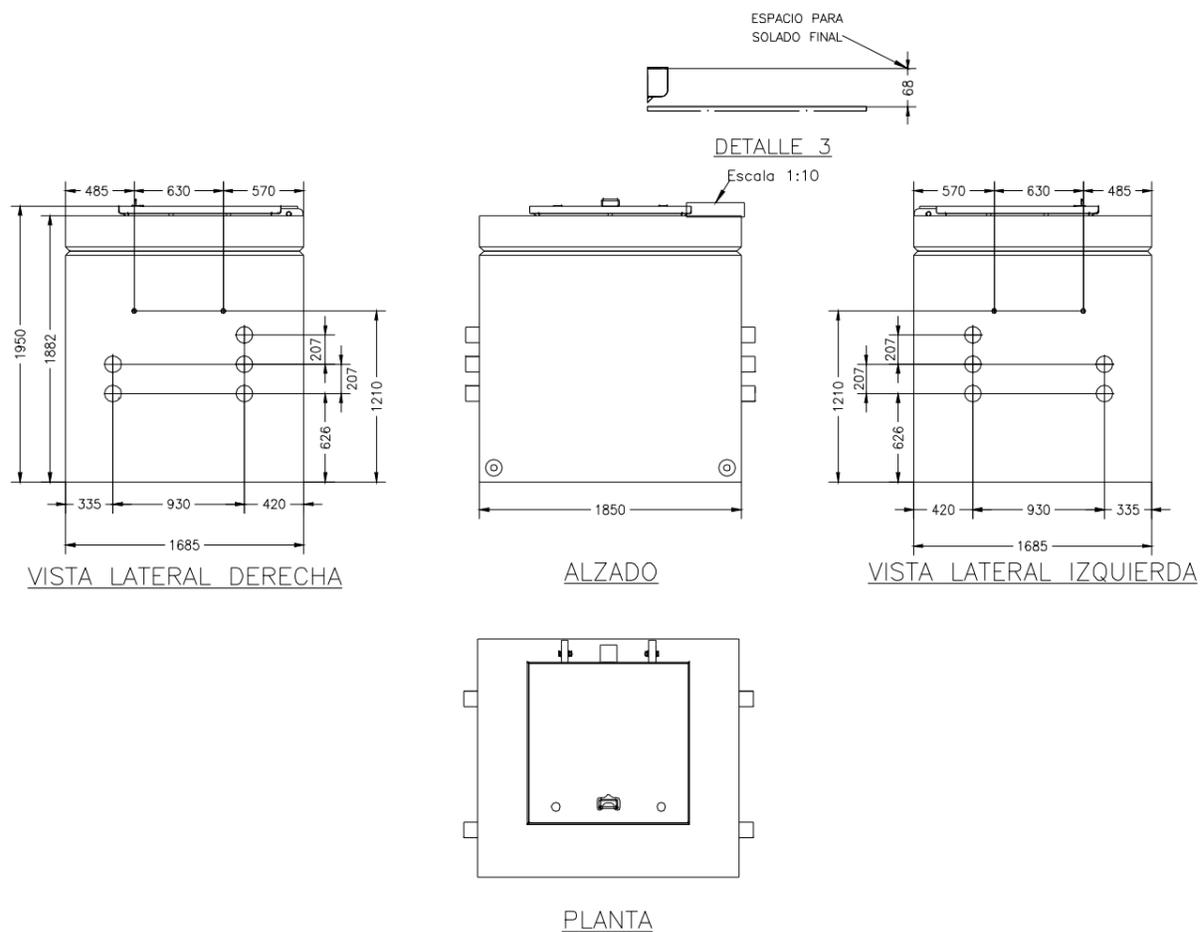


SECCIÓN "M-M"



EDICIÓN	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
-	-	-	-	-	-
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LINEAS					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLF DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					FECHA
					NOMBRE
					FIRMA
TITULO CÁMARA DE EMPALME CON SNAKING ENLACE 2					REALIZADO
					VERIFICADO
					APROBADO
					N°
					HOJA
					DE
					2
					DE
					2

OTORONKA CONSULTING S.L. PROYECTO: GOLF DE BIZKAIA

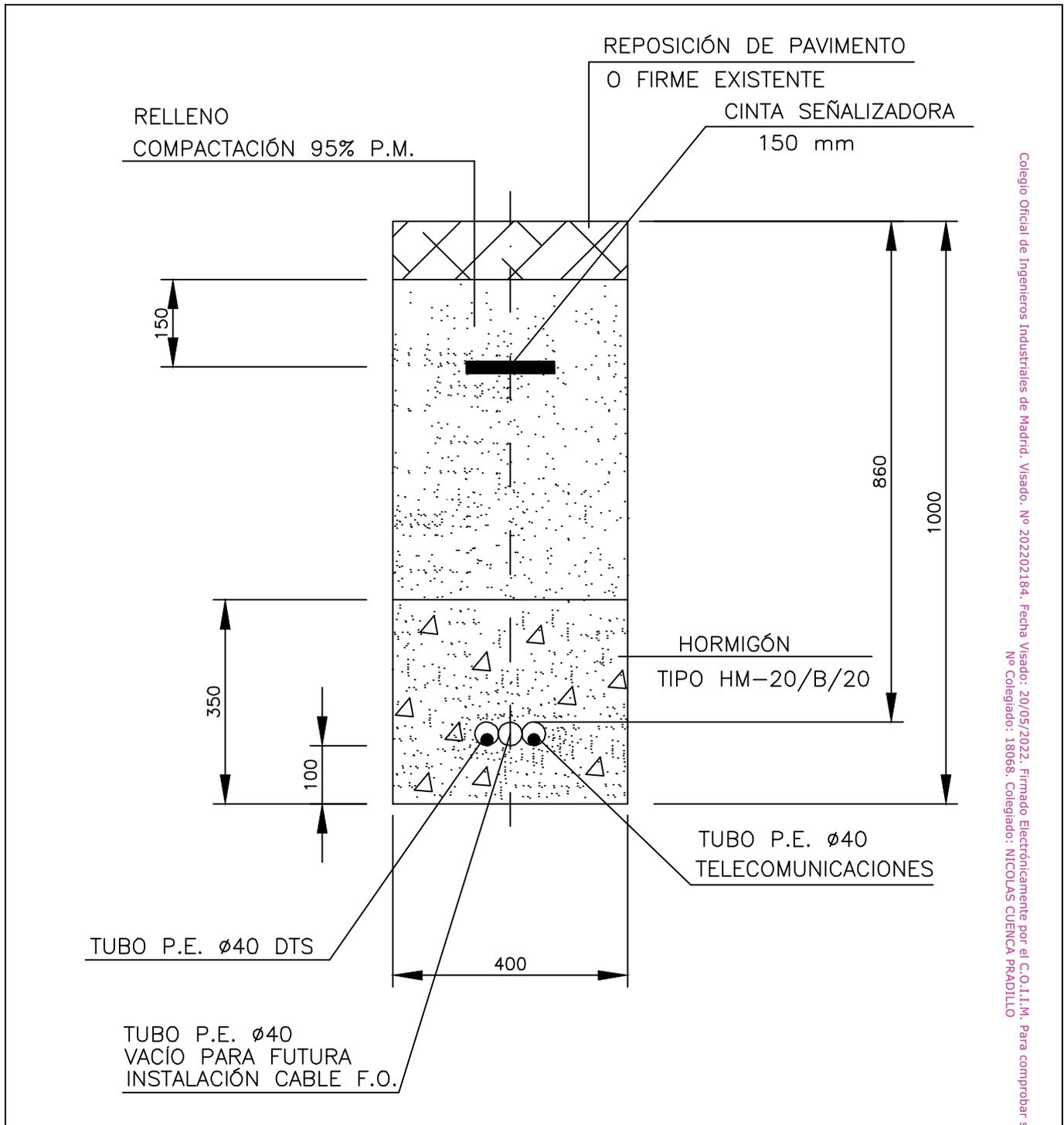


VISTA 3D
SIN ESCALA

NOTAS

- Peso aproximado 7.770kg.
- Requerimientos estructurales :
 - Vida útil 50 Años
 - Clase de exposición IIIb+Qb
 - Resistencia mecanica del hormigón ≥ 35 N /mm²
 - Cemento sulfuresistente (tipo SR)
 - Hormigón AH-40/AC/12/IIIb+Qb
 - Tamaño de árido máximo entre 12 mm. y 20 mm.
 - Máxima relación a/c 0,5 y mínimo contenido cemento 350 (kg/m³)
 - Recubrimiento mínimo armaduras 40 mm.
 - Acero armaduras B-500-SD soldado o electrosoldado
 - Resistencia al fuego REI-120
- Estanqueidad IP-X8
- Acabados :
 - Parte exterior pintada mediante una membrana elástica de poliuretano en color gris para protegerla de ataques de elementos externos agresivos
 - El interior pintado con pintura blanca anticondensación
 - Tornillería de acero inoxidable AISI 316

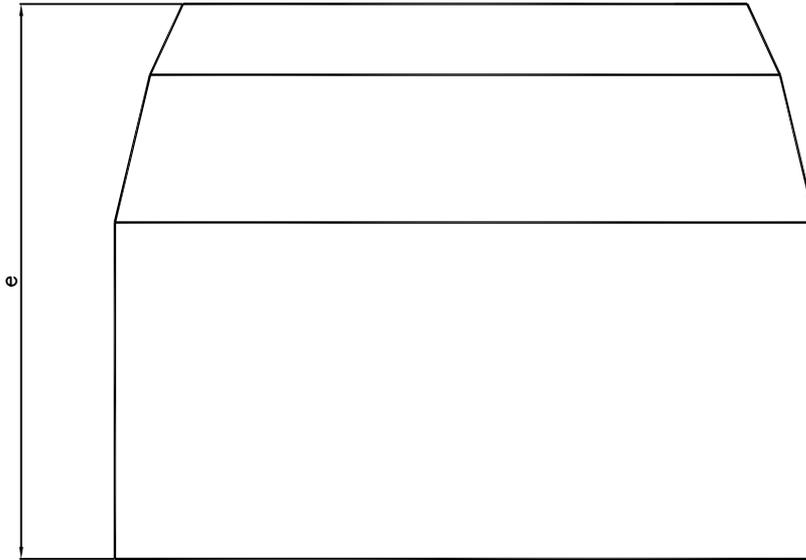
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N			
-	-	-	-	-				
 DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS					SUSTITUYE A:			
					SUSTITUIDO POR:			
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ± 400 kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA					FECHA	NOMBRE	FIRMA	
					REALIZADO	12-2020	V.G.L.	
					VERIFICADO	12-2020	S.M.M.	
					APROBADO	12-2020	M.S.S.	
TITULO ARQUETA ESTANCA PARA INSTALACIÓN DE LA CAJA DE CONEXIÓN DE PANTALLAS					Nº 7983LSC004			
					HOJA 1 DE 1			



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/Verificaci%20de%20firmas>
 Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

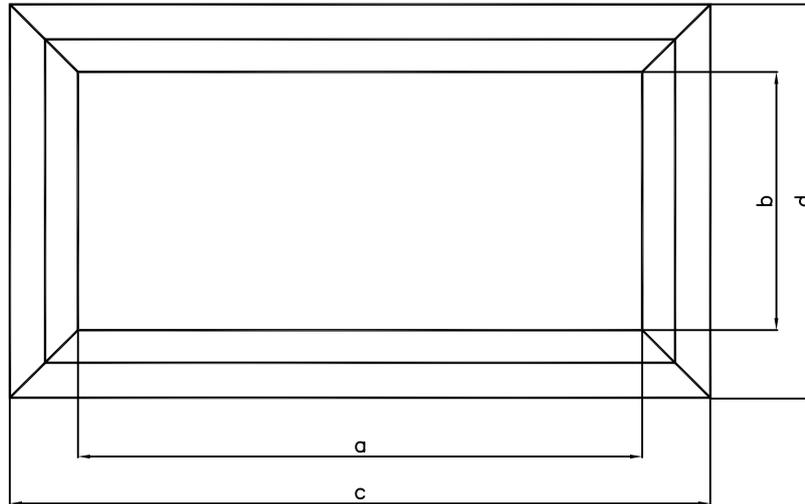
-	-	-	-	-	-															
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N															
		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS			SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:															
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLF DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA				<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>FECHA</th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>REALIZADO</td> <td>12-2020</td> <td>V.G.L.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIFICADO</td> <td>12-2020</td> <td>S.M.M.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROBADO</td> <td>12-2020</td> <td>M.S.S</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		FECHA	NOMBRE	FIRMA	REALIZADO	12-2020	V.G.L.		VERIFICADO	12-2020	S.M.M.		APROBADO	12-2020	M.S.S	
	FECHA	NOMBRE	FIRMA																	
REALIZADO	12-2020	V.G.L.																		
VERIFICADO	12-2020	S.M.M.																		
APROBADO	12-2020	M.S.S																		
TITULO ZANJA TIPO FIBRA ÓPTICA PARA DERIVACIONES A ARQUETA				N° 7983LST001																
HOJA 1 DE 1																				

ALZADO



Cotas	Dimensión (mm)
a	1145±25
b	625±5
c	1425±25
d	900±15
e	1200±50

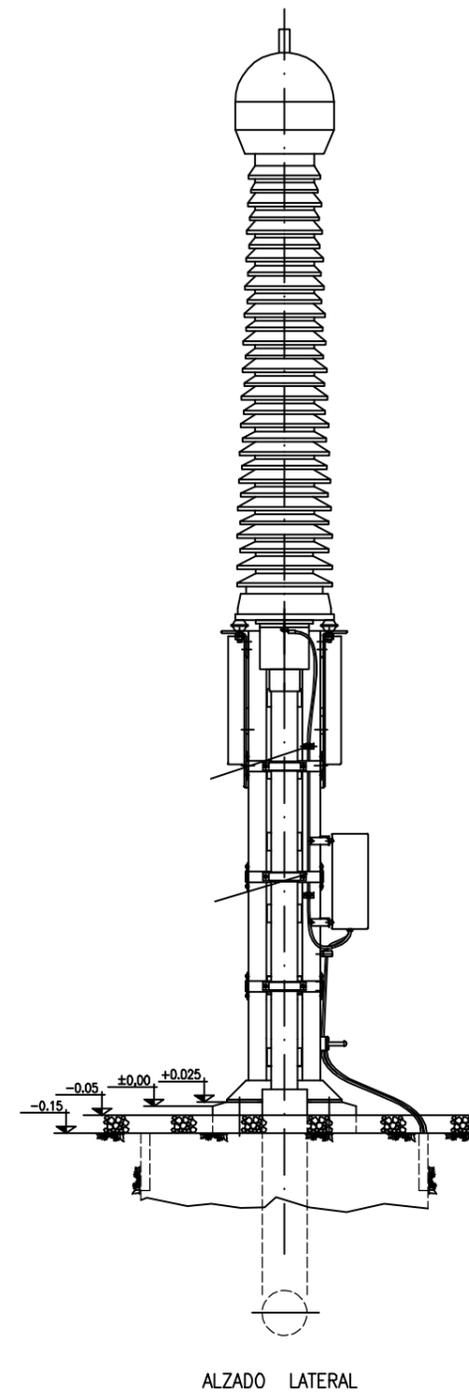
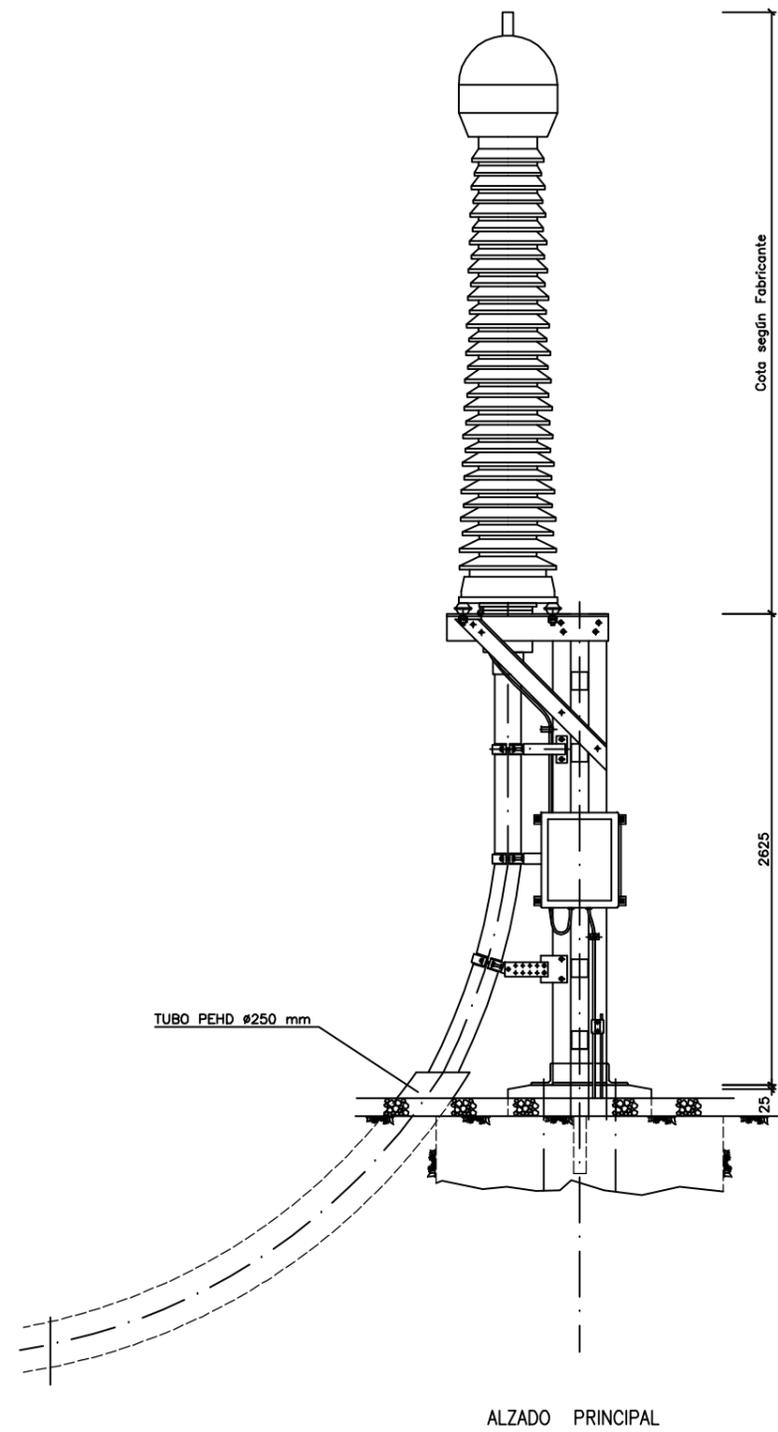
PLANTA



NOTAS:

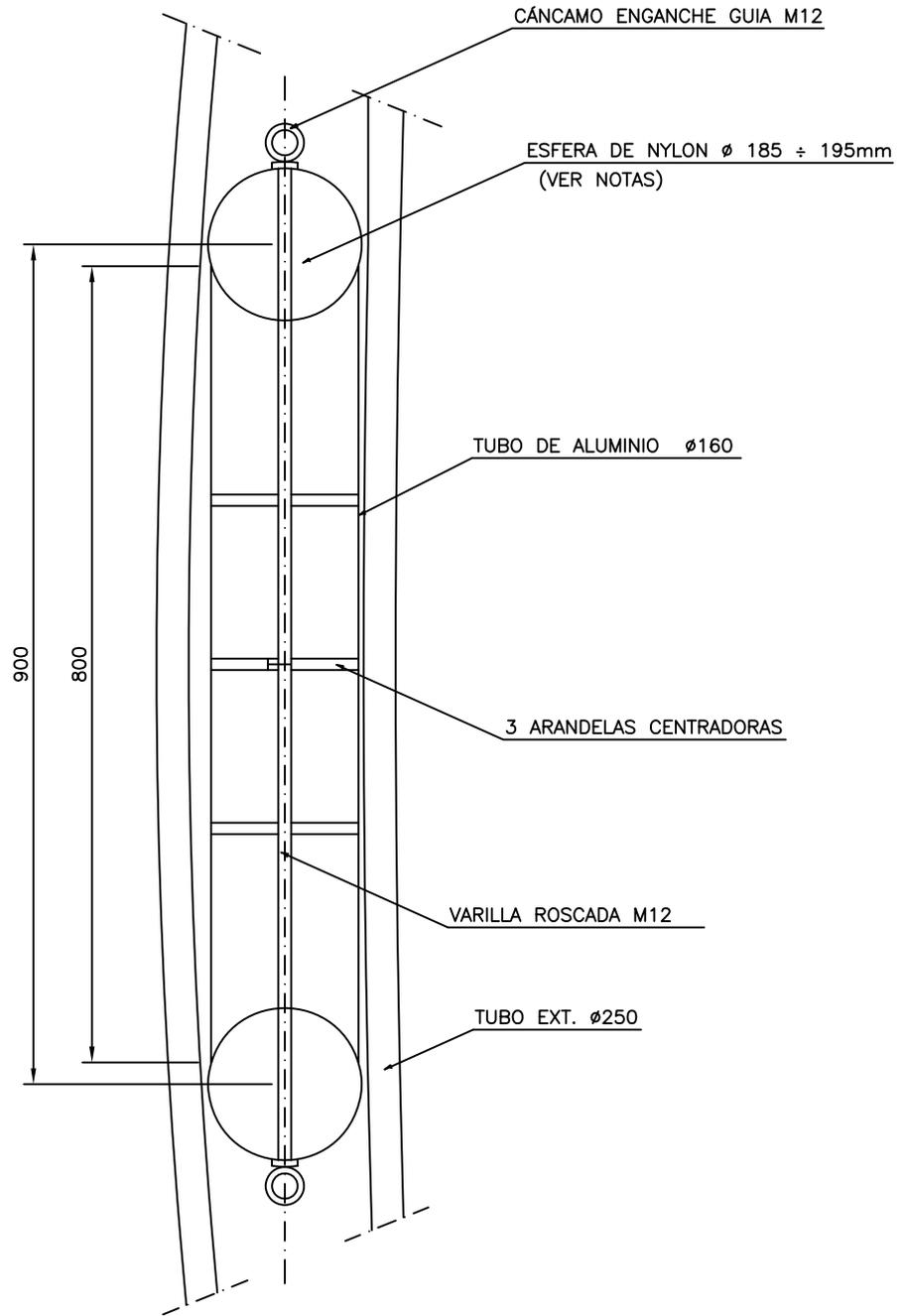
- 1.-Se instalará una arqueta doble de telecomunicaciones en cada cámara de empalme, en el inicio y final de la perforación dirigida, en los apoyos de paso aéreo-subterráneo, en las proximidades de los soportes metálicos de los parques tipo intemperie y en los puntos singulares del trazado según definición del proyectista de la instalación.
- 2.-Arqueta según ET202.
- 3.-Empleo de la arqueta como "ENCOFRADO PERDIDO" rellenando sus laterales tanto paredes como solera con hormigón HM-20/B/14/1 de 25 cm de espesor mínimo. La pared de hormigón deberá ser continua desde el suelo de la arqueta hasta recoger el cerco de la tapa.
- 4.-La arqueta dispondrá de tapa de fundición tipo D-400 para calzada o tipo B-125 para acera según caso.

C					SE MODIFICA CRITERIO INSTALACIÓN ARQUETAS SENCILLAS, NOTA 2 Y NOTA 3	
B					SE MODIFICAN DIMENSIONES SEGÚN ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ET202	
A					SE INDICA CUANDO INSTALAR LAS ARQUETAS	
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N	
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS	SUSTITUYE A:	
REALIZADO	12-2020	V.G.L.			SUSTITUIDO POR:	
VERIFICADO	12-2020	S.M.M.			N°	79836LST002
APROBADO	12-2020	M.S.S.			HOJA	1 DE 1
ESCALA S/E Formato A4				ARQUETA FIBRA ÓPTICA		



NOTAS:
 1.- DIMENSIONES EN MILIMETROS. ELEVACIONES EN METROS

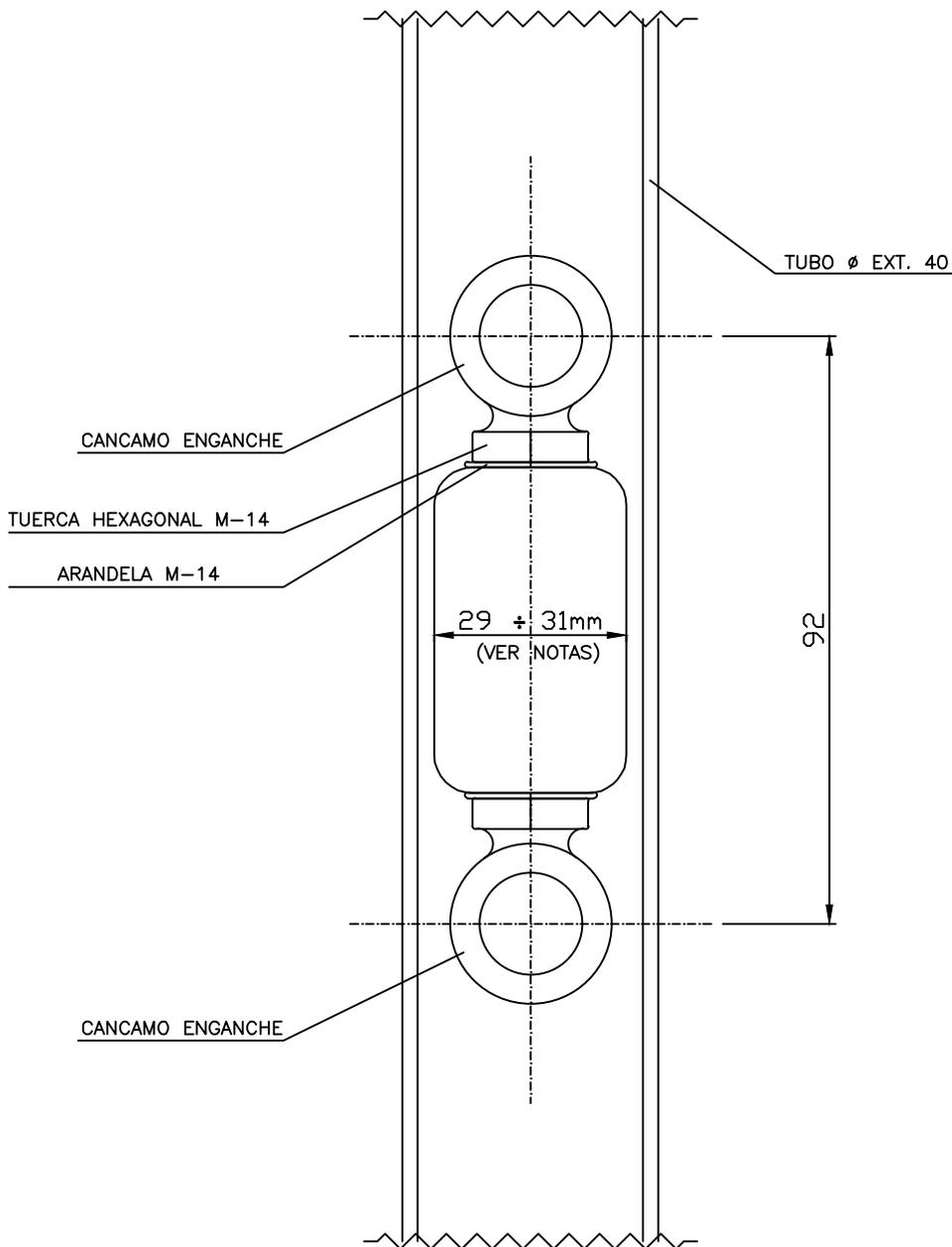
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS	SUSTITUYE A:	
						REALIZADO	12/2020	V.G.L.			SUSTITUIDO POR:
						VERIFICADO	12/2020	S.M.M.			Nº 7983LSS001
						APROBADO	12/2020	M.S.S.			Hoja 1 de 1
						ESCALA : 1/40			PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA MONTAJE TERMINALES CABLE		



NOTAS

- En tubos corrugados según ET140 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior de la esfera del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
- Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tubo a mandrilar.
- Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
 - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
 - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
- Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.

					SE ACTUALIZAN DIMENSIONES		
					SE ACTUALIZAN DIMENSIONES Y SUSTITUYE EL PLANO LSV001 EDICIÓN B		
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION		
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS		SUSTITUYE A:	
REALIZADO	12-2020	V.G.L.				SUSTITUIDO POR:	
VERIFICADO	12-2020	S.M.M.				N°	7983LSMA001
APROBADO	12-2020	M.S.S.				HOJA	1 DE 1
ESCALA Formato A4				MANDRIL PARA TUBO DE Ø250			

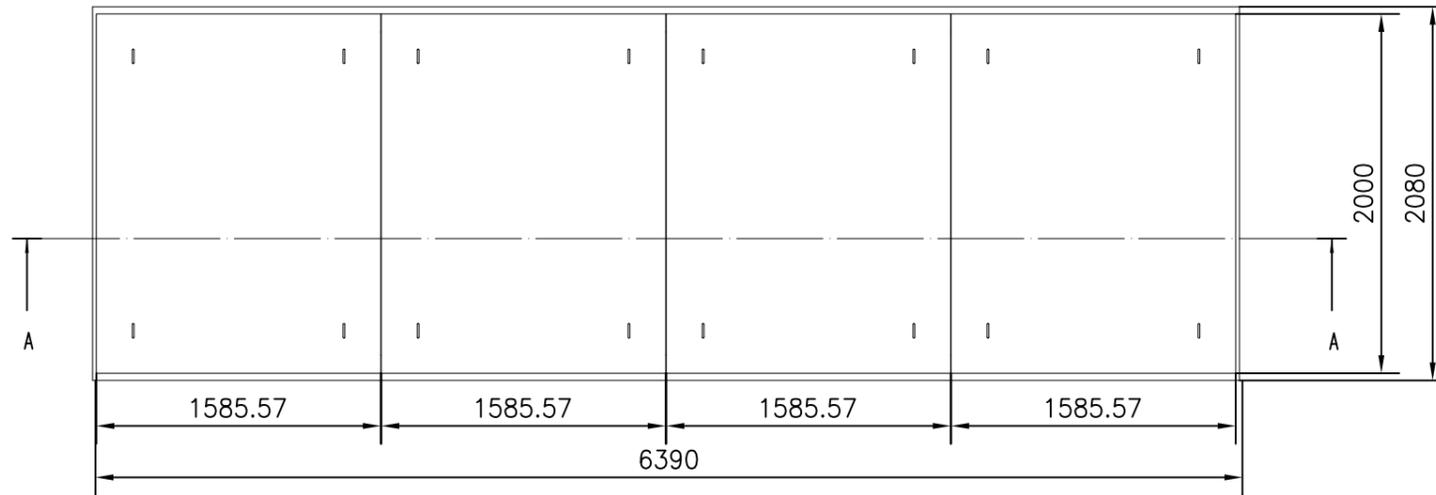


NOTAS

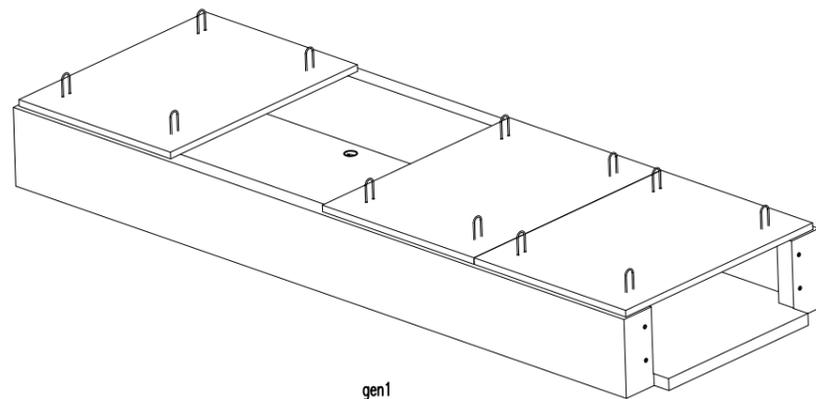
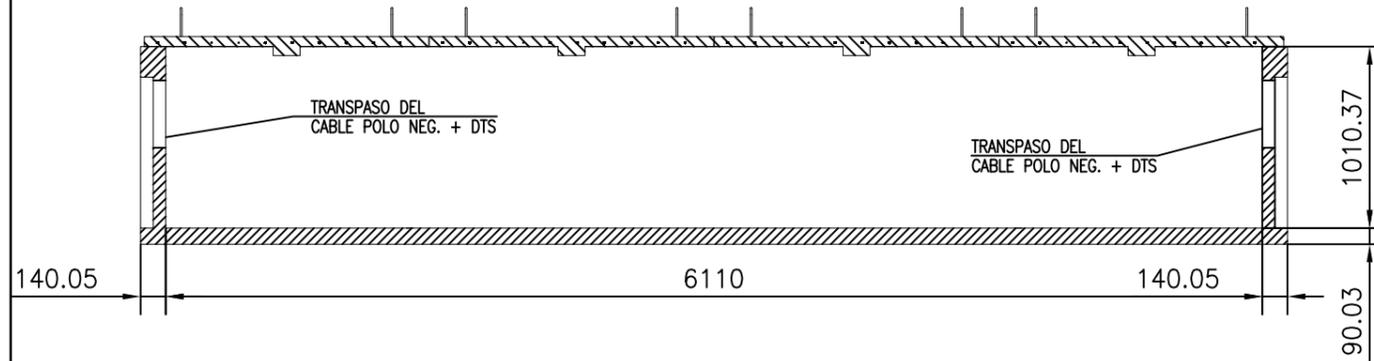
1. En tubos de telecomunicaciones según ET203 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
2. Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tubo a mandrilar.
3. Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
 - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
 - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
4. Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser $\geq 85\%$ y $\leq 90\%$ del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.

					SE ACTUALIZAN DIMENSIONES		
					SE ACTUALIZAN DIMENSIONES Y SUSTITUYE EL PLANO LSV001 EDICIÓN B		
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION		
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS		SUSTITUYE A:	
REALIZADO	12-2020	V.G.L.				SUSTITUIDO POR:	
VERIFICADO	12-2020	S.M.M.				N°	7983LSMA002
APROBADO	12-2020	M.S.S.				HOJA	1 DE 1
ESCALA Formato A4				MANDRIL PARA TUBO DE $\phi 40\text{mm}$			

PLANTA
Escala 1:40

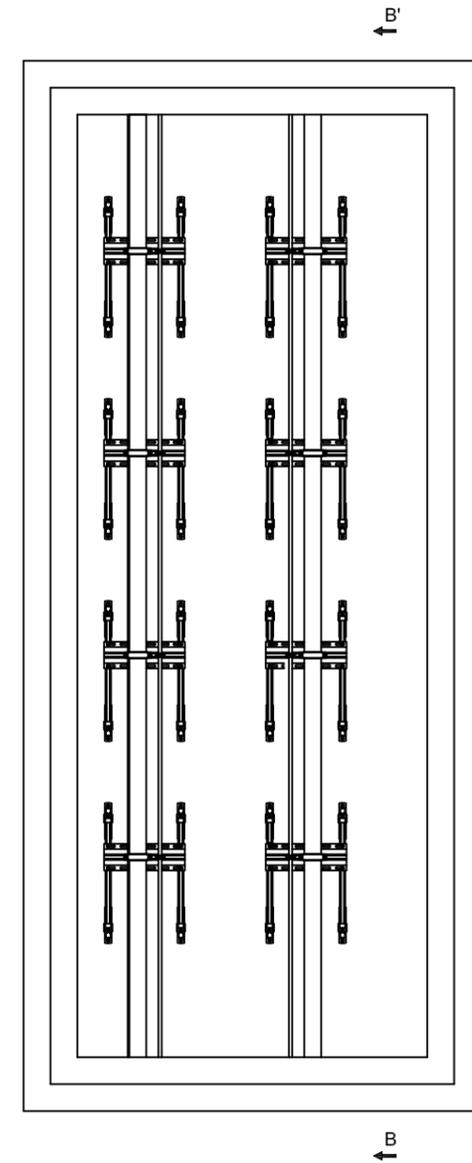


Sección A-A
Escala 1:40

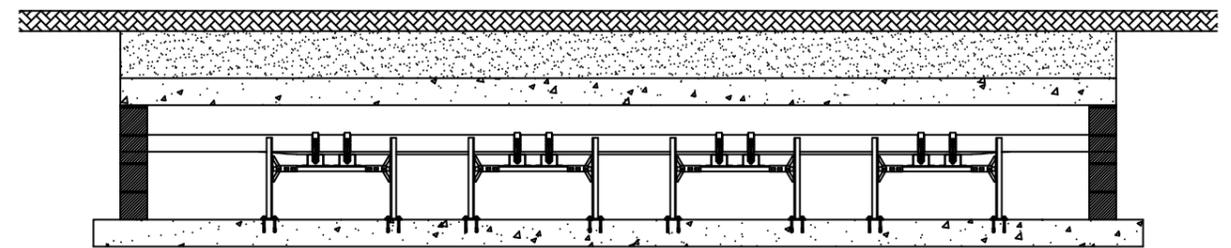


gen1
Escala 1:40

PLANTA INTERIOR
S/E



SECCIÓN B-B'
S/E



EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N

FECHA	NOMBRE	FIRMA
REALIZADO 12/2020	V.G.L.	
VERIFICADO 12/2020	S.M.M.	
APROBADO 12/2020	M.S.S.	

ESCALA : 1/40

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE
 DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE
 DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS
 PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL
 GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA
 A ±400KV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA
 ARQUETA AYUDA AL TENDIDO

SUSTITUYE A:	
SUSTITUIDO POR:	N° 7983LSV001
Hoja 1 de 1	



PROYECTO DE EJECUCIÓN

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA
ESPAÑA - FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

LÍNEA SUBTERRÁNEA - SUBMARINA EN
CORRIENTE CONTINUA A ± 400 kV
GATIKA – FRONTERA FRANCESA

DOCUMENTO 4
PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº 4 PRESUPUESTO

1. TRAMO SUBTERRÁNEO	3
2. TRAMO SUBMARINO	6
3. RESUMEN TRAMO SUBTERRÁNEO.....	8
4. RESUMEN TRAMO SUBMARINO	9
5. RESUMEN TOTAL	10

1. TRAMO SUBTERRÁNEO

1. INGENIERÍA

Incluye: Realización del anteproyecto, trabajos de topografía del trazado, etc. y separatas de cruzamientos necesarias para los Organismos afectados.

	Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
1	P.A.	813.400,00	813.400,00

TOTAL INGENIERÍA

813.400

2. GESTIÓN, TRAMITACIONES Y PERMISOS

Visado del Anteproyecto, tramitación de expedientes y la realización de todas las gestiones necesarias para la autorización y la legalización del Proyecto de Ejecución por parte de la Administración.

1	P.A.	203.350,00	203.350,00
---	------	------------	------------

Indemnizaciones para la obtención de permisos y pago de daños.

1	P.A.	2.140.000,00	2.140.000,00
---	------	--------------	--------------

TOTAL GESTIÓN, TRAMITACIONES Y PERMISOS

2.343.350

3. MATERIALES

3.1 CABLE ACCESORIOS

Suministro de cable de potencia XLPE 400 kV_{cc} 1800Cu y 2500Al instalación en zanja.

56.087	m	301,95	16.935.623,15
--------	---	--------	---------------

3.2 ACCESORIOS

Suministro de empalmes con seccionamiento de pantallas.

28	ud.	4.594,24	128.639,12
----	-----	----------	------------

Suministro de empalmes sin seccionamiento de pantallas.

24	ud.	4.882,20	117.173,00
----	-----	----------	------------

Suministro de terminales.

4	ud.	32.722,51	130.890,04
---	-----	-----------	------------

3.3 SISTEMA DE P.A.T DE LAS PANTALLAS

Suministro y acopio de cajas p.a.t. para terminales.

4	ud.	1.152,62	4.610,48
---	-----	----------	----------

Suministro y acopio de cajas p.a.t para empalmes.

14	ud.	3.926,70	54.973,80
----	-----	----------	-----------

Suministro y acopio del cable de conexión de los empalmes y terminales con las cajas p.a.t.	320	P.A.	32,72	10.470
3.4 SISTEMA DE COMUNICACIONES				
Suministro cable de F.O. para telecomunicaciones.	28.043	m	1,98	55.525
3.5 SOPORTES				
Suministro del sistema de bridas y soportes para la instalación de los empalmes en las cámaras de empalme.	52	ud	750,00	39.000
TOTAL MATERIALES				17.476.905

4. OBRA CIVIL

4.1 ZANJA

Adecuación de camino de 7 m. de ancho.	3.730	m	276,60	1.031.500
Adecuación de camino de 5 m. de ancho.	8.294	m	197,57	1.638.722
Zanja para los dos enlaces según plano 7983LSZ001. Incluye excavación, instalación de tubos, hormigonado, relleno y reposición del firme.	7.459	m	190,00	1.417.210

4.2 PERFORACIONES DIRIGIDAS

Perforación horizontal dirigida. Incluye los tubos de perforación.	7.892	m	1.955,00	15.428.800
--	-------	---	----------	------------

4.3 CÁMARAS Y ARQUETAS

Cámaras de empalme para un enlace. Incluye excavación, instalación sistema de p.a.t., relleno con reposición de firme y instalación de las tapas de fundición.	26	ud.	50.621,00	1.316.146
Arqueta telecomunicaciones.	76	ud.	1.413,00	107.388
Arquetas estancas para cajas de conexión de pantallas.	13	ud.	8.200,00	106.600

TOTAL OBRA CIVIL				21.046.496
-------------------------	--	--	--	-------------------

5. MONTAJE

Tendido del cable en zanja.	56.087	m	18,00	1.009.563
Confección de empalmes.	52	m	19.349,18	1.006.157
Confección de terminales.	4	m	19.349,18	77.397

Tendido cable F.O. telecomunicaciones.	28.043	ud.	1,90	53.282
--	--------	-----	------	--------

TOTAL MONTAJE				2.146.399
----------------------	--	--	--	------------------

6. DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA

Dirección técnica, supervisión y vigilancia de las actividades de construcción.	1	P.A.	695.786,85	695.787
---	---	------	------------	---------

TOTAL DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA				695.787
--	--	--	--	----------------

7. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

Presupuesto de seguridad.	1	P.A.	23.550,00	23.550
---------------------------	---	------	-----------	--------

TOTAL PRESUPUESTO DE SEGURIDAD				23.550
---------------------------------------	--	--	--	---------------

8. PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Presupuesto de Gestión de Residuos.	1	ud.	216.771,64	216.772
-------------------------------------	---	-----	------------	---------

TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS				216.772
----------------------------------	--	--	--	----------------

9. PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN

Presupuesto preliminar del proyecto de restauración	1	P.A.	204.216,69	204.217
---	---	------	------------	---------

TOTAL PROYECTO DE RESTAURACIÓN				204.217
---------------------------------------	--	--	--	----------------

2. TRAMO SUBMARINO

	Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
1. INGENIERÍA			
Incluye: Realización del Anteproyecto, trabajos de topografía del trazado, etc... y separatas de cruzamientos necesarias para los Organismos afectados.	1	P.A. 4.657.950,00	4.657.950,00
			4.657.950,00
TOTAL INGENIERÍA			

2. GESTIÓN, TRAMITACIONES Y PERMISOS

Visado del Anteproyecto, tramitación de expedientes y la realización de todas las gestiones necesarias para la autorización y la legalización del Anteproyecto por parte de la Administración	1	P.A. 2.090.680,00	2.090.680,00
			2.090.680,00
TOTAL GESTIÓN, TRAMITACIONES Y PERMISOS			

3. MATERIALES

3.1 CABLE ACCESORIOS

Suministro de cable de potencia XLPE 400 kV 1800 Cu	2.436	m	443,43	1.080.195,48
Suministro de cable de potencia XLPE 400 kV 1000 Cu	196.929	m	432,90	85.250.734,75
Suministro de cable de potencia XLPE 400 kV 2500 Al	2.436	m	551,98	1.344.623,28
Suministro de cable de potencia XLPE 400 kV 1400 Cu	196.496	m	441,09	86.672.249,92
			174.347.803,43	
TOTAL MATERIALES				

4. TRANSPORTE, TENDIDO Y PROTECCIÓN

Incluye: Todas las operaciones necesarias para el transporte, tendido y protección del cable submarino	398.297	m	147,00	58.549.660,05
			58.549.660,05	
TOTAL TRANSPORTE, TENDIDO Y PROTECCIÓN				

5. ENSAYOS FINALES

Ensayos eléctricos finales cable submarino	1	Ud.	346.000,00	346.000,00
Ensayos mecánicos finales cable submarino	1	Ud.	653.000,00	653.000,00

TOTAL ENSAYOS FINALES **999.000,00**

6. DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA

Dirección técnica, supervisión y vigilancia de las actividades de construcción. 1 P.A. 585.496,60 585.496,60

TOTAL DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA **585.496,60**

7. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

Presupuesto de seguridad 1 P.A. 54.950,00 54.950,00

TOTAL PRESUPUESTO DE SEGURIDAD **54.950,00**

3. RESUMEN TRAMO SUBTERRÁNEO

1. INGENIERÍA	813.400 €
2. GESTIÓN, TRAMITACIONES Y PERMISOS	2.343.350 €
3. MATERIALES	17.476.905 €
4. OBRA CIVIL	21.046.496 €
5. MONTAJE	2.146.399 €
6. DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA	695.787 €
7. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD	23.550 €
8. PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	216.772 €
9. PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN	204.217 €
TOTAL	44.966.875 €

4. RESUMEN TRAMO SUBMARINO

1. INGENIERÍA	4.657.950 €
2. GESTIÓN, TRAMITACIONES Y PERMISOS	2.090.680 €
3. MATERIALES	174.347.803 €
4. TRANSPORTE, TENDIDO Y PROTECCIÓN	58.549.660 €
5. ENSAYOS FINALES	999.000 €
6. DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA	585.497 €
7. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD	54.950 €
TOTAL	241.285.540 €

5. RESUMEN TOTAL

1. INGENIERÍA	5.471.350 €
2. GESTIÓN, TRAMITACIONES Y PERMISOS	4.434.030 €
3. MATERIALES	191.824.708 €
4. OBRA CIVIL	21.046.496 €
5. TRANSPORTE, TENDIDO Y PROTECCIÓN	58.549.660 €
6. MONTAJE	2.146.399 €
7. ENSAYOS FINALES	999.000 €
8. DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA	1.281.283 €
9. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD	78.500 €
10. PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	216.772 €
11. PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN	204.217 €
TOTAL	286.252.415 €

El importe del presente presupuesto asciende a la cantidad de DOSCIENTOS OCHENTA Y SEIS MILLONES DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS QUINCE euros.

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero Industrial

D. Nicolás Cuenca Pradillo
Colegiado del COIIM 18.068



PROYECTO DE EJECUCIÓN

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA
ESPAÑA - FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

LÍNEA SUBTERRÁNEA - SUBMARINA EN
CORRIENTE CONTINUA A ± 400 kV
GATIKA – FRONTERA FRANCESA

DOCUMENTO 5
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUDO

ESTUDIO DE SEGURIDAD
LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN
CORRIENTE CONTINUA A +-400kV
GATIKA – FRONTERA FRANCESA

ÍNDICE

1	MEMORIA	6
1.1	OBJETO DE ESTE ESTUDIO.....	6
2	CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....	8
2.1	SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	8
2.2	INFORMACIÓN DEL PROYECTO.....	12
2.3	DESCRIPCIÓN RESUMIDA DE LAS OBRAS.....	14
2.4	ORGANIZACIÓN DE TRABAJOS.....	16
2.5	MODO DE CONSULTA DE LAS CONTRATAS PRINCIPALES	16
2.6	NOMBRAMIENTO DE SUBCONTRATISTAS	16
2.7	REQUISITOS ADMINISTRATIVOS O SERVIDUMBRES DEL EMPLEADOR.....	17
2.8	RESTRICCIONES ADMINISTRATIVAS O PARTICULARES PARA TODOS LOS CONTRATISTAS.....	17
2.9	OTRAS LIMITACIONES PARA LAS EMPRESAS EXTRANJERAS	17
2.10	LIMITACIONES ESPECÍFICAS PARA LOS TRABAJOS MARINOS	18
2.11	PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y Nº OPERARIOS.....	18
	TRAMO SUBTERRÁNEO	20
1	ORGANIZACIÓN DE LA OBRA.....	20
1.1	ACTIVIDADES PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	20
1.2	TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.....	20
1.3	CONTROL DE ACCESOS	23
1.4	UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA	24
1.5	OFICIOS INTERVINIENTES.....	32
1.6	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	33
1.7	EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	34
1.8	PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA	71
1.9	INICIO DE LOS TRABAJOS	79
1.10	SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LOS TRABAJOS.....	79
1.11	LOCALES DE DESCANSO Y SERVICIOS HIGIÉNICOS	82
1.12	DISPOSICIONES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN	83
1.13	PLAN DE SEGURIDAD.....	85
2	PLIEGO DE CONDICIONES	87
2.1	NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN.....	87

2.2	NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA	91
2.3	POTESTAD DE CONTROL POR PARTE DE RED ELÉCTRICA	92
3	CROQUIS Y FICHAS TÉCNICAS	93
3.1	CROQUIS DE LÍNEAS SUBTERRANEAS	93
3.2	ESQUEMAS DE SEÑALIZACIÓN EN OBRA	97
4	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD.....	99
4.1	OBRA CIVIL TRAMO SUBTERRÁNEO.....	99
4.2	TENDIDO SUBTERRÁNEO.....	100
4.3	RESUMEN DE PRESUPUESTO DE SEGURIDAD.....	101
5	ANEXO 1. NORMAS DE UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS DE TRABAJO	102
6	ANEXO 2. NORMAS ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD.....	103
6.1	CUADROS ELÉCTRICOS DE OBRA	103
6.2	TRABAJOS DE EXCAVACIÓN DE ZANJAS.....	103
6.3	TRABAJOS DE ENTIBADO-DESENTIBADO DE ZANJAS.....	104
6.4	TRABAJOS DE PERFORACIÓN DIRIGIDA.....	106
6.5	TRABAJOS EN GALERÍAS DE CABLES Y CÁMARAS DE EMPALMES. ESPACIOS CONFINADOS.....	106
6.6	TENDIDO DE CABLES AISLADOS	107
6.7	MONTAJE Y UTILIZACIÓN DE ANDAMIOS PARA MONTAJE DE EQUIPOS Y BOTELLAS SOBRE APOYOS TERMINALES.....	110
6.8	MANEJO DE CARGAS	110
6.9	TRABAJOS EN ALTURA	114
6.10	TRABAJOS DE PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	115
6.11	DISTANCIAS DE SEGURIDAD A INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN.....	115
6.12	FENÓMENOS DE INDUCCIÓN.....	117
7	ANEXO 3. IMPRESOS Y APLICACIONES	119
7.1	AUTORIZACIÓN DE TRABAJO.....	119
7.2	REALIZACIÓN DE LAS INSPECCIONES DE SEGURIDAD.....	121
7.3	FORMA DE COMUNICACIÓN DE ACCIDENTES Y RIESGOS.....	122
	TRAMO SUBMARINO.....	124
8	ORGANIZACIÓN DE LA OBRA: MEDIDAS ADOPTADAS POR EL TITULAR DEL PROYECTO EN CONCERTACIÓN CON EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD	124
8.1	UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA	124
8.2	PROCEDIMIENTOS DE ACCESO DE LAS DISTINTAS PARTES INVOLUCRADAS	126
8.3	INSTALACIONES DE OBRA	132
8.4	PELIGROS RELACIONADOS CON EL ENTORNO DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA	144

8.5	ENTORNOS O PELIGROS ESPECÍFICOS	152
9	MEDIDAS DE COORDINACIÓN ADOPTADAS POR EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD - LIMITACIONES QUE DE ELLAS SE DERIVAN.....	157
9.1	PROTECCIONES COLECTIVAS.....	157
9.2	PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	157
9.3	MEDIDAS DE SEGURIDAD GENERALES A BORDO DE UN BUQUE.....	158
9.4	EJEMPLOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PARA TRIPULACIÓN DE EMBARCACIONES.....	164
9.5	CARRETERAS O ZONAS DE MOVIMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL EN LA OBRA	166
9.6	CONDICIONES DE MANIPULACIÓN DE LOS DIFERENTES MATERIALES Y EQUIPOS - MEDIDAS PARA LIMITAR LA MANIPULACIÓN MANUAL.....	172
9.7	ÁREAS DE ALMACENAMIENTO Y ACOPIO PARA DIFERENTES MATERIALES	177
9.8	CONDICIONES PARA EL ALMACENAMIENTO, ELIMINACIÓN O EVACUACIÓN DE RESIDUOS Y ESCOMBROS.....	180
9.9	USO DE LAS PROTECCIONES COLECTIVAS, DE LOS ACCESOS TEMPORALES Y DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA TEMPORAL.....	182
9.10	MEDIDAS ADOPTADAS CON RESPECTO A LAS INTERACCIONES EN LA OBRA	183
10	INTERFERENCIAS CON ACTIVIDADES DE EXPLOTACIÓN EN EL INTERIOR DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA O EN LAS PROXIMIDADES DE ESTA	208
10.1	INTERFERENCIA ENTRE VARIAS OPERACIONES	208
10.2	INTERFERENCIA CON UN ESTABLECIMIENTO QUE OPERE EN EL EMPLAZAMIENTO O CERCA DE ÉL.....	208
11	MEDIDAS GENERALES ADOPTADAS PARA GARANTIZAR QUE LOS EMPLAZAMIENTOS DE LAS OBRAS SE MANTIENEN EN BUEN ESTADO Y EN UN ESTADO DE SALUBRIDAD SATISFACTORIO.....	213
11.1	OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN SUPERIORES A 760.000 €: OBRAS PÚBLICAS PRELIMINARES A CARGO DE LOS TITULARES DEL PROYECTO QUE SE REALIZARÁN ANTES DE CUALQUIER INTERVENCIÓN DE LAS EMPRESAS (R4533-1 Y SIGUIENTES).	213
12	RESCATE Y EVACUACIÓN DE LOS TRABAJADORES: ORGANIZACIÓN - INFORMACIÓN PRÁCTICA.....	214
12.1	ORGANIZACIÓN DE UN RESCATE	214
12.2	LUCHA CONTRA INCENDIOS.....	219
13	DISPOSICIONES PARA LA COOPERACIÓN ENTRE CONTRATISTAS, EMPLEADORES O TRABAJADORES POR CUENTA PROPIA	220
13.1	MODALIDADES DE COOPERACIÓN: DISPOSICIONES GENERALES	220
14	CROQUIS Y FICHAS TÉCNICAS.....	224
14.1	CROQUIS MANIOBRAS TRABAJOS TENDIDO SUBMARINO.....	224
15	ANEXOS.....	227
15.1	DIRECTORIO	227
15.2	MEDIDAS A ADOPTAR EN CASO DE ACCIDENTE	229
15.3	CALENDARIO PROVISIONAL DE LAS OBRAS	230

15.4	PLANO DE LA INSTALACIÓN DE LA OBRA	230
15.5	PLANES DE SEGURIDAD Y SALUD	230
15.6	REGLAMENTO DEL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD DEL PROYECTO	231
15.7	HOJA DE INFORMACIÓN RELATIVA A LOS MIEMBROS DEL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD	233
15.8	HOJA DE PROCEDIMIENTOS EN CASO DE DESCUBRIMIENTO DE MUNICIONES SIN EXPLOTAR	233
15.9	DOCUMENTO ARMONIZADO PARA LA ORGANIZACIÓN DE LAS ENTREGAS (DHOL) – R476	234
15.10	LISTA DE LOTES.....	235
15.11	ANEXOS DE PRESCRIPCIONES	236

1 MEMORIA

1.1 OBJETO DE ESTE ESTUDIO

Este Estudio de Seguridad y Salud establece las medidas de Seguridad que deben adoptarse en los trabajos de construcción a realizar en la construcción de la Línea subterránea-submarina en corriente continua a ± 400 kV Gatika - Frontera francesa que interconectará España con Francia por el Golfo de Bizkaia.

Servirá para dar las directrices básicas de las Normas de Seguridad y Salud aplicables a la obra, facilitando la aplicación que la Dirección Facultativa debe realizar de tales Normas, conforme establece el R.D. 1627/97 por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad en las Obras de Construcción.

El Estudio de Seguridad forma parte del Proyecto de la Obra, tiene por objeto definir y desarrollar las líneas generales de actuación en Seguridad y Salud Laboral de todas las Empresas y Trabajadores que intervienen, cualquiera que sea su carácter o participación, estableciendo consecuentemente las medidas oportunas para la vigilancia de su funcionamiento y el control de sus resultados.

Concebido fundamentalmente como conjunción de acciones en el campo de la prevención de accidente de trabajo y enfermedades profesionales, el Estudio de Seguridad pretende conseguir los siguientes objetivos principales:

Evitar los riesgos de la actividad a realizar, facilitando los elementos de protección colectiva y personales que sean precisos para garantizar la integridad física de los trabajadores.

Atender las necesidades de los Trabajadores en caso de accidente, habilitando los adecuados medios de transporte y asistencia médica.

Organizar conjunta, homogénea y racionalmente todas las actividades preventivas, de tal forma que la acción resulte técnicamente idónea y económicamente rentable, tanto para las Empresas participantes en la Obra como para Red Eléctrica de España, S.A.U.

Cumplir las disposiciones legales vigentes relativas a la Seguridad y Salud Laboral, procurando la mayor eficacia en la aplicación de las diferentes medidas preceptivas.

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene carácter obligatorio y contractual para todas las empresas que participan en el desarrollo de la Obra.

Este Estudio es vinculante a todos los contratos firmados entre Red Eléctrica de España, S.A.U. y las Empresas Contratistas que intervengan en la Obra, así como en los que éstas suscriban con Subcontratistas.

Se consideran Empresas Contratistas todas aquellas Empresas contratadas directamente por Red Eléctrica de España, S.A.U., considerando también, a efecto de cumplimiento de la normativa de seguridad, como personal propio de aquellas el perteneciente a las Empresas subcontratadas.

La Empresa Contratista quedará obligada a elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la Obra, las previsiones contenidas en este Estudio. Estas previsiones no implicarán variación del importe económico en él señalado. Dicho Plan de Seguridad deberá ser presentado antes del inicio de la Obra a Red Eléctrica S.A.U. para su aprobación.

Como consecuencia de la puesta en práctica del Plan de Seguridad y Salud, y a la vista de los resultados obtenidos, puede determinarse la modificación o ampliación de una o varias de las disposiciones en él contenidas, siempre con la aprobación de la Dirección de Obra.

Red Eléctrica S.A.U. se reserva el derecho de la interpretación última del Plan de Seguridad que se apruebe.

2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

2.1 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

INELFE ha proyectado construir una línea subterránea-submarina de transporte de energía eléctrica en 400 kV de corriente continua, que conectará la Estación Conversora, situada en el término municipal de Gatika (Bizkaia/España), con la Estación Conversora situada en el término municipal de Cubnezais (Burdeos/Francia), cuyo trazado discurrirá por los términos municipales de Gatika, Maruri-Jatabe y Lemóniz, en Bizkaia, con una longitud aproximada de 13,5 km (tramo subterráneo), más una longitud aproximada de 94 km de tramo submarino hasta la frontera España-Francia que formará parte de la red de transporte.

La nueva interconexión entre Francia y España consiste en un doble enlace de Alta Tensión 400 kV en Corriente Continua (HVDC en sus siglas en inglés) con dos sistemas independientes y una potencia de 2×1000 MW de potencia, que conectará la futura estación convertora de Gatika, en la provincia de Bizkaia, y la futura estación convertora de Cubnezais, situada al norte de la localidad de Burdeos, situada en Francia.

Las principales partes de que consta el enlace HVDC a efectos del presente proyecto son:

- 4 cables subterráneos de corriente continua a ± 400 kV para instalación en zanja (aproximadamente 13 km por territorio español).
- 4 cables submarinos de corriente continua a ± 400 kV con una longitud total de 300 km, cada cable de potencia, para la interconexión con Francia (94 km en territorio marítimo español).
- 4 cables subterráneos de corriente continua a ± 400 kV para instalación en zanja (aproximadamente 100 km por territorio Frances).
- 2 cables de F.O. de comunicaciones de 48 fibras.
- 2 cables de F.O. para la monitorización de la temperatura del doble enlace de 4 fibras.

El enlace estará constituido por los siguientes tramos:

TRAMO SUBTERRÁNEO

La línea tendrá su origen en las botellas terminales de cable situadas dentro de la futura estación convertora de Gatika y circulará por el interior de los terrenos de la misma, por espacios habilitados para tal fin hasta su salida al exterior. A la salida de la estación convertora se abrirá una zanja, por el camino que bordea la subestación eléctrica existente de Gatica, dirección norte y tras unos 740 metros aproximadamente se realizará una perforación dirigida inicial, PHD-0, cuyo propósito será evitar afectar a la masa de arbolado de pinos y encinas protegidos. Esta perforación tendrá una longitud de 423 metros aproximadamente.

En ese punto, el trazado de la futura interconexión seguirá en dirección norte hasta llegar a las cercanías del campo municipal de fútbol de Gatika, donde luego tomará dirección nordeste atravesando aproximadamente 300 metros de campo de cultivo, después girará 115 grados norte durante 65 metros y por último lo hará en dirección este otros 300 metros, antes de realizar el cruzamiento con la carretera BI-634.

Dicho cruzamiento se realizará mediante la primera perforación horizontal dirigida prevista, PHD-1, cuyo pozo de ataque se situará antes de la carretera y tendrá una longitud de unos 76 metros aproximadamente.

Una vez pasada la carretera la línea girará en dirección norte y recorrerá en zanja unos 60 metros hasta encontrarse con el pozo de ataque de la segunda perforación horizontal dirigida, PHD-2, con la finalidad de salvar el cruce con el arroyo Ura. La longitud de la perforación es de aproximadamente 204 metros. A la salida de la PHD-2 el trazado de la línea girará en dirección noroeste y transcurrirá aproximadamente 900 metros por campo de cultivo, donde volverá a girar en dirección noreste otros 250 m hasta enlazar con el pozo de ataque de la PHD-3.

Dicha perforación tendrá una longitud aproximada de 160 metros y discurrirá en dirección noroeste, hasta finalizar en el inicio de un pequeño polígono industrial en el término municipal de Gatika.

La futura línea de interconexión avanzará en dirección noreste por la calle trasera y asfaltada del polígono industrial, durante aproximadamente 300 metros, para hacer un giro a 90° a la izquierda en dirección oeste, continuando 130 metros hasta encontrar al pozo de ataque de la cuarta perforación horizontal dirigida, PHD-4.

Dicha perforación tendrá una longitud aproximada de 160 metros y discurrirá en dirección noroeste para salvar el cruzamiento con la carretera del barrio Ugarte, hasta finalizar en un campo de cultivo donde tras unos pocos metros se encontrará ubicado el pozo de ataque de la quinta perforación dirigida (PHD-5). El pozo de inicio estará ubicado en el término municipal de Gatika y el pozo final en el término municipal de Maruri-Jatabe.

La finalidad de la PHD-5 será salvar cruzamiento con el río Butrón, en dirección noroeste y con una longitud aproximada de 330 metros.

Tras finalizar la perforación PDH-5, la línea continuará en zanja otros 550 metros aproximadamente en dirección norte, hasta llegar a un aparcamiento tras el que comenzará el pozo de ataque de la PHD-6. Todo este recorrido lo realizará por campo de cultivo. La finalidad de la PHD-6 será salvar el cruzamiento con la carretera BI-2120. Se prevé realizar una PHD de aproximadamente 182 metros en dirección noreste.

Una vez superada esta perforación la traza continuará en dirección noreste, aproximadamente 40 metros. En ese punto realizará un giro de 90 grados aproximadamente dirección oeste aproximadamente 90 metros hasta tomar un giro de 90 grados dirección norte y aproximadamente 90 metros hasta llegar al pozo de ataque de la PHD-7.

La futura PHD-7 tendrá una longitud aproximada de 435 metros dentro del término municipal de Maruri-Jatabe. La finalidad de esta perforación es evitar afectar la vegetación protegida que se encuentra sobre la traza de la misma y finalizará, prácticamente al final de la calle asfaltada de la urbanización y el inicio de la pista forestal existente.

Una vez superada la perforación, la futura interconexión efectuará un giro de 90 grados a la derecha para continuar la zanja por la pista forestal existente. Este tramo discurrirá por el término municipal de Maruri-Jatabe, hasta llegar a la bifurcación con el GR-123. En ese punto girará en dirección oeste para continuar la traza por el GR-123, hasta llegar a la intersección con la carretera, Maruri – Lemóiz, (BI-3117). El cruce se realizará con en zanja abierta y el

trazado continuará por la pista forestal existente, camino de Ikelza, dirección lago Urbieta. Justo antes de que el trazado cruce la carretera BI-3117, la línea entra en el término municipal de Lemoiz, por el cual discurrirá hasta la salida al mar.

Finalmente, y pasadas las últimas casas, del camino forestal, la futura interconexión llegará al pozo de ataque previsto para la futura perforación horizontal dirigida de salida al mar (PHD-8), allí se instalarán las cámaras de empalme para la transición de los cables subterráneos a los submarinos. La finalidad de la PHD-8 es dar salida al mar a los cables del doble enlace. A lo largo de su trazado se cruza igualmente la carretera BI-3151.

La salida de la PHD se realiza en el mar, a una profundidad de 15 m y partir de este punto la línea continúa con un trazado submarino, hasta el límite fronterizo con Francia en el mar.

TRAMO SUBMARINO

Entre la costa del Norte del País Vasco, desde la localidad de Lemóiz hasta la costa oeste del Territorio Francés, entrando por la playa de “La Cantine”, al sur de Lacanau (Burdeos), con una longitud aproximada de 280km, con el cable tendido sobre el lecho Marino y se protegerá mediante técnicas de jetting en zonas arenosas y matrices o rock dumping en zonas rocosas donde no sea factible lo anterior.

La línea objeto del presente proyecto tiene como principales características las siguientes:

- Sistema Corriente continua
- Configuración 2 enlaces independientes
- Tensión nominal $\pm 400 \text{ kV}_{cc}$
- Potencia nominal $2 \times 1000 \text{ MW}$
- Flujo de potencia Bidireccional
- Factor de carga 100 %
- Nº de enlaces 2
- Nº de cables totales 4
- Tipo de cable subterráneo Aislamiento seco XLPE
- Tipo de cable submarino Aislamiento seco XLPE
- Sección de conductor subterráneo
- o Enlace 1 $1800 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- o Enlace 2 $2500 \text{ mm}^2 \text{ Al}$
 - Sección de conductor submarino
- o Enlace 1 (tramo salida al mar, PHD profunda) $1800 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- o Enlace 1 (cable enterrado o protegido en roca) $1000 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- o Enlace 2 (tramo salida al mar, PHD profunda) $2500 \text{ mm}^2 \text{ Al}$
- o Enlace 2 (cable enterrado o protegido en roca) $1400 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

- Tipo de instalación:
- Gatika – Mar cantábricoZanja con tubos hormigonados
- Mar Cantábrico – Límite terrestre Francia cable submarino
- Tipo de conexión de las pantallas metálicas Directamente a tierra
- Longitud aproximada:
 - Tramo en zanja terrestre en territorio español 13,58 km aproximadamente
 - Tramo enlace submarino (incluyendo tramo en aguas francesas) 300 km aproximadamente
 - Tramo enlace submarino en aguas españolas..... 93,5 km aproximadamente
- Términos municipales afectados
 - Excmo. Ayuntamiento de Gatika4,504 km
 - Excmo. Ayuntamiento de Maruri – Jatabe6,832 km
 - Excmo. Ayuntamiento de Lemoiz.....2,239 km

Para ello se procederá a realizar las siguientes actividades:

- Preparación de caminos y vías de acceso a lugares de trabajo.
- Excavación en zanja.
- Entubado.
- Ejecución del prisma hormigonado.
- Colocación de elementos prefabricados de hormigón.
- Relleno de zanjas.
- Entibaciones y apuntalamientos.
- Tendido del cable subterráneo bajo tubo y/o galería.
- Tendido del cable submarino.
- Obra civil tramo submarino.
- Descargo de las instalaciones a conectar, zonas protegidas y de trabajo.
- Conexión del cable.
- Retirar zonas de trabajo y protegidas, devolver descargo.
- Pruebas y puesta en servicio.

2.2 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se divide en diferentes secciones:

- Una conexión doble submarina.
- Una conexión doble subterránea.
- Una estación de conversión con dos terminales dobles.

Lotes a adjudicar:

La operación se dividirá en varios lotes en función de la naturaleza específica de las obras:

- Lote 1: Construcción de la estación de conversión (LEC).
- Lote 2: Enlace terrestre y marino #1 (LTM 1).
- Lote 3: Enlace terrestre y marino #2 (LTM 2).
- Lote 4: Obras de ingeniería civil de los 2 enlaces (LGC).

Ubicación de las obras:

- Estación de conversión: Gatika.
- 13 km de conexión subterránea entre la estación de conversión y las cámaras de aterraje.
- Cámaras de aterraje: adyacentes a la planta de bombas de refrigeración en desuso de Lemoniz en España.
- Conexión submarina entre los límites costeros de Francia y España y las cámaras de aterraje.

Este proyecto tendrá una dirección fija, una base de desarrollo entre Cubnezais y Le Porge, para la realización de la obra.

Las obras de los enlaces subterráneos comenzarán en Gatika hasta los acantilados de Lemoniz.



Ilustración 1: Trazado terrestre entre Gatika y los acantilados de Lemoniz

Los cables submarinos discurrirán entre las costas de la Aquitania francesa y el País Vasco español.

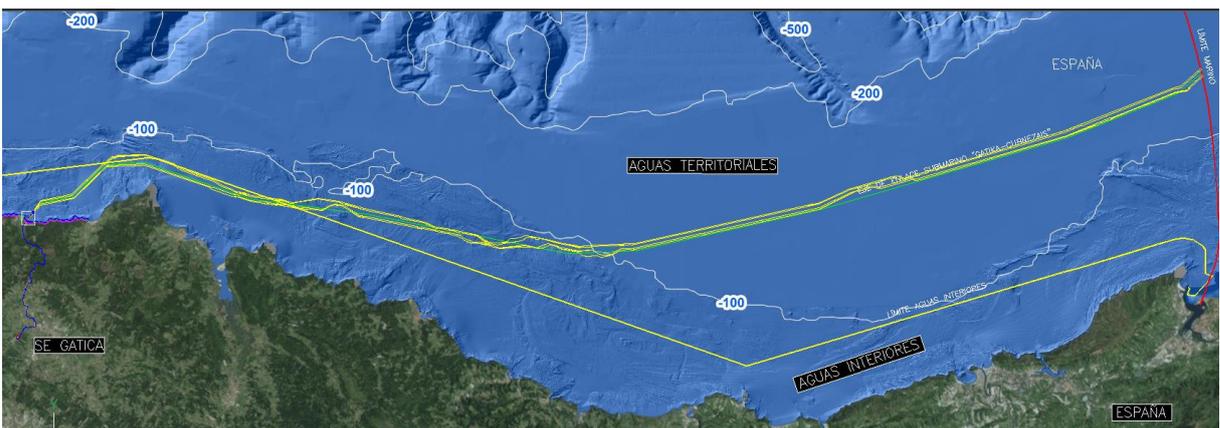


Ilustración 2: Conexiones marítimas

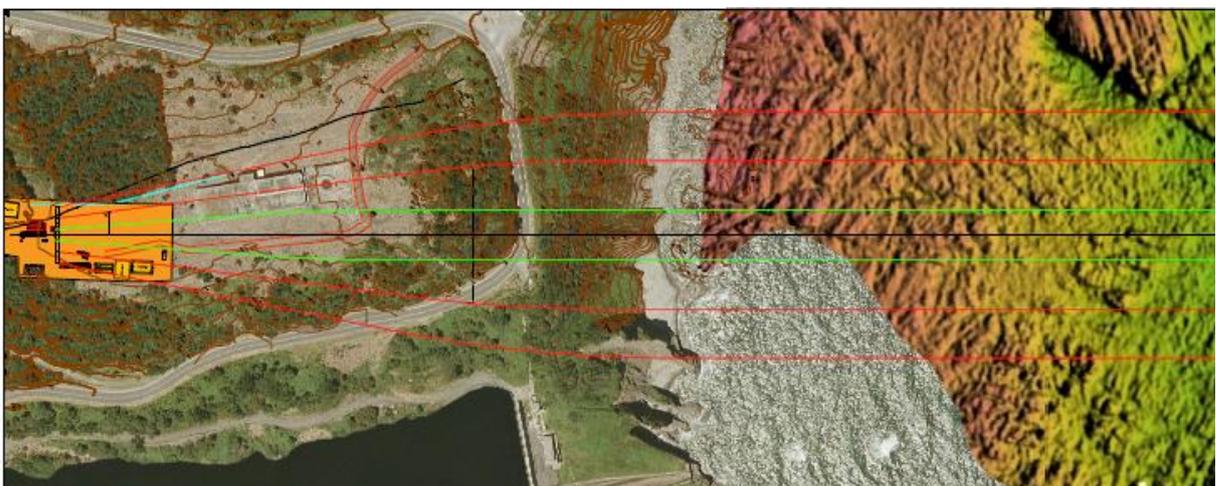


Ilustración 3: Zona cámaras de aterraje, Lemoniz.

2.3 DESCRIPCIÓN RESUMIDA DE LAS OBRAS

Creación de la estación de conversión HVDC / HVAC en Gatika:

La parte HVDC consiste en la creación de los 2 terminales de la estación de conversión, en la que se incluyen:

- La totalidad de los estudios de ejecución,
- Preparación, nivelación y cierre de la plataforma y futuras instalaciones,
- La construcción de edificios,
- Instalación de los equipos necesarios de AT y BT.

La parte HVAC consiste en:

- La creación de dos nuevas celdas en la subestación eléctrica de 400 kV existente en Gatika, incluyendo la preparación, construcción de la plataforma, instalación e implementación de los equipos de AT y BT necesarios,
- La conexión de estas dos nuevas celdas a los terminales HVDC a través de enlaces subterráneos de 400 kV.

Los dos emplazamientos HVDC y HVAC descritos anteriormente deberán estar cerrados y serán independientes entre sí en la medida de lo posible hasta que el primero de los dos enlaces de conexión subterránea de 400 kV penetre en el emplazamiento de la estación de conversión. A partir de este momento, será esencial que el Coordinador de Seguridad y Salud de sendos trabajos comuniquen entre sí, para garantizar que no se produzcan intervenciones en alguno de los dos sitios que supongan un riesgo en el otro.

Creación de una línea doble subterránea HVDC

El enlace doble, de unos 13 km de longitud, se construirá entre los terminales de la estación de conversión de Gatika y las cámaras de aterraje, situadas en las proximidades de la central nuclear de Lemoniz.

La construcción de las conexiones subterráneas requerirá la ejecución de zanjas.

Estos enlaces atravesarán diferentes sitios o áreas específicas: áreas rurales, áreas urbanas, áreas protegidas y requerirán:

- Varios cruces del río Butrón y afluentes en perforación dirigida sin zanja.
- Obras de asfaltado, algunas de las cuales serán realizadas parcialmente con circulación.
- Cruces de carreteras y otras redes diversas.
- Rehabilitación o realización de diversos desarrollos de carreteras o caminos.
- Construcción de cámaras de empalme (cada 1000 a 1500m).
- Obras cerca de polígonos industriales.

Conexión submarina:

Consiste en un enlace doble entre las cámaras de aterraje situadas en Francia y España.

Este enlace incluye

- Varios trabajos preparatorios.
- La realización de 4 cámaras de aterraje por enlace (Lemoniz, Capbreton South and North, and Le Porge).
- El aterraje de los cables HVDC.
- El tendido y la protección de los cables de los dos enlaces HVDC en el lecho marino.
- El cruce de la fosa marina de Capbreton.
- La realización de los empalmes de los cables submarinos.

2.3.1 Calendario

Comienzo de las obras: 3^{er} trimestre de 2023

Duración total de las obras: 4 años.

2.3.2 Planificación de las obras –Hitos temporales

Lanzamiento de licitaciones para el suministro e instalación de los Enlaces de Cables, la obra civil asociada y las Estaciones Conversoras: 2020-2023.

Adjudicación de contratos: 2023

Inicio de las obras: mediados de 2023

Final de obra previsto: 2026-2027

Puesta en servicio prevista: 2027

2.3.3 Mano de obra

Plantilla media prevista: 300 personas (entre actividades en tierra y actividades en alta mar en las diferentes embarcaciones).

Plantilla máxima prevista: 400

2.4 ORGANIZACIÓN DE TRABAJOS

Dada la duración prevista de las obras y el número previsto de trabajadores (>50), el Titular de la obra creará un Comité de Seguridad y Salud (CSS). (Véase anexo 8.6).

2.5 MODO DE CONSULTA DE LAS CONTRATAS PRINCIPALES

Licitación abierta

Contratista general + Oficina de diseño asociada

Contratación pública

Para la lista de lotes (ver el anexo 15.10 de este ESS):

- 1 lote para el contrato EPC de la estación de conversión - LEC
- 1 lote para la fabricación e instalación de los enlaces terrestres y marinos (offshore) nº1 - LTM1 (incluidos los suministros de las bobinas hasta cámaras de empalme de cables de potencia y f.o.)
- 1 lote para la fabricación e instalación de los enlaces terrestres y marinos (offshore) nº2 - LTM2 (incluidos los suministros de las bobinas hasta cámaras de empalme de cables de potencia y f.o.)
- 1 lote para las obras de ingeniería civil e instalación de los cables terrestres de los 2 enlaces - LGC en su parte terrestre (incluidas plataformas de tendido, accesos y cámaras de empalme, f.o. y puesta a tierra, así como tendido de los cables de potencia y cables de f.o. así como su fusión, pero excluida la ejecución de los empalmes en las cámaras de empalme).

La información relativa a los potenciales contratistas y subcontratistas se mantendrá actualizada a lo largo de toda la operación en un Registro de Coordinación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud.

2.6 NOMBRAMIENTO DE SUBCONTRATISTAS

Antes de trabajar en la obra, los contratistas de uno o más lotes deben incluir los nombres de los subcontratistas que participarán en la construcción de las obras.

Los subcontratistas deberán establecer, al igual que la empresa contratada, un Plan de Seguridad y Salud específico en el plazo siguiente a la adjudicación del contrato: 30 días (u 8 días para las obras de acabado).

2.7 REQUISITOS ADMINISTRATIVOS O SERVIDUMBRES DEL EMPLEADOR

Se hace constar que el Empleador será responsable de:

- Detectar servicios subterráneos, aéreos o subacuáticos,
- Informar acerca de la presencia de instalaciones operativas cercanas al emplazamiento de las obras,
- Organizar los cambios pertinentes si el emplazamiento de las obras puede interferir potencialmente operaciones llevadas a cabo por otros titulares del proyecto,
- Informar y prevenir acerca de los riesgos para la población u otros usuarios,
- Gestionar las relaciones con los distintos operadores de la red de carreteras o empresas sobre las que se requiera una ocupación para la realización del proyecto.

Estas declaraciones, que son responsabilidad del empleador, se delegarán en los principales contratistas adjudicatarios de los lotes en cuestión.

2.8 RESTRICCIONES ADMINISTRATIVAS O PARTICULARES PARA TODOS LOS CONTRATISTAS

- Inspección conjunta con el Coordinador de Seguridad y Salud: obligatoria antes de la intervención de cada empresa, incluidos los subcontratistas.
- Desarrollo y entrega de un PSS (Plan de Seguridad y Salud) al Coordinador de Seguridad y Salud: obligatorio, previo a la intervención de cada empresa, incluidos los subcontratistas.
- Detección de servicios subterráneos, aéreos o subacuáticos.
- La comunicación previa a la apertura de la obra debe incluir el Plan de Seguridad y Salud del Contratista (PSS), en el que se incluirán medidas de información y seguridad relativas a las redes subterráneas y soterradas.
- Solicitud de permiso de circulación.
- Actividades de explotación mantenidas durante la construcción.
- Presencia de operaciones realizadas por otros titulares del proyecto.
- Presencia de edificaciones, otros usuarios.
- Cumplimiento de servidumbres particulares.

2.9 OTRAS LIMITACIONES PARA LAS EMPRESAS EXTRANJERAS

- Cumplimiento del Código Laboral Español.
- Cumplimiento de la normativa sobre trabajo ilegal.
- Obligación de tener en todo momento un personal de habla hispana a bordo de los barcos principales. Esto es aplicable a cada área de trabajo.
- La empresa establecerá sus documentos en español y en el idioma del personal in situ.

2.10 LIMITACIONES ESPECÍFICAS PARA LOS TRABAJOS MARINOS

- Cumplimiento del Convenio SOLAS (seguridad de la vida en el mar).
- Cumplimiento de los requerimientos de autorización para ocupación del dominio marítimo.
- Solicitud de autorización para ocupación del dominio marítimo.
- Certificación de barcos especiales.
- Permisos de navegación de las embarcaciones que participen en los trabajos.
- El respeto al sistema de recepción de barcos con banderas extranjeras en las aguas territoriales españolas.

CONFORMIDAD PARA TAREAS DE MANTENIMIENTO POSTERIORES

El diseño y medios establecidos en la instalación, conforme se indica en el proyecto de ejecución, garantizan la seguridad de las futuras tareas de mantenimiento de la instalación, tal y como está establecido en los criterios de Ingeniería para el desarrollo de los proyectos de líneas de alta tensión.

2.11 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y Nº OPERARIOS

Según consta en el Proyecto para esta Obra se considera que los trabajos requerirán los siguientes capítulos y presupuestos. En función de datos estadísticos de Obras similares y dado el volumen de excavación y la longitud de conductores a tender, se prevé el siguiente plazo de ejecución y número de operarios.

Actividad adjudicada a Contratas	Presupuesto (K€)	Plazo de Ejecución (meses)	Operarios previstos
Tramo Subterráneo			
- Obra Civil		8	18
- Tendido		6	14
Tramo Submarino			
- Obra Civil		12	28
- Transporte, tendido y protección		14	26
Presupuesto de Ejecución Material	> 450	Kilo Euros	
Punta de trabajadores	80	Trabajadores	
Volumen de mano de obra estimada	18.560	Jornadas - hombre	

En virtud de estos valores y conforme a lo establecido en el art. 4 del R.D. 1627/1997 para Obras de Construcción o Ingeniería Civil, donde se expone que hay obligatoriedad de elaborar un Estudio de Seguridad en los casos en que se superen alguna de las de las circunstancias siguientes:

- Cuando el presupuesto total adjudicado de Obra supere 450 Kilo€uros.
- Cuando la duración sea superior a 30 días y haya 20 o más trabajadores.
- Cuando el Volumen de Mano de Obra supere 500 jornadas – hombre.

Se procede a elaborar este Estudio de Seguridad y Salud.

Para determinar la exigencia del estudio de seguridad se ha incluido el costo de los equipos empleados en el presupuesto de ejecución por las Contratas. Se han contemplado aquellos equipos que estén asociados a las características propias o de uso de la obra adjudicada.

El presupuesto de ejecución por contrata contempla: $PEC = (PEM + GG + BI) \times (1 + IVA)$
donde:

PEC = presupuesto de ejecución por contrata.
PEM = presupuesto de ejecución material.
GG = gastos generales.
BI = beneficio industrial.

TRAMO SUBTERRÁNEO

1 ORGANIZACIÓN DE LA OBRA

1.1 ACTIVIDADES PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Este Estudio de seguridad contempla actividades diferenciadas según la siguiente clasificación:

Clave	Actividad
00	Gestión de la obra.
01	Ejecución de trabajos de obra civil de líneas aéreas
02	Ejecución de trabajos de armado e izado de apoyos de líneas
03	Ejecución de trabajos de tendido de conductores (engrapado y desengrapado, protección de cruzamientos)
07	Ejecución de trabajos de obra civil de líneas subterráneas
08	Ejecución de trabajos de tendido de cables aislados en zanjas y galerías
18	Ejecución de trabajos de comunicaciones en la red de cables (en FO's)
22	Ejecución de trabajos de talas y desbroces
25	Estudios geotécnicos, topografía, termografía a pie, medidas de tierras

Se prevé que la Obra sea dividida en dos partes diferenciadas e independientes entre sí, lo cual supondrá que pueden intervenir de una a cuatro Empresas adjudicatarias como Contratistas Principales, cada una en una fase del Proyecto.

1.2 TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

Los trabajos de Obra Civil en Zanjas y el Montaje de Cable Subterráneo y Conexionado no estarán interferidos entre sí, aunque se realicen por varias empresas, por ejecutarse ambos en fases secuencialmente distintas. Tampoco estarán interferidos los trabajos de tendido submarino y los trabajos de protección del cable aislado (obra civil), que se ejecutará posteriormente a este.

Los Planos y el resto de documentación que el Proyecto incorpora, relativos a la existencia y la situación de servicios, cables, cañerías, conducciones, arquetas, pozos y en general, de instalaciones y estructuras de obra soterradas o aéreas, tienen un carácter informativo y no garantizan la exhaustividad ni la exactitud y por lo tanto no serán objeto de reclamación por faltas y/u omisiones. No obstante, cuando se haga la reunión de lanzamiento de los trabajos se comprobará si hay interferencias no reflejadas en el proyecto.

La relación de servicios afectados por cruzamientos y paralelismos con la línea de transporte eléctrica y de comunicaciones será:

CRUZAMIENTO Nº	SERVICIOS CRUZADOS
1.1-1	Canalización Gas Pk 1 + 432 m
1.1-2	Abastecimiento Udalsareak Pk 1 + 952m
1.1-3	Ctra. BI-364 Pk 2 + 288m a pk 2 + 296m
1.1-4	Canalización Gas Pk 2 + 302 m
1.1-5	Canalización Gas Pk 2 + 311 m
1.1-6	Arroyo Pk 2 + 539m
1.1-7	Abastecimiento Pk 2 + 204m
1.1-8	Abastecimiento Pk 3 + 818m
1.1-9	Carretera Pk 3 + 890m
1.1-10	Canalización de pluviales Pk 4 + 064m
1.1-11	Abastecimiento Pk 4 + 071m
1.1-12	Canalización Iberdrola BT Pk 4 + 076m
1.1-13	Saneamiento Pk 4 +082m
1.1-14	Canalización de pluviales Pk 4 + 088m
1.1-15	Canalización de pluviales Pk 4 + 090m
1.1-16	Canalización de pluviales Pk 4 + 119m
1.1-17	Canalización de pluviales Pk 4 + 147m
1.1-18	Canalización de pluviales Pk 4 + 168m
1.1-19	Canalización de pluviales Pk 4 + 188m
1.1-20	Abastecimiento Pk 4 + 204m
1.1-21	Canalización de pluviales Pk 4 + 213m
1.1-22	Abastecimiento Pk 4 + 071m
1.1-23	Canalización de pluviales Pk 4 + 232m
1.1-24	Canalización de pluviales Pk 4 + 249m
1.1-25	Saneamiento Pk 4 + 305m
1.1-26	Canalización Iberdrola Pk 4 + 306m
1.1-27	Canalización de pluviales Pk 4 + 357m
1.1-28	Saneamiento CABB Pk 4 + 361m
1.1-29	Canalización Gas Pk 4 + 516 m
1.1-30	Saneamiento Pk 4 + 519m
1.1-31	Carretera Pk 4 + 520m
1.1-32	Abastecimiento Pk 4 + 525m
1.1-33	Saneamiento Municipal Pk 4 + 635m
1.1-34	Arroyo Pk 4 + 717m
1.1-35	Río Butron Pk 4 + 848m a pk 4 + 871m

CRUZAMIENTO Nº	SERVICIOS CRUZADOS
1.1-36	Saneamiento Municipal Pk 4 + 960m
1.1-37	Saneamiento Municipal Pk 5 + 469m
1.1-38	Abastecimiento Udalsareak Pk 5 + 560m
1.1-39	Ctra. BI-2120 de Pk 5 + 590m – Pk 5 +598m
1.1-40	Abastecimiento Udalsareak Pk 5 + 691m
1.1-41	Carretera Pk 5 + 692m
1.1-42	Abastecimiento Udalsareak Pk 5 + 699m
1.1-43	Carretera Pk 5 + 712m
1.1-44	Abastecimiento Udalsareak Pk 6 + 064m
1.1-45	Abastecimiento Udalsareak Pk 6 + 068m
1.1-46	Abastecimiento Udalsareak Pk 6 + 307m
1.1-47	Abastecimiento Udalsareak Pk 6 + 342m
1.1-48	Arroyo Zaldizuri Pk 10 + 065m
1.1-49	Ctra. BI-3117 Pk 11 + 720m a Pk 11 + 728m
1.1-50	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 184m
1.1-51	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 203m
1.1-52	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 251m
1.1-53	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 285m
1.1-54	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 315m
1.1-55	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 341m
1.1-56	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 392m
1.1-57	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 395m
1.1-58	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 412m
1.1-59	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 454m
1.1-60	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 458m
1.1-61	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 488m
1.1-62	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 500m
1.1-63	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 534m
1.1-64	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 535m
1.1-65	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 563m
1.1-66	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 591m
1.1-67	Abastecimiento Udalsareak Pk 12 + 607m
1.1-68	Tubería desconocida Pk 13 + 038m
1.1-69	Tubería desconocida Pk 13 + 001m
1.1-70	Canalización Iberdrola MT Pk 13 + 002m

PARALELSMO Nº	SERVICIOS AFECTADOS
1.1-1	Canalización Gas Pk 2 + 040 m a Pk 2 + 300 m
1.1-2	Abastecimiento Pk 12 + 048 m a Pk 12 + 581 m

Además, el Contratista viene obligado a su propia investigación por lo que solicitará a los titulares de obras y servicios, planos de situación y localizará y descubrirá las conducciones y obras enterradas, por medio del detector de conducciones o por calas.

En caso de que se detectará la existencia de otras infraestructuras subterráneas o canalizaciones, se deberán mantener las siguientes distancias mínimas:

Canalizaciones de Agua	Canalizaciones de Gas	Cables Telecomunicaciones	Otros Cables de Energía Eléctrica
0,40 m.	0,20 m.	0,20 m.	0,25 m.

De ser así, se preverá el apuntalamiento o la sujeción de las mismas, para la prevención de fenómenos de rotura o desprendimientos.

Las adopciones de medidas de seguridad o la disminución de los rendimientos se considerarán incluidos en los precios y, por consiguiente, no serán objeto de abono independiente.

Si el plan de implantación de la obra comporta la desviación del tránsito rodado o la reducción de viales de circulación, se aplicarán las medidas definidas en la Norma de Señalización de Obras 8.3.

Los desplazamientos y las maniobras de la maquinaria prevista en Obra estarán condicionados por el entorno en que se muevan. La actuación en Prevención se realizará conforme a las normas indicadas en este documento en los apartados que les afecten.

En el caso de los trabajos de Obra Civil de las cimentaciones, del Armado e Izado de las torres y del Montaje de Equipos no estarán interferidos entre sí al ser cada uno tarea siguiente de la anterior. Sin embargo, habrá que prever las posibles concurrencias con los trabajos desarrollados por otras empresas contratistas o con las tareas de mantenimiento y explotación de las instalaciones de entrada y salida. La actuación en prevención se realizará conforme a las normas indicadas en este documento en los apartados que les afecten.

Los trabajos se realizarán bajo la dirección, control y seguimiento del técnico o técnicos encuadrados en el Equipo del Proyecto, según asignación de la Dirección de Ingeniería y la Dirección de Construcción.

1.3 CONTROL DE ACCESOS

En el Plan de Seguridad el Contratista definirá: las desviaciones y pasos provisionales para vehículos y peatones, los circuitos y tramos de señalización, la señalización, las medidas de protección y detección, los pavimentos provisionales, las modificaciones que comporta la

implantación de la obra y su ejecución, diferenciando, si es oportuno, las diferentes fases de ejecución. A estos efectos, se tendrá en cuenta lo que determina la Normativa.

Cuando corresponda, de acuerdo con las previsiones de ejecución de las obras, se diferenciará con claridad y para cada una de las diferentes fases de la obra, los ámbitos de trabajo y los ámbitos destinados a la circulación de vehículos y peatones, de acceso a edificios y vados, etc., y se definirán las medidas de señalización y protección que corresponda a cada una de las fases.

Deberá señalizarse toda la excavación con elementos adecuados a la intemperie. Si se establece la existencia de lugares de paso, estarán protegidos con elementos de resistencia garantizada.

Se colocará la señalización adecuada a lo largo de las excavaciones y para informar al personal ajeno de la prohibición de acceder a la obra.

Solo es personal de obra, aquel que está incluido en el Plan de Seguridad aprobado al Adjudicatario.

1.4 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

1.4.1 Gestión de la obra

UC: Preparación de los trabajos

La preparación de los trabajos se manifestará mediante la reunión de lanzamiento en la que participarán todas las unidades intervinientes, incluso los contratistas adjudicatarios.

Se analizarán si existen imposiciones externas (administrativas, de licencias, de permisos, ...) que afecten a la prevención de riesgos y en consecuencia se acordarán las actuaciones a seguir admitiéndose que no serán atendidos aquellos condicionantes que afecten negativamente a la prevención de riesgos laborales.

Se determinará qué trabajos habrán de realizarse con otras líneas existentes en servicio, y cuáles no. Para los trabajos con las líneas en servicio, deben adoptarse las medidas preventivas que se establecen en la normativa sobre riesgo eléctrico.

Si se viera la necesidad de realizar trabajos sin tensión, se indicará que serán aplicables los procedimientos de REE que permitan realizar el descargo de las líneas, y a continuación crear la zona protegida y la zona de trabajo. Se expondrá de forma dominante la funcionalidad de la Autorización de Trabajos y la participación del jefe de trabajos del contratista.

Esta UC no tiene riesgos identificados.

UC: Seguimiento de los trabajos

La estructura organizativa que se haya establecido realizará seguimiento in situ de la obra, desde su inicio hasta su finalización, verificando de forma razonable las medidas preventivas establecidas para la ejecución de los trabajos.

Esta UC tiene riesgos identificados que se exponen más adelante.

UC: Puesta en Servicio

Esta unidad constructiva forma parte de la gestión de obra y supone la realización de las pruebas previas a conectar eléctricamente las subestaciones convertoras. Es pues la fase final de los trabajos.

Para la realización de trabajos de pruebas o energizado de una parte, o de la totalidad, de una Instalación todos los trabajos de construcción se habrán dado por terminados, permaneciendo solo una brigada de apoyo para resoluciones de tareas no detectadas.

En esta unidad constructiva la instalación será la unidad de Mantenimiento la responsable de la instalación y se actuará conforme a las premisas siguientes:

- Los elementos de corte que sean frontera entre la instalación y la que está en servicio (en explotación) deben estar abiertos, bloqueados y señalizados como consecuencia de un descargo, o en su caso desmontados.
- La instalación en Construcción permanecerá bajo la responsabilidad del Técnico asignado hasta en tanto este no indique la finalización de los trabajos a su Director de Proyecto para que se lo comunique a la Unidad de Mantenimiento correspondiente.
- La comunicación de que los trabajos han finalizado se hará con constancia escrita e indicando claramente que en lo que se refiere a la actividad de construcción, la instalación no tiene ningún impedimento de materiales, equipos o personas trabajando, para poder ser sometida a tensión por primera vez.
- A partir de la entrega, la nueva instalación pasará a depender de la Unidad de Mantenimiento. Desde ese momento, ninguna actividad puede iniciarse en su Área de Proximidad, sin el conocimiento y autorización escrita de la Unidad de Mantenimiento.
- Si otros trabajos de Construcción persisten en posiciones contiguas a la de la P.E.S, la Unidad de Mantenimiento gestionará un Descargo para bloquear y señalar los elementos de corte que pasan a ser posibles fuentes de tensión. Informará de la nueva situación al Técnico de Construcción.

Esta UC tiene riesgos identificados que se exponen más adelante.

1.4.2 Ejecución de trabajos de talas y desbroces

UC: Trabajos de talas y desbroces

Esta unidad constructiva es complementaria de los trabajos de tendido y complementaria para facilitar el tendido de pilotos y cables eléctricos.

Supone preparar la traza de la línea para garantizar la distancia de aislamiento una vez se ponga la instalación en servicio.

Los trabajos de talas y desbroces se realizarán por equipos profesionales

Esta UC tiene riesgos identificados que se exponen más adelante

1.4.3 Ejecución de trabajos de obra civil de líneas subterráneas

UC: Caminos y vías de acceso

La adecuación y preparación necesaria de los caminos para el tránsito de vehículos y maquinaria de obra debe garantizar la circulación segura de los mismos.

La preparación de los caminos se realizará con dominancia de medios mecánicos, de forma que la presencia de operarios reduzca al máximo

Esta UC tiene riesgos identificados que se exponen más adelante.

UC: Zanja

Según se indica en el proyecto técnico,

El tipo de canalización a utilizar será conducción en zanja con los cables entubados y los tubos embebidos en hormigón. Cada uno de los dos enlaces de que consta la línea subterránea se tenderá en una zanja independiente, separadas una distancia de dos metros entre ejes, suficiente para reducir la influencia térmica entre los dos.

Sobre el eje de las dos zanjas se construirá un camino de 4 m de ancho a base de zahorras para evitar usos indebidos sobre el trazado, por ejemplo, campos de cultivos, que pudieran poner en peligro la línea. En aquellos puntos donde el trazado discorra bajo suelo asfaltado una vez realizada y rellenada la zanja se repondrá el firme existente previamente a la realización de la canalización.

La zanja por la que discurrirán la línea subterránea será la indicada en el plano N° INELLSZ001 del documento N° 3 Planos del presente proyecto. Cada una de las zanjas tendrá unas dimensiones de 1 m de anchura con una profundidad de 1,5 m.

Se instalarán en cada zanja los dos cables de potencia de un mismo enlace. Cada cable irá en el interior de un tubo y los tubos serán independientes entre sí, siendo sus características principales:

Tubo de polietileno de alta densidad, rígidos corrugados de doble pared, lisa interna y corrugada la externa.

Diámetro exterior de 250 mm. En general, se debe cumplir que el diámetro interior del tubo sea 1,5 veces mayor que el diámetro del cable de potencia.

Tramos de 6 m de longitud, con uniones entre tubos mediante manguitos con junta de estanqueidad.

Para la instalación de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre la estación conversora de Gatika y la de Cubnezais (extremo de la línea en el lado de Francia) se colocarán dos tubos de telecomunicaciones de 40 mm de diámetro exterior situados simétricamente por encima de los cables de potencia y próximos a los bordes exteriores de cada zanja.

Los tubos de telecomunicaciones serán de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm, presión nominal 10 bar y coeficiente de rozamiento menor 0,08.

Adicionalmente se colocará un tubo adicional de 40 mm de diámetro de características similares a los de comunicaciones próximo a uno de los tubos de los cables de potencia en cada una de las zanjas. Este tubo contendrá el cable de fibra óptica utilizado para el sistema de monitorización de temperatura del enlace (DTS).

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 12,5 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido.

Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.).

Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar el posterior mandrilado de los tubos. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 10 mm para los tubos destinados a alojar los cables de potencia y de 6 mm para los tubos de los cables de telecomunicaciones y DTS.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia y los del sistema DTS, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 al menos en dos tongadas. Una primera para fijar los tubos y otra para alcanzar la cota de hormigón especificada según el plano de la zanja.

Los tubos quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación-contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

A continuación, se procederá a la colocación de los tubos de los cables de telecomunicaciones, y una vez inmovilizados y perfectamente alineados se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 hasta obtener el dado de hormigón según se especifica para los cables de telecomunicaciones en el plano de la zanja.

Una vez hormigonada la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación, arena, o todo-uno normal al 95% P.M. (Proctor Modificado). Dentro de la capa de relleno, sobre cada uno de los tubos de telecomunicaciones se instalará una cinta de polietileno de 150 mm de ancho, indicativa de la presencia de cables de fibra óptica. Igualmente, en dicha capa de relleno a una distancia de 150 mm del firme existente, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión.

Por último, se procederá al vertido de una capa de zahorras de 300 mm compactada al 98% P.M. para la realización de la plataforma de 4 m de ancho que quedará situada sobre la línea salvo en aquellos casos en los que el doble enlace discurra bajo suelo asfaltado en cuyo caso se procederá a la reposición del firme existente. Las reposiciones de pavimentos se realizarán según las normas de los organismos afectados, con reposición a nuevo del mismo existente antes de realizar el trabajo. Con carácter general la reposición de la capa asfáltica será como mínimo de 70 mm, salvo que el organismo afectado indique un espesor superior.

Una vez finalizada la obra civil, para comprobar que se ha realizado adecuadamente, se realizará el mandrilado de todos los tubos en los dos sentidos. Para realizar dicho mandrilado se emplearán mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo.

El mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deslizarse por ellos sin aparente dificultad. El mandril deberá arrastrar una cuerda guía que servirá para el tendido del piloto que se empleará posteriormente en el tendido de los cables. La cuerda guía deberá ser de nylon de diámetro no inferior a 10 mm para los tubos de los cables de potencia y de diámetro no inferior a 6 mm para los tubos de la FO.

Una vez hayan sido mandrilados todos los tubos sus extremos deberán ser sellados con espuma de poliuretano o tapones normalizados para evitar el riesgo de que se introduzca cualquier elemento (agua, barro, roedores, etc.) hasta el momento en que vaya a ser realizado el tendido de los cables.

Esta UC tiene riesgos identificados que se exponen más adelante.

UC: Cámaras de empalmes

Las cámaras de empalme serán prefabricadas o de realización in-situ y cada una de ellas albergará únicamente empalmes del mismo enlace. Serán del tipo no visitable y una vez confeccionados los empalmes se rellenarán de arena seleccionada de forma que en caso de defecto en un empalme esta absorba la energía liberada y minimice su impacto. Existirán dos tipos de cámaras de empalme, unas con puesta a tierra de las pantallas metálicas de los cables y otras en la que los empalmes que albergan no son seccionados y por tanto no es necesaria la realización de un anillo perimetral de tierras.

Las dimensiones exteriores aproximadas de las cámaras de empalme serán 2,2 m ancho x 1,15 m alto x 12,9 m largo, estando situada su base a una profundidad de 2 m.

Las cámaras de empalme de ambos enlaces se evitarán situarse en paralelo, para minimizar las afecciones, conforme a lo representado en el plano nº INELLSC001 y en el plano nº INELLSC002 del documento Nº 3 Planos del presente proyecto.

Las bobinas de cables serán transportadas hasta algunas de las cámaras de empalme donde se realizarán plataformas adecuadas para permitir su ubicación y el tendido del cable. En otras cámaras se realizarán plataformas más reducidas para el posicionamiento de las máquinas de tiro que podrán consistir en una simple compactación del terreno. En determinados casos las cámaras llevarán una plataforma para las bobinas en uno de sus extremos y en el otro una plataforma para la cámara de tiro.

Una vez construida o colocada la cámara de empalme en su sitio –según éstas sean de fabricación in situ o prefabricadas- se procederá a la conexión de los distintos tubos de la canalización con la cámara. Tras ello se procederá a su sellado. En los planos nº INELLSC001 y nº INELLSC002 del documento Nº 3 Planos del presente proyecto se indica la disposición de los tubos y las conexiones con las arquetas de fibra óptica y de puesta a tierra, esta última cuando proceda.

Para finalizar estas tareas se rellenará el espacio entre la cámara y el terreno con tierra procedente de la excavación, arena, o todo-uno normal al 95% P.M. (Proctor Modificado). Dentro de la capa de relleno, relleno a una distancia de 150 mm del firme existente, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión.

Por último, se procederá al vertido de una capa de zahorras de 300 mm compactada al 98% P.M. en todo el ancho correspondiente a la ocupación permanente de la cámara de empalme.

Esta UC tiene riesgos identificados que se exponen más adelante

UC: Arquetas de telecomunicaciones

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las estaciones conversoras y como ayuda para el tendido de los mismos se requiere la instalación de arquetas de telecomunicaciones.

Las arquetas de comunicaciones albergarán las cajas de empalme tanto de los cables de fibra óptica para las telecomunicaciones como de los cables de fibra óptica para el sistema de monitorización de la temperatura (DTS) en aquellos casos en que sea necesario realizar dichos empalmes. En el resto de los casos las arquetas de telecomunicaciones se instalarán únicamente con la finalidad de servir de ayuda al tendido.

Por cada uno de los enlaces se instalará una arqueta de telecomunicaciones en cada cámara de empalme y al inicio y al final de las perforaciones dirigidas, próximas a los dos tubos más exteriores. En el caso de que la cámara de empalme se encuentre próxima a una perforación dirigida no se instalarán las arquetas de telecomunicaciones en la cámara de empalme.

La arqueta será de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) con nervaduras exteriores para soportar la presión exterior.

La arqueta se empleará como “encofrado perdido” rellenando sus laterales, tanto paredes como solera, con hormigón HM/20/P/20 de 25 cm de espesor mínimo. La pared de hormigón deberá ser continua desde el suelo hasta recoger el cerco de la tapa de fundición.

La arqueta de telecomunicaciones dispondrá de tapa de función tipo D-400.

Los tubos de telecomunicaciones se instalarán en una única pieza (sin empalmes) entre las arquetas de telecomunicaciones, siendo pasantes en aquellas que sólo sirvan de ayuda al tendido.

El corte de los tubos de telecomunicaciones en el interior de las arquetas se realizará a 30 cm de la pared interior.

UC: Perforación dirigida

La perforación horizontal dirigida es una técnica que permite la instalación de tuberías subterráneas mediante la realización de un túnel, sin abrir zanjas y con un control absoluto de la trayectoria de perforación.

Este control permite librar obstáculos naturales o artificiales sin afectar al terreno, con lo cual se garantiza la mínima repercusión ambiental al terreno.

La trayectoria de perforación se realiza a partir de arcos de circunferencia y tramos rectos.

La perforación dirigida se puede ver como una secuencia de cuatro fases.

Fase 1 – Disposición

La perforación puede comenzar desde una pequeña cata, quedando siempre la máquina en la superficie, o bien desde el nivel de tierra. En esta primera fase se determinarán los puntos de entrada y de salida de la perforación, ejecutando las catas si procede, y se seleccionará la trayectoria más adecuada a seguir.

Fase 2 – Perforación piloto

Se van introduciendo varillas, las cuales son roscadas automáticamente unas a otras a medida que va avanzando la perforación. En el proceso se van combinando adecuadamente el empuje con el giro de las varillas con el fin de obtener un resultado óptimo.

Para facilitar la perforación se utiliza un compuesto llamado bentonita. Esto es una arcilla de grano muy fino que contiene bases y hierro. La bentonita es inyectada a presión por el interior de las varillas hasta el cabezal de perforación siendo su misión principal refrigerar y lubricar dicho cabezal y suministrar estabilidad a la perforación. En esta perforación piloto, la cabeza está dotada de una sonda, de manera que mediante un receptor se puede conocer la posición exacta del cabezal.

La perforación piloto se deberá realizar a la profundidad apropiada para evitar derrumbamientos o situaciones donde los fluidos utilizados pudieran salir a la superficie. La trayectoria se puede variar si fuese necesario debido a la aparición de obstáculos en la trayectoria marcada.

Fase 3 – Escariado

Una vez hecha la perforación piloto se desmonta el cabezal de perforación. En su lugar se montan conos escariadores para aumentar el diámetro del túnel. Se hacen tantas pasadas

como sea necesario aumentando sucesivamente las dimensiones de los conos escariadores, y así el diámetro del túnel.

Este proceso se realiza en sentido inverso, es decir, tirando hacia la máquina.

Fase 4 – Instalación de la tubería

Finalmente se une la tubería, previamente soldada por termofusión en toda su longitud, a un cono escariador-ensanchador mediante una pieza de giro libre de modo que va quedando instalada en el túnel practicado.

Los cables de potencia irán instalados dentro de tubos de polietileno de alta densidad (PEHD Ø250 PN10 PE100) en color negro con banda azul según norma UNE-12201.

Se instalarán a su vez dos monotubos de comunicaciones por enlace más un monotubo adicional para el sistema de monitorización de la temperatura. Los tres monotubos se instalarán junto al cable HVDC más externo de cada enlace. Estos monotubos serán de polietileno de alta densidad (PEHD DN40 mm PN16 PE100) negros banda azul norma UNEEN12201.

En el interior de los tubos destinados a los cables de potencia se instalará una cuerda guía de nylon de 10 mm en los tubos de los cables de potencia y de 6 mm en los tubos de los cables de comunicaciones y DTS.

UC: Entibaciones y Apuntalamientos

Se procederá a la entibación de las zanjas, cuya profundidad supere a 1,3 m., mediante los procedimientos propuestos por la empresa contratista de obra civil.

Además, en esta fase deberán apearse mediante la colocación de puntales o la sujeción mediante bragas de obra las conducciones interceptadas de abastecimiento, saneamiento y otros servicios afectados en el trazado de la zanja.

Mediante esta protección y con los medios auxiliares utilizados para lo descrito anteriormente podrá realizarse el hormigonado del prisma en la parte inferior de la misma.

Esta UC tiene riesgos identificados que se exponen más adelante

UC: Reposición de Pavimentos

Es la fase final de la obra civil, en la cual se procederá a restablecerse, en las condiciones que el caso lo determine el pavimento definitivo que existirá sobre la zanja realizada.

La unidad contemplada incluye la realización tanto de pavimentos continuos (hormigón, aglomerado asfáltico, etc.) como discontinuos (aplacado de losetas, adoquines, etc.), mediante la utilización de la maquinaria específica para cada caso.

Esta UC tiene riesgos identificados que se exponen más adelante.

1.4.4 Ejecución de trabajos de tendido de cables aislados en zanjas

UC: Tendido de cables aislados y conexión

El tendido de los cables de potencia consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolos por los rodillos o tubos situados en la canalización. Antes de empezar el tendido de los cables habrá que limpiar el interior del tubo, asegurar que no haya cantos vivos, aristas y que los tubos estén sin taponamientos. Con este fin antes de iniciar el tendido de los cables se realizará un nuevo mandrilado de todos los tubos de la instalación utilizando los mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo cuyas dimensiones se indican en el Documento 3 - Planos, en los planos LSMA002, LSMA004 y LSMA005 del Proyecto.

Esta UC posee medidas preventivas específicas que se exponen más adelante.

1.4.5 Arquetas de puesta a tierra

En las cámaras que alberguen empalmes con puesta a tierra de pantallas se instalará adosada a la cámara de empalme una arqueta de P.a.T. conforme a lo indicado en el en el plano nº 7983LSC001 del documento Nº 3 Planos del presente proyecto.

En estas arquetas se instalarán las cajas de P.a.T. de conexión directa de las pantallas de los cables. Estas arquetas tendrán unas dimensiones interiores de 1600 x 1100 x 1150 mm (largo x ancho x alto) y podrán ser prefabricadas o de construcción in situ.

Estas arquetas irán adosadas a la cámara de empalme y situadas en uno de sus extremos, en sentido longitudinal, de forma que las arquetas correspondientes a los dos diferentes enlaces se encuentren en los extremos opuestos de sus respectivas cámaras (en un caso al comienzo y en el otro al final) con la finalidad de poder llevar las canalizaciones de fibra óptica por entre las dos cámaras de empalme del doble enlace según se indica en el en el plano nº 7983LSC001 del documento Nº 3 Planos del presente proyecto.

Esta UC tiene riesgos identificados que se exponen más adelante

1.5 OFICIOS INTERVINIENTES

Se considera que en el emplazamiento, para la ejecución del proyecto, intervendrán de forma frecuente, muy frecuente o permanente los siguientes oficios, sin considerar el listado exhaustivo.

Otros intervinientes que de forma esporádica acudan al emplazamiento, tendrán la consideración de visitantes y su actuación en cualquier punto de la obra será siempre guiada por personal con responsabilidad y en todo caso su acceso y permanencia estará restringida a lugares y zonas de riesgo limitado.

Oficios	Clave actividad (ver 1.1)
Técnicos de prueba y control	00
Supervisores de obra	00
Encargados de Obra	00
Ayudantes de obra	00
Administrativos	00
Topógrafos	00,01,07,25
Técnicos de Prevención	00,02,03,07,08,25
Gruista	01,02
Conductores	01,02
Operario hormigonado	01,07
Maquinista de retroexcavadora y perforadoras	01,07
Albañiles	01,07
Peones especialistas	01,02,07,08,22,25
Jefes de Trabajo	01,02,03,07,08,22,25
Montadores de líneas AT	02,08
Operador camión-grúa	02,03,08
Maquinista de tendido	03,08
Operario TET	03,08
Ferrallistas	07
Encofradores	07
Soldadores	07,08
Tuberos	08
Montadores electromecánicos	08
Instaladores electricistas	08
Taladores	22
Motoserrista	22
Maquinista desbrozadora	22
Desbrozador	22
Astilladores	22

1.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

La identificación es pieza básica de la prevención porque en función de sus resultados ha de diseñarse la planificación de la actividad preventiva.

1.7 EVALUACIÓN DE RIESGOS

La evaluación de los riesgos está realizada considerando que las actividades se realizan con los medios, con la iluminación, con los accesos, con las técnicas y con los entornos más favorables posibles; conforme a lo establecido en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

La finalidad general de la evaluación de riesgos es la de dar cumplimiento al derecho que tienen los trabajadores a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Los objetivos concretos de la evaluación son:

- La eliminación o evitación de los riesgos.
- La reducción de los riesgos cuando no sea posible su eliminación.
- Controlando periódicamente las condiciones de trabajo
- Interponiendo medidas correctoras.

Esta evaluación se aplica a todas las tareas que forman parte de la actividad.

La evaluación de riesgos que aquí se contempla ha de ser verificada en la Obra una vez que esta haya comenzado y se puedan controlar entre otros, aspectos como:

- Si se ha establecido la estructura organizativa de la obra prevista en este Estudio
- La organización y control del trabajo que cada empresa adjudicataria tiene establecidas, lo que influye en la magnitud de los riesgos.
- Si se dispone del material de seguridad y es utilizado eficazmente por los trabajadores
- Si los trabajadores han sido formados y han asumido el conocimiento.
- Si los trabajadores han sido informados de los riesgos previsibles
- Si se emplean los equipos de trabajo y son conformes a la normativa de seguridad.
- Si se trabaja conforme a los criterios de seguridad establecidos en este estudio y en la normativa legal aplicable.
- La inadecuación de los puestos de trabajo a las características de los trabajadores especialmente sensibles a ciertos riesgos.
- Si se exigen y verifican criterios similares de seguridad a subcontratista.

La valoración de riesgos en cada momento se realizará mediante inspecciones de los trabajos. Para ello se establecen criterios de inspección en el “Seguimiento y Control de los Trabajos”

Las Empresas Contratistas adjudicatarias de los trabajos deben disponer de una Valoración de Riesgos genérica concerniente a la actividad que se le adjudique donde se hayan establecido los riesgos previsibles en función de los parámetros anteriormente señalados.

1.7.1 Alcance de la identificación inicial

La identificación de los riesgos asociados a cada una de las actividades de construcción de Líneas supone el estudio previo y el conocimiento de:

- Las condiciones generales del trabajo inherentes a los lugares donde se desarrollen, a las máquinas y equipos que se manejen, a las instalaciones próximas existentes y a los agentes físicos, químicos y biológicos que puedan existir.
- Las características de organización y control del trabajo que cada Empresa tiene establecidas, lo que influye en la magnitud de los riesgos.
- La inadecuación de los puestos de trabajo a las características de los trabajadores especialmente sensibles a ciertos riesgos.

Se consideran Riesgos Generales y como tales están presentes en cualquier actividad de construcción de líneas los de la siguiente relación no exhaustiva:

- En levantamiento y transporte de cargas manualmente, se pueden producir lesiones musculares, atrapamiento, cortes, etc.
- Heridas y punzamientos en pies, manos y otras partes del cuerpo debido a la existencia de elementos punzantes y cortantes (ferralla, clavos, flejes, perfiles).
- Caídas al mismo nivel durante los desplazamientos alrededor del apoyo.
- Choques o golpes por pisadas sobre objetos
- Atropellos, vuelcos, golpes, choques, etc., debido a la circulación de vehículos por las pistas de acceso.
- Proyección de materiales hacia la cara, ojos y otras partes del cuerpo, en excavaciones sobre terreno rocoso utilizando herramientas percutoras.
- Atrapamiento por desprendimientos de tierra en excavación del hoyo, por sobrecarga de los bordes o por variación de la densidad del terreno.
- Caídas a distinto nivel por trabajos realizados al borde del hoyo excavado.
- Tropiezos, caídas y torceduras debido a lo irregular del terreno y en muchos apoyos a lo limitado del espacio disponible para aprovisionamiento de materiales.
- Atrapamiento por desprendimientos de tierra por sobrecarga de los bordes de la excavación, por variación de humedad de terrenos o por excavaciones bajo nivel freático.
- Caída de objetos pesados sobre personas, golpes en maniobras, etc., durante el levantamiento de elementos constructivos con grúa.
- Caídas a distinto nivel durante las operaciones de ascenso y descenso de zanjas y de apoyos.
- Caídas a distinto nivel por lo específico de los trabajos en altura sobre las plataformas de trabajo y apoyos terminales.
- Atrapamiento por maquinaria durante el proceso de tendido de cables aislados.
- Riesgos eléctricos, debidos a la proximidad de elementos en Alta Tensión (A.T.), lo que puede ocasionar daños por contactos directos y arcos eléctricos.
- Riesgos eléctricos derivados de la inducción producida por los cruzamientos con líneas eléctricas ya existentes.
- Riesgos eléctricos, debidos a no haber puesto previamente las instalaciones de A.T. en condiciones de trabajar en las mismas modificando su topología o estableciendo áreas de intervención.
- Riesgos a terceros, derivados de la intromisión descontrolada de terceros en la proximidad de algún apoyo, que por las características de linealidad en la Obra no es posible vallar.
- Otros riesgos pueden ser: problemas de las vías respiratorias en atmósferas cargadas de polvo, excesivo nivel acústico en el uso de algunas herramientas, etc.

En las tablas siguientes se indican de forma más exhaustivas las situaciones de riesgo que van a presentarse. El Adjudicatario de los trabajos debe tenerlas en cuenta para reflejarlas en su Plan de Seguridad y darlas a conocer a sus empleados y a sus subcontratistas.

Unidad constructiva	Seguimiento de los trabajos de líneas
<i>Riesgos</i>	<i>Situaciones de riesgo</i>
Agresión de animales	Picadura de insectos. Ataque de perros. Agresión por otros animales.
Caídas de personas a distinto nivel	Caída por desniveles, zanjas, taludes, etc.
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo. Caída por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.). Resbalones / tropezones por malos apoyos del pie.
Configuración del puesto de trabajo	Espacios de trabajo. Distribución de equipos. Características de equipos (PDV's, iluminación, reflejos, etc.).
Choques y golpes	Choques contra estructuras. Golpes por máquinas y equipos de trabajo manejados por otros. Golpes por herramientas manuales manejadas por otros. Golpes por otros objetos.
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimiento de tierras excavadas. Desprendimientos de elementos de la torre en fase de montaje.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor. Exposición prolongada al frío. Cambios bruscos de temperatura. Estrés térmico.
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente. Deslumbramientos y reflejos.
Vuelco de vehículos	Salida de vehículos de caminos de acceso. Vuelco de vehículos por accidente de tráfico.

Unidad constructiva	Trabajos de talas y desbroces
<i>Riesgos</i>	<i>Situaciones de riesgo</i>
Agresión de animales	Picadura de insectos. Agresión por otros animales.
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamiento por tractores de desbrozado.

Unidad constructiva	Trabajos de talas y desbroces
<i>Riesgos</i>	<i>Situaciones de riesgo</i>
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde árboles durante la actividad de podas.
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo. Caída por pisar o tropezar con objetos en el suelo. Caída por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.). Resbalones / tropezones por malos apoyos del pie.
Carga física	Carga dinámica por manejo de desbrozadoras (actividad física).
Carga mental	Aislamiento. Horario de trabajo.
Condiciones ambientales	Humedad.
Cortes	Cortes por motosierras y desbrozadoras.
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Derrumbe de piedras masas desestabilizadas por arboles abatidos.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor. Exposición prolongada al frío. Cambios bruscos de temperatura.
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables.
Proyecciones	Impacto por fragmentos o partículas sólidas proyectadas.
Ruido	Exposición a ruido de motosierras.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al retirar material de desbroce. Esfuerzo por el uso de herramientas. Movimientos bruscos.
Vibraciones	Exposición a vibraciones de máquinas.

Unidad constructiva	Preparación de caminos y vías de acceso
<i>Riesgos</i>	<i>Situaciones de riesgo</i>
Agresión de animales	Picadura de insectos. Ataque de perros. Agresión por otros animales.

Unidad constructiva	Preparación de caminos y vías de acceso
<i>Riesgos</i>	<i>Situaciones de riesgo</i>
Atrapamiento por maquinaria automotriz y vehículos	Salidas de vehículos de las vías. Choques y golpes entre vehículos. Choques y golpes contra elementos fijos. Vuelco de vehículos. Caída de cargas. Atropello a personal circulante.
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamiento por herramientas manuales. Atrapamiento por objetos. Atrapamiento por mecanismos en movimiento.
Caídas de personas a distinto nivel	Caída por huecos. Caída por desniveles, zanjas, taludes, etc. Caída desde árboles.
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo. Caída por pisar o tropezar con objetos en el suelo. Caída por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.). Resbalones / tropezones por malos apoyos del pie.
Carga física	Movimientos repetitivos. Carga dinámica (actividad física). Condiciones climáticas exteriores.
Carga mental	Distribución de tiempos. Aislamiento. Horario de trabajo.
Condiciones ambientales	Humedad.
Contactos eléctricos	Contactos directos con líneas de MT.
Cortes	Cortes por herramientas manuales.
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales. Golpes por herramientas portátiles eléctricas. Golpes por otros objetos.
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de taludes.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor. Exposición prolongada al frío. Cambios bruscos de temperatura. Estrés térmico.
Explosiones	Voladuras o Material explosivo.

Unidad constructiva	Preparación de caminos y vías de acceso
Riesgos	Situaciones de riesgo
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente.
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables.
Proyecciones	Impacto por fragmentos o partículas sólidas. Proyecciones líquidas.
Ruido	Exposición a ruido.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar o tirar de objetos. Esfuerzo por el uso de herramientas. Movimientos bruscos. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.
Vibraciones	Exposición a vibraciones de máquinas.

Unidad constructiva	Zanja
Riesgos	Situaciones de riesgo
Agentes químicos	Exposición a sustancias tóxicas (hormigones). Exposición a tierras polvorrientas.
Agresión de animales	Picadura de insectos. Agresión por otros animales.
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamiento por herramientas neumáticas manuales. Atrapamiento por máquinas de excavación. Atrapamiento por máquinas de carga y transporte.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de componentes manipulados con grúas autopropulsadas. Caída de objetos en el interior de la zanja durante tareas de excavación y rellenos.
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde el borde de la zanja excavada. Caída por desniveles, taludes, etc. Caída desde escaleras portátiles al bajar y salir a la zanja. Caída de acceso a fondos para rellenos.
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo. Caída por pisar o tropezar con objetos en el suelo. Caída por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.). Resbalones / tropezones por malos apoyos del pie. Caída por falta de iluminación.
Carga física	Carga dinámica durante el hormigonado (actividad física).

Unidad constructiva	Zanja
<i>Riesgos</i>	<i>Situaciones de riesgo</i>
Carga mental	Distribución de tiempos. Aislamiento. Horario de trabajo.
Condiciones ambientales	Humedad. Temperatura. Ruido de maquinaria de excavación.
Contactos eléctricos	Contactos directos con circuitos eléctricos subterráneos.
Cortes	Cortes por herramientas portátiles neumáticas. Cortes por herramientas manuales. Cortes por objetos superficiales. Cortes por objetos punzantes.
Choques y golpes	Golpes por herramientas manuales. Golpes por herramientas portátiles eléctricas. Golpes por otros objetos. Pisadas sobre objetos por falta de iluminación
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de protección perimetral. Hundimiento de paredes de la zanja.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor. Exposición prolongada al frío. Cambios bruscos de temperatura.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases. Voladuras o Material explosivo.
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente en caso de horarios prolongados. Iluminación ambiental insuficiente en trabajos bajo rasante.
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables.
Proyecciones	Impacto por fragmentos o partículas sólidas.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al colocar encofrados. Esfuerzo por el uso de herramientas. Movimientos bruscos. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.
Ruido	Exposición a ruido de máquinas de excavación y rellenos. Exposición a ruido de máquinas de carga y transporte.
Vibraciones	Exposición a vibraciones de herramientas de perforación. Exposición a vibraciones en cabinas de máquinas de excavación y/o rellenos. Exposición a vibraciones en cabinas de máquinas de carga y transporte.

Unidad constructiva	Cámaras de empalmes
<i>Riesgos</i>	<i>Situaciones de riesgo</i>
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamiento al dirigir y situar los elementos prefabricados.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con grúas autopropulsadas.
Caídas de personas a distinto nivel	Caída por huecos. Caída desde escaleras portátiles.
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo. Caída por pisar o tropezar con objetos en el suelo. Caída por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.). Resbalones / tropezones por malos apoyos del pie.
Carga física	Carga dinámica durante la manipulación de cajones (actividad física).
Confinamiento	Golpes, choques, cortes o atrapamientos por espacio reducido. Posición incómoda, esfuerzos.
Cortes	Cortes por herramientas manuales. Cortes por objetos superficiales. Cortes por objetos punzantes.
Choques y golpes	Golpes por herramientas manuales. Golpes por herramientas portátiles. Golpes por otros objetos estructurales.
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos. Hundimiento de hoyos o cimentaciones.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor. Exposición prolongada al frío. Cambios bruscos de temperatura.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases.
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente en el interior de la cámara.
Proyecciones	Impacto por fragmentos o partículas sólidas. Proyecciones líquidas.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar o posicionar cajones prefabricados. Esfuerzo por el uso de herramientas. Movimientos bruscos. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.

Unidad constructiva	Entibaciones y apuntalamientos
<i>Riesgos</i>	<i>Situaciones de riesgo</i>
Agentes químicos	Exposición a tierras polvorientas. Exposición a sustancias tóxicas existentes en el nivel freático.
Agresión de animales	Picadura de insectos. Agresión por otros animales.
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamiento por herramientas neumáticas manuales. Atrapamiento por máquinas de elevación de materiales para la realización de entibaciones y apuntalamientos.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de componentes manipulados con grúas autopropulsadas. Caída de objetos en el interior de la zanja durante tareas de entibación y apuntalamiento.
Caídas de personas a distinto nivel	Caída por desniveles, taludes, etc. Caída desde escaleras portátiles al bajar y salir a la zanja. Caída durante el proceso de colocación de estribos.
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el terreno. Caída por pisar o tropezar con objetos en el terreno. Caída por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.). Resbalones / tropezones por malos apoyos del pie. Caída por falta de iluminación.
Carga física	Carga dinámica durante el apuntalamiento y realización de entibaciones (actividad física).
Carga mental	Distribución de tiempos. Aislamiento. Horario de trabajo.
Condiciones ambientales	Humedad. Temperatura. Ruido de maquinaria.
Contactos eléctricos	Contactos directos con circuitos eléctricos subterráneos.
Cortes	Cortes por herramientas portátiles neumáticas. Cortes por herramientas manuales. Cortes por objetos superficiales. Cortes por objetos punzantes. Cortes por uso de herramientas manuales y/o mecánicas con elementos estructurales.
Choques y golpes	Golpes por herramientas manuales. Golpes por herramientas portátiles eléctricas. Golpes por otros objetos. Pisadas sobre objetos por falta de iluminación.

Unidad constructiva	Entibaciones y apuntalamientos
<i>Riesgos</i>	<i>Situaciones de riesgo</i>
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de sujeción de taludes e infraestructuras subterráneas. Hundimiento de paredes de la zanja.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor. Exposición prolongada al frío. Cambios bruscos de temperatura.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases. Producidas por atmósferas explosivas.
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente en caso de horarios prolongados. Iluminación ambiental insuficiente en trabajos bajo rasante.
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables.
Proyecciones	Impacto por fragmentos o partículas sólidas. En el proceso de ajuste de piezas. En el uso del martillo neumático.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al colocar entablados. Esfuerzo por el uso de herramientas. Movimientos bruscos. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.
Ruido	Exposición a ruido de herramientas manuales.
Vibraciones	Exposición a vibraciones de herramientas manuales.

Unidad constructiva	Reposición de pavimentos
<i>Riesgos</i>	<i>Situaciones de riesgo</i>
Agentes químicos	Exposición a sustancias tóxicas componentes de los elementos del pavimento a utilizar (cementos, betunes, aditivos, etc.).
Agresión de animales	Picadura de insectos. Agresión por otros animales.
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamiento por herramientas neumáticas manuales. Atrapamiento por máquinas de ejecución de pavimentos continuos. Atrapamiento por el mecanismo de giro de la hormigonera.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de componentes manipulados con grúas autopropulsadas.
Caídas de personas a distinto nivel	Caída por desniveles, huecos existentes en el acerado, etc. Caídas desde el perímetro de zonas a diferente nivel.

Unidad constructiva	Reposición de pavimentos
<i>Riesgos</i>	<i>Situaciones de riesgo</i>
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el terreno. Caída por pisar o tropezar con objetos en el terreno. Caída por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.). Resbalones / tropezones por malos apoyos del pie. Caída por falta de iluminación.
Carga física	Carga dinámica durante la ejecución de pavimentos (actividad física).
Carga mental	Distribución de tiempos. Aislamiento. Horario de trabajo.
Condiciones ambientales	Humedad. Temperatura. Ruido de maquinaria.
Cortes	Cortes por herramientas portátiles neumáticas. Cortes por herramientas manuales. Cortes por objetos superficiales. Cortes por objetos punzantes. Cortes por uso de herramientas manuales y/o mecánicas con elementos estructurales.
Choques y golpes	Golpes por herramientas manuales. Golpes por herramientas portátiles eléctricas. Golpes por otros objetos. Pisadas sobre objetos por falta de iluminación. Golpes por compuertas de camiones de suministro. Golpes por cambios de complementos de máquinas. Golpes y choques por descarga y reparto de materiales.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor. Exposición prolongada al frío. Cambios bruscos de temperatura.
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente en caso de horarios prolongados.
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables.
Proyecciones	Impacto por fragmentos o partículas sólidas. Cortes de materiales en seco. En el proceso de ajuste de losas de pavimentos. En el uso del martillo neumático.
Sobreesfuerzos	Esfuerzo por el uso de herramientas. Movimientos bruscos. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.

Unidad constructiva	Reposición de pavimentos
<i>Riesgos</i>	<i>Situaciones de riesgo</i>
Ruido	Exposición a ruido de herramientas manuales.
Vibraciones	Exposición a vibraciones de herramientas manuales.

Unidad constructiva	Tendido de cables aislados y conexionado
<i>Riesgos</i>	<i>Situaciones de riesgo</i>
Arcos eléctricos	Durante la realización de pruebas de aislamiento. Por golpes o perforaciones involuntarias durante trabajos próximos.
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamiento por mecanismos de tendido de cables aislados.
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles. Caída desde bocas de acceso a la galería.
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo. Caída por pisar o tropezar con objetos en el suelo. Resbalones / tropezones por malos apoyos del pie.
Carga física	Carga estática o postural (espacios de trabajo). Carga dinámica durante el asentamiento de cables (actividad física).
Carga mental	Atención complejidad. Horario de trabajo.
Confinamiento	Golpes, choques, cortes o atrapamientos por espacio reducido. Posición incómoda, esfuerzos. Dificultades para rescate.
Contactos eléctricos	Contactos directos con cables de fuerza y control. Contactos indirectos por manipulación en cajas de conexiones. Corrientes inducidas por existencia de circuitos próximos.
Cortes	Cortes por herramientas portátiles eléctricas. Cortes por herramientas manuales. Cortes por objetos superficiales. Cortes por objetos punzantes.
Choques y golpes	Golpes por herramientas manuales. Golpes por herramientas portátiles. Golpes contra ménsulas soporte de los cables.
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente en el interior de la galería.
Proyecciones	Impacto por fragmentos o partículas sólidas.

Unidad constructiva	Tendido de cables aislados y conexonado
Riesgos	Situaciones de riesgo
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar o tirar de los cables aislados. Esfuerzo por el uso de herramientas. Movimientos bruscos. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.
Ventilación	Ventilación ambiental insuficiente en el interior de la zanja Atmósferas bajas en oxígeno.

Unidad constructiva	Montaje de equipos y botellas
Riesgos	Situaciones de riesgo
Agresión de animales	Picadura de insectos.
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamiento por montaje de las bobinas sobre bastidores de giro. Atrapamiento por cabrestante de freno. Atrapamiento por máquina de tiro.
Caídas de objetos	Caída de herramientas durante el tendido de cables piloto. Caída de herramientas durante el tendido de conductores.
Caídas de personas a distinto nivel	Caída por desniveles y taludes naturales. Caída en el ascenso /descenso plataformas de trabajo. Caída durante la permanencia en la estructura del apoyo terminal. Caída durante el montaje de equipos sobre plataformas.
Caídas de personas al mismo nivel	Resbalones / tropezones en la zona de ubicación máquinas. Resbalones / tropezones en la traza de la línea.
Carga física	Carga dinámica (actividad física) por ascenso y descenso de las plataformas de trabajo.
Contactos eléctricos	Por corrientes inducidas procedentes de otros circuitos próximos.
Cortes	Cortes por herramientas manuales. Cortes por flejes y elementos punzantes de las bobinas.
Choques y golpes	Choques contra equipos de trabajo en la zona de montaje de equipos. Golpes por herramientas manuales. Golpes por fallos de grapas de retención.
Desprendimientos desplomes y derrumbes	De poleas de cable aislado durante su instalación.
Proyecciones	Polvo de lijado (no tóxico) durante la confección de terminales.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor. Exposición prolongada al frío durante la permanencia en las torres. Golpe de calor.

Unidad constructiva	Montaje de equipos y botellas
<i>Riesgos</i>	<i>Situaciones de riesgo</i>
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente en horarios nocturnos.

Unidad constructiva	Puesta en Servicio
<i>Riesgos</i>	<i>Situaciones de riesgo</i>
Arcos eléctricos	No haber retirado elementos de obra que generen cortocircuitos. Aislamientos defectuosos en la fase de construcción.
Carga mental	Distribución de tiempos. Atención complejidad de la p.e.t.
Configuración del puesto	Espacios de trabajo durante la p.e.t. Distribución de equipos. Características de equipos (PDV's, iluminación, reflejos, etc.).
Contactos eléctricos	Contactos directos por permanencia en zona de tensión. Contactos indirectos por deficiencias.
Iluminación	Iluminación ambiental insuficiente en espacio de control.

1.7.2 Riesgos laborales no evitables completamente

Para cada unidad constructiva básica se han estudiado los riesgos existentes, se han definido las medidas preventivas y de protección colectiva y se detallan los equipos de protección personal que debe utilizar los trabajadores así como la frecuencia de empleo.

Dadas las particularidades de las obras de construcción de líneas, existen riesgos de carácter especial que no es posible eliminar completamente conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

Riesgos derivados de las actividades realizadas en altura. Las medidas preventivas se corresponderán con lo establecido en el procedimiento de REE para trabajos en alturas y en particular con el establecimiento permanente de una doble fijación. Estas medidas se valoran como efectivas a la vista de los resultados históricos que este riesgo arroja.

Riesgos derivados de las actividades realizadas en la proximidad de líneas eléctricas en servicio. Las medidas preventivas se corresponderán con lo establecido en los procedimientos de REE sobre trabajos en descargos en instalaciones de alta tensión. Estas medidas se valoran como efectivas a la vista de los resultados históricos que este riesgo arroja.

Riesgos derivados de corrientes inducidas generadas por la proximidad de campos eléctricos y magnéticos. Las medidas preventivas se corresponderán con lo establecido en el apartado

“Fenómenos de inducción” del anexo normas específicas de seguridad. Estas medidas se valoran como efectivas a la vista de los resultados históricos que este riesgo arroja.

Riesgos derivados de la utilización de aeronaves. Las medidas preventivas se corresponderán con lo establecido en la reglamentación de aviación civil para la regulación de las actividades con aeronaves.

1.7.3 Evaluación de los riesgos

Considerando que:

- Se ha de establecer la Organización de Seguridad prevista en este Estudio y en el futuro Plan de Seguridad.
- Se dispondrá del material de seguridad referenciado en este Estudio y en el futuro Plan, además de ser utilizado por los trabajadores
- Los trabajadores estarán formados y serán informados en los riesgos previsibles
- Se emplearán los equipos de trabajo conformes a la normativa de seguridad.
- Se trabajará conforme a los criterios de seguridad establecidos en las disposiciones reglamentarias y normativa de REE referidas en el Pliego de Condiciones.
- Se aplicarán los mismos criterios de seguridad a Subcontratista.

Puede deducirse que para cada unidad constructiva y riesgo su tabla de probabilidad, consecuencia y valoración es la siguiente:

Unidad constructiva	Seguimiento de los trabajos de líneas		
	probabilidad	consecuencia	valoración
<i>Riesgos</i>			
Agresión de animales	baja	dañina	tolerable
Caídas de personas a distinto nivel	baja	dañina	tolerable
Caídas de personas al mismo nivel	baja	Poco dañina	trivial
Configuración del puesto de trabajo	baja	poco dañina	trivial
Choques y golpes	baja	poco dañina	trivial
Desprendimientos desplomes y derrumbes	baja	dañina	tolerable
Estrés térmico	baja	poco dañina	trivial
Iluminación	baja	poco dañina	trivial
Vuelco de vehículos	baja	dañina	tolerable

Unidad constructiva	Trabajos de talas y desbroces		
	probabilidad	consecuencia	valoración
<i>Riesgos</i>			
Agresión de animales	baja	dañina	tolerable
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	baja	muy dañina	tolerable
Caídas de personas a distinto nivel	baja	poco dañina	trivial
Caídas de personas al mismo nivel	baja	dañina	tolerable
Carga física	baja	poco dañina	trivial
Carga mental	baja	muy dañina	tolerable
Condiciones ambientales	baja	dañina	tolerable
Cortes	baja	poco dañina	trivial
Desprendimientos desplomes y derrumbes	baja	poco dañina	trivial
Estrés térmico	baja	poco dañina	trivial
Incendios	baja	dañina	tolerable
Proyecciones	baja	poco dañina	trivial
Ruido	baja	poco dañina	trivial
Sobreesfuerzos	baja	poco dañina	trivial
Ventilación	baja	poco dañina	trivial

Unidad constructiva	Preparación de caminos y vías de acceso		
	probabilidad	consecuencia	valoración
<i>Riesgos</i>			
Agresión de animales	baja	dañina	tolerable
Atrapamiento por maquinaria automotriz y vehículos	baja	dañina	tolerable
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	baja	dañina	tolerable
Caídas de personas a distinto nivel	baja	dañina	tolerable
Caídas de personas al mismo nivel	baja	poco dañina	trivial
Carga física	baja	poco dañina	trivial
Carga mental	baja	poco dañina	trivial
Condiciones ambientales	baja	poco dañina	trivial

Unidad constructiva	Preparación de caminos y vías de acceso		
	Riesgos	probabilidad	consecuencia
Contactos eléctricos	baja	dañina	tolerable
Cortes	baja	poco dañina	trivial
Choques y golpes	baja	poco dañina	trivial
Desprendimientos desplomes y derrumbes	baja	dañina	tolerable
Estrés térmico	baja	poco dañina	trivial
Iluminación	baja	poco dañina	trivial
Incendios	baja	poco dañina	trivial
Proyecciones	baja	dañina	tolerable
Ruido	baja	poco dañina	trivial
Sobresfuerzos	baja	dañina	tolerable
Vibraciones	media	poco dañina	tolerable

Unidad constructiva	Zanja		
	Riesgos	probabilidad	consecuencia
Agentes químicos	baja	poco dañina	trivial
Agresión de animales	baja	poco dañina	trivial
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	baja	dañina	tolerable
Caídas de objetos	baja	poco dañina	trivial
Caídas de personas a distinto nivel	baja	dañina	tolerable
Caídas de personas al mismo nivel	baja	poco dañina	trivial
Carga física	baja	poco dañina	trivial
Condiciones ambientales	baja	dañina	tolerable
Confinamiento	baja	dañina	tolerable
Contactos eléctricos	baja	dañina	tolerable
Contactos químicos	baja	poco dañina	trivial
Cortes	baja	poco dañina	trivial
Choques y golpes	baja	poco dañina	trivial

Unidad constructiva	Zanja		
	probabilidad	consecuencia	valoración
<i>Riesgos</i>			
Desprendimientos desplomes y derrumbes	baja	dañina	tolerable
Estrés térmico	baja	poco dañina	trivial
Incendios	baja	poco dañina	trivial
Proyecciones	baja	dañina	tolerable
Sobreesfuerzos	baja	dañina	tolerable
Vibraciones	baja	dañina	tolerable

Unidad constructiva	Cámaras de empalmes		
	probabilidad	consecuencia	valoración
<i>Riesgos</i>			
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	baja	dañina	tolerable
Caídas de objetos	baja	dañina	tolerable
Caídas de personas a distinto nivel	baja	dañina	tolerable
Caídas de personas al mismo nivel	baja	poco dañina	trivial
Carga física	baja	poco dañina	trivial
Confinamiento	baja	dañina	tolerable
Cortes	baja	poco dañina	trivial
Choques y golpes	baja	poco dañina	trivial
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Muy baja	muy dañina	tolerable
Estrés térmico	baja	poco dañina	trivial
Iluminación	baja	poco dañina	trivial
Proyecciones	baja	dañina	tolerable
Sobreesfuerzos	baja	poco dañina	trivial

Unidad constructiva	Entibaciones y apuntalamiento		
	probabilidad	consecuencia	valoración
<i>Riesgos</i>			
Agentes químicos	baja	poco dañina	trivial

Unidad constructiva	Entibaciones y apuntalamiento		
	probabilidad	consecuencia	valoración
<i>Riesgos</i>			
Agresión de animales	baja	dañina	tolerable
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	baja	dañina	tolerable
Caídas de objetos	baja	poco dañina	trivial
Caídas de personas a distinto nivel	baja	dañina	tolerable
Caídas de personas al mismo nivel	baja	poco dañina	trivial
Carga física	baja	poco dañina	trivial
Carga mental	baja	poco dañina	trivial
Condiciones ambientales	baja	poco dañina	trivial
Contactos eléctricos	baja	dañina	tolerable
Cortes	baja	poco dañina	trivial
Choques y golpes	baja	poco dañina	trivial
Desprendimientos desplomes y derrumbes	baja	dañina	tolerable
Estrés térmico	baja	poco dañina	trivial
Explosiones	baja	dañina	tolerable
Iluminación	baja	poco dañina	trivial
Incendios	baja	poco dañina	trivial
Proyecciones	baja	dañina	tolerable
Sobreesfuerzos	baja	dañina	tolerable
Ruido	baja	poco dañina	trivial
Vibraciones	baja	poco dañina	trivial

Unidad constructiva	Reposición de pavimentos		
	probabilidad	consecuencia	valoración
<i>Riesgos</i>			
Agentes químicos	baja	poco dañina	trivial
Agresión de animales	baja	dañina	tolerable
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	baja	dañina	tolerable
Caídas de objetos	baja	poco dañina	trivial

Unidad constructiva	Reposición de pavimentos		
	probabilidad	consecuencia	valoración
<i>Riesgos</i>			
Caídas de personas a distinto nivel	baja	dañina	tolerable
Caídas de personas al mismo nivel	baja	poco dañina	trivial
Carga física	baja	poco dañina	trivial
Carga mental	baja	poco dañina	trivial
Condiciones ambientales	baja	poco dañina	trivial
Cortes	baja	poco dañina	trivial
Choques y golpes	baja	poco dañina	trivial
Estrés térmico	baja	poco dañina	trivial
Iluminación	media	poco dañina	tolerable
Incendios	baja	poco dañina	trivial
Proyecciones	baja	dañina	tolerable
Sobreesfuerzos	baja	dañina	tolerable
Ruido	baja	poco dañina	trivial
Vibraciones	baja	poco dañina	trivial

Unidad constructiva	Tendido de cables aislados y conexionado		
	probabilidad	consecuencia	valoración
<i>Riesgos</i>			
Arcos eléctricos	baja	dañina	tolerable
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	baja	dañina	tolerable
Caídas de personas a distinto nivel	baja	dañina	tolerable
Caídas de personas al mismo nivel	baja	poco dañina	trivial
Carga física	baja	poco dañina	trivial
Carga mental	baja	poco dañina	trivial
Confinamiento	baja	dañina	tolerable
Contactos eléctricos	baja	dañina	tolerable
Cortes	baja	dañina	tolerable
Choques y golpes	baja	poco dañina	trivial

Unidad constructiva	Tendido de cables aislados y conexonado		
Riesgos	probabilidad	consecuencia	valoración
Iluminación	baja	poco dañina	trivial
Proyecciones	baja	poco dañina	trivial
Sobreesfuerzos	baja	poco dañina	trivial
Ventilación	baja	poco dañina	trivial

Unidad constructiva	Obra Civil de apoyos		
Riesgos	probabilidad	consecuencia	valoración
Agentes químicos	baja	poco dañina	trivial
Agresión de animales	baja	poco dañina	trivial
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	baja	dañina	tolerable
Caídas de objetos	baja	dañina	tolerable
Caídas de personas a distinto nivel	Muy baja	Muy dañina	tolerable
Caídas de personas al mismo nivel	baja	poco dañina	trivial
Carga física	media	poco dañina	tolerable
Carga mental	baja	poco dañina	trivial
Condiciones ambientales	baja	poco dañina	trivial
Confinamiento	baja	dañina	tolerable
Cortes	baja	poco dañina	trivial
Choques y golpes	baja	poco dañina	trivial
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Muy baja	muy dañina	tolerable
Estrés térmico	baja	poco dañina	trivial
Iluminación	baja	poco dañina	trivial
Incendios	baja	dañina	tolerable
Proyecciones	baja	dañina	tolerable
Ruido	baja	poco dañina	trivial
sobreesfuerzos	baja	dañina	tolerable
Ventilación	baja	poco dañina	trivial

Unidad constructiva	Obra Civil de apoyos		
	probabilidad	consecuencia	valoración
Riesgos			
Vibraciones	media	poco dañina	tolerable

Unidad constructiva	Montaje de equipos y botellas		
	probabilidad	consecuencia	valoración
Riesgos			
Agresión de animales	baja	poco dañina	trivial
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	baja	dañina	tolerable
Caídas de objetos	baja	dañina	tolerable
Caídas de personas a distinto nivel	Muy baja	Muy dañina	tolerable
Caídas de personas al mismo nivel	baja	poco dañina	trivial
Carga física	baja	dañina	tolerable
Contactos eléctricos	Muy baja	muy dañina	tolerable
Cortes	baja	dañina	tolerable
Choques y golpes	baja	poco dañina	trivial
Desprendimientos desplomes y derrumbes	baja	muy dañina	tolerable
Proyecciones	media	poco dañina	tolerable
Estrés térmico	baja	poco dañina	trivial
Iluminación	media	poco dañina	tolerable

Unidad constructiva	Puesta en Servicio		
	probabilidad	consecuencia	valoración
Riesgos			
Arcos eléctricos	baja	dañina	tolerable
Caídas de personas a distinto nivel	baja	dañina	tolerable
Caídas de personas al mismo nivel	baja	poco dañina	trivial
Carga mental	baja	poco dañina	trivial
Condiciones ambientales	baja	poco dañina	trivial
Configuración del puesto	baja	poco dañina	trivial

Unidad constructiva	Puesta en Servicio		
	probabilidad	consecuencia	valoración
Riesgos			
Contactos eléctricos	Muy baja	muy dañina	tolerable
Desprendimientos desplomes y derrumbes	baja	muy dañina	tolerable
Iluminación	baja	poco dañina	trivial
Explosiones	baja	dañina	tolerable

1.7.4 Medidas de prevención

De forma general, las medidas de prevención y de protección para cada uno de los riesgos que se exponen seguidamente deben estar recogidas en el Manual de Seguridad de la Empresa Contratista.

Asimismo las medidas de prevención y de protección para cada uno de los riesgos que se exponen en la evaluación específica se recogen en “Anexo 2 - Normas específicas de Seguridad”

Las Empresa adjudicatarias asumirán estas normas como obligado cumplimiento. Si se adoptaran otras medidas específicas o su exposición más detallada, deben ser concretadas y desarrolladas en el Plan de Seguridad que las empresas adjudicatarias deben elaborar.

Riesgos	Agentes químicos
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Exposición a sustancias tóxicas (hormigones) Exposición a sustancias tóxicas (resinas de sellado) Exposición a sustancias tóxicas (polvo en derribos) Exposición a tierras polvorientas Exposición a sustancias tóxicas existentes en el nivel freático Exposición a sustancias tóxicas componentes de los elementos del pavimento a utilizar (cementos, betunes, aditivos, etc.)	Previamente a la utilización de un producto químico deberá conocerse su ficha higiénica Utilización de mascarillas filtrantes Utilización de ropa de protección Utilizar guantes protectores

Riesgos	Agresión de animales
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Picadura de insectos Ataque de perros Agresión por otros animales	* En caso existencia de insectos Vestir ropa de trabajo correctamente

Riesgos	Agresión de animales
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
	Procurar no realizar el trabajo en las horas de mayor insolación Utilizar repelentes o insecticidas Utilizar dispositivos para ahuyentarlos * En caso existencia de otros animales No darles nunca la espalda No realizar movimientos bruscos en su presencia Si es necesario protegerse en el vehículo *Acudir al servicio de atención médica próximo

Riesgos	Arcos eléctricos
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Durante la realización de pruebas de aislamiento de cables Por golpes o perforaciones involuntarias de cables aislados durante trabajos próximos No haber retirado elementos de obra que generen cortocircuitos en la pet Aislamientos defectuosos en la fase de construcción	Formar y habilitar a los trabajadores Elaborar procedimientos de ejecución adecuados a los trabajos en tensión a realizar Disponer de equipos de protección individual principalmente: gafas o pantalla, casco aislante, ropa de trabajo No abrir ni cerrar circuitos con carga eléctrica No mantener dos puntos con distinto potencial accesibles entre sí, sin proteger No invadir el área de trabajos en tensión

Riesgos	Atrapamiento por maquinaria automotriz y vehículos
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Atropello a personal circulante Caída de cargas Choques y golpes contra elementos fijos Choques y golpes entre vehículos Salidas de la vía de vehículos de transporte de la estructura Salidas de vehículos de las vías Vuelco de vehículos	Adoptar la velocidad adecuada Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia,...) Desplazarse por lugares indicados para ello Evitar la fatiga y el sueño Precaución con pasos y accesos a garajes, naves, oficinas, etc. Respetar y cumplir las señalizaciones Revisar periódicamente el estado del vehículo/máquina automotriz Sólo conducción por personal con el permiso adecuado

Riesgos	Atrapamiento por maquinaria automotriz y vehículos
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
	Tener iluminación adecuada Utilizar el cinturón de seguridad del vehículo

Riesgos	Atrapamiento por mecanismos en movimiento
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Atrapamiento al dirigir y situar los cajones Atrapamiento al dirigir y situar los elementos prefabricados Atrapamiento por bobinas y cabrestantes Atrapamiento por desplazamiento de la estructura durante la descarga Atrapamiento por herramientas neumáticas de corte Atrapamiento por manipulación en suelo de la estructura Atrapamiento por máquina de tiro Atrapamiento por máquinas de excavación Atrapamiento por mecanismos de tendido de cables aislados Atrapamiento por montaje de las bobinas sobre bastidores de giro Atrapamiento por plumín de descarga Atrapamiento por máquinas de ejecución de pavimentos continuos Atrapamiento por el mecanismo de giro de la hormigonera Atrapamiento por poleas de tendido Atrapamiento por tractores de desbrozado	Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas Emplear herramientas auxiliares adecuadas: empujadores, ganchos Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria Los elementos móviles estarán protegidos Máquinas en buen estado con protecciones, resguardos y dispositivos de seguridad No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ... No tocar partes en movimiento Respetar distancias entre maquinaria y zonas de paso y trabajo Respetar y cumplir las señalizaciones Se procurará trabajar en espacios amplios Tener la iluminación adecuada Utilizar el calzado adecuado

Riesgos	Caídas de objetos
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Caída de objetos en el interior de la zanja durante tareas de excavación y rellenos Caída de componentes manipulados con grúas autopropulsadas Caída de objetos en el interior de la zanja durante tareas de entibación y apuntalamiento	Adecuar los accesorios (eslingas, ganchos, etc.) a las características de la carga La carga deberá ir lo más sujeta posible No trabajar a diferentes niveles en la misma vertical, si es necesario se utilizarán medios sólidos de separación Nunca se permanecerá debajo de la carga

Riesgos	Caídas de objetos
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
<p>Caída de componentes transportados por aeronaves</p> <p>Caída de elementos izados con grúas y cabrestantes</p> <p>Caída de elementos manipulados con grúas autopropulsadas</p> <p>Caída de elementos sueltos en el desmontaje</p> <p>Caída de herramientas durante el tendido de cables piloto</p> <p>Caída de herramientas durante el tendido de conductores</p> <p>Caída de perfiles manipulados con grúas autopropulsadas</p> <p>Caída por amarre defectuoso de paquetes de barras descargados</p> <p>Caída por desplomes de aeronaves</p> <p>Caída por manipulación manual de componentes y herramientas</p> <p>Caída por manipulación manual de la estructura</p> <p>Caídas por posicionamiento inadecuado de quien maneja el plumín</p>	<p>Respetar y cumplir las señalizaciones</p> <p>Señalización de la zona de trabajo</p> <p>Sólo se utilizarán los aparatos elevadores por personal especializado</p> <p>Tener los materiales necesarios para el trabajo dentro de recipientes adecuados</p> <p>Usar cuerda de servicio o poleas para subir o bajar materiales</p> <p>Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado</p> <p>Utilización de los tabloneros de entibado (sobresaliendo unos 15 cm. aproximadamente de la excavación) como rodapié</p> <p>Colocar el material lo suficientemente alejado del borde de la zanja</p>

Riesgos	Caídas de personas a distinto nivel
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
<p>Caída al ascender y descender del apoyo</p> <p>Caída desde árboles durante la actividad de podas</p> <p>Caída desde árboles por enganches del piloto</p> <p>Caída desde bocas de acceso a la galería</p> <p>Caída desde el borde de la zanja excavada</p> <p>Caída desde elementos orográficos circundantes del apoyo</p> <p>Caída desde escaleras portátiles al bajar y salir de la excavación</p> <p>Caída durante el proceso de colocación de estribos</p> <p>Caída de acceso a fondos para rellenos</p> <p>Caída desde la caja del camión al subir y bajar repetidamente</p> <p>Caída durante el montaje de protecciones sobre infraestructuras</p> <p>Caída durante la permanencia en la estructura del apoyo</p>	<p>A la hora de bajar no se saltará, se bajará hasta el último escalón</p> <p>Arriostramiento del apoyo en caso de mal estado, duda o modificación de sus condiciones de estabilidad</p> <p>Ascenso y descenso con medios y métodos seguros: escaleras adecuadas, etc.</p> <p>Colocación correcta y estable de la escalera (separada ¼ de la longitud, piso firme y nivelado)</p> <p>Comprobar el estado del árbol antes de iniciar ninguna operación en el mismo</p> <p>El ascenso se hará de frente con las manos libres de objetos y agarrándose a los peldaños</p> <p>Elección de la escalera adecuada al trabajo a efectuar</p> <p>Estancia en la estructura utilizando la línea de seguridad</p> <p>Evitar posturas inestables</p> <p>Inspección del estado del terreno y del apoyo</p>

Riesgos	Caídas de personas a distinto nivel
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
<p>Caída en el ascenso / descenso de los apoyos</p> <p>Caída por atrapamiento de cuerdas por la grúa de izado</p> <p>Caída por desniveles y taludes naturales</p> <p>Caída por desniveles, zanjas, taludes, etc., en el entorno de la zona de acopio</p> <p>Caída por el hueco de la cimentación</p>	<p>La escalera sobresaldrá 1 m aproximadamente sobre el plano a donde se deba acceder</p> <p>Mantener el orden y limpieza de la zona</p> <p>Señalización de la zona</p> <p>Si los andamios son móviles se deben poder frenar firmemente</p> <p>Si se trabaja por encima de los 2 m se utilizará cinturón de seguridad, que se deberá anclar a un punto fijo diferente de la escalera</p> <p>Tener la iluminación adecuada</p> <p>Todos los andamios de más de 2 m de altura tendrán barandillas a 0,9 m con la suficiente rigidez, así como una barra intermedia y rodapiés a 0,15 m</p> <p>Todos los andamios y plataformas se construirán de estructura firme y sólida</p> <p>Utilización del cinturón de seguridad</p> <p>Utilizar calzado adecuado</p> <p>Verificación del buen estado de conservación y resistencia de todos los componentes</p>

Riesgos	Caídas de personas al mismo nivel
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
<p>Caída por deficiencias en el entorno de la zona de armado</p> <p>Caída por deficiencias en el suelo</p> <p>Caída por pisar o tropezar con objetos en el suelo</p> <p>Caída por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.)</p> <p>Caída por falta de iluminación</p> <p>Invasión de acopios en zona de tránsito por limitación del espacio</p> <p>Resbalones / tropezones en la traza de la línea</p> <p>Resbalones / tropezones en la zona de desmontaje</p> <p>Resbalones / tropezones en la zona de ubicación máquinas</p> <p>Resbalones / tropezones por malos apoyos del pie</p>	<p>Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas</p> <p>Mantener orden y limpieza en la zona de trabajo</p> <p>Respetar y cumplir las señalizaciones</p> <p>Tener la iluminación adecuada</p> <p>Utilizar el calzado adecuado</p> <p>Utilizar los pasos y vías existentes</p>

Riesgos	Carga física
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
<p>Carga dinámica por manejo de desbrozadoras (actividad física)</p> <p>Carga dinámica (actividad física) por ascenso y descenso a los apoyos</p> <p>Carga dinámica (actividad física)</p> <p>Carga dinámica durante el apuntalamiento y realización de entibaciones (actividad física).</p> <p>Carga dinámica durante el asentamiento de cables (actividad física)</p> <p>Carga dinámica durante el hormigonado (actividad física)</p> <p>Carga dinámica durante la manipulación de cajones (actividad física)</p> <p>Carga estática o postural (espacios de trabajo)</p> <p>Carga estática o postural en la excavación de la recueva(espacios de trabajo)</p> <p>Carga estática o postural sobre la estructura de celosía (espacios de trabajo)</p> <p>Condiciones climáticas exteriores</p> <p>Movimientos repetitivos al armar por barras</p> <p>Movimientos repetitivos</p>	<p>Emplear solo trabajadores en adecuada forma física</p> <p>Se adoptarán pausas o cambios de actividad, dentro de la jornada</p> <p>Reducir el manejo manual de cargas a situaciones excepcionales</p> <p>Se utilizarán las prendas de trabajo adecuadas en función del clima</p> <p>Se analizará la influencia de posibles condiciones climáticas extremas (frío-calor)</p>

Riesgos	Carga mental
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
<p>Aislamiento</p> <p>Atención complejidad de la pet</p> <p>Atención complejidad</p> <p>Distribución de tiempos y permanencia en alturas</p> <p>Distribución de tiempos</p> <p>Horario de trabajo</p> <p>Monotonía por trabajos repetitivos</p>	<p>Establecer medidas que permitan comunicarse a los trabajadores aislados</p> <p>Se organizará el trabajo previendo la necesidad de pausas o paralizaciones</p> <p>Destinar personal con la cualificación necesaria para la tarea encomendada</p> <p>No realizar actuaciones en solitario, fuera de la observación de un acompañante</p>

Riesgos	Condiciones ambientales
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
<p>Humedad</p> <p>Ruido de maquinaria de excavación</p> <p>Ruido molesto</p> <p>Temperatura</p>	<p>Tener prevista la iluminación adicional en función de la zona</p> <p>Se mantendrá una buena ventilación de la zona de trabajo</p>

Riesgos	Condiciones ambientales
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Ventilación/Calidad del aire en el interior de los cajones Trabajos en espacios confinados	En caso de necesidad se establecerá ventilación forzada Se prohíbe fumar en las zonas de trabajo con posibles atmósferas explosivas Se comprobará mediante aparatos de medida la concentración de oxígeno en espacios de trabajo Si es posible aislar fuentes productoras de ruido Utilizar protectores antirruído

Riesgos	Configuración del puesto de trabajo
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Características de equipos (PDV's, iluminación, reflejos, etc.) Distribución de equipos Lugares de trabajo durante la pet	Se tendrá en cuenta las influencias provocadas por trabajos próximos Retirar los equipos innecesarios Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas

Riesgos	Confinamiento
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Atmósfera nociva o viciada en el interior de la galería Dificultades para rescate Dificultades para rescate Golpes, choques, cortes o atrapamientos por espacio reducido Posición incómoda, esfuerzos Riesgo de inundación por nivel freático Situaciones de aislamiento o incomunicación Temperatura en el interior del apoyo	Establecer procedimientos de trabajo en recintos confinados Utilizar procedimientos de descargo y etiquetado de equipos Establecer procedimientos de rescate Formar e informar a los trabajadores En los trabajos que requieran el uso de sustancias volátiles, no se realizarán operaciones que puedan provocar su deflagración Limitar el acceso al recinto a las personas autorizadas, el Jefe de trabajo controlará las personas que accedan Establecer sistemas de comunicación visual o acústica Mantener las condiciones respirables del recinto ventilando o bien utilizar equipos de protección respiratoria

Riesgos	Confinamiento
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
	<p>Controlar la temperatura del recinto o el tiempo de presencia</p> <p>Alumbrado portátil con transformadores de seguridad</p> <p>Utilizar máquinas portátiles neumáticas o eléctricas con alimentación a 24 V, o con sistema de separación de circuitos o con protección por relé diferencial de alta sensibilidad</p> <p>Mantener las botellas de oxígeno y acetileno fuera del recinto en caso de trabajos de soldadura acetilénica</p> <p>Mantener los grupos de soldadura eléctrica fuera del recinto</p> <p>Utilizar los equipos de protección individual adecuados al trabajo a realizar</p>

Riesgos	Contactos eléctricos
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
<p>Con líneas eléctricas cruzadas por deficiencias de las protecciones</p> <p>Contactos directos con cables de fuerza y control</p> <p>Contactos directos con circuitos eléctricos subterráneos</p> <p>Contactos directos con líneas de MT</p> <p>Contactos directos con líneas eléctricas en el trayecto de vuelos</p> <p>Contactos directos con otros circuitos próximos</p> <p>Contactos directos en el izado por proximidad de líneas eléctricas de MT y AT</p> <p>Contactos directos por permanencia en zona de tensión</p> <p>Contactos indirectos por deficiencias</p> <p>Contactos indirectos por manipulación en cajas de conexiones</p> <p>Corrientes inducidas por existencia de circuitos próximos</p> <p>Por corrientes inducidas procedentes de otros circuitos próximos</p>	<p>* Para trabajos en instalaciones sin tensión</p> <p>Formar e informar a los trabajadores</p> <p>Cumplir procedimiento para el descargo de las instalaciones</p> <p>Verificar la ausencia de tensión previa a los trabajos</p> <p>Disponer y utilizar los equipos de bloqueo y de señalización y delimitación</p> <p>Colocar equipos de puesta a tierra y en cortocircuito adecuados</p> <p>Mantener distancias de seguridad a elementos en tensión</p> <p>* Trabajos en proximidad de instalaciones eléctricas con tensión</p> <p><input type="checkbox"/> Formar e informar a los trabajadores</p> <p>Mantener las distancias de seguridad</p> <p><input type="checkbox"/> Señalizar, vallar o apantallar la zona para impedir el contacto con elementos en tensión</p> <p><input type="checkbox"/> En caso de apertura de zanjas, demandar información a las Empresas Eléctricas sobre conducciones eléctricas enterradas</p> <p>*Inducciones</p> <p>Poner a tierras todas las masas metálicas, especialmente las de mayor volumen</p>

Riesgos	Contactos eléctricos
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
	Manipular las tierras como si fueran elementos en tensión No formar nunca parte de un bucle inducido Informar específicamente de este riesgo

Riesgos	Contactos térmicos
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Contacto con proyecciones de oxígeno	Utilizar guantes de protección térmica o mecánica Utilizar ropa de trabajo de características térmicas u otras características adecuadas, que cubran totalmente el cuerpo

Riesgos	Cortes
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Cortes por barras desmontadas Cortes por contacto con el cable tendiéndose Cortes por flejes y elementos punzantes de las bobinas Cortes por herramientas manuales Cortes por herramientas portátiles eléctricas Cortes por herramientas portátiles neumáticas Cortes por herramientas punzantes empleadas en el armado Cortes por irregularidades en el corte de los perfiles Cortes por motosierras y desbrozadoras Cortes por objetos punzantes Cortes por objetos superficiales	Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos Proteger o señalar las superficies cortantes que no se puedan eliminar Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones Utilizar guantes de protección mecánica Utilizar casco de protección Utilizar ropa adecuada de manga larga Utilizar calzado especial

Riesgos	Choques y golpes
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Choques contra equipos de trabajo en la zona de tendido Choques contra estructuras	Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia) Colocación adecuada de la carga (no sobrecargar, bien sujeta, estable y centrada)

Riesgos	Choques y golpes
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
<p>Choques contra la estructura montada al moverse o desplazarse</p> <p>Choques contra la estructura montada al moverse o desplazarse</p> <p>Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles en el entorno de la zona de descarga</p> <p>Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles</p> <p>Pisadas sobre objetos por falta de iluminación</p> <p>Golpes contra ménsulas soporte de los cables</p> <p>Golpes por barras tensionadas liberadas al ser cortadas</p> <p>Golpes por elementos tensionados al ser demolidos</p> <p>Golpes por fallos de grapas de retención</p> <p>Golpes por herramientas manuales de armado</p> <p>Golpes por herramientas manuales manejadas por otros</p> <p>Golpes por herramientas portátiles eléctricas</p> <p>Golpes por herramientas portátiles neumáticas</p> <p>Golpes por herramientas portátiles</p> <p>Golpes por máquinas y equipos de trabajo manejados por otros</p> <p>Golpes por movimientos imprevistos de barras durante el armado</p> <p>Golpes por otros objetos estructurales</p> <p>Golpes por otros objetos</p>	<p>Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada</p> <p>Respetar y cumplir las señalizaciones</p> <p>Revisar periódicamente el estado del vehículo/máquina automotriz</p> <p>Sólo conducción por personal con el permiso adecuado</p> <p>Tener iluminación adecuada</p> <p>Utilizar el calzado adecuado</p> <p>Utilizar la ropa de trabajo adecuada</p>

Riesgos	Desprendimientos desplomes y derrumbes
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
<p>De cadenas de aisladores durante su instalación de crucetas por sobrecargas durante el tendido</p> <p>De poleas de tendido durante su instalación</p> <p>Derrumbe de piedras masas desestabilizadas por arboles abatidos</p> <p>Desplome de la pluma de izado por cargas de viento</p> <p>Desplome de la pluma de izado por sobrecargas</p> <p>Desprendimiento de tierras excavadas</p> <p>Desprendimientos de elementos de sujeción de taludes e infraestructuras subterráneas</p> <p>Desprendimientos de elementos de la torre en fase de montaje</p>	<p>Antes de iniciar el trabajo comprobar el tipo de terreno</p> <p>Antes del inicio del trabajo se comprobará el estado de los elementos situados por encima de la zona de trabajo, si estos se encuentran en mal estado no se iniciará el mismo</p> <p>Se debe comprobar el estado del terreno y del entibado antes de iniciar la jornada y después de que haya llovido fuertemente.</p> <p>Se debe entibar la zanja siempre que el terreno sea blando o se trabaje a más de 1, 5 m de profundidad</p> <p>Utilizar el casco de seguridad</p>

Riesgos	Desprendimientos desplomes y derrumbes
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
<p>Desprendimientos de elementos de montaje fijos</p> <p>Desprendimientos de elementos de protección perimetral</p> <p>Desprendimientos de elementos en la fase de desmontaje</p> <p>Desprendimientos de elementos izados antes de su fijación</p> <p>Desprendimientos de masas transportadas</p> <p>Desprendimientos de taludes</p> <p>Hundimiento o colapso de la torre por desequilibrio de cargas</p> <p>Hundimiento de hoyos o cimentaciones</p> <p>Hundimiento de paredes de la zanja</p>	

Riesgos	Estrés térmico
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
<p>Cambios bruscos de temperatura</p> <p>Exposición prolongada al calor</p> <p>Exposición prolongada al frío durante la permanencia en las torres</p> <p>Exposición prolongada al frío</p> <p>Golpe de calor</p> <p>Golpes de calor por elevadas temperaturas</p>	<p>*Planificar el trabajo para no trabajar en las horas de mayor insolación</p> <p><input type="checkbox"/> Utilizar ropa de trabajo correctamente</p> <p><input type="checkbox"/> Tener la cabeza cubierta</p> <p>Beber agua regularmente</p> <p><input type="checkbox"/> Si fuese necesario, trabajar a turno</p> <p>Controlar el tiempo de exposición</p> <p>Tener disponible pastillas de sal</p> <p>*Utilizar ropa de frío correctamente</p> <p><input type="checkbox"/> Utilizar ropa adecuada</p> <p><input type="checkbox"/> En caso necesario trabajar a turno</p> <p>Si el frío es muy intenso, no trabajar nunca una persona sola</p> <p>Prever tiempos de adaptación cuando varíen las zonas de trabajo y exista disparidad de temperatura entre las mismas</p> <p>Cuando se deba trabajar en estas condiciones se debe controlar la sudoración</p>

Riesgos	Explosiones
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Máquinas, equipos y botellas de gases Voladuras o Material explosivo	Las máquinas y equipos deberán cumplir la reglamentación vigente Colocar válvulas antirretroceso en los equipos de soldadura oxiacetilénica Dejar las botellas de gases fuera de la zona de trabajo Correcta identificación de los gases comprimidos Los trabajos en recintos cerrados y con atmósferas explosivas deberán procedimentarse La instalación eléctrica del recinto cumplirá la reglamentación vigente Evitar la acumulación de gases combustibles Dotar de ventilación forzada la zona de trabajo En caso de emplear explosivo se realizará procedimiento de trabajo

Riesgos	Iluminación
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Deslumbramientos y reflejos Iluminación ambiental insuficiente en caso de horarios prolongados Iluminación ambiental insuficiente en trabajos bajo rasante Iluminación ambiental insuficiente en el interior de la cámara Iluminación ambiental insuficiente en el interior de la galería Iluminación ambiental insuficiente en el interior de los cajones Iluminación ambiental insuficiente en espacio de control Iluminación ambiental insuficiente en horarios nocturno Iluminación ambiental insuficiente	Tener prevista la iluminación adicional Tener prevista iluminación de socorro Disponer las luminarias siempre en posición cenital Evitar trabajar por la noche o en horarios de baja visibilidad

Riesgos	Incendios
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Acumulación de material combustible	Se limitará la cantidad de sustancias combustibles en los lugares de trabajo

Riesgos	Incendios
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Almacenamiento y trasvase de productos inflamables Entorno rural y forestal del trabajo Proyecciones de chispas de herramientas de corte Proyecciones de partículas calientes (oxicorte)	Los combustibles se almacenarán en locales y recipientes adecuados En la medida de lo posible se evitará trabajar con sustancias de elevada inflamabilidad Se deberá cumplir la reglamentación vigente para la protección contra incendios forestales Las instalaciones eléctricas de btcumplirán las reglamentaciones vigentes en particular en lo relativo a cargas, protecciones Se dotarán los lugares de trabajos de extintores portátiles adecuados

Riesgos	Proyecciones
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Impacto por fragmentos o partículas proyectadas por las palas Impacto por fragmentos o partículas sólidas al cortar o trocear Impacto por fragmentos o partículas sólidas proyectadas Impacto por fragmentos o partículas sólidas Proyecciones de sistema neumático de herramientas de corte Proyecciones líquidas Proyecciones por polvo de lijado (no tóxico) durante la confección de terminales	No hacer coincidir si es posible las máquinas que puedan originar proyecciones, con otros trabajadores Instalar pantallas de separación o mantas para evitar la dispersión de proyecciones Delimitar o señalizar la zona donde se puedan producir proyecciones Utilizar gafas o pantalla facial Utilizar ropa de trabajo adecuada con manga larga Utilizar casco de protección

Riesgos	Radiaciones no ionizantes
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Exposición a radiación visible o luminosa Exposición a radiación infrarroja	Utilización de gafas de protección o careta facial <input type="checkbox"/> Utilización de mandil o equipo similar Utilización de guantes largos <input type="checkbox"/> Utilización de polainas

Riesgos	Ruido
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Exposición a ruido Exposición a ruido de elementos de perforación procedente de máquinas y equipos de corte Exposición a ruido de máquinas para demolición y derribos Exposición a ruido de máquinas de excavación y rellenos Exposición a ruido de máquinas de carga y transporte Exposición a ruido de motosierras Exposición a ruido originado por la nave	Aislar equipo generados del ruido Sustituir herramienta por otra con mejores aislamientos Utilizar protectores antirruído

Riesgos	Sobreesfuerzos
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Esfuerzo por el uso de herramientas de apriete de tornillería Esfuerzo por el uso de herramientas Esfuerzos al colocar encofrados Esfuerzos al colocar entablados de entibaciones Esfuerzos al empujar o colocar anclajes Esfuerzos al empujar o posicionar cajones prefabricados Esfuerzos al empujar o tirar de las barras de la estructura Esfuerzos al empujar o tirar de los cables aislados Esfuerzos al empujar o tirar de objetos Esfuerzos al empujar o tirar para cosido de las barras Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas Esfuerzos al levantar, sostener o manipular materiales de armado Esfuerzos al manipular elementos desmontados Esfuerzos al retirar material de desbroce Limitaciones físicas por falta de entrenamiento Movimientos bruscos de la carga mientras está suspendida Movimientos bruscos	Utilizar las herramientas adecuadas siguiendo las instrucciones del fabricante Potenciar los hábitos correctos de trabajo Emplear solo operarios formados en los métodos y procedimientos de trabajo seguros en la manipulación de cargas

Riesgos	Ventilación
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Atmósferas bajas en oxígeno Ventilación ambiental insuficiente en el interior de la galería Ventilación ambiental insuficiente en fondo del hoyo Ventilación ambiental insuficiente Ventilación excesiva por corrientes de aires	Medir la calidad del aire Prever la necesidad de ventilación forzada Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de renovación forzada Según los resultados se dispondrá de equipos autónomos de respiración

Riesgos	Vibraciones
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Exposición a vibraciones de herramientas de perforación Exposición a vibraciones de máquinas Exposición a vibraciones de herramientas de demolición y derribos	Utilizar faja antivibraciones Limitar los tiempos de exposición

Riesgos	Vuelco de vehículos
Situaciones de riesgo	Medidas de prevención y de protección
Salida de vehículos de caminos de acceso Vuelco de vehículos por accidente de tráfico	*Actuaciones sobre el vehículo: Revisión de cada vehículo ITV Control diario antes de su utilización/lista de chequeo Cumplimiento del plan de mantenimiento de cada vehículo Comunicación de anomalías detectadas durante su utilización *Actuaciones sobre la vía: Conocimiento de las características de las vías y caminos Protección pasiva de la zona de trabajo, señalización

1.7.5 Revisión

La evaluación de riesgos debe estar incluida en un proceso de perfeccionamiento permanente lo que exige revisiones de acuerdo a las siguientes pautas:

- Cuando así lo diga una disposición específica.
- Cuando se hayan detectado daños a la salud.
- Cuando las acciones correctoras no han sido las más adecuadas o insuficientes.
- Cuando lo acuerden la empresa y los representantes de los trabajadores.
- Como resultado de la investigación de los accidentes de trabajo.

1.8 PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA

1.8.1 Organización de la Seguridad

La organización de seguridad que se establezca en la obra debe garantizar que todos los intervinientes tanto de Red Eléctrica como de los Contratistas Adjudicatarios participen en el desarrollo de la Prevención. De forma específica se establece lo siguiente:

Reunión de Lanzamiento

Antes del inicio de los trabajos, en la reunión de lanzamiento de trabajos entre Red Eléctrica y la Empresas Contratista se examinarán los siguientes temas:

- Verificación de que el Adjudicatario y/o sus Subcontratistas son Empresa Calificadas
- Análisis del Plan de Seguridad presentado.
- Planificación de los trabajos que se van a efectuar.
- Consideraciones sobre las funciones de las personas con responsabilidad en los trabajos y en la instalación.
- Horarios de trabajo de los intervinientes y consideraciones al respecto

De común acuerdo se establecerá la delimitación física a implantar en las zonas de mayor riesgo, así como accesos y lugares de paso para personas y vehículos.

Coordinador en Materia de Seguridad y Salud

Las tareas de Obra Civil, Armado e Izado y Tendido estarán programadas en periodos distintos y en espacios no interferidos, no obstante sobre la base del Art. 3 del R.D. 1627/97, Red Eléctrica en su calidad de Promotor procederá a nombrar Coordinador en Materia de Seguridad.

El Coordinador se integrará en el Equipo del Proyecto y pasará a formar parte de la Dirección Técnica de la Obra. Red Eléctrica podrá nombrar Coordinador de Seguridad y Salud bien a una persona del Servicio de Prevención que cumpla los requerimientos legales exigibles, o será contratado para ese menester con las siguientes funciones que le asigna el mencionado R.D. 1627/97:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención en la planificación de los distintos trabajos o fases de trabajos.
- Coordinar actividades de Contratistas y Subcontratistas caso que los hubiera.
- Hacer que se apliquen los contenidos de los Planes de Seguridad elaborado por los Contratistas.
- Realizar funciones de control de la seguridad.
- Adoptar medidas encaminadas a evitar la presencia en Obra de personas no autorizadas.

Dirección Técnica de la Obra

La dirección de los trabajos será ejecutada por una persona o por varias de las integradas en el equipo del proyecto a fin de que se dé cumplimiento a los cometidos legales de la Dirección Técnica.

La Dirección Técnica adoptará cuantas soluciones técnicas sean necesarias para la eliminación de los riesgos. El Coordinador de Seguridad asistirá a la Dirección Técnica en los temas relativos a la Prevención

RED ELECTRICA podrá nombrar para la dirección técnica bien a personas de su organización o será contratada para ese menester.

Supervisor de Obra

Como representante permanente de REE en obra, o con presencia muy frecuente, se nombrará un Supervisor en Obra. Completará su cometido en aspectos técnicos con las siguientes actuaciones de prevención:

- Fomentar entre los jefes de trabajo del Contratista el cumplimiento de las medidas contempladas en los documentos de seguridad aprobados.
- Velar para que solo las personas establecidas en los documentos de seguridad aprobados accedan a la obra.
- Verificar el cumplimiento de las medidas de seguridad contenidas en los documentos de aprobados.
- Velar para que todo el personal sea informado de los riesgos previstos en el momento de su incorporación a la obra.
- Realizar las inspecciones de seguridad que se le asignen en la forma que estén establecidas.

RED ELECTRICA podrá nombrar para la supervisión bien a personas de su organización o será contratada para ese menester.

Jefe de Obra / Jefes de Trabajo de la Empresa Contratista

La/s persona/s que ejerzan las funciones de Jefe de Obra / Jefes de Trabajo de la/s Empresa/s Contratista/ garantizará/n que los trabajadores conocen y aplican los principios de acción preventiva expuestos en este documento.

Los Jefes de Obra / Jefes de Trabajo de la Empresa adjudicataria del Armado, Izado y Tendido estarán previamente homologados en seguridad, dentro del programa general de homologación establecido por el servicio de prevención de Red Eléctrica.

El Jefe de Obra deberá establecer la forma de comunicar la información sensible que deba comunicar a los trabajadores.

Recurso Preventivo de la Empresa Contratista

La Empresa Contratista reflejará en el Plan de Seguridad el nombre de una persona de su organización que actuará como su Recurso Preventivo para los trabajos, con los cometidos que le confiere la legislación laboral

Le serán asignadas las siguientes funciones:

- Informar a su Jefe de Obra y a sus Jefes de Trabajo de las condiciones de seguridad en que se desarrollan las actividades.
- Vigilar que los trabajos se realizan conforme a las normas generales de Seguridad recogidas en este Estudio y a las particulares de su Plan de Seguridad.
- Motivar a sus trabajadores para cooperar en la aplicación de las normas de Seguridad.
- Detectar condiciones peligrosas y proponer a su Jefe de Obra medidas de solución.
- Representar a su Empresa en la investigación de accidentes y aportar soluciones para evitar su repetición.
- Efectuar las inspecciones de Seguridad que a su Empresa le estén asignadas.

La Empresa Contratista acreditará que ha nombrado como Recurso Preventivo a una persona con formación en temas de Seguridad (cursillo, prueba, etc.) o con suficiente experiencia para desarrollar este cometido.

El Jefe de Obra organizará el trabajo del Recurso Preventivo pondrá a su disposición los medios precisos para que pueda desarrollar las funciones anteriormente asignadas.

Comisión de Seguridad en Obra.

Se constituye esta Comisión como complemento o ayuda al deber de coordinación de actividades empresariales, además de efectuar el seguimiento periódico de las Condiciones de Seguridad en la obra y valorar la aplicación de los Planes de Seguridad.

Está formada por:

Presidente:	Director de Proyecto
Secretario:	Coordinador en Materia de Seguridad y Salud, en su defecto el Supervisor.
Vocales:	Técnico de Apoyo a la Construcción. Supervisor/es de Obra

	Técnico de Seguridad de REE
	Jefes de Obra de las Empresas Contratistas
	Recursos Preventivos de las Empresas Contratistas
Invitados	Técnico de Seguridad de Empresas Contratistas
	Encargados / Jeds de Equipo de Contratistas

Esta Comisión se reunirá trimestralmente siempre que el avance de la ejecución de la obra lo aconseje, o en el plazo más breve posible caso de producirse un accidente grave. También podrá ser convocada extraordinariamente cuando las circunstancias lo aconsejen.

Entre las funciones de la Comisión figurarán las siguientes:

- Elaborar las directrices a seguir en materia de Seguridad, en consonancia con las circunstancias específica de la Obra.
- Analizar la Seguridad en la Obra, estudiando la accidentabilidad en la obra los incidentes más significativos, así como el cumplimiento de las medidas de indicadas en el Estudio y en los Planes de Seguridad
- Control de los programas de formación para los trabajadores que intervienen en la Obra
- Valoración de los resultados de las inspecciones de Seguridad asignadas.
- Revisión del funcionamiento de los Planes de Seguridad establecidos y proponer posibles modificaciones.
- Situación del material de Seguridad.
- Análisis de los métodos de trabajo utilizados y propuesta de soluciones para mejorar el nivel de seguridad.

La Comisión podrá convocar a sus reuniones a Encargados/Jefes de Equipo de las Empresas Contratistas y a Supervisores contratados.

De lo tratado en las reuniones el Secretario redactará un acta resumen que enviará a los restantes miembros en el plazo más breve posible.

Documentación de Seguridad

La documentación que afecta a la obra, su ubicación y el control que se establece sobre ella se indica en la tabla siguiente.

Documento	Ubicación	Control
Estudio de Seguridad	En Obra	Incluido en la carpeta de construcción
Plan de Seguridad aprobado	En Obra	En poder del Jefe de Trabajos
Adhesión Subcontratistas al Plan	En Obra	Estará incluida en el Plan de Seguridad
Autorización de Trabajo	En Obra	En poder del Jefe de Trabajo
Libro de Incidencias	En Obra	A disposición de los intervinientes
Apertura Centro de Trabajo	En Obra	A disposición de Supervisor
Reconocimientos Médicos	En la Empresa	A disposición de la Dirección Técnica
Entrega de EPI's	En la Empresa	A disposición

Documento	Ubicación	Control
Información de Riesgos	En Obra	Entregada o expuesta
Nombramiento Recurso Preventivo	-	Estará indicado en el Plan de Seguridad
Historial formación prevención	En la Empresa	A disposición de la Dirección Técnica
Registros Formación en obra	En Obra	A disposición del Coordinador
Dirección y Tfno Mutua Acc.	-	Estará indicado en el Plan de Seguridad
Dirección Hospital Próximo	-	Estará indicado en el Plan de Seguridad
Alta en la SS	En la Empresa	A disposición de la Dirección Técnica
TC2 Trabajadores	En la Empresa	A disposición de la Dirección Técnica
Contrato del trabajador	En la Empresa	Por REE, antes de la adjudicación
Permiso de trabajo	En la Empresa	Por REE, antes de la adjudicación
Control de Maquinaria	En Obra	Requiere autorización del Coordinador
Autorización usuario maquinaria	-	Estará indicado en el Plan de Seguridad
Datos empresas subcontratistas	-	Estará indicado en el Plan de Seguridad
Autorización de Subcontratación	En Obra	Incluida en el Plan de Seguridad
Libro de Subcontratación	En Obra	A disposición de la Dirección Técnica
Certificado corriente pago SS	En la Empresa	A disposición de la Dirección Técnica
Contrato SP Ajeno	En la Empresa	Se indicará en el Plan de Seguridad
Teléfono Asistencia Médica	el 112	Estará en el Plan de Seguridad
Calendario Laboral	En la Empresa	
Seguro de Responsabilidad Civil	En la Empresa	Por REE, antes de la adjudicación
Seguro de accidentes	En la Empresa	Por REE, antes de la adjudicación
Hojas Inspección Trabajos	En Obra	Coordinador / Supervisor
Hojas Notificación Accidentes	En Obra	Coordinador / Supervisor
Hojas Notificación Incidentes	En Obra	Coordinador / Supervisor

La documentación de seguridad a la que se refiere la tabla anterior, afecta a todo Adjudicatario de REE que realice trabajos en la Obra.

Cualquier otro personal ajeno a REE que acceda como auditor, supervisor, inspector, coordinador, visita universitaria, autoridad, periodista, etc.... no requiere documentación laboral, pero tendrá restringida su presencia a las zonas de riesgo nulo.

Si otro personal ajeno que no sea del Adjudicatario, ha de acceder a zona o a actividad de riesgo, se le exigirá organización y documentación como a otro adjudicatario que trabaja.

1.8.2 Principios Generales aplicables durante la ejecución de la obra

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra:

- Considerar las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y salud a la hora de asignarles tareas.
- Garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada pueden acceder a las zonas de riesgo grave o específico.

- Dar las debidas instrucciones a los empleados.
- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento de los medios y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de trabajo, almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- La eliminación o evacuación diaria de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre Red Eléctrica y el Contratista.
- Las interacciones e incompatibilidades con los trabajos de mantenimiento que se realicen en la Subestación.

1.8.3 Conocimiento y Formación

El personal de la Empresa Contratista que sea habitual en estos trabajos debe estar instruido en Seguridad, dentro de los programas periódicos de formación establecidos por la Empresa. No obstante en las fechas inmediatas a la incorporación recibirá información específica acorde al trabajo que va a realizar

La empresa Contratista garantizará que el personal de sus Empresas Subcontratadas será informado del contenido del Plan de Seguridad, antes de incorporarse al trabajo, explicándoles los riesgos que se presentan y la forma de asistencia a lesionados.

Los operarios que realicen trabajos con riesgo eléctrico tendrán la categoría de “personal autorizado” o “personal cualificado” para las funciones que le asigna el R.D. 614/2001. Esta clasificación vendrá reflejada en el listado de personal para la obra.

Asimismo la Empresa contratista ante la imposibilidad de entregar a cada trabajador una copia del Plan de Seguridad aprobado, entregará o expondrá una relación escueta de las normas básicas que es necesario cumplir.

1.8.4 Medicina Preventiva

Reconocimientos médicos

La Empresa Contratista queda obligada a practicar a los trabajadores que desee contratar para la ejecución de los trabajos, un reconocimiento médico previo a su ingreso, respetando la clasificación de Puesto de Trabajo que dictamine el resultado del reconocimiento médico.

Los trabajadores habituales habrán pasado el reconocimiento periódico anual. Si como consecuencia de este reconocimiento fuera aconsejable el cambio de puesto de trabajo, la Empresa Contratista queda obligada a realizarlo.

En cualquier momento Red Eléctrica podrá solicitar la calificación de estos reconocimientos.

Primeros Auxilios

Todo el personal debe conocer que el número de solicitud de ayuda de primeros auxilios es el 112. La administración dispondrá la ayuda técnica o sanitaria que se necesite.

La Empresa Contratista deberá disponer un botiquín de obra para prestar primero auxilios. Asimismo siempre deberá estar disponible en la obra un vehículo, para evacuar a posibles accidentados.

El Contratista expondrá, de forma bien visible, para conocimiento de todos sus trabajadores la dirección del Centro de Asistencia a posibles accidentados

1.8.5 Medios de protección

Antes del inicio de los trabajos todo el material de seguridad estará disponible en la obra, tanto el de asignación personal como el de utilización colectiva.

Así mismo, todos los equipos de protección individual se ajustarán a lo indicado en el R.D. 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, haciéndose especial hincapié a los artículos 4,5,6 y 7, referentes a: Criterio para el empleo de los EPI; Condiciones que deben reunir los EPI; Elección de los EPI y Utilización; Mantenimiento de los EPI, respectivamente.

Denominación	Descripción	Dotación	Actividad
Casco de protección	Cumplirá la norma UNE EN-397, debiendo proteger y reducir las consecuencias destructivas de los golpes en la cabeza. Limitando la presión aplicada al cráneo, distribuyendo la fuerza del impacto sobre la mayor superficie posible, desviando los objetos que caigan, por medio de una forma adecuada y disipando la energía del impacto.	Personal	Obra Civil Armado e lizado Tendido
Calzado de uso profesional	Deberá cumplir con la norma UNE EN-345. Debiendo incorporar tope o puntera de seguridad que garantice una protección suficiente frente al impacto, con una energía equivalente de 200J en el momento del choque, y frente a la compresión estática bajo una carga de 15kN. Así como, una resistencia a la perforación de la suela hasta una fuerza de penetración de 1100N.	Personal	Obra Civil Armado e lizado Tendido
Guantes contra riesgos mecánicos	Serán elegidos según el tipo de trabajo siguiendo la norma UNE EN-388, indicadora de los niveles de prestación del guante respecto a los riesgos definidos por la norma UNE EN-420 para este tipo de guante (riesgos de abrasión, corte por cuchilla, rasgado y perforación).	Personal	Obra Civil Armado e lizado Tendido
Protección auditiva	Deben de cumplir la norma UNE EN 352-1. En su selección se tendrá en cuenta los niveles de ruido a atenuar, y la compatibilidad con la utilización de otro tipo de EPI.	Personal	Obra Civil

Denominación	Descripción	Dotación	Actividad
Gafas Antiimpactos	Acorde a la norma UNE EN 166. Eligiendo el tipo de gafa (ocular y montura) atendiendo a la velocidad y energía del tipo de proyecciones que se puedan producir.	Personal	Obra Civil Armado e Izado
Mascarilla respiratoria	Conforme a normas UNE EN 140 y UNE 81210. Eligiéndose de acuerdo al tipo de agente nocivo y al nivel de su concentración en el ambiente.	Personal	Obra Civil
Arnés de seguridad	Deberá cumplir las normas UNE-EN 361 y 358. En obra Civil podrá utilizarse arnés de cintura, siendo preferible el arnés completo en los trabajos de armado, izado y tendido.	Personal	Obra Civil Armado e Izado Tendido
Dispositivos deslizantes anticaída y complementos	Conforme a norma UNE EN 353-2.	Personal	Obra Civil Armado e Izado Tendido
Botas de agua	Deberá restringirse su uso para los trabajos en suelos húmedos o encharcados, cuando en el trabajo a realizar no existan riesgos mecánicos. Excepto que la bota disponga de puntera y plantilla metálica conforme a la norma UNE EN-345.	Personal	Obra Civil Armado e Izado Tendido
Trajes impermeables		Personal	Obra Civil Armado e Izado Tendido
Ropa de trabajo		Personal	Obra Civil Armado e Izado Tendido
Cuerda para línea de seguridad y complementos	Conforme a norma UNE EN-352-2.	Colectiva	Obra Civil Armado e Izado Tendido
Guantes aislantes de A.T.	Conforme a la norma UNE EN-60903, marcado CE de clase III. Adecuados a la tensión sobre la que se va a trabajar.	Colectiva	Armado e Izado Tendido
Pértigas aislantes	Deberá cumplir las normas UNE 60832 y 60855. Siendo de la longitud adecuada a la tensión sobre la que se va a trabajar.	Colectiva	Armado e Izado Tendido
Verificadores de tensión	Se utilizar preferentemente detectores de contacto, deberán cumplir con la norma UNE EN-61243-1. Se elegirán atendiendo a la tensión a verificar.	Colectiva	Armado e Izado Tendido
Equipos de P.A.T.	Serán conformes respecto a la norma UNE EN-61230. Su elección vendrá impuesta por la corriente de cortocircuito previsible en la instalación.	Colectiva	Armado e Izado Tendido
Malla perforada y complementos	Red mallada naranja, para la delimitación de la zona de trabajo. Deberá cumplir la norma UNE 81501 "Señalización de seguridad en los lugares de trabajo". El conjunto debe ser estable y delimitar perfectamente la zona de trabajo.	Colectiva	Obra Civil
Cinta o cadena de delimitación	Para la delimitación de la zona de trabajo. Deberá cumplir la norma UNE 81501 "Señalización de seguridad en los lugares de trabajo". El conjunto debe ser estable y delimitar perfectamente la zona de trabajo.	Colectiva	Obra Civil Armado e Izado Tendido

Denominación	Descripción	Dotación	Actividad
Capuchones protección para esperas de ferralla	De material plástico removible.	Colectiva	Obra Civil
Señales de seguridad	Se dispondrá de señales relativas a los riesgos y obligaciones existentes en obra, conforme a lo descrito en el R.D. 485.	Colectiva	Obra Civil
Botiquín de primeros auxilios	Con dotación establecida según criterios médicos.	Colectiva	Obra Civil Armado e Izado Tendido
Tablero o camilla de evacuación	Con diseño ergonómico para facilidad de traslado.	Colectiva	Obra Civil Armado e Izado Tendido
Extintores	Los agentes extintores serán adecuados a los tipos de fuego previsible, según se indica en la norma UNE EN 23010.	Colectiva	Obra Civil Armado e Izado Tendido

1.9 INICIO DE LOS TRABAJOS

A efectos de seguridad cada Empresa Adjudicataria iniciará los trabajos solo cuando el Plan de Seguridad que presente la Empresa ha sido aprobado.

En instalaciones en servicio es también requisito imprescindible que se haya emitido una Autorización de Trabajo (impreso M005) por la Unidad responsable de la instalación en servicio.

1.10 SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LOS TRABAJOS

1.10.1 Objeto

La mejora de las instalaciones, de la maquinaria y de la aplicación de los reglamentos contribuye de forma determinante a la reducción de la siniestralidad laboral, pero una vez conseguida esta etapa, ha de conseguirse un enfoque de la prevención basada en la observación del comportamiento.

Las Observaciones Preventivas de Seguridad ofrecen un control directo sobre los riesgos generados en la actividad, se implantarán en la obra a fin de:

- Comprobar que las medidas adoptadas son las correctas y se cumplen.
- Controlar periódicamente las condiciones de trabajo.
- Interponer medidas correctoras.
- Forma de ejecución

1.10.2 Forma de ejecución

Se actuará analizando in situ el comportamiento de los responsables de los trabajos y de sus trabajadores con el objeto de reforzar hábitos y comportamientos eficaces.

Cada Adjudicatario establecerá en su Plan de Seguridad la forma y periodicidad en que realizará sus inspecciones. En su defecto las inspecciones serán realizadas por el Recurso Preventivo y tendrán una periodicidad de 15 días.

Red Eléctrica emplearán plantillas de Inspección de Seguridad ajustadas a cada actividad, de las que se encuentran en el apartado de Impresos “Modelos para Inspecciones de Seguridad” (ver ANEXO 3. Impresos y Aplicaciones). Las inspecciones serán realizadas en la forma que esté regulada en la norma general y de forma extraordinaria podrán ser realizadas por Servicio de Prevención en sus visitas a la Obra.

1.10.3 Petición de acciones correctoras

Las inspecciones podrán generar una petición de acciones correctoras, que Red Eléctrica hará llegar al Adjudicatario. Cualquier trabajador presente en Obra podrá elaborar una petición de acciones correctoras como consecuencia de una Notificación de Riesgos donde se relate la anomalía que ha sido detectada y posteriormente el resultado de la actuación que se ha tomado al respecto.

Se utilizará el formato recogido en el apartado de Impresos. (ver ANEXO 3, Forma de comunicación de accidentes)

1.10.4 Información sobre accidentabilidad

Siempre que se produzca un accidente que requiera asistencia médica se confeccionará un parte de Notificación de Accidentes, cumplimentado por el Responsable de Seguridad del adjudicatario. En caso de producirse un accidente grave, debe darse conocimiento del mismo a Red Eléctrica de España, S.A.U. con la mayor brevedad.

Con objeto de que Red Eléctrica de España, S.A.U. efectúe un seguimiento estadístico de los Trabajos, la Empresa Contratista entregará mensualmente una Plantilla de Notificación de Actividad y Accidentes Asociados.

Se emplearán los formatos indicados en el ANEXO 3.

1.10.5 Medición del desempeño

Las actuaciones preventivas en la Obra serán incluidas en el sistema de valoración anual de los proveedores de REE, en materia de Prevención de Riesgos Laborales.

Los datos necesarios para medir los resultados en prevención tienen su fuente en:

- La información que periódicamente y de forma contractual envían nuestros proveedores referentes a su accidentabilidad.

- Los resultados de las inspecciones de seguridad que de forma reglamentaria ejecutan los técnicos de seguridad, supervisores de trabajos y coordinadores.
- Los documentos de seguridad aprobados a los contratistas (planes y procedimientos) y las actuaciones que contemplan.

La medición se realizará por actividad. Cuando una empresa realice actividades diferentes para REE, la medición se hará por separado para cada actividad.

Para llevar a cabo la medición se contemplarán y valorarán los siguientes epígrafes:

Gestión y resultados de la accidentabilidad.

La accidentabilidad de una empresa es la que afecte a sus trabajadores y a los trabajadores de sus subcontratistas de cualquier nivel.

Se medirá para cada empresa la gestión y el resultado de su accidentabilidad

- a) La gestión se medirá mediante el factor λ_1 que mide el número de sus accidentes mayores con respecto a su siniestralidad total.

$$\text{Siendo } \lambda_1 = \frac{n^{\circ} \text{ accidentes mayores (graves, muy graves, mortales)}}{n^{\circ} \text{ accidentes totales (con baja, sin baja) + } n^{\circ} \text{ incidentes}} \%$$

- b) La accidentabilidad se medirá mediante el factor λ_2 que compara el índice de gravedad de la empresa ($I_{g\text{Empresa}}$) con el índice de gravedad del conjunto de todas las empresas que hacen la misma actividad ($I_{g\text{Total -sin baremo-}}$)

$$\text{Siendo } \lambda_2 = \frac{I_{g \text{ Empresa}}}{I_{g \text{ Total (Sin baremo)}}$$

Actuación del servicio de prevención

La actuación del servicio de prevención de cada empresa se medirá mediante el factor λ_3 que asignan los técnicos de seguridad de REE, tras consideración de:

- Las visitas informadas a REE que el SP del Adjudicatario ha realizado a obras.
- La eficacia en la gestión de las actuaciones correctivas, tras accidentes e incidentes, que el SP del Adjudicatario ha adoptado.

Rotación de personal

La rotación de personal se refiere a la del personal propio de la empresa y a la del personal de sus subcontratistas de cualquier nivel.

Se valorará la media de revisiones de cada Plan / Procedimiento de Seguridad que la empresa haya efectuado en todas las obras de la actividad

$$\text{Siendo } \lambda_4 = \frac{\sum N^{\circ} \text{ de actualizaciones de planes de seguridad}}{\sum \text{ Horas trabajadas} \times (10^{-3})}$$

Resultados de inspecciones de seguridad.

Las inspecciones aplican a las actividades de la empresa y a las actividades de sus subcontratistas de cualquier nivel.

Se valorará para cada empresa la puntuación media de deficiencias registradas como consecuencias de las inspecciones de seguridad, conforme a los siguientes criterios:

- 1 punto por cada deficiencia administrativa
- 5 puntos por deficiencia de seguridad
- 10 puntos por deficiencia de seguridad grave
- 2 puntos en caso de deficiencia repetida.

$$\text{Siendo } \lambda_5 = \frac{\sum \text{ puntuación deficiencias}}{\sum \text{ Horas trabajadas} \times (10)^{-3}}$$

Notificaciones de riesgos

Se medirá la rapidez en la adopción de medidas correctivas

$$\text{Siendo } \lambda_6 = q \frac{\sum \text{ días empleado en evidenciar la adopción de medidas correctivas}}{\sum \text{ Horas trabajadas} \times (10^{-3})}$$

Subcontratación empleada

Se medirá la subcontratación que la empresa realice en obras

$$\text{Siendo } \lambda_7 = \frac{\sum \text{ Trabajadores... Subcontratados} \times n^{\circ} \text{ empresas subcontratistas}}{\sum \text{ Horas trabajadas} \times (10^{-3})}$$

1.11 LOCALES DE DESCANSO Y SERVICIOS HIGIÉNICOS

A tenor de lo establecido en el R.D. 486/1997 sobre Disposiciones Mínima de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo y particularmente en su Anexo V, el Contratista dispondrá en sus instalaciones (almacén) de una caseta de obra para ser usada como lugar de descanso.

En la obra al tratarse de una actividad itinerante y sin actividad continua, no se dispondrá de locales de descanso; el alojamiento de los trabajadores en las poblaciones próximas a la obra, suplirá esta exigencia.

1.12 DISPOSICIONES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN

1.12.1 Vías de Evacuación

En los tramos en galería, siempre existirán dos vías o salidas de emergencia para una posible evacuación, señaladas convenientemente.

Las vías de circulación de personas deben permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona segura libre de interferencias.

Las mangueras de alimentación eléctrica, agua, aire o de cualquier otro elemento deben ir colgadas de los muros, paredes, pilares o soportes al respecto. Si han de cruzar las vías de circulación lo harán perpendicularmente y protegidas de forma que no supongan riesgos de tropezones y caídas.

La anchura de las vías de circulación será como mínimo de 90 cm. Se incrementará en función de las dimensiones de los locales y del número de personas que puedan estar presentes en la Obra.

Las vías de circulación y las puertas que dan acceso a ellas no deben estar obstruidas por ningún acopio temporal ni definitivo de cualquier objeto ni por el campo de accionamiento de cualquier maquinaria, ya sea fija o desplazable, que esté ubicada en su proximidad.

Si se desea que un espacio no sea considerado vía de circulación debe ser señalado al efecto con elementos permanentes de señalización o delimitación.

1.12.2 Iluminación

Los lugares de trabajo en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural (generalidad de los trabajos de construcción) y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente si se realizan actividades durante la noche o bajo rasante y cuando no sea suficiente la luz natural. En este último caso se deberán tener algunas consideraciones al respecto:

Las instalaciones de iluminación de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoques.

El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

En el caso, que se realicen trabajos en horario nocturno y en galerías bajo rasante se detallará la necesidad en el Plan de Seguridad, se instalará un sistema de alumbrado adecuado (nivel de iluminación) al trabajo que se va a realizar en disposición que será siempre cenital y que incluirá las vías de acceso y descenso a los puntos de trabajo. Complementando al sistema de alumbrado se dispondrá de una alternativa de emergencia de suficiente intensidad (linternas o cualquier otro sistema portátil o fijo).

Será necesaria la instalación de alumbrado, que será instalado al comenzar los trabajos y tendrá carácter definitivo, en los tramos de galería que ahora están sin acondicionar.

1.12.3 Instalaciones de suministro y reparto de energía

Se empleará un grupo electrógeno pequeño para el suministro puntual de la energía eléctrica que requiere algún equipo de trabajo.

Las instalaciones de suministro y reparto de energía en la obra deberán proyectarse, instalarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

Los grados de protección proporcionados por las envolventes de los distintos materiales utilizados en las instalaciones eléctricas (códigos IP e IK) situadas en el interior de los locales se adecuarán al uso previsto para los mismos.

En el caso de instalaciones de intemperie, el grado de protección será IP45 para los envolventes, apartamentas, las tomas de corriente y los demás elementos de la instalación, e IK08 para los envolventes contra los impactos mecánicos.

Cuando se trate de instalaciones eléctricas el acceso a las partes activas de las mismas quedará limitado a trabajadores autorizados o cualificados.

1.12.4 Ventilación

En los trabajos en galerías, previo al acceso al recinto y durante su permanencia en el mismo, se procederá a las determinaciones higiénicas oportunas de la atmósfera confinada que posibiliten conocer si los valores de oxígeno son suficientes o si los niveles de contaminantes tóxicos o inflamables están por encima de los niveles máximos permitidos.

Los trabajos a realizar en este tipo de recintos deberán en todo momento tener vigilancia desde el exterior, con una comunicación continua entre los trabajadores que permanezcan en el interior y exterior del recinto confinado. Tomándose todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

Dado que será necesario utilizar herramientas o máquinas que producen gases o vapores que reducen de forma peligrosa la concentración de oxígeno (<18%), y no está asegurada una buena renovación del aire existente en el lugar de trabajo, se instalará un sistema de ventilación de aire limpio.

Al preverse la existencia de contaminantes inflamables, las herramientas a utilizar serán compatibles con el riesgo detectado (herramientas antideflagrantes).

1.12.5 Ambientes nocivos y factores atmosféricos

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (gases, vapores, polvo, ...), sin la protección adecuada.

La planificación de tareas que requieran un consumo metabólico alto se planificará para que no coincidan con los periodos de temperatura extremos.

En caso de tormenta eléctrica se suspenderán los trabajos.

1.12.6 Detección y lucha contra incendios

Para los trabajos que comporten la introducción de llama o de equipo productor de chispas en zonas con riesgo de incendio o de explosión, será necesario tener un permiso de forma explícita, hecho por una persona responsable, donde aparte de las fechas inicial y final, la naturaleza y la localización del trabajo y el equipo a usar, se indicarán las precauciones a adoptar respecto a los combustibles presentes (sólidos, líquidos, gases, vapores, polvo), limpieza previa de la zona y los medios adicionales de extinción, vigilancia y ventilación adecuados.

Se limitará la presencia de productos inflamables en los lugares de trabajo en las cantidades estrictamente necesarias para que el proceso productivo no se detenga. El resto, se guardará en locales diferentes al de trabajo, y si esto no fuera posible se hará en recintos aislados y condicionados.

La Obra dispondrá de extintores en la cantidad indicada en el apartado presupuesto. Los extintores deberán situarse en lugares de fácil acceso. En todo caso las distancias recorridas horizontalmente para acceder a un extintor no deben exceder en 25 m. si se trata de fuegos "A" y 15 m. para fuegos "B".

Se estudiará la instalación de B.I.E. 's en caso de existir en las inmediaciones de acometida de aguas.

1.12.7 Primeros auxilios

Todo el personal debe conocer que el número de solicitud de ayuda de primeros auxilios es el 112. La Administración dispondrá ayuda técnica o sanitaria que se solicite en dicho número.

La Empresa Contratista deberá disponer un botiquín de obra para prestar primeros auxilios. Asimismo siempre deberá estar disponible en la obra un vehículo, para evacuar a un posible accidentado.

El Contratista deberá indicar en el Plan de Seguridad y poner en conocimiento de todos sus trabajadores la dirección del Centro de Asistencia a posibles accidentados.

1.13 PLAN DE SEGURIDAD

El Plan de Seguridad que elabore la Empresa adjudicataria de los trabajos debe establecer su forma particular de ejecutarlos.

El Plan de Seguridad debe ser un documento ajustado a las situaciones de riesgos previsible en la Obra (para lo cual no debe ser un manual de formación, y debe contener un número reducido de páginas que permita una fácil retención de los aspectos más significativos por el Jefe de Trabajos). No es una relación exhaustiva de transcripciones de normas de seguridad.

Como guía el Plan de Seguridad debe contemplar los siguientes aspectos:

- La descripción de la Obra o Actividad adjudicada
- Duración estimada de la Obra y Personal interviniente indicando los oficios de cada uno.
- Deben identificarse las situaciones de mayor riesgo, particularmente el estado de la instalación y la proximidad de elementos en tensión
- Los equipos de trabajo que se utilizarán en la Obra
- Referencia (solo referencia) a documentos de normas generales de seguridad establecidas por el Contratista.
- Referencia (solo referencia) a los documentos de seguridad de REE indicados en la petición de oferta.
- Las normas complementarias de seguridad que sean específicas para este trabajo.
- Relación detallada y cantidad de material de seguridad de que se dispondrá, ya sea el que se expone en el punto “5 - Presupuesto de seguridad” de este Estudio o modificación justificada.
- Planificación de los trabajos
- Indicar la formación en seguridad del personal interviniente. Así como la calificación del personal para trabajos eléctricos.
- Datos referentes a Subcontratistas o declaración expresa de que no habrá Subcontratistas en la Obra
- Organización de la Seguridad en la Obra
- Nominación de personas con responsabilidades
- Control e inspecciones de seguridad en la Obra. Forma de ejecutarlos y registros que se establecen.
- Forma de asistencia a lesionados
- Locales de descanso y servicios higiénicos.
- Información que se proporcionará a los trabajadores

Debe establecerse de qué forma se informará a los trabajadores sobre:

- Los riesgos existentes
- Las medidas de prevención previstas
- Los límites de las Zonas de Trabajo

Se incluirán croquis indicando las medidas de prevención que se establecen:

- Distancias de seguridad a partes en tensión
- Señalización y delimitación que se establecerá.
- Accesos y movimientos previstos para el personal y la maquinaria

El Plan de Seguridad una vez aprobado debe ser el documento aplicable en Obra, para lo cual debe estar en poder del Jefe de Trabajo que es su destinatario preferente y del Coordinador de Seguridad.

2 PLIEGO DE CONDICIONES

2.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

La ejecución de la obra, objeto del Estudio de Seguridad, estará regulada por la normativa que a continuación se cita, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

Ley 31/95 de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales

Con especial atención a:

- Capítulo I
- Objeto, ámbito de aplicaciones y definiciones.

- Capítulo III
- Derechos y obligaciones, con especial atención a:
 - Art. 14 Derecho a la protección frente a los riesgos laborales.
 - Art. 15 Principios de la acción preventiva.
 - Art. 16 Evaluación de riesgos.
 - Art. 17 Equipos de trabajo y medios de protección.
 - Art. 18 Información, consulta y participación de los trabajadores.
 - Art. 19 Formación de los trabajadores.
 - Art. 20 Medidas de emergencia.
 - Art. 21 Riesgo grave e inminente.
 - Art. 22 Vigilancia de la salud.
 - Art. 23 Documentación.
 - Art. 24 Coordinación de actividades empresariales.
 - Art. 25 Protección de trabajadores sensibles a determinados riesgos.
 - Art. 29 Obligaciones de los trabajadores, en materia de prevención de riesgos.

- Capítulo IV
- Servicios de prevención:
 - Art. 30 Protección y prevención de riesgos profesionales.
 - Art. 31 Servicios de prevención.

- Capítulo V
- Consulta y participación de los trabajadores:
 - Art. 33 Consulta a los trabajadores.
 - Art. 34 Derechos de participación y representación.
 - Art. 35 Delegados de prevención.
 - Art. 36 Competencias y facultades de los delegados de prevención.
 - Art. 37 Garantías y sigilo profesional de los delegados de prevención.
 - Art. 39 Competencias y facultades del Comité de Seguridad y Salud.
 - Art. 40 Colaboración con la Inspección de Trabajo y S.S.

- Capítulo VII
- Responsabilidades y sanciones:
 - Art. 42 Responsabilidades y su compatibilidad.
 - Art. 43 Requerimientos de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
 - Art. 44 Paralización de trabajo.
 - Art. 45 Infracciones administrativas.
 - Art. 46 Infracciones leves.

- Art. 47 Infracciones graves.
- Art. 48 Infracciones muy graves.
- Art. 49 Sanciones.
- Art. 50 Reincidencia.
- Art. 51 Prescripción de las infracciones.
- Art. 52 Competencias sancionadoras.
- Art. 53 Suspensión o cierre del centro de trabajo.
- Art. 54 Limitaciones a la facultad de contratar con la Administración.

Ley 54/03 de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales

Con especial atención a:

- Capítulo I
- Modificaciones que se introducen en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales:
 - Art. 2 Integración de la prevención de riesgos laborales en la empresa.
 - Art. 3 Coordinación de actividades empresariales.
 - Art. 4 Organización de recursos para las actividades preventivas.
 - Art. 6 Reforzamiento de la vigilancia y del control del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.
 - Art. 7 Coordinación de actividades empresariales en las obras de construcción.

R.D. 1627/97 de 24 de Octubre sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción

Con especial atención a:

- Capítulo II
- Disposiciones específicas de Seguridad y Salud:
 - Art. 3 Designación de los coordinadores de Seguridad y Salud.
 - Art. 4 Obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud o del Estudio Básico.
 - Art. 5 Estudio de Seguridad y Salud.
 - Art. 6 Estudio Básico de Seguridad y Salud.
 - Art. 7 Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.
 - Art. 9 Obligaciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud.
 - Art. 13 Libro de Incidencias.
- Capítulo III
- Derechos de los trabajadores:
 - Art. 15 Información a los trabajadores.
- Capítulo IV
- Otras disposiciones:
 - Art. 17 Visado de proyectos.
 - Art. 18 Aviso Previo.
 - Art. 19 Información a la Autoridad Laboral.
- Anexo II
- Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la Seguridad y Salud de los trabajadores.

R.D. 171/04 de 30 de enero, por el que se desarrolla el Art. 24 de la Ley 31/95, en materia de coordinación en actividades empresariales

Con especial atención a:

- Capítulo I
- Disposiciones generales:
- Art. 2 Definiciones.
- Art. 3 Objetivos de la coordinación.

- Capítulo II
- Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un mismo centro de trabajo:
- Art. 4 Deber de cooperación.
- Art. 5 Medios de coordinación de los empresarios concurrentes.

- Capítulo III
- Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un centro de trabajo del que un empresario es titular:
- Art. 9 Medidas que deben adoptar los empresarios concurrentes.

- Capítulo V
- Medios de coordinación:
- Art. 11 Relación no exhaustiva de medios de coordinación.
- Art. 12 Determinación de los medios de coordinación.
- Art. 13 Designación de una o más personas encargadas de la coordinación de las actividades preventivas.
- Art. 14 Funciones de la persona o las personas encargadas de la coordinación de las actividades preventivas.

R.D. 614/2001 de 8 de Junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la Salud y seguridad de los trabajadores frente al Riesgo Eléctrico

Con especial atención al:

- Art. 1 Objeto, ámbito de aplicación y definiciones.
- Art. 2 Obligaciones del empresario.
- Art. 3 Instalaciones eléctricas.
- Art. 4 Técnicas y procedimientos de trabajo.
- Art. 5 Formación e información de los trabajadores.
- Anexo I Definiciones.
- Anexo II Trabajos sin tensión.
- Anexo III Trabajos en tensión.
- Anexo IV Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones.
- Anexo V Trabajos en proximidad.

R.D. 1215/97 de 18 de Julio sobre Equipos de Trabajo

Con especial atención a:

- Art. 4 Comprobación de los equipos de trabajo.
- Anexo II
- //1.Condiciones generales de utilización de los equipos de trabajo.

- //2.Condiciones generales de utilización de los equipos de trabajo para elevación de cargas.

R.D. 1644/ 2008, de 10 de Octubre, por el que se establecen las normas para ala comercialización y puesta en servicio de las máquinas

Con especial atención a:

- Anexo I Requisitos esenciales de seguridad y salud relativos al diseño y la fabricación de las máquinas
- Anexo III Mercado “CE”
- Anexo VII A – Expediente técnico de las máquinas

R.D. 486/97 de 14 de Abril sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo

Con especial atención a:

- Anexo I Condiciones generales de seguridad en los lugares de trabajo.

R.D. 487/97 de 14 de Abril sobre Manipulación Manual de Cargas

Con especial atención a:

- Anexo Factores de riesgo.

R.D. 773/97 de 30 de Mayo sobre Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual

Con especial atención a:

- Art. 7 Utilización y mantenimiento de los equipos de protección individual.
- Art. 10 Obligaciones de los trabajadores.
- Anexo III Lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la utilización de equipos de protección individual.

Orden de 6 de julio de 1984, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación

Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

Con especial atención a:

- Art. 4 Requisitos exigibles a los contratistas y subcontratistas.
- Art. 5 Régimen de la subcontratación.
- Art. 10 Acreditación de la formación preventiva de los trabajadores.
- Anexo Ficha del Libro de Subcontratación

2.2 NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA

La ejecución de la Obra queda igualmente afectada por la normativa de Red Eléctrica que se referencia, a efectos de aspectos más generales que aplican a la Obra.

TM-001 - Organización de la Seguridad de los trabajos de construcción

Con especial atención a:

Capítulo: Responsabilidades

- del Técnico de apoyo a la obra
- del Supervisor de obra
- del Coordinador de Seguridad
- del Jefe de Trabajo

IM-002 - Medidas de Seguridad en instalaciones de A.T. para trabajos sin tensión.

Con especial atención a:

Capítulo: Responsabilidades

- del Agente de Descargo
- del Jefe de Trabajo
- anexo 2: Creación de la Zona Protegida
- anexo 3: Creación de la Zona de Trabajo

IM-001 - Medidas de seguridad en instalaciones de AT para trabajos en tensión

IM-017 - Seguridad en los trabajos de cimentaciones de apoyos en líneas

IM-018 - Seguridad en los trabajos de armado e Izado de apoyos en líneas

IM-021 - Seguridad en trabajos de talas de líneas de alta tensión

IM-043 - Seguridad en trabajos de tendido de conductores y C.T. de líneas de A.T.

AM-004 - Aplicación de la línea de seguridad para trabajos en alturas

AM-005 - Trabajos de mantenimiento manual y mecánica

AM011 - Equipos y maquinarias. Normas de Seguridad

Con especial atención a:

- anexo 1: Aparejos de elevación
- anexo 9: Grúa móvil
- anexo 12: Máquinas para Mvto. de tierra
- anexo 13: Motosierra

AM024 Trabajos en espacios confinados

IC-003 Subcontratación por proveedores de Red Eléctrica a terceros

2.3 POTESTAD DE CONTROL POR PARTE DE RED ELÉCTRICA

Con independencia de las actuaciones que realice la Empresa Contratista para garantizar la seguridad en los trabajos que se desarrollen, si Red Eléctrica tuviera conocimiento de negligencias que a su juicio pongan en grave peligro la vida de las personas, como por ejemplo se incumplan aquellas normas que tengan por fin la prevención de accidentes de tipo eléctrico o de caída de altura, Red Eléctrica sancionará a la Empresa Contratista conforme a los siguientes criterios:

Hecho sancionado	Cuantía sanción
1 ^{er} Incumplimiento	amonestación escrita
2 ^o Incumplimiento	1.000 €
3 ^{er} Incumplimiento	3.000 €
4 ^o Incumplimiento y sucesivos	6.000 €

El 4^o incumplimiento podrá llevar aparejada la resolución del contrato con la Empresa Contratista.

Los incumplimientos serán notificados por escrito a la Empresa Contratista y las sanciones serán irrecusables.

Las sanciones se descontarán de las Certificaciones de Obra pendientes de pago.

La Comisión de Seguridad en Obra empleará la totalidad de las cuantías de sanciones en acciones de mejora y motivación de la Seguridad. (Considerar si hay Comisión)

Cualquier incumplimiento tendrá una influencia inmediata en la valoración de dicha empresa en la lista de “Calificación de Proveedores de Obras o Servicios” que trabajan para RED ELÉCTRICA.

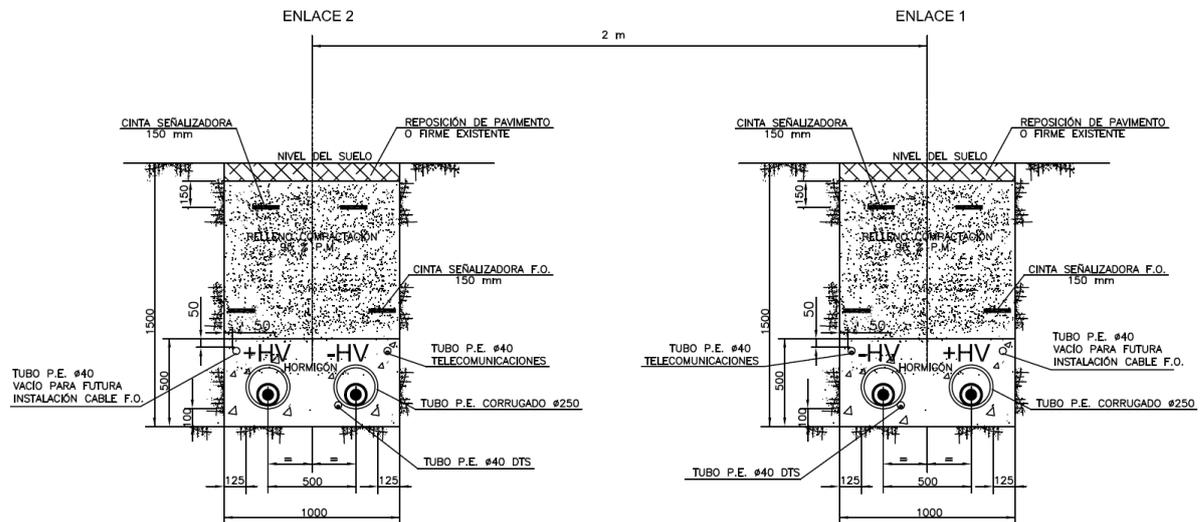
Cualquier empleado de la Empresa Contratista que sea causa de más de un incumplimiento será retirado inmediatamente de la Obra, comprometiéndose la Empresa Contratista a reemplazarle en 48 horas.

La Empresa Contratista no podrá aludir cualquier actuación de Red Eléctrica para eximirse de su responsabilidad en materia de Seguridad.

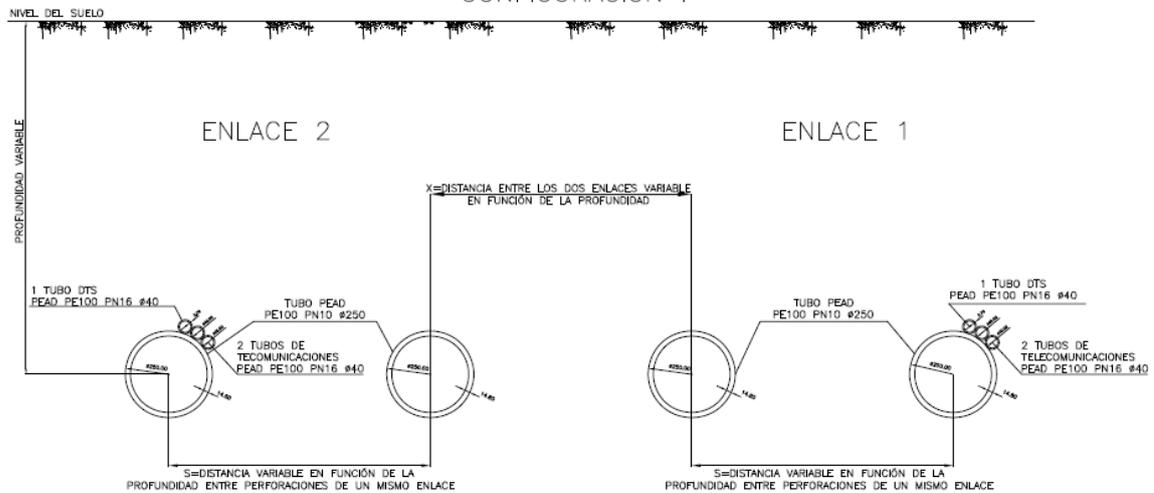
3 CROQUIS Y FICHAS TÉCNICAS

3.1 CROQUIS DE LÍNEAS SUBTERRANEAS

Zanja de la canalización

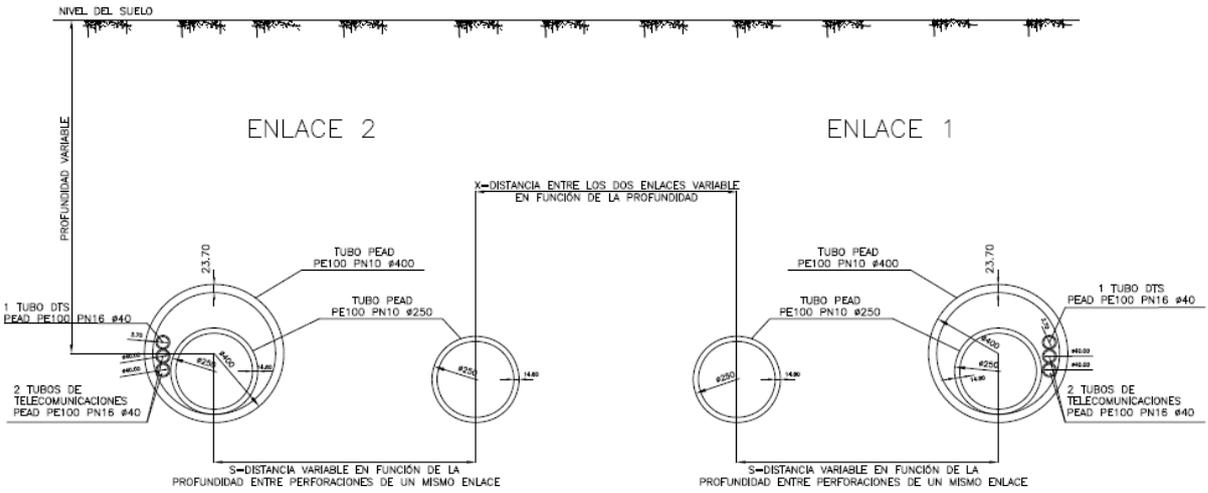


CONFIGURACIÓN I



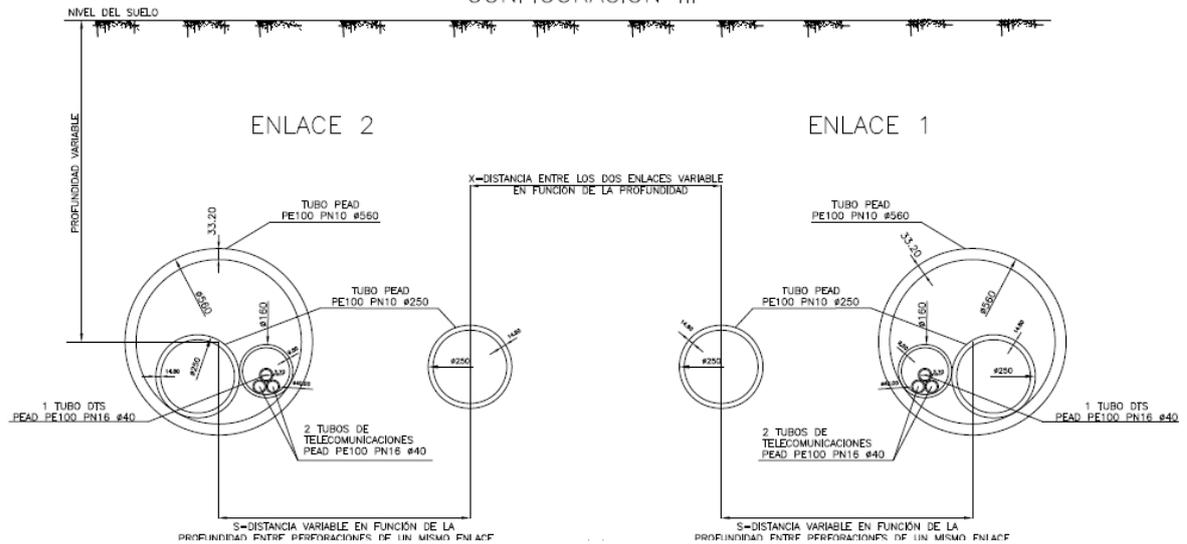
Configuración para perforaciones de hasta 50 m en buen terreno

CONFIGURACIÓN II

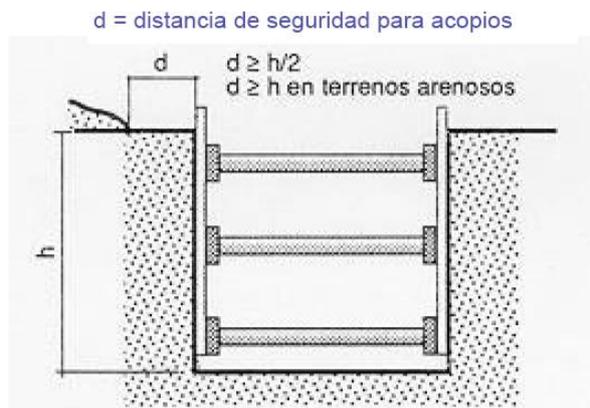


Configuración para perforaciones mayores de 50 m o en mal terreno

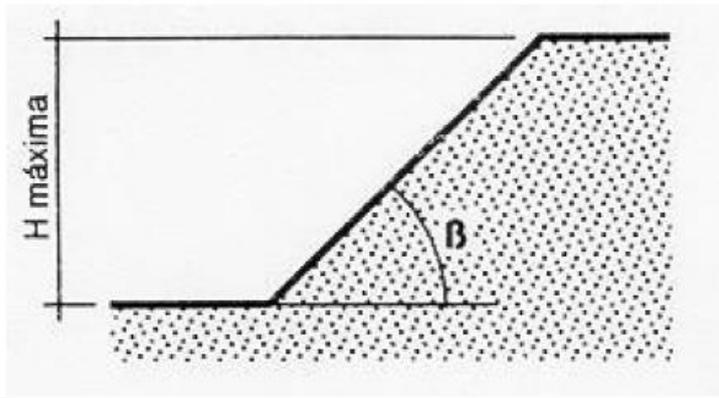
CONFIGURACIÓN III



Configuración para perforaciones mayores de 200 metros o en mal terreno extremo

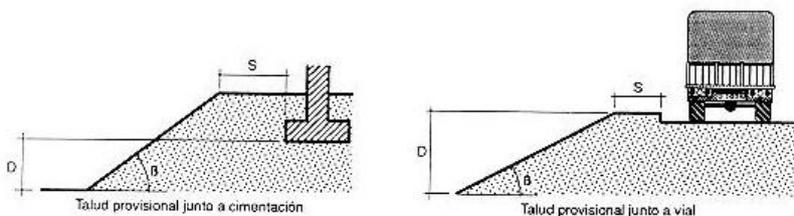


Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: No 202202184, Fecha Visado: 20/05/2022, Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M., Para comprobar su validez: https://www.colim.es/Verificacion, Cod.Ver: 91531979, No Colegiado: 18068, Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO



Determinación de la altura máx. admisible para taludes libres de solicitaciones

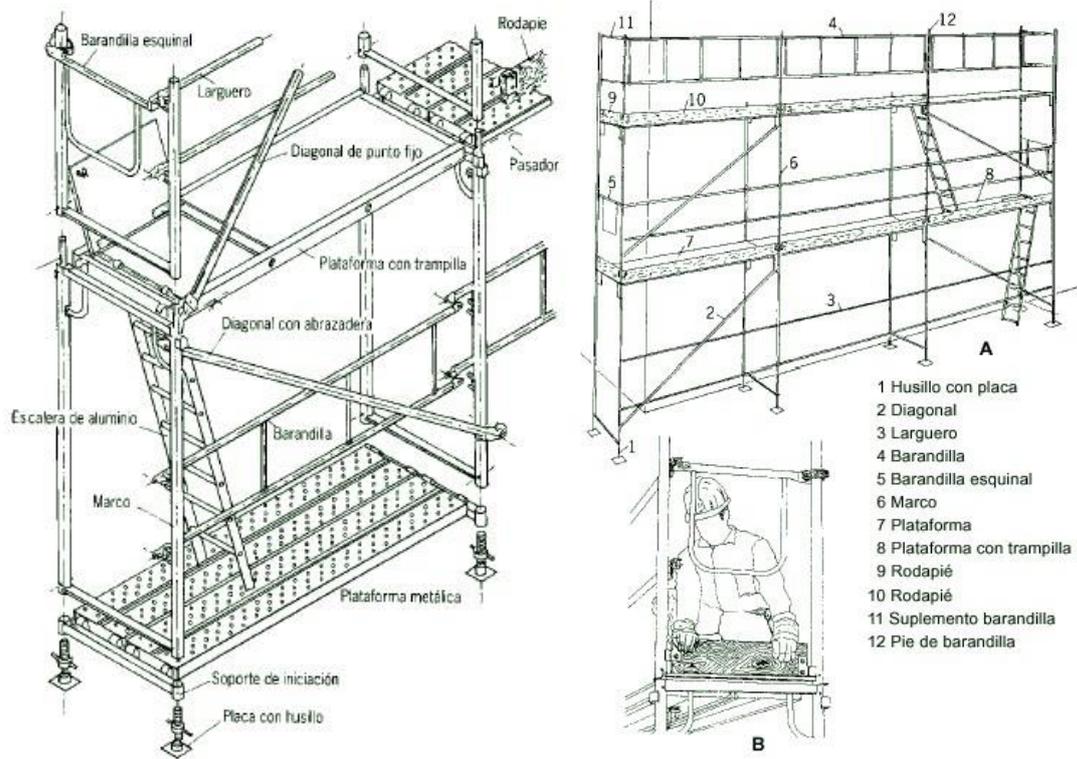
Tipo de terreno	Angulo de talud β	Resistencia a compresión simple R_u en kg/cm^2				
		0,250	0,375	0,500	0,625	$\geq 0,750$
Arcillas y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcillas y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcillas y limos poco plásticos.	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00
Arcillas arenosas y arenas arcillosas	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00



Determinación de la distancia de seguridad "s" para cargas próximas al borde de una zanja

Tipo de sollicitación	Angulo de talud	
	$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
Cimentaciones	D	D
Vial o acopios equivalentes	D	D/2

Esquemas de un andamio fijo prefabricado sistema modular



3.2 ESQUEMAS DE SEÑALIZACIÓN EN OBRA

Señales de riesgo que se emplearán en obra

SEÑALES DE ADVERTENCIA

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal), bordes negros.

Como excepción, el fondo de la señal sobre "materias nocivas o irritantes" será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.



SEÑALES DE OBLIGACIÓN

Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).



Señales Gestuales establecidas en el R.D. 485/1997. Anexo VI.

GESTOS GENERALES		
Significado	Descripción	Ilustración
Comienzo: Atención Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Alto: Interrupción Fin del movimiento	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia delante.	
Fin de las operaciones	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	

MOVIMIENTOS HORIZONTALES		
Significado	Descripción	Ilustración
Avanzar	Los dos brazos doblados, las palmas hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo.	
Retroceder:	Los dos brazos doblados, las palmas hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente alejándose del cuerpo.	
Hacia la derecha: Con respecto al encargado de señales	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Hacia la izquierda: Con respecto al encargado de señales	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Distancia horizontal	Las manos indican la distancia.	

PELIGRO		
Significado	Descripción	Ilustración
Peligro: Alto o parada de emergencia	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Rápido	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez.	
Lento	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente	

4 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

4.1 OBRA CIVIL TRAMO SUBTERRÁNEO

Fase de trabajo:	Obra Civil Subt. Y Subm.	LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400 kV GATIKA – FRONTERA FRANCESA
Duración del trabajo: (meses)	20	
Operarios previstos:	46	
Operarios nuevos previstos:	6	

Material de asignación personal						
Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco de protección	1	78	5,1		398,6
2	Gafas antiimpactos.	2	154	4,1		631,4
3	Mascarilla autofiltrante desechable.	12	921	0,1		101,3
4	Protectores auditivos.	2	154	13,1		2.023,6
5	Guantes de trabajo.	6	461	4,4		2.019,2
6	Botas de seguridad Clase III	2	154	46,6		7.173,3
7	Botas de agua.	2	154	38,4		5.918,2
8	Ropa de trabajo	2	154	69,2		10.663,0
9	Trajes impermeables.	3	231	28,6		6.613,5
					Coste Parcial	35.542,1

Material de asignación colectiva						
Nº de orden	Concepto		Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Udad (€)	Coste total (€)
1	Cinta de señalización para zanjas		100	0,1		10,0
2	Protecciones zanjas		4	200,0		800,0
3	Capuchones protección ferralla		20	20,0		400,0
4	Botiquín primeros auxilios		2	18,0		36,1
5	Tablero o camilla evacuación accidentados		0,2	253,8		50,8
6	Extintor de 6 kg polvo polivalente		2	30,8		61,6
					Coste Parcial	1.358,5

Formación + Medicina preventiva				
Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	8	34,0	272,0
2	Reconocimientos médicos	6	30,6	183,6
			Coste Parcial	455,6

Control de la Seguridad				
Nº de orden	Concepto	Unidades (horas)	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Dedicación Recurso preventivo	30	34,4	1.032,5
			Coste Parcial	1.032,5

Cotes Total Excav y Hormig 38.388,6

4.2 TENDIDO SUBTERRÁNEO

Fase de trabajo:	Tendido Subterráneo y Submarino Cable Aislado	LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400 kV GATIKA – FRONTERA FRANCESA
Duración del trabajo: (meses)	20	
Total Operarios previstos:	40	
Operarios nuevos previstos:	2	

Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Casco con barboquejo fijo	2	133	42,3	5.625,9
2	Arnés de seguridad homologado	0,5	33	146,1	4.822,0
3	Dispositivo anticaída deslizante y compl.	0,5	33	90,3	2.979,6
5	Guantes de montador	12	800	4,4	3.504,0
6	Botas de seguridad	2	133	46,6	6.195,1
7	Ropa de trabajo	1,25	83	69,2	5.746,9
8	Traje impermeable	2	133	28,3	3.767,9
Coste Parcial					32.641,4

Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Total Unidades equivalentes	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Cuerdas para Línea de Seguridad (m)	500	834	1,1	903,1
2	Complementos para Línea de Seg.	20	34	25,8	877,2
3	Verificador de tensión	0,5	1	450,8	450,8
4	Equipos varias protección colectiva	5	9	93,2	838,7
5	Camilla evacuación accidentados	2	4	60,2	240,6
6	Botiquín primeros auxilios	5	9	18,0	162,4
7	Extintores	2	4	30,8	123,2
Coste Parcial					3.596,0

Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios (horas)	80	34,0	2.720,0
2	Reconocimientos médicos	2	30,6	61,2
Coste Parcial				2.781,2

Control de la Seguridad

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€)	Coste total (€)
1	Dedicación Recurso preventivo	30	34,4	1.032,5
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	3	20,0	60,0
Coste Parcial				1.092,5

Cotes Total Tendido 40.111,0

4.3 RESUMEN DE PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

Resumen Presupuestos (€)	LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400 kV GATIKA – FRONTERA FRANCESA	
	Excavación y Hormigonado	Tendido
Material de asignación personal	35.542	32.641
Material de asignación colectiva	1.358	3.596
Formación + Medicina preventiva	456	2.781
Control de la Seguridad	1.032	1.092
Total	38.389	40.111
Cantidad Total Presupuestada		78.500 €

Asciende este Presupuesto de Seguridad a la cantidad de: -- SETENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS EUROS—

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero Industrial

D. Nicolás Cuenca Pradillo
Colegiado del COIIM 18.068

5 ANEXO 1. NORMAS DE UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS DE TRABAJO

Las normas relativas a la utilización de maquinaria y equipos de trabajo se encuentran en el documento IM011 referenciado en el pliego de condiciones, que se incorpora final de este capítulo

La Empresa Contratista se compromete a sustituir lo antes posible las herramientas, equipos, maquinaria y vehículos en que se hayan detectado defectos, si la deficiencia es grave la sustitución se realizará inmediatamente

La Empresa Contratista realizará una inspección mensual de la maquinaria y los vehículos, y trimestral de las herramientas y el material de seguridad. Los resultados de esta inspección se custodiarán para evidencia de la acción. Además, se deberán mantener al día los libros de inspecciones de Industria de vehículos y maquinaria.

Diariamente se efectuará una inspección rutinaria antes del comienzo de los trabajos.

6 ANEXO 2. NORMAS ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD

6.1 CUADROS ELÉCTRICOS DE OBRA

Los cuadros eléctricos tendrán una protección mínima IP55.

Los cuadros dispondrán de un interruptor general tetrapolar magnetotérmico, con dispositivo de apertura por falta de tensión.

Dispondrán de interruptor diferencial de 30 mA de sensibilidad por cada toma de corriente existente en el cuadro, sea de 220 V ó de 380 V. Estarán provistos de dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas.

Existirá un interruptor de corte omnipolar por cada salida del cuadro, que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.

Las partes metálicas fijas y móviles del cuadro, así como sus soportes, estarán conectadas directamente a tierra.

El conductor de tierra será aislado y de sección no inferior a 16 mm².

Las conexiones de los cables de las distintas máquinas, herramientas eléctricas o cuadros secundarios se harán por medio de clavijas y bases de enchufes con tomas de tierras. No se permitirá conexionar los cables desnudos a las bases de los enchufes.

El suministro eléctrico provisional se efectuará con manguera antihumedad. En lugares de paso de personas y vehículos, se dejará un gálibo de 3 y 6 m respectivamente, o bien se enterrará y se protegerá adecuadamente. Los empalmes estarán elevados y serán normalizados y estancos.

Las herramientas eléctricas deberán poseer doble aislamiento. En lugares húmedos se alimentarán con transformador separador de circuitos.

En lugares húmedos, el alumbrado estará alimentado a 24 V.

6.2 TRABAJOS DE EXCAVACIÓN DE ZANJAS

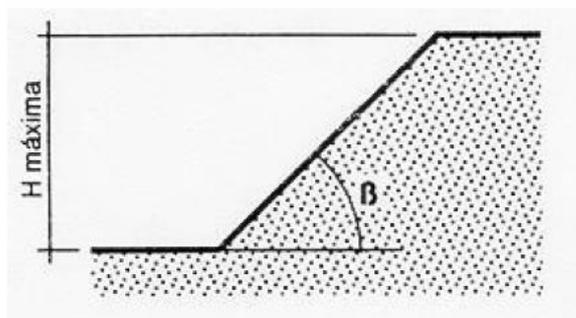
Este tipo de trabajos puede ocasionar fundamentalmente derrumbes, atrapamientos, así como caídas de vehículos y personas.

Antes del inicio y durante la ejecución de los trabajos de excavación, se estudiará el terreno, a fin de realizar éstos con el menor riesgo posible. La excavación se realizará en escalón, o se procederá a la entibación del terreno.

Si no se realiza la excavación en escalón, deberán entibarse aquellas zanjas de profundidad superior a 1,3 m. Se deberá utilizar una escalera adecuada para la entrada y salida.

Cuando se trate de vaciados que no sean zanjas y de alturas superiores a 2m se apuntalará la pared excavada en el caso que haya de trabajarse a distancias de esa pared inferiores a la mitad de su altura.

Se deberá efectuar una señalización con cadena o cinta de color rojo-blanco al menos a 2 m del borde. En su defecto se podría utilizar una línea de color blanco sobre el suelo.



Determinación de la altura máx. admisible para taludes libres de solicitaciones

Tipo de terreno	Angulo de talud β	Resistencia a compresión simple R_u en kg/cm^2				
		0,250	0,375	0,500	0,625	$\geq 0,750$
Arcillas y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcillas y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcillas y limos poco plásticos.	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00
Arcillas arenosas y arenas arcillosas	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00

Se prohíbe el acopio de materiales a menos de 2 m del borde. La aproximación mínima de vehículos ligeros será de 3 m y la de vehículos pesados de 5 m.

6.3 TRABAJOS DE ENTIBADO-DESENTIBADO DE ZANJAS

Las zonas de trabajo así como sus accesos se mantendrán limpias y libres de obstáculos. Los materiales y/o restos estarán almacenados en los lugares destinados a tal fin.

Se comenzará el entibado de arriba hacia abajo y el/los operarios, así como los materiales se situarán en la zona entibada.

No se abandonará el tajo sin haber apuntalado la parte inferior de la última franja excavada.

Se evitará siempre situarse en la vertical de operarios trabajando en altura.

Los equipos, útiles y herramientas serán los adecuados para el trabajo a realizar, manteniéndolos en perfecto estado y utilizándolos únicamente para lo que están diseñados.

La entibación sobrepasará los bordes de la excavación en 15 ó 20 cm a modo de rodapié.

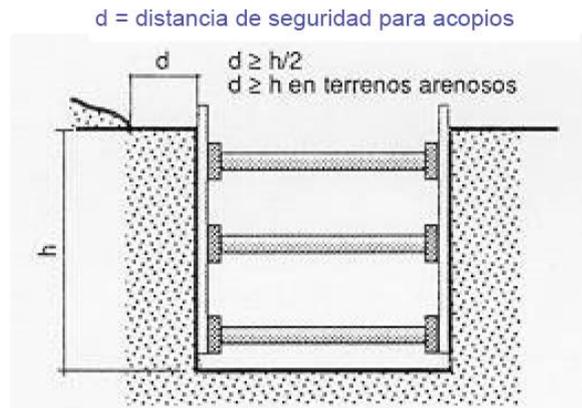
No se usarán las entibaciones como medio para ascender o descender a las excavaciones y tampoco se utilizarán como soportes de carga, tales como conducciones, cables, etc.

Por razones de seguridad no es recomendable hacer trabajar el entibado y sus puntales bajo un ángulo distinto de los 90°, siempre se debe tender al escalonamiento de las paredes de forma que todos los elementos trabajen formando un ángulo recto.

Cuando la excavación sea superior a 3,5 m de profundidad, la entibación se reforzará con madera más gruesa o reduciendo la separación de los codales y apuntalamiento.

En terrenos arenosos o sueltos con grava, la entibación será totalmente cerrada y los codales se colocarán a una distancia entre si no superior a 1,5 m. A igual distancia se colocarán los puntales tanto en vertical como en horizontal.

En terrenos arcillosos o compactos, la entibación podrá ser con separación entre tablas o tableros y los codales se colocarán a una distancia entre si no superior a 1,5 m. A igual distancia se colocarán los puntales tanto en vertical como en horizontal.



Al comenzar una nueva jornada y/o después de una interrupción prolongada de los trabajos, se revisará el estado de la obra, antes de comenzar los trabajos.

Se comenzará el desentibado de abajo hacia arriba y el/los operarios se situarán en la zona entibada, observando las condiciones de estabilidad en que debe quedar en todo momento la obra.

Los materiales procedentes del desentibado se retirarán inmediatamente apilándolos fuera de la zona de trabajo.

Los clavos existentes en los materiales usados se remacharán o se extraerán, recogiendo en recipientes adecuados a tal fin.

6.4 TRABAJOS DE PERFORACIÓN DIRIGIDA

Para evitar caídas a los pozos de ataque y salida y fosas para el lodo de perforación (en caso de utilizarse) se realiza la señalización y vallado de los mismos.

Ordenamiento de mangueras y cables para conseguir que las zonas de trabajo estén invadidas por dichos elementos.

La escasa profundidad y dimensión de los pozos minimizan el riesgo de desprendimientos.

Para evitar los accidentes en las maniobras de izado de cargas se dota a los operarios de cascos y se mantienen las normas generales de seguridad durante el manejo de cargas.

El riesgo de atrapamiento se minimiza por la propia configuración de la maquinaria, que mantiene alejado al operario de la zona peligrosa. Tan sólo personal calificado autorizado tiene acceso a las partes de rotación en el equipo de perforación.

Se dispondrán extintores en las proximidades de las zonas de trabajo.

Puestas a tierra necesarias e inspección de todos los elementos.

Las máquinas serán insonorizadas según normativa. Se realizará el mantenimiento preventivo de dicha insonorización.

Las labores de perforación tan solo están permitidas mientras exista conexión radial activa entre el sitio donde se encuentra la máquina y la zona de preparación de la tubería. En el caso que la transmisión entre estos dos sitios se rompa, se detiene inmediatamente la perforación.

La permanencia en zonas de tránsito de vehículos será la mínima necesaria para la ejecución de los trabajos. En los momentos que sea necesaria la permanencia de personas en estas áreas, se procurará en todo momento que sean perfectamente visibles a los conductores mediante ropa reflectante homologada, y se hará uso de la señalización adecuada a la maniobra.

6.5 TRABAJOS EN GALERÍAS DE CABLES Y CÁMARAS DE EMPALMES. ESPACIOS CONFINADOS

Antes del acceso a este tipo de infraestructuras se solicitará, al responsable de las mismas, permiso para entrar y que nos asegure una correcta ventilación antes y durante la realización de los trabajos. Si no es suficiente con la ventilación natural se establecerá ventilación forzada. En caso necesario, se dispondrá del equipo de respiración correspondiente, aunque como regla general no se realizarán los trabajos si no se consiguen unas condiciones deseables en cuanto atmósfera a respirar y filtraciones de agua o suciedad.

Antes de entrar en recintos cerrados (Cámaras de empalmes y galerías) se comprobará mediante aparato de medida de gases inflamables y nivel de oxígeno la ausencia de atmósfera explosiva y que la concentración de oxígeno está entre el 19 y el 23 %. La disminución de concentración de oxígeno en el espacio del ambiente confinado, puede deberse, entre otras

causas, al desplazamiento por otros gases y a trabajos realizados que consuman oxígeno (llamas).

El aparato de medida de gases se mantendrá en funcionamiento durante el trabajo, llevándolo encima el Jefe de trabajos o responsable de seguridad en obra.

En caso de saltar alguna de las alarmas prefijadas en el aparato de medida de gases, o por síntomas fisiológicos de malestar, indisposición, sensación de calor, etc., o como por cualquier otra causa que indique la propia experiencia, el responsable ordenará la salida ordenada del recinto, hasta que no se restablezcan y se aseguren unas condiciones seguras.

Queda terminantemente prohibido realizar trabajos de soldadura, accionar interruptores eléctricos o uso de tomas corriente, sino se ha comprobado previamente la ausencia de atmósfera explosiva.

Está prohibido fumar en las Zonas de Trabajo.

Es obligatorio un control total desde el exterior de las operaciones. El personal del interior debe estar en comunicación continua con el del exterior, utilizando para ello un sistema adecuado: visual, acústico, radiofónico, telefónico, etc. Se señalará en la boca de entrada o acceso la presencia de personal en el interior.

Antes de cerrar el acceso o entrada, se comprobará que no hay nadie en el interior.

6.6 TENDIDO DE CABLES AISLADOS

Antes de empezar el tendido de los cables se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo y así mismo poder asignar el extremo de la instalación desde donde se debe realizar el esfuerzo de tiro. En el caso de trazado con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente. Las bobinas se situarán alineadas con la traza de la línea. El ángulo de tiro del cable con la horizontal no será superior a 10°.

Si existiesen curvas o puntos de paso dificultoso, próximos a uno de los extremos de la canalización, es preferible situar la bobina en ese extremo a fin de que el coeficiente de rozamiento sea el menor posible.

El traslado de las bobinas se realizará mediante vehículo transportándose siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales. Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento lateral. Tanto las trabas como las cuñas es conveniente que estén clavadas en el suelo de la plataforma de transporte. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha.

En el caso de que la bobina esté protegida con duelas de madera, debe cuidarse la integridad de las mismas, ya que las roturas suelen producir astillas hacia el interior, con el consiguiente peligro para el cable.

El manejo de la misma se debe efectuar mediante grúa quedando terminantemente prohibido el desplazamiento de la bobina rodándola por el suelo. La bobina se suspenderá mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las

cadena o sirgas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos.

Estará terminantemente prohibido el apilamiento de bobinas. El almacenamiento no se deberá hacer sobre suelo blando, y deberá evitarse que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos es aconsejable disponer de una ventilación adecuada, separando las bobinas entre sí. Si las bobinas tuvieran que estar almacenadas durante un período largo, es aconsejable cubrirlas para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

Para realizar el tendido de los cables se empleará el sistema de tiro con freno y cabrestante. Tanto el cabrestante como la máquina de frenado deberán estar anclados sólidamente al suelo para que no se desplacen ni muevan en las peores condiciones de funcionamiento.

El cabrestante se utilizará para tirar de los cables por medio de cables piloto auxiliares y estará accionado por un motor autónomo. En la placa de características se indicará su fuerza de tracción. Dispondrá de rebobinadora para los cables piloto. También deberá disponer de un dinamómetro con objeto de controlar el esfuerzo de tiro en cada momento y de un mecanismo que interrumpa la tracción automáticamente cuando ésta sobrepase el esfuerzo programado. Antes del inicio de los trabajos de tendido, se procederá al calibrado del limitador de tiro, el cual se realizará en función de las tracciones a realizar.

La máquina de frenado estará compuesta por un sistema de gatos hidráulicos, eje soporte de bobina y dispositivo hidráulico de frenado, debiendo elevar la bobina del orden de 0.1 a 0.15 m respecto del suelo para hacer posible el giro de la misma. Los pies de soporte del eje deberán estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación.

El dispositivo de frenado deberá ser reversible, poder actuar de cabrestante en caso de necesidad y disponer de dinamómetro. El cable al salir de la bobina se mantendrá a la tensión mecánica suficiente para que no se produzcan flojedades.

Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar, se quitarán las duelas de protección, de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar al cable, y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.).

Durante el tendido, en todos los puntos estratégicos, se situarán los operarios necesarios provistos de radioteléfonos y en disposición de poder detener la operación de inmediato. Los radioteléfonos se probarán antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido.

A la salida de la bobina es recomendable colocar un rodillo de mayor anchura con protección lateral para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina.

La extracción del cable se realizará por la parte superior de la bobina mediante la rotación de la misma alrededor de su eje.

Durante el tendido hay que proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta. Para conseguirlo se colocará un rodillo a la entrada del tubo, que conduzca el cable por el centro del mismo, o mediante boquillas protectoras.

Deberá comprobarse que en todo momento los cables se deslizan suavemente sobre los rodillos y tubos.

El desenrollado deberá ser lento, para evitar que las capas superiores penetren entre las inferiores debido a la presión con el consiguiente trabado del cable.

La extracción del cable, tirando del mismo, deberá estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina. Al dejar de tirar del cable habrá que frenar inmediatamente la bobina, ya que de lo contrario la inercia de la bobina hará que ésta siga desenrollando cable, lo que llevará a la formación de un bucle.

Estará terminantemente prohibido someter al cable a esfuerzos de flexión que pueden provocar su deformación permanente, con formación de oquedades en el aislamiento y la rotura o pérdida de sección en las pantallas.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo de la bobina con objeto de detectar los posibles deterioros.

La tracción de tendido de los cables será como máximo del 60% de la máxima especificada por el fabricante y como mínimo la necesaria para que, venciendo la resistencia en la máquina de frenado, puedan desplegarse los cables, debiendo mantenerse constante durante el tendido de éstos.

La velocidad de tendido será del orden de 2.5 a 5 m por minuto y será preciso vigilar en todo momento que no se produzcan esfuerzos laterales importantes con las aletas de la bobina.

La unión del cable con el piloto se realizará por medio de un cabezal de tiro y manguito giratorio de modo que el esfuerzo de tiro se aplique directamente al conductor del cable.

Se deberá realizar un estudio de las tracciones necesarias para efectuar el tendido, con el fin de que debido al trazado de la línea, no sea preciso sobrepasar las tracciones antes mencionadas.

Con objeto de disminuir el rozamiento, y por tanto el esfuerzo de tiro, se podrá utilizar grasa neutra en la cubierta exterior del cable antes de introducirlo en el tubo.

Igualmente, para reducir el esfuerzo de tiro se podrán usar arquetas intermedias utilizando rodillos a la entrada y a la salida de los tubos. Los rodillos se colocarán elevados respecto al tubo, para evitar el rozamiento entre el cable y el tubo. En el caso de que las arquetas sean provisionales, se les dará continuidad, una vez tendido el cable, mediante tubos cortados o medias cañas que, a su vez, serán hormigonados.

Se deberá tener especial cuidado cuando el tendido de la bobina llegue a su final, ya que se deberá tener previsto un sistema, que sujete la cola del cable y a la vez mantenga la tensión de tendido.

En el caso de temperaturas inferiores a 5 °C, el aislamiento de los cables adquiere una cierta rigidez que no permite su manipulación. Así pues, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5 °C no se permitirá realizar el tendido del cable.

Una vez instalado el cable, deben taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases, aguas o roedores, mediante la aplicación de espuma de poliuretano que no esté en contacto con la cubierta del cable.

En ningún caso se dejarán en la canalización y zona de elaboración de las botellas terminales los extremos del cable sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Lo mismo es aplicable al extremo de cable que haya quedado en la bobina. Para este cometido, se deberán usar manguitos termorretráctiles.

En el extremo del cable en el que se vaya a confeccionar una botella terminal se eliminará una longitud de 2.5 m, ya que al haber sido sometidos los extremos del cable a mayor esfuerzo, puede presentarse desplazamiento de la cubierta en relación con el resto del cable.

6.7 MONTAJE Y UTILIZACIÓN DE ANDAMIOS PARA MONTAJE DE EQUIPOS Y BOTELLAS SOBRE APOYOS TERMINALES

Se deberá comprobar, por parte del responsable de la empresa contratista, o persona designada, que el montaje de los andamios es el correcto, comprobando mediante inspección visual:

- Protecciones colectivas
- Montaje completo en su totalidad.
- Ausencia de partes cortantes.
- Correcta estabilización.

Se deberá elaborar un Plan de Montaje del andamio o plataforma modular de trabajo.

Se deberá solicitar a la empresa responsable del montaje una Declaración de Conformidad con el Montaje de la estructura, que certifique su correcto montaje, y se atenderá en todo momento a lo en él descrito.

Queda totalmente prohibido el uso indebido del andamio, sobrecargarlo o manipularlo.

Cuando los operarios accedan por los distintos niveles del andamio la trampilla de acceso quedará totalmente cerrada.

Queda prohibido el tránsito en el andamio que no sea por las zonas habilitadas para ello tales como escaleras de acceso y niveles de trabajo preparados para ello.

6.8 MANEJO DE CARGAS

Manipulación manual

El manejo y transporte de cargas manualmente puede provocar lesiones musculares, especialmente en la espalda, así como atrapamientos de miembros, cortes, abrasiones, etc..

El manejo de materiales, herramientas u objetos se realizará de forma racional, debiendo impedirse esfuerzos superiores a la capacidad física de las personas. Se tendrá especial

cuidado en la coordinación de movimientos, al objeto de evitar sobreesfuerzos y atrapamientos.

Las cargas a mano no superarán los 25 Kg., solo en situaciones esporádicas y que no entrañen riesgos podrán admitirse manejos de cargas hasta 40 Kg.

Por lo tanto se deberá observar una serie de normas básicas:

- Limitar el transporte manual a cargas pequeñas.
- Postura y aprehensión correcta.
- Mantener la espalda recta y realizar el mayor esfuerzo con la flexión - extensión de las piernas.
- Uso de vestimenta y protección correcta: guantes, botas, etc..

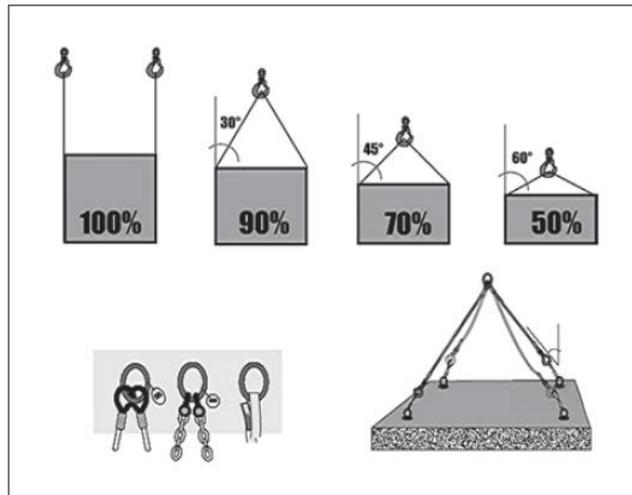
Manipulación mecánica

El levantamiento de cargas con grúa conlleva, entre otros, riesgos por caída de elementos pesados, atrapamientos o golpes, como consecuencia de fallos en la grúa o en los elementos de sujeción. También se pueden producir accidentes eléctricos como consecuencia de contactos directos o arcos eléctricos.

Por lo tanto se deberán cumplir las siguientes normas:

- Estudio previo de la maniobra a realizar, ubicación y desplazamientos de la máquina teniendo en cuenta, especialmente, las distancias de seguridad a elementos en tensión.
- La grúa deberá estar puesta a tierra y bien estabilizada sobre terreno firme.
- Se revisarán los elementos de sujeción que se vayan a utilizar: eslingas, estrobos, ganchos, grilletes, etc. comprobando su estado.
- Todos los elementos de manutención sometidos a esfuerzos estarán marcados con la carga de trabajo.
- Los Jefes de Equipo conocerán por escrito del Jefe de Obra las cargas de trabajo, coeficientes de seguridad recomendados y las cargas de rotura de los materiales que utilicen.
- La carga ha de amarrarse de forma que mantenga una posición estable, y todas las eslingas trabajen por igual.
- Se evitará en lo posible la colocación directa de las eslingas sobre aristas vivas.
- Se procurará efectuar un tipo de amarre que no disminuya la carga de las eslingas: Carga máxima = carga eslinga x M.

Utilización	factor Modo (M)
	1
	2
	1,8
	1,4
	1
	0,8
	1,4



Capacidad de carga en función del ángulo



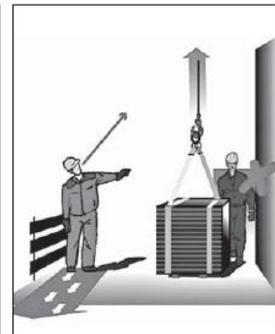
Carga indicada



Pestillos



Estado elementos



Situarse correctamente

El Jefe de Trabajo hará un seguimiento detallado de la maniobra, el izado se realizará lentamente y no se permitirá el paso o permanencia de personas bajo la zona de elevación de la carga, salvo en el momento de la recepción.

No se elevarán cargas superiores a las indicadas en el diagrama de carga de la máquina.

No se permitirá que el limitador de carga esté anulado o inservible.

En caso de tormenta o vientos fuertes (del orden de 60 km/h), se interrumpirán los trabajos con las grúas.

Nunca se abandonará la grúa con los motores en marcha, o cuando exista una carga suspendida.

Se prohíbe la elevación de personas en jaulas o cestas no pensadas para este fin.

Se deberá prestar atención en el transporte de las bobinas hasta la zona donde se ubicarán, no invadiendo otras zonas de trabajo, siguiendo para ello las indicaciones marcadas por el Responsable de Prevención y supervisores designados por REE.



Normas sobre transporte y acopio de materiales

Los materiales se colocarán en la caja del vehículo en forma apilada y estable. No se transportarán personas en la caja.

El peso de la carga no superará el autorizado para el vehículo. Las cargas no sobresaldrán por los laterales, las que sobresalgan por la parte posterior serán señalizadas conforme al Código de Circulación.

La carga y descarga de materiales se realizará por medios mecánicos, siempre que sea posible.

La carga y descarga se realizarán, previa inmovilización del vehículo, con la grúa del camión o grúa auxiliar. Ninguna persona ha de permanecer en la cabina o en la caja del vehículo excepto para conectar la carga.

El gruista en todo momento debe estar observando el movimiento de la carga. Si los laterales del camión le impidieran la visión de la carga, debe auxiliarse de una persona que le indique los movimientos, esta persona debe encontrarse en todo momento a la vista del gruista.

El tiro especialmente en el arranque, será siempre vertical. La carga se elevará lentamente hasta que quede suspendida.

El gruista observará que los movimientos de la grúa son suaves y continuos, tras cualquier brusquedad o movimiento incontrolado debe procederse a una revisión inmediata.

El acopio de materiales no debe interferir con la zona de evolución y paso de personal.

Todas las puntas o grapas de embalaje se arrancarán inmediatamente.

Manejo de cargas bajo conductores

No se realizarán maniobras de tiro debajo o hacia instalaciones en tensión. De forma que un fallo debe suponer siempre, que los elementos se alejen de las instalaciones peligrosas. En caso de no existir otra opción, se realizará un procedimiento o anexo específico.

6.9 TRABAJOS EN ALTURA

Todas las personas situadas a una altura igual o mayor de 2 m, deberán hacer uso del cinturón de seguridad, salvo que existan protecciones colectivas adecuadas.

A lo largo del trabajo debe evitarse que coincidan personas trabajando en la misma vertical.

Vehículos con cesta

Este conjunto está formado por un vehículo con una pluma o brazo mecánico articulado, al cual se le acopla una cesta en su extremo para elevar personas y materiales.

Deberá estar diseñado pensando en que se van a elevar personas, por lo que deberá contar con los sistemas apropiados que eviten giros o basculamientos que puedan provocar daños.

Desde la posición de accionamiento de los mandos, el operador tendrá buena visibilidad de la cesta durante su movimiento.

Las cargas a soportar por la cesta se ajustarán en todo momento a lo indicado por el fabricante.

Línea de Seguridad

El personal debe estar instruido en su uso. Particularmente al personal nuevo en la actividad no se le permitirá subir a la torre hasta que domine esta técnica.

Se colocarán tantas Líneas de Seguridad como sean necesarias. Es recomendable que el tramo vertical de la Línea de Seguridad, sea independiente de los tramos horizontales que discurren sobre los pasamanos de las crucetas.

Para bajar desde las crucetas a los conductores, los operarios usarán escaleras auxiliares pero estarán atados a la Línea de Seguridad en todo momento.

Ni siquiera cuando se trate de aisladores de vidrio se permitirá descender por ellos sin colocar previamente escalera, y siempre se ha de permanecer atado al extremo de la línea de seguridad.

6.10 TRABAJOS DE PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

Para líneas subterráneas

En las últimas fases de la obra, la gestión de los Descargos necesarios así como Regímenes Especiales y Autorizaciones de Trabajo, se realizarán de acuerdo a lo indicado en el Procedimiento General de Descargos (IM 002).

Las Autorizaciones de Trabajo se concederán conforme a lo establecido en los documentos internos de Red Eléctrica para descargos o intervenciones según se regula en el punto 3.23.2 más atrás) de este documento.

6.11 DISTANCIAS DE SEGURIDAD A INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN

Es la mínima distancia que hay que mantener con respecto a un ELEMENTO DESNUDO EN TENSIÓN (medidas entre el punto más próximo en tensión y cualquier parte extrema del trabajador o herramienta por él utilizada).

Frente al riesgo eléctrico se distinguen tres Áreas de intervención (ver fig.1):

- Área de Trabajos en Tensión
- Área de Trabajos en Proximidad
- Área de No Riesgo Eléctrico

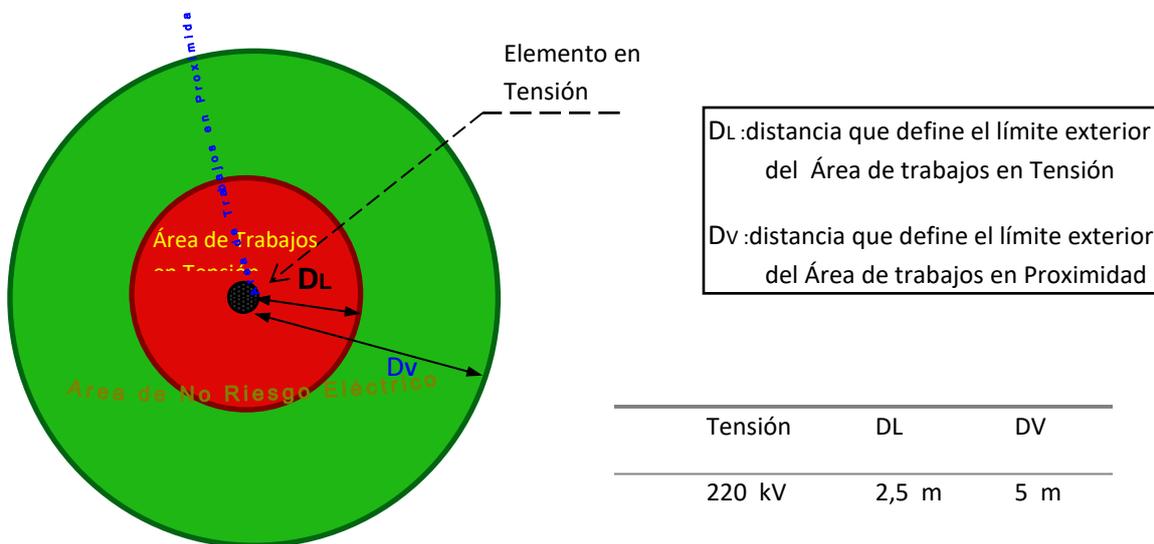


Figura 1

Trabajos sin tensión

Es el trabajo que se realiza en una instalación eléctrica sin tensión y sin carga eléctrica, después de haber tomado todas las medidas de seguridad para prevenir los riesgos eléctricos, garantizando que va a permanecer en esas condiciones durante toda la duración del trabajo.

Son trabajos sin tensión aquellos que se realizan en el Área de No Riesgo Eléctrico, no siendo necesario entonces modificar las condiciones eléctricas de ninguna instalación.

La preparación de los trabajos sin tensión: supresión y reposición de tensión y preparación de la zona de trabajo, deberán ser cometidos por trabajadores Cualificados, mientras que la ejecución de los trabajos podrá ser llevados a cabo por cualquier trabajador.

Trabajos en proximidad

Trabajo durante el cual un operario invade el Área de Trabajos en Proximidad con una parte de su cuerpo o con una herramienta u objeto que manipule, sin entrar en el Área de Trabajos en Tensión.

No tendrán la consideración de trabajos en proximidad los desplazamientos a pie en horizontal que se realicen sin portar herramientas que puedan moverse por encima de la cabeza, en instalaciones en tensión construidas conforme a la reglamentación oficial aplicable a la instalación

La preparación de los trabajos en proximidad será realizada por trabajadores Cualificados, mientras que para su ejecución deberá ser un trabajador Autorizado, o bien, cualquier operario siendo supervisado por un trabajador Autorizado.

No se realizarán maniobras de tiro debajo o hacia instalaciones en tensión, de forma que un fallo debe suponer siempre, que los elementos se alejen de las instalaciones peligrosas. En caso de no existir otra opción, se realizará un procedimiento o anexo específico.

Zona de trabajo

Superficie o volumen donde se desarrollan los trabajos. Deberá ser señalizada y delimitada respecto a los elementos en tensión, teniendo en cuenta las distancias de seguridad.

En los trabajos en proximidad deberá delimitarse la Zona de Trabajo. Para ello se tendrá en cuenta la distancia límite del área de trabajos en tensión, incrementada en una distancia ergonómica lo mayor posible, que garantice que no se invade dicha área. Se recomienda un valor mínimo de 0,5 m.

En los trabajos sin tensión deberá verificarse ausencia de tensión y ponerse a tierra y en cortocircuito.

Trabajos en Tensión.

No es habitual que durante los trabajos de construcción se vayan a invadir este Área. Suponiendo que esta circunstancia fuera inevitable, sólo puede realizar este trabajo un

trabajador Cualificado con un procedimiento de trabajo específico. Para la reposición de fusibles, a distancia, será necesario que el operario esté Cualificado.

No tendrán la consideración de Trabajos en Tensión la verificación de ausencia de tensión y la colocación de puestas a tierra.

Los Trabajos en Tensión se realizarán conforme a lo indicado en la Instrucción General para la Realización de Trabajos en Tensión de AMYS, de acuerdo con el método de trabajo elegido: A distancia, a potencial o en helicóptero.

Intervención

Trabajo consistente en la realización de pruebas, ajustes o trabajos de mantenimiento en protecciones, equipos auxiliares, de comunicaciones, medida, control u otros que puedan afectar al estado o funcionamiento de la instalación.

La instalación sobre la que se realiza el trabajo puede permanecer o no en servicio y estar disponible o indisponible a efectos de explotación.

No se solicitará ningún régimen de intervención en un elemento que sea frontera de una instalación en descargo.

6.12 FENÓMENOS DE INDUCCIÓN

Debido a la proximidad de instalaciones de A.T en tensión, se pueden originar fenómenos de inducción electrostática y electromagnética. Especialmente importantes cuando la distancia a los puntos en tensión se reduce y se trabaja con elementos conductores de cierto tamaño.

Para fenómenos de inducción electrostática (cruzamientos con otras líneas en tensión) ya han sido indicadas dos medidas a tomar:

- puesta a tierra de las máquinas de tendido.
- poleas no aislantes en los vanos de cruzamiento.

Para los casos de inducción electromagnética (tendido paralelo en varios vanos a otra línea en tensión), se dispondrán puestas a tierra rodantes a la salida de las máquinas. En los vanos de paralelismo todos los apoyos estarán puestos a tierra permanentemente.

Las normas de actuación serán siempre:

- las puestas a tierra se colocan y retiran con pértigas aislantes
- nunca se cortará o empalmará un conductor sin haber colocado un puente falso o provisional.
- dentro de los bucles formados por el conductor, las puestas a tierras y el suelo, el operario no establecerá con su cuerpo continuidad eléctrica entre el conductor y la torre.

En estas circunstancias los Jefes de Trabajo deben tomar las siguientes medidas:

Los P.A.T. se manejarán con elementos aislantes y conforme a sus correctas normas de empleo.

En el manejo de conductores, mangueras, etc., habrá puesta a tierra de los extremos cuando el trabajo lo permita, tomando las precauciones que requiere una PAT. En ningún caso los operarios deben cerrar con su cuerpo el bucle que forma el elemento conductor, las PAT y la red de tierra.

7 ANEXO 3. IMPRESOS Y APLICACIONES

7.1 AUTORIZACIÓN DE TRABAJO

Documento que acredita la preparación previa de los trabajos en el caso de que estos se realicen en una instalación donde haya elementos en tensión.



AUTORIZACIÓN DE TRABAJO
AT : (Nº de solicitud ó Nº de OT) - n

M005 Autorización de Trabajo

Para la **Instalación:**
Descripción del **Trabajo:**

(A rellenar por el Supervisor en Obra)

Normas / Documentos que aplican:

¿Se precisa Zona de Trabajo?

Sí
 No

Se autoriza al **Jefe de Trabajo:** Sr de la **Empresa :**
 A realizar los trabajos descritos en las condiciones establecidas en las normas indicadas.

Fdo. Supervisor en Obra Sr :

(Para instalaciones en servicio, a rellenar por el Jefe de la Instalación o en su nombre el Agente)

Tipo de trabajo: En Descargo En Área de Tensión En Área de Proximidad
 Fuera del Área de Proximidad Intervención

Se informa al Jefe de Trabajo y al Coordinador / Supervisor que han sido establecidas en la instalación las siguientes medidas:

Zona Protegida, con los límites
.....

Régimen Especial de Explotación
 Otras medidas
.....

Se autoriza al **Jefe de Trabajo:** Sr de la **Empresa**
 A crear la Zona de Trabajo

Fdo. El Jefe de la Instalación, o en su nombre el Agente, Sr

En caso de trabajos en Descargos o de trabajos en Tensión, la validez de esta Autorización queda condicionada al Control de Entrega y Devolución que figura en el reverso.

He sido informado de la Zona Protegida creada y de las medidas de Seguridad para la Obra,

Fdo. El Jefe de Trabajo, Sr

CONTROL DE ENTREGA Y DEVOLUCIÓN DE LA INSTALACIÓN (Única o sucesivas)									
ENTREGA					DEVOLUCIÓN				
fecha	hora	Modo (+)	VºBº Agente	VºBº Jefe Tr	fecha	hora	Modo (+)	VºBº Agente	VºBº Jefe Tr

(+) Modo Comunicación : **D-** directa **T-** teléfono

La instalación fue devuelta definitivamente al Centro de Control el / /

SUSTITUCIÓN DEL AGENTE O DEL JEFE DE TRABAJO	
El Agente fue sustituido por el Sr.	el ... / ... / a las horas,
de tal hecho se informó al Jefe de Trabajo y al Supervisor	
El Jefe de Trabajo fue sustituido por el Sr.	el ... / ... / a las horas,
de tal hecho se informó previamente al Agente y al Supervisor	

7.2 REALIZACIÓN DE LAS INSPECCIONES DE SEGURIDAD

Las inspecciones de seguridad se realizarán con aplicación informática corporativa –PRER – en la forma y método que está establecido en el documento TM001 de Organización de la Seguridad en los trabajos de construcción.

The screenshot shows the PRER software interface for conducting safety inspections. The top menu bar includes options like 'Guardar y salir', 'Guardar', 'Delegar', 'Salir', 'Responder', 'Proceso', 'Fases', 'Participantes', and 'Nueva ventana'. Below the menu, the current process is identified as 'M010-Gestión de la seguridad y salud laboral (Gestionar inspecciones de seguridad): Realizar inspección'. The interface is divided into a left sidebar and a main content area. The sidebar contains 'Datos de la inspección' with sub-items 'Cuestionario' and 'Notif's riesgo asociadas'. The main content area is titled 'INSPECCIÓN DE SEGURIDAD' and contains a form with the following fields: 'Modelo' (dropdown menu), 'Proveedor' (text field: 'SDAD. ESPAÑOLA MONTAJES INDUST, SA'), 'Nº de subcontratistas' (text field: '2'), 'Instalación' (text field: '(Subestación) ABADIANO'), 'Actividad' (text field: '01 Ejecución de trabajos de Obra Civil de Líneas aéreas'), 'Fecha de realización' (text field: '10/11/2011'), and 'Inspección realizada por' (text field: 'l. sanchez oliv., cirilo'). There is also a 'Cargar modelo' button and an 'Observaciones' text area at the bottom.

7.3 FORMA DE COMUNICACIÓN DE ACCIDENTES Y RIESGOS

Las comunicaciones de accidentes se realizarán con aplicación informática corporativa – PRER – en la forma y método que está establecido en el documento TM001 de Organización de la seguridad en los trabajos de construcción.

oft Internet Explorer
 ritos Herramientas Ayuda
 r/WFProceso.aspx?id=18708&navigate=1

M012-Gestión de accidentes e incidentes (Gestionar notificaciones de accidentes/incidentes) : Fin Proceso

M009.- NOTIFICACIÓN DE ACCIDENTE Nº accidente: 18708

DATOS DEL ACCIDENTE

Proveedor (Empresa): Tipo de Personal:

Nombre del accidentado:

Edad (Intervalo): Oficio:

Antigüedad en su empresa: Antigüedad en el puesto / oficio:

Modalidad: Fecha del accidente: Día de la semana: ¿Se realizaba un trabajo habitual?:

Hora del día: : Accidente de especial gravedad:

Consecuencia: Fecha de la baja: Fecha del Alta:

Instalación PRER (Obra donde se trabaja):

Actividad PRER:

Entorno de trabajo y actividad laboral que se realizaba en el momento del accidente:

Descripción del accidente:

Documentos

Nombre	Documento

DATOS MEDICOS

¿Quedó ingresado?: Centro asistencial de traslado:

Lugar anatómico de la lesión: Diagnóstico facultativo:

Pronóstico indicado por el médico que emitió el parte de la baja:

Duración probable de la baja:

Cumplimentado y firmado por: Según indicaciones del propio accidentado.
 Según indicaciones de terceros.

Causa sustancial del accidente:

Acción correctiva que va a adoptarse:

Fecha prevista de cierre de la acción correctiva adoptada:

Nota: (El cierre de la acción correctiva con la evidencia de su cumplimiento, será enviado al servicio de prevención de REE para poder evaluar el tiempo transcurrido en implantarla)

Guardar y salir
 Guardar
 Asumir
 Delegar
 Salir
 Responder
 Proceso
 Fases
 Participantes
 Nueva ventana

M010-Gestión de la seguridad y salud laboral (Parte de Notificación de riesgos): Realizar not

M010.- PARTE DE NOTIFICACIÓN DE RIESGOS

*Comunicado por: Fecha de notificación:

Proveedor:

Instalación PRER:

Actividad PRER:

*Lugar:

*Riesgo o suceso observado:

*Posibles consecuencias:

Documentos

Nombre	Documento

*Comunicado a:

TRAMO SUBMARINO

8 ORGANIZACIÓN DE LA OBRA: MEDIDAS ADOPTADAS POR EL TITULAR DEL PROYECTO EN CONCERTACIÓN CON EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

8.1 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

8.1.1 Obra civil tramo submarino

Los cables submarinos irán posados sobre el fondo y parcialmente enterrados bajo terreno arenoso.

El método proyectado de soterramiento de los cables en el fondo se denomina "jetting", y se realizará posteriormente al tendido. Se utilizará un barco desde el que se manejará remotamente un vehículo submarino que descenderá hasta colocarse sobre el cable. El citado submarino irá provisto de un mecanismo de chorros de agua a alta presión, que licuará el terreno bajo y alrededor del cable, permitiendo que el cable se hunda a través de los sedimentos en suspensión hacia el fondo de la zanja según el mecanismo avanza hacia adelante. Cuando la máquina se haya desplazado suficientemente para que la presión del agua en la zanja sea la normal, los sedimentos en suspensión se asentarán en el fondo, solidificándose de nuevo y rellenando por sí mismos la zanja.

Este método es válido para la mayor parte del trazado, con sedimentos arenosos o blandos.

Los riesgos asociados a esta UC se identificarán según los medios a emplear por el contratista y quedarán reflejados en el Plan de Seguridad y Salud que el mismo elabore.

8.1.2 Tendido tramo submarino

Después de la fabricación y ensayos en fábrica de los cables submarinos, éstos serán transferidos a grandes plataformas giratorias en las fábricas y desde allí se cargarán directamente a las plataformas de los barcos encargados del tendido.

Los barcos estarán equipados con sistemas de posicionamiento GPS dinámicos para seguir exactamente las trayectorias prefijadas y mantenerse fijos cuando las condiciones del mar requieran suspender durante unas horas los trabajos de tendido.

El método de tendido, a grandes rasgos, puede describirse como sigue:

Para comenzar las operaciones de tendido el barco se situará lo más cerca posible de la costa en línea con la dirección de la ruta a seguir por los cables. El barco, para mantener la posición preestablecida sin necesidad de muertos o amarres, utilizará su propio sistema de posicionamiento dinámico.

Cuando el barco esté situado correctamente, el cable submarino será lentamente cargado desde el barco con una serie de flotadores hinchables y tendido hacia la costa por medio de botes auxiliares. Del mismo modo, desde la máquina de tiro instalada en tierra, se tenderá un

cable piloto de tiro con otro bote auxiliar. El número de botes auxiliares necesarios para realizar esta operación dependerá de las condiciones atmosféricas y la distancia de flotación necesaria.

Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1.5 – 2 m el cable piloto será conectado al extremo o al cabezal del cable submarino. Entonces se empezará a tirar del cable piloto hasta la máquina de tiro situada en tierra detrás del punto del empalme de transición entre el cable submarino y el cable subterráneo, mientras que simultáneamente el barco va entregando más cable en los flotadores hinchables.

Una vez finalizada la operación de tendido en la costa el cable será sumergido en el fondo del mar por buceadores especializados que irán retirando los flotadores hinchables del cable. La retirada de los flotadores se realizará partiendo del barco hacia la costa, permitiendo así que los submarinistas posicionen el cable en el fondo del mar.

Una vez preparada la salida del cable submarino, el barco procede a recorrer la traza del cable correspondiente hasta la llegada en la costa. Para el tendido del cable el barco avanza lentamente siguiendo la traza del mismo, desenrollando el cable desde la bodega del barco de forma paulatina y ajustada al avance del mismo. El cable abandona la bodega y siguiendo las poleas y guías dispuestas en la cubierta, cuelga por la popa y siguiendo una amplia curva, se deposita en el fondo del mar siguiendo la estela del navío. El peso del cable hace que se sitúe exactamente en la traza definida.

En su avance el barco de tendido va depositando el cable en el fondo, siguiendo en todo momento la trayectoria prefijada, utilizando para ello el sistema de posicionamiento dinámico. La navegación estará basada en el uso del DGPS (Diferencial Global Positioning System).

El GPS es un sistema de medida de distancia donde el receptor, situado a bordo del barco de tendido, mide la distancia simultáneamente de todos los satélites GPS sobre el horizonte.

El tendido del cable estará basado en el perfil del fondo marino e información obtenida del informe marino desarrollado antes del tendido y posterior estudio realizado sobre los parámetros de tendido.

Por lo tanto, para poder comparar los valores precalculados y asegurar que el cable es tendido adecuadamente sobre el fondo marino según el trazado previsto, se monitorizará desde el barco cablero con la siguiente información:

- Posicionamiento del barco de tendido.
- Posición del vehículo de control remoto (ROV).
- Velocidad de suministro del cable.
- Tensión del cable y ángulo de la bobina de tendido.
- Longitud del cable ya tendido.
- Profundidad.
- Velocidad y dirección del viento.

Durante el tendido se realizará una monitorización del posicionamiento del cable en el lecho marino (touch down monitoring), es decir, se realizará la detección del punto de contacto o posado del cable mediante un vehículo de control remoto para posibilitar pequeños ajustes de trazado con los que evitar apoyar sobre obstáculos aislados y evitar los “free spans”, vanos

libres entre apoyos del cable en irregularidades locales del fondo marino. El ROV operará desde un barco de apoyo independiente con su propio sistema de posicionamiento dinámico.

Esto se realizará de forma continua salvo en la zona de gran profundidad (y menores irregularidades) con el objeto de reducir al máximo la duración de las campañas de tendido de los cables ya que el ROV tiene mayores restricciones meteorológicas que el barco cablero.

En las proximidades del punto de llegada a tierra y antes de comenzar las operaciones terrestres, el barco se alejará cuidadosamente de la alineación de la ruta final del cable de forma que deje su popa libre para las operaciones de tendido y será situado en su posición final utilizando su sistema de posicionamiento dinámico.

Cuando el barco esté correctamente asegurado en su posición final, el cable flotará en un amplio bucle con la ayuda de flotadores y buceadores hasta que haya una suficiente longitud de cable fuera del barco.

Al ser el cable de mayor longitud que la necesaria para su tendido, el mismo será cortado y sellado a bordo, procediéndose entonces al tendido del lazo mediante botes auxiliares hacia tierra.

Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1.5 – 2 m el cable piloto será conectado al extremo o cabezal del cable submarino. Entonces, se empezará a tirar del cable piloto desde la máquina de tiro situada en tierra detrás del punto de empalme entre el cable submarino y el cable subterráneo.

La retirada de los flotadores se realizará partiendo desde el barco hacia la costa, permitiendo así que los submarinistas posicionen el cable en el fondo del mar.

Los riesgos asociados a esta UC se identificarán según los medios a emplear por el contratista y quedarán reflejados en el Plan de Seguridad y Salud que el mismo elabore.

8.2 PROCEDIMIENTOS DE ACCESO DE LAS DISTINTAS PARTES INVOLUCRADAS

8.2.1 Disposiciones necesarias para garantizar que sólo las personas autorizadas tengan acceso a la obra

SE RECUERDA que el acceso a la obra está cerrado al público.

Las personas que pueden acceder a ella son las personas involucradas en las obras y, por tanto, autorizadas por la Dirección de Obra. Los prestadores de servicios, repartidores, controladores, conductores, formadores, personal de mantenimiento, comerciales, etc., designados por la empresa usuaria de sus servicios, también estarán autorizados a entrar en el recinto, siempre que sean recibidos o acompañados por un representante de esta empresa que esté familiarizado con la obra, dotado de la protección individual necesaria e informado de los riesgos y de las instrucciones de seguridad que se deben respetar.

El coordinador de Seguridad y Salud debe ser notificado por adelantado de cualquier visita organizada por la propiedad o por cualquiera de sus proveedores o subcontratas en cumplimiento de la ley; el coordinador de Seguridad y Salud hará las gestiones necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder al emplazamiento.

Para cualquier persona externa que venga al sitio y cuya visita (sin actividad) sea aprobada por INELFE, deben respetarse las siguientes condiciones:

- Información sobre esta visita al Coordinador de S&H (con antelación).
- PPE usado por esta persona.
- Seguir la inducción de seguridad del sitio.
- Escolta permanente (organizada por la compañía) durante la visita al sitio.
- El acceso a las áreas de trabajo debe limitarse a lo estrictamente necesario y sujeto a la necesidad de un análisis de riesgos según el tipo de actividad realizada.
-

8.2.2 Personas autorizadas

Identificación de empresas:

Toda persona que trabaje en la obra debe poder demostrar que pertenece a una empresa declarada y conocida por el titular del proyecto.

Utilización de placa identificativa:

Es obligatorio llevar una placa identificativa personal en la obra.

Planifique su entrega y asegúrese de que cada persona que trabaje en la obra la lleve consigo de forma visible.

El adjudicatario del lote entregará a cada empleado una placa identificativa personal después de su identificación en el puesto de seguridad, realizada antes de cualquier intervención en la obra.

Recepción-charla de inducción en el emplazamiento:

Todos los empleados, trabajadores (incluso por un día) que vengan al sitio (en tierra o mar) deben haber recibido la presentación de la recepción de seguridad personalizada en el sitio en el que trabajará antes de comenzar su actividad.

Se debe incluir una presentación sobre el Covid 19 (o una pandemia similar en su caso) y mostrar a todos los trabajadores del sitio si las condiciones sanitarias siguen siendo las mismas.

El riesgo de UXO también debe ser claramente presentado.

Todas las diapositivas de la inducción de seguridad deben ser hechas en español y si es necesario en el idioma principal hablado por la tripulación.

En caso de una importante actualización de la inducción de seguridad, el personal del sitio (o barcaza o barco) debe seguir de nuevo la nueva inducción.

Información para los empleados:

Desde el momento de su entrada en la obra, el personal será informado sistemáticamente por su superior jerárquico de sus obligaciones en materia de protección individual y colectiva (obligaciones prescritas en el Estudio de Seguridad y Salud (ESS), uso de casco y calzado de seguridad, uso de una placa identificativa personal, uso de gafas de seguridad, etc.).

Las personas autorizadas por la Dirección de la obra para acceder a la obra estarán equipadas con un EPI (Equipo de Protección Individual) adecuado:

- Las personas pertenecientes a la Dirección de Obra designadas para participar en la operación.
- Las personas pertenecientes a la Asistencia a la Dirección de Obra, si existieran.
- Las personas pertenecientes a las Oficinas de Control del Proyecto designadas por la Dirección de Obra.
- Los coordinadores de Seguridad y Salud de la operación.
- Los empleados, incluidos los empleados temporales, nombrados por empresas que tengan un contrato que las vincule con la Dirección de Obra.
- Los empleados, incluidos los temporales, nombrados por subcontratistas declarados ante la Dirección de Obra y aprobados por ésta.
- Representantes de las administraciones y de los organismos oficiales de prevención: inspecciones de trabajo, médicos de empresa.
- Cualquier otra persona autorizada por la Dirección de Obra en relación con la operación.

8.2.3 Accesos para los que se requieren suplementos específicos

Algunas fases de la obra implicarán autorizaciones o restricciones correspondientes a los requisitos específicos definidos por la Dirección de Obra del proyecto (ver documento TM001).

Ejemplo: Operaciones en las zanjas para cables: La zanja, cuando existe, se encuentra por debajo de los compartimentos que contienen los equipamientos SF6. El acceso a la zanja está, así pues, sujeto a la autorización del Jefe de Operaciones.

Las empresas emitirán los documentos relacionados con la preparación del trabajo en un puesto de trabajo:

- M005- Solicitar acceso al emplazamiento o al equipamiento eléctrico.

Estas disposiciones se refieren al acceso a las obras para realizar una operación concreta o durante determinadas fases de las pruebas. Se recuerda que la autorización para acceder a equipamiento operativo es otorgada por el Jefe de Operaciones.

Obras de conexión terrestres:

En los emplazamientos itinerantes, esta información relativa a los empleados se actualizará cada vez que el entorno del emplazamiento experimente un cambio sustancial (por ejemplo, de un entorno de trabajo en un medio rural a un medio urbano).

Las normas de explotación que deben respetarse en las obras de las líneas subterráneas pueden consultarse en el documento IM043.

Debe haber una presentación o una sesión formativa relativa a las medidas que deben adoptarse en caso de que se encuentren municiones sin explotar (UXO).

Acceso a todos los barcos o barcas:

El acceso a los buques estará condicionado a que las empresas cumplan con las condiciones establecidas por los responsables de dichos buques.

En todos los casos, las personas que accedan a los buques deberán haber recibido formación en materia de atraque y supervivencia en el mar del tipo BOSIET para el personal que no sea de la marina, o STCW 95 para el personal de la marina o equivalente (deberá especificarse a la Dirección de Obra, si procede).

Se priorizará el acceso a los barcos en el muelle. Toda persona que acceda a las embarcaciones deberá estar equipada con un chaleco salvavidas con inflado automático según la norma UNE EN ISO 12402-2(nivel de rendimiento 275N) o con ropas con sistemas de flotabilidad integrados.

Véase también el capítulo 9.10.22 relativo a riesgos durante el traslado del personal al mar.

Obras de conexión Offshore:

Para las obras marítimas, el personal recibirá información detallada y adecuada a su llegada a cada buque o barcaza.

8.2.4 Casos diversos, personal temporal, empresas extranjeras, etc.

Utilización de personal temporal:

Las empresas que utilicen personal temporal deberán garantizar:

- Que las calificaciones de las personas son las apropiadas respecto al trabajo a realizar.
- Que se ha expedido el certificado de aptitud médica necesario para el lugar de trabajo del que se trate.
- La integración de los trabajadores temporales en el personal de la empresa, en particular en lo que se refiere a la mejora de la formación en materia de seguridad en las distintas técnicas y equipos utilizados para el ejercicio de sus funciones, la puesta

a disposición de los EPI y la utilización de vestuarios, comedores e instalaciones sanitarias.

Condiciones de trabajo de las empresas extranjeras:

- Las obligaciones del empresario principal en cualquier sector, al contratar o subcontratar un trabajo con una empresa extranjera que traslada temporalmente a sus trabajadores a España en el marco de una prestación de servicios transnacional son las mismas, independientemente de la nacionalidad de la empresa contratada o subcontratada. Por su parte, la empresa extranjera que desplaza a sus trabajadores, deberá cumplir con sus correspondientes obligaciones como empresa concurrente según el RD 171/2004, sin perjuicio de las obligaciones que le correspondan según lo establecido por la Ley 45/1999 de 29 de noviembre, relativa al desplazamiento de trabajadores en el marco de una prestación de servicios transnacional.

Proveedores de servicios subordinados a la empresa que recibe el servicio:

El alquiler de material con conductor no se considera subcontratación si se realiza bajo la subordinación de la empresa beneficiaria. Las modalidades de cooperación se definen, por lo tanto, mediante un acuerdo/contrato establecido entre las dos partes, complementado en la mayoría de los casos con las siguientes medidas de coordinación:

- A cargo del proveedor de servicios: conducción segura del vehículo, cumplimiento de las normas de tráfico y de las disposiciones específicas de la obra.
- Responsabilidades de la empresa beneficiaria del servicio:
 - o Garantizar de antemano la competencia del conductor y la adecuación y la verificación reglamentaria del vehículo certificando su conformidad.
 - o Indicación de las instrucciones generales de la obra.
 - o Indicar las partes pertinentes del plan de seguridad y salud de la empresa para informarle de los riesgos específicos del lugar: los procedimientos operativos, los riesgos y las medidas preventivas relacionadas con el servicio. Estas además se integrarán en el plan de seguridad y salud del proveedor de servicios.
 - o Autorizaciones administrativas necesarias, comunicación previa al inicio de la prestación, aparejo, carga, gestión o supervisión de las operaciones.

El alquiler de equipo con conductor puede aplicarse a las embarcaciones y las tripulaciones durante ciertas operaciones en el mar.

Esto se aplica a las embarcaciones de tipo de apoyo, por ejemplo, durante una operación de toalla e instalación de funda, o cuando se tira del cable en alta mar (por ejemplo, para guiar el cable, recuperar boyas, etc., pero no para una operación de buceo).

Los riesgos de operación de estos barcos deben ser integrados en el análisis del trabajo en su conjunto.

Otros proveedores de servicios: entrega de un Plan de Seguridad y Salud e inspección conjunta:

Los proveedores que no operan bajo la subordinación de una empresa beneficiaria, así como los servicios que se enumeran a continuación (lista no exhaustiva), se refieren a intervenciones rutinarias de proveedores quienes, debido a los graves riesgos asociados a la naturaleza de las intervenciones, deben ser considerados como una empresa.

Como tales, estos proveedores de servicios estarán sujetos a todas las disposiciones en materia de seguridad y salud aplicables a la operación concernida (inspección conjunta y entrega de un Plan de Seguridad y Salud): montadores de grúas, instaladores de redes, montadores de andamios, etc.

Proveedores - repartidor:

Cuando una empresa recibe a un proveedor o un repartidor un representante de la empresa deberá encargarse de recibirlo en la entrada de la obra, guiarlo y acompañarlo en todos sus desplazamientos en el interior de la obra. La empresa le proporcionará el equipo de protección individual necesario para su protección si no lo tiene ya. Deberán serle igualmente proporcionados un mapa de acceso a las diferentes áreas de la obra y los datos de contacto de la persona encargada de recibirlo.

Declaración de subcontratistas:

Al presentar ofertas o antes de cualquier intervención en la obra, las empresas licitadoras deben especificar los nombres de los subcontratistas que participarán en la realización de los trabajos.

Las empresas subcontratadas deben ser aprobadas por la Dirección de Obra.

Estas deberán establecer, de la misma manera que la empresa adjudicataria del lote, un Plan de Seguridad y Salud dentro del plazo reglamentario.

La empresa y su subcontratista concertarán una cita con el Coordinador de Seguridad y Salud para realizar una inspección conjunta del lugar, antes de cualquier trabajo o intervención.

El incumplimiento de alguna de estas obligaciones reglamentarias, en particular el descubrimiento en la obra de subcontratistas no identificados en el registro será objeto de un informe a la Dirección de Obra.

Esta última decidirá sobre el procedimiento de exclusión de la empresa de la obra y sobre la aplicación de las sanciones previstas en el contrato de la empresa adjudicataria.

Cualquier compañía cuyo PSS no esté armonizado por el Coordinador de S&H no puede acceder al sitio. Su equipo tampoco puede ser descargado allí:

Como parte de sus obligaciones reglamentarias, como contratista, la empresa debe asegurarse de que sus subcontratistas cumplan con las normas relativas a la lucha contra el

trabajo oculto, con referencia a la Ley. Para ello, la empresa debe hacer que sus subcontratistas sean aprobados por el Propietario.

La aprobación valdrá la autorización para que los subcontratistas intervengan en el sitio, en las condiciones definidas por el reglamento.

Esta condición se aplica también a los subcontratistas de segundo nivel designados por las empresas ganadoras de un lote.

El Propietario indicará al coordinador de S&H, a medida que sean aprobados, los nombres y datos de contacto de las empresas subcontratistas de las empresas titulares de un lote de obras.

Intervención fuera de los días y horarios de apertura de la obra:

Cualquier empresa que desee trabajar fuera de los períodos de apertura de la obra debe notificar por escrito a la Dirección de Obra y al Coordinador de Seguridad y Salud, con al menos una semana de antelación. Si estos últimos están de acuerdo, la empresa indicará en su Plan de Seguridad y Salud(añadido), que hará llegar al Coordinador de Seguridad y Salud, la naturaleza de la intervención, las condiciones para su implementación y las medidas específicas que adopte.

Para una intervención en domingo, la empresa está obligada a obtener las autorizaciones administrativas necesarias y a presentar una solicitud previa a la Dirección de Obra. Las solicitudes deben presentarse dentro de los plazos establecidos por las autoridades (que pueden ser de varias semanas).

8.3 INSTALACIONES DE OBRA

8.3.1 Organización de los emplazamientos de la obra

Planos de instalación de obra:

Se preparará y actualizará, según sea necesario, un Plan de Instalaciones de Obra para cada lote, en el que se incluyan todas las restricciones e instalaciones en el emplazamiento de la obra. Se permitirá a las distintas partes interesadas preparar sus intervenciones y gestionar el uso del espacio y el acceso de la forma más eficaz posible.

En función de la obra se especificará en cada Plan de Instalaciones de Obra:

- Los puntos de conexión con las redes de distribución que dan servicio a la obra.
- La disposición de las redes subterráneas y aéreas existentes en el emplazamiento de la obra.
- La ubicación de las vallas de la obra.
- El acceso a la obra.
- Las vías por las que pueden desplazarse peatones y vehículos.
- La posición de los indicadores de altura cuando los carriles de tráfico están por debajo o cerca de líneas aéreas o barras colectoras.
- Las zonas de espera, maniobra y giro para camiones y maquinaria.
- Las zonas de limpieza de las hormigoneras y ruedas de camiones.
- Los aparcamientos para vehículos de empresa y vehículos para el personal y de supervisión de la obra.
- Las áreas prohibidas al tráfico y el estacionamiento-
- Las zonas de aparcamiento de grúas.
- Las zonas en las que está prohibido elevar cargas.
- Las instalaciones para el personal (sanitarios, vestuarios, comedores, oficinas, salas de reuniones, enfermería, etc.).
- La disposición de las redes de distribución (electricidad, agua, teléfono, aire comprimido, saneamiento, etc.) Y la posición de los puntos de distribución.
- La ubicación de los teléfonos de emergencia y de los puntos de reunión.
- La posición del equipo contra incendios.

8.3.2 Zonas dedicadas al personal. Generalidades

Instalación de las zonas dedicadas al personal de la obra:

Las empresas encargadas de la instalación de los emplazamientos dedicados al personal de obra serán consideradas como empresas intervinientes. Llevarán a cabo una inspección conjunta y transmitirán un procedimiento específico con su correspondiente Plan de Seguridad y Salud.

Protección contra incendios:

Los locales dedicados al personal de la obra deben estar equipados con extintores de incendios.

Gestión de las zonas dedicadas al personal de la obra:

Las instalaciones dedicadas al personal de la obra serán administradas por el responsable de la obra designado por la Dirección de obra durante toda la duración de los trabajos. Estas instalaciones permanecerán operativas durante toda la duración de cada fase de trabajo, incluidos los períodos de parada de obra y de prueba.

Vigilancia y seguridad permanente de las obras:

La empresa se asegurará de que cada emplazamiento de las obras esté debidamente cerrado fuera de horario de trabajo es decir al final del día, los fines de semana y días festivos, y será responsable de organizar su vigilancia durante y después de las horas de trabajo, las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

La compañía se asegurará de que cada sitio sea monitoreado permanentemente para asegurar que el público u otros trabajadores externos no estén expuestos a los peligros de las obras. Este control se puede realizar a través de una valla, control de acceso, guardias de seguridad y la instalación de boyas o bloques de hormigón en la playa.

En caso de daños en el sistema de cierre de la obra, la empresa se compromete a realizar las reparaciones sin demora.

Se creará un registro del emplazamiento de cada uno de los trabajos para supervisar el control de acceso y se utilizará en caso de emergencia o de evacuación imprevista de la obra.

La empresa no bloqueará las carreteras o caminos de acceso más de lo necesario.

Vestuarios:

Se ponen a disposición de los trabajadores vestuarios de conformidad con el Real Decreto 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo: adecuadamente ventilados, iluminados y adecuadamente calefaccionados, limpiados al menos una vez al día y mantenidos limpios en todo momento.

Comedores:

Cada comedor tendrá el tamaño necesario (o será adaptable) para satisfacer la demanda máxima de personal. Estará equipado con:

- Un número suficiente de mesas y sillas.
- Un dispositivo para calentar la comida.
- Una despensa o un refrigerador.
-

Local protegido contra influencias meteorológicas:

Los trabajadores dispondrán de un local en el que refugiarse en caso de condiciones climáticas adversas (frío, olas de calor, tormentas, etc.), o de instalaciones que ofrezcan la misma protección.

Aseos:

Se instalarán y se proporcionarán a los trabajadores instalaciones sanitarias equipadas con inodoros y papel higiénico. Se preverá al menos: (Véase ANEXO V-A del Real Decreto 486/1997):

- Un inodoro y un urinario por cada veinte hombres.
- Dos armarios por cada veinte mujeres.

Lavamanos:

Se instalarán y se proporcionarán a los trabajadores lavabos, a razón de un lavamanos por cada diez trabajadores (Véase ANEXO V-A del Real Decreto 486/1997).

Duchas:

En los lugares donde se realicen trabajos insalubres y sucios, se pondrán a disposición de los trabajadores duchas suficientes (Véase ANEXO V-A del Real Decreto 486/1997).

Oficinas de obra:

En las instalaciones fijas, cada empresa adjudicataria dispondrá de oficinas para la organización de la obra (Dirección de Obra / Coordinador Seguridad y Salud) en número y capacidad suficiente de acuerdo con las exigencias del contrato, equipadas con el mobiliario necesario, debidamente calefactadas, iluminadas y ventiladas de acuerdo con las normas aplicables. Se planificará igualmente una limpieza regular de estas.

Sala de reuniones:

En las instalaciones fijas, cada empresa adjudicataria dispondrá de una sala de reuniones de capacidad suficiente de acuerdo con las exigencias del contrato, equipada con el mobiliario necesario, debidamente calefactada, iluminada y ventilada de acuerdo con las normas aplicables. Se proporcionará un número suficiente de mesas y sillas, armarios para almacenar los documentos de la obra, incluidos los documentos de coordinación de Seguridad y Salud, y dispositivos para mostrar los planos.

La empresa adjudicataria del lote se encargará de la limpieza periódica de las oficinas e instalaciones.

8.3.3 Reuniones de obra

Reunión semanal:

A petición de la Dirección de Obra, desde el inicio de la obra y para cada lote, las empresas adjudicatarias, en cada reunión semanal de coordinación del trabajo, facilitarán a la Dirección de Obra y al Coordinador de Seguridad y Salud la siguiente información:

- Un informe semanal de progreso que incluirá:
 - o La síntesis de los trabajos en curso.
 - o La previsión de las obras de las (semana)+1.

- La previsión de las intervenciones que requieren procedimientos específicos (autorizaciones de obra, permisos de incendio, remesas, entregas, almacenamientos, elevaciones, etc.).
- El resumen de las medidas adoptadas en materia de prevención/seguridad.
- El estado de avance en el que se encuentra respecto a la planificación.
- La lista del personal que trabajará en el emplazamiento de la obra durante la S(Semana)+1 (preparación de la placa identificativa).

Con el fin de prevenir el riesgo de interferencia de las tareas, el Coordinador de Seguridad y Salud podrá organizar cada semana, además de las reuniones de coordinación organizadas por la Dirección de Obra, una reunión de coordinación relativa a la seguridad con las partes interesadas, a fin de adoptar todas las medidas necesarias para contrarrestar dichos riesgos.

8.3.4 Gastos operativos

Consumo y suscripciones:

Las suscripciones y consumos de los siguientes ítems son responsabilidad de cada empresa adjudicataria:

- Consumo de agua (lectura del contador).
- Instalación de grifos de desagüe, mangueras de riego, etc.
- Consumo de electricidad, incluido el mantenimiento de las instalaciones.
- Suscripción a la recogida de basuras.
- Suscripción y consumo de teléfono, equipo de oficina, sala de reuniones.
- Apertura de líneas ADSL incluido el consumo.

8.3.5 Limpieza de las instalaciones

Al final del día, cada empresa deberá limpiar y ordenar los locales afectados por su intervención (evacuación de escombros, recuperación de envases, poliestirenos, lana de vidrio, madera, etc.).

Al final de cada semana, cada empresa deberá realizar una limpieza a fondo de todas las partes afectadas por su intervención (barrido de suelos, escaleras, almacenamiento de equipos, plataformas, alargadores, exteriores de edificios, andamios, etc.).

Cuando una empresa abandona una zona o un sector de la obra después de haber trabajado allí, deberá garantizar la limpieza de dicha zona y la eliminación de los residuos en los contenedores previstos para cada tipo, con el fin de permitir que otras empresas puedan afectar la zona.

La empresa adjudicataria se asegurará de que la generación de polvo en la obra sea mínima. Se pondrá especial cuidado en evitar que los residuos arrastrados por el viento se extiendan a zonas situadas fuera de los límites de la obra. Si esto ocurriera, la empresa deberá recoger y eliminar rápidamente los residuos transportados por el viento.

Limpieza de las zonas de intervención:

Todas las áreas de intervención se mantendrán limpias en todo momento. Estarán equipadas con contenedores y un sistema de clasificación de residuos.

Limpieza de las vías de acceso y de circulación de la obra:

Las empresas adjudicatarias se coordinarán con sus subcontratistas para garantizar el mantenimiento y la limpieza de los accesos a la obra y de los carriles de circulación durante las obras. Esto incluye, por motivos de seguridad de los trabajadores, barrer tantas veces como sea necesario en función de los trabajos.

En caso de incumplimiento por parte de alguna de las empresas adjudicatarias, una empresa designada por la Dirección de Obra podrá llevar a cabo el mantenimiento y la limpieza a cargo de la empresa infractora.

Limpieza de las vías exteriores a la obra:

Durante cada fase de transporte de materiales en la que se requiera el uso de varios camiones, la empresa responsable llevará a cabo el mismo día una limpieza sistemática de las calles adyacentes sucias.

En caso necesario, la empresa organizará varias limpiezas al día para garantizar la limpieza de las vías y evitar así accidentes.

8.3.6 Rehabilitación de parcelas, carreteras y caminos en caso de deterioro

Al final del trabajo, la empresa adjudicataria deberá limpiar completamente las vías y caminos y realizar los trabajos de restauración pertinentes.

La construcción de los caminos y pistas es responsabilidad la empresa adjudicataria.

Todas las parcelas serán restauradas una vez finalizada la obra eliminando cualquier rastro de dichos trabajos. Los daños causados por las obras serán totalmente a cargo de la empresa adjudicataria. La empresa adjudicataria y las partes concernidas organizarán una inspección conjunta de los emplazamientos antes y después de las obras, con el fin de resolver los litigios derivados de los posibles daños.

Al final de la obra, la empresa adjudicataria enviará un informe de justificación de daños cumplimentado y fotocopias de los correspondientes informes de pago.

8.3.7 Obras de ingeniería civil del enlace terrestre

Plataforma para las instalaciones de obra:

La implementación de las instalaciones de obra se definirá teniendo en cuenta la posible presencia de las redes y las recomendaciones resultantes del informe «Interferencias y servicios afectados».

La plataforma será realizada en material poroso, con un sistema de drenaje de aguas pluviales e iluminación adecuada.

Instalaciones de obra:

Véanse las disposiciones del capítulo 8.2.2. Zonas dedicadas al personal. Generalidades.

Instalaciones de obra temporales:

Durante las fases de trabajo de obras con emplazamiento itinerante, o cuando la obra se instale puntualmente durante un período inferior a un mes, se aplicarán las siguientes disposiciones: las empresas podrán instalar una Unidad Sanitaria Móvil, que dispondrá de las características de confort reglamentarias. Se dimensionará en función del número de usuarios.

Áreas de obras de construcción:

Se implementarán una o más áreas para facilitar el almacenamiento de los equipamientos y el traslado de estos dentro y fuera de las zonas de las instalaciones de obra dedicadas al personal.

Vallado - generalidades:

Se instalará un vallado de la obra que cumpla con los requisitos reglamentarios en la periferia de las áreas de trabajo (instalación de soportes, grúas, mantenimiento de los soportes...).

El acceso a esta área debe estar físicamente prohibido a todas las personas ajenas a la obra.

Vallado de obra a campo abierto:

Las vallas a ambos lados de la zanja y de la vía se realizarán mediante merlones de tierra vegetal y material excavado de la zanja o malla metálica naranja de 1,00 m de altura fijada sobre postes de madera.

La empresa adjudicataria proveerá e instalará todas las vallas requeridas por los agricultores.

Vallado de las instalaciones - zonas urbanas:

Las vallas estarán formadas por vallas de 1,00 m de altura fijadas entre sí, para las zonas menos densas y por una rejilla estándar (Héras) para las zonas más densas.

Valla para las obras propiamente dichas - carreteras extraurbanas:

Las vallas y protecciones, del lado de los carriles de circulación, serán las definidas en las órdenes de trabajo emitidas por las empresas adjudicatarias.

Las vallas, del lado del arcén, se realizarán con merlones o con una barrera de al menos 1,00 m de alto.

Instalación de protecciones y señalizaciones en carreteras:

La organización de la obra y la instalación de las señalizaciones en los carriles o a lo largo de los bordes de los carriles de circulación serán realizadas por una empresa competente en obras viales.

Se enviará un Plan de implementación al Coordinador de Seguridad y Salud y se adjuntará a los documentos del Plan de Seguridad y Salud de las empresas concernidas.

El procedimiento de instalación se describirá en el Estudio de Seguridad y Salud.

Servicios exteriores a las obras:

Todas las obras deberán disponer de un acceso por carretera, de conexiones a las redes de distribución de agua potable y electricidad y de evacuación de aguas residuales.

Electricidad - instalación principal:

La instalación fija temporal (armario de alimentación eléctrica de la obra) se realizará durante la preparación de la obra desde el punto de conexión definido por la Dirección de Obra.

Esta instalación, que cumple con los requisitos reglamentarios y la Norma «NTP 271: Instalaciones eléctricas en obras», será aprobada e inspeccionada por un organismo acreditado. Una copia del informe de aceptación deberá estar disponible en la obra. Cada modificación significativa de la instalación eléctrica estará sujeta a un control reglamentario.

Instalaciones móviles y secundarias:

Los generadores (unidades portátiles, móviles o fijas) se utilizan generalmente como fuentes de energía para obras de construcción móviles o como puntos de energía adicionales.

Se llevará a cabo una primera comprobación inicial después de que se haya completado el suministro de energía eléctrica del emplazamiento y la instalación de obra. No obstante, las denominadas unidades portátiles (clase 1) pueden utilizarse sin verificación inicial (control externo) si el equipo cumple los requisitos de la normativa vigente y funciona de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En cada instalación, las empresas tomarán las medidas necesarias para tratar los gases de escape. Cualquier evacuación de gases se hará en un flujo de aire libre en un área despejada.

En algunas instalaciones (cerca de un hospital, o en áreas con alta densidad residencial) se requerirá un equipo con silenciadores.

Electricidad - personal autorizado:

Las intervenciones eléctricas serán realizadas por personal formado y cualificado de acuerdo con el Real Decreto 614/2001.

Electricidad - descripción:

La instalación incluye por separado:

- Una caja de alimentación principal adaptada a la obra, que se instala bajo un armario estanco cerrado con llave.
- Una salida de suministro eléctrico para las instalaciones necesarias para el personal de la obra.
- Una salida de suministro eléctrico para los boxes divisorios y las redes de distribución conforme a las exigencias reglamentarias y a la norma «NTP 271: Instalaciones eléctricas en obra» para conexiones adaptadas a todos los oficios, incluyendo todos los desplazamientos y elementos diversos necesarios para el desarrollo de la obra en función del avance de esta.
- Iluminación general para eliminar sombras y garantizar un nivel mínimo de iluminación de 40 lux en el interior y 10 lux en el exterior.

Electricidad - protección:

La instalación incluirá circuitos separados y protegidos para el alumbrado y la distribución de energía, así como todas las conexiones a tierra y equipotenciales necesarias.

Las tomas de corriente divisorias incluirán al menos un dispositivo de protección diferencial de 30 mA, 4 tomas 2x16 A + T y 1 toma 3x20 A+T y una parada de emergencia normalizada. Dichas tomas estarán suspendidas o sobre patas.

Electricidad - documentos:

Los siguientes documentos serán necesarios en la obra:

- Un plano esquemático del lugar, en el que se indiquen, en particular, los pasajes de los cables que alimentan las obras.
- El registro de seguridad en el que se registran por orden cronológico las fechas y la naturaleza de las auditorías (1ª y 2ª auditorías - auditoría anual, si procede).
- Las justificaciones de los trabajos y las modificaciones realizadas para subsanar los defectos observados en los informes mencionados.

Aqua - Conexión:

La empresa adjudicataria de cada lote construirá una red de suministro de agua adaptada a las condiciones de la obra. Esta red abastecerá al emplazamiento de la obra y a las instalaciones sanitarias. La red de distribución de agua se ubicará en zanjas y estará protegida frente a las heladas.

En caso de que se lleven a cabo obras con amianto, deberán aplicarse disposiciones especiales, en particular en lo que se refiere a la instalación de duchas para el personal.

Aqua potable:

Cada empresa se asegurará de que todos los trabajadores tengan acceso a agua potable como mínimo a 3 litros por día y por persona.

Zona de limpieza de mezcladoras y maquinaria:

En caso de limpieza in situ, se dispondrá y se mantendrá una zona de lavado para las hormigoneras y las mezcladoras. Se recomienda, sin embargo, limpiar las hormigoneras directamente en la planta mezcladora de hormigón.

Se instalará y se mantendrá según sea necesario un dispositivo de limpieza de las hormigoneras, consistente en una fosa revestida con una capa de materiales filtrantes entre dos membranas fabricada con geotextil.

Un dispositivo que utilice un contenedor de tamaño adecuado podría utilizarse si garantiza una protección equivalente del medio ambiente.

Se instalará un sistema de señalización de obligado cumplimiento por parte de todos los camiones hormigoneras que salen de la obra. Se drenarán las de aguas contaminadas y los residuos de hormigón.

No se tolerará la contaminación del agua o de la tierra en el emplazamiento de la construcción de la línea subterránea en las áreas de lavado de las hormigoneras.

8.3.8 Obras de ingeniería civil del enlace marítimo

Límite de la obra offshore:

Para evitar dudas, se considerará que los buques se encuentran «in situ» en todo momento, dentro y alrededor de los límites del emplazamiento definidos en el contrato, desde el punto en que entran o se acercan al límite del emplazamiento para realizar los trabajos habiendo transitado desde un puerto externo, fondeadero u otro destino hasta el punto en que abandonan el límite del emplazamiento para dirigirse a un puerto externo, fondeadero u otro destino.

Vallado - generalidades durante el trabajo en tierra:

Se instalará un vallado de la obra en la periferia de las áreas de trabajo (instalación de soportes, grúas, mantenimiento de los soportes de la LS, etc.).

El acceso a esta área debe estar físicamente prohibido a todas las personas ajenas a la obra. Las vallas deben estar formadas por elementos rígidos y unidos entre sí que impidan la entrada de personas al recinto y deben estar dotadas de una puerta de acceso dotada de un dispositivo de cierre con llave que impida el acceso durante los períodos de inactividad (noche, fin de semana, etc.).

Señalización en la periferia de las obras:

Diferentes pictogramas y señales que indiquen:

- La prohibición de acceso a la obra de cualquier persona ajena a ella.
- La obligación de llevar un equipo de protección individual.

Se colocarán en cada entrada a la obra y se indicará en español:

ACCESO PROHIBIDO AL PUBLICO USO DEL CASCO Y BOTAS DE SEGURIDAD OBLIGATORIO

Vallado – Generalidades durante la fase de aterraje en el área intermareal:

Si estas obras no se realizan mediante perforación horizontal dirigida:

Durante las obras en la zona costera, el uso de vallas no será posible debido al rango de marea y a las corrientes presentes.

En consecuencia, las vallas serán sustituidas por cordones fijos con boyas de amarre.

Una boya cada 25 metros estará equipada con una señal en español en la que se recordarán los riesgos presentes:

ACCESO PROHIBIDO AL PUBLICO

Mas allá de este limite

**Riesgo de caídas
Riesgo de atrapamiento**

Estas boyas deben estar diseñadas para permanecer en posición vertical cuando están en el suelo (para mantener la señalización visible en todo momento).

Los cordones de boyas deben colocarse a una distancia suficiente para que, cuando la marea esté baja, estén al menos a 10 metros de cualquier zona de peligro (teniendo en cuenta la desviación debida al viento y a las corrientes marinas).

También se mostrarán las instrucciones de seguridad dirigidas a la población, en español, a la entrada de la playa.

Servicios exteriores a las obras:

Para la fase de preparación en el muelle o durante la fase de aterraje en la playa, la Dirección de Obra y las empresas adjudicatarias aplicarán las disposiciones relativas a las obras de ingeniería civil para el enlace terrestre (véase el capítulo 8.2.7.).

Instalaciones en las embarcaciones:

Instalaciones offshore

La empresa adjudicataria del lote deberá localizar en un plano global del buque o buques las instalaciones y los medios disponibles a bordo:

- Acceso a la obra / taller.
- Vías para peatones.
- Zonas libres de tráfico.
- Áreas en las que está prohibido sobrevolar cargas.
- Áreas de almacenamiento por tipo de material.
- Zonas reservadas a tiendas y talleres.
- Instalaciones de vida a bordo (instalaciones sanitarias, vestuarios, comedores, oficinas, salas de reuniones, enfermería, etc.).
- Posición de los puntos de distribución (electricidad, agua, teléfono, aire comprimido, saneamiento, etc.).
- Posición de los teléfonos de emergencia y de los puntos de reunión.
- Posición de los medios de emergencia contra incendios.

Dicho plan se incluirá en el Plan de Seguridad y Salud y se expondrá a bordo.

Instalaciones auxiliares:

Para la fase de preparación en el muelle o durante la fase de aterraje en la playa, la Dirección de Obra y las empresas adjudicatarias aplicarán las disposiciones relativas a las obras de ingeniería civil para el enlace terrestre (véase más arriba)

Enfermería:

Enfermería en las embarcaciones:

Dada la distancia de la obra, la dificultad de acceso, la criticidad de las operaciones a realizar y el tamaño de la embarcación, se puede implantar una enfermería con personal competente y capacitado para atender a una víctima de inmersión o hipotermia.

Si el número de empleados en la obra supera el umbral reglamentario, deberán aplicarse las disposiciones del ANEXO VI del Real Decreto 486/1997.

Se solicitará la opinión del médico de salud laboral de la empresa adjudicataria antes del establecimiento y la contratación de personal sanitario.

Enfermería en las obras terrestres:

El número de personas que trabajan en la obra en tierra no superará el umbral legal de 200 personas, por lo que no se impondrá el establecimiento de una enfermería.

Se garantizará que exista un kit de veneno (aspivenin) disponible en cada emplazamiento, los servicios de primeros auxilios deben estar capacitados para usarlo.

8.4 PELIGROS RELACIONADOS CON EL ENTORNO DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA

8.4.1 Suelo y subsuelo

En el desempeño de sus trabajos, las empresas deben tener en cuenta los peligros y limitaciones relacionados con la configuración del suelo y del subsuelo (contaminación, aguas subterráneas, cavidades, artefactos explosivos, etc.).

Informe sobre el estado del suelo:

El informe sobre el estado del suelo se adjunta al documento de consulta de las empresas. Las empresas intervinientes tendrán en cuenta las conclusiones, en particular las recomendaciones relativas a la naturaleza del suelo, las pendientes que deben respetarse, el tipo de cimentación de la maquinaria y las estructuras y todas las recomendaciones relativas a la contención de tierras.

Artefactos explosivos:

El descubrimiento de artefactos explosivos es posible o probable en el perímetro de la obra.

En caso de que se descubran artefactos explosivos, las obras deberán interrumpirse inmediatamente en las inmediaciones hasta que las autoridades competentes hayan retirado dichos artefactos.

Cada empresa adjudicataria y cada compañía deberá informar a los conductores de maquinaria de los peligros y de las pautas a seguir:

- Intensificar la atención.
- Detener la excavación al descubrir un objeto sospechoso.
- Nunca tocar el objeto sospechoso.
- Marcar la zona de descubrimiento.
- notificar al responsable de la obra para que alerte a los departamentos pertinentes (protección civil en la prefectura, policía, servicio de desminado).
- No reanudar el trabajo hasta que se retiren los objetos sospechosos.
- Mostrar los números de teléfono de los servicios de desminado en la oficina de la obra e incluir en el plan de seguridad y salud las empresas que deben ser contactadas en caso de que deban llevarse a cabo movimientos de tierra.

La Dirección de Obra se pondrá en contacto con los servicios de seguridad civil para que le informen de las áreas potencialmente contaminadas. La información será a continuación remitida a las empresas.

Los trabajadores autorizados en la obra dispondrán de una formación de reconocimiento de dispositivos pirotécnicos.

Obras en un área peligrosa:

La detección puede llevarse a cabo si el análisis de riesgos basado en el trabajo y los documentos disponibles indican que existe el riesgo de que se descubran artefactos explosivos. Las empresas que realicen excavaciones o movimientos de tierra en estas zonas seleccionarán a los trabajadores expuestos. Estos deben haber recibido la información adecuada.

Descontaminación pirotécnica:

En vista del pasado del área de trabajo concernida, se realizará una campaña de análisis de contaminación pirotécnica antes de que comiencen las obras que incluyan movimientos de tierras.

Certificación de empresas:

Las empresas que deban realizar operaciones de descontaminación pirotécnica en la zona de las obras deben estar certificadas por un organismo acreditado por una organización autorizada.

Hoja de procedimientos en caso de descubrimiento de municiones de guerra:

En una futura versión del Estudio de Seguridad y Salud se proporcionará un formulario adaptado a la región.

8.4.2 Búsqueda de estructuras o redes enterradas/aéreas: CAO/CACT

Las obras realizadas en las proximidades de obras subterráneas, aéreas o subacuáticas ya sean de dominio público o privado, están sujetas a determinadas normas establecidas en el ESS.

«Interferencias y servicios afectados»

De acuerdo con la normativa interna de REE, el titular español de la obra facilitará a cada contratista interesado la relación de los servicios afectados por las obras. La prevención se realizará de acuerdo con las normas indicadas en el ESS, en los apartados que les conciernan. Sin embargo, cuando se establezca la Reunión de Lanzamiento este asunto será revisado en caso de que existan interferencias que no se reflejen en el proyecto.

Todos los elementos, especificaciones o contratos elaborados con los operadores de red para la realización de trabajos próximos a una red serán remitidos al Coordinador de Seguridad y Salud.

Comunicación previa de apertura del Centro de Trabajo.

Es necesario comunicar la apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente, dentro de los treinta días siguientes. Dicha autoridad informará a la Inspección de Trabajo y a la Administración de la Seguridad Social. La comunicación previa de la apertura del centro de trabajo debe incluir el Plan de Seguridad y Salud de la empresa adjudicataria (PSS), y en él se incluirán las medidas de información y seguridad sobre las redes subterráneas y enterradas.

El Plan de Seguridad y Salud (PSS) estará permanentemente a disposición de la Inspección de Trabajo, de la Seguridad Social y de los técnicos de los organismos especializados en materia de seguridad y salud de las administraciones públicas competentes

8.4.3 Definición de las categorías de tensión

Las 4 categorías de tensión son:

Para corriente alterna (AC):

- MBT (Muy baja tensión) <a 25 Voltios.
- BT entre 25 V y 1 000 Voltios.
- MT entre 1 000 V y 36.000 Voltios.
- AT entre 36 000 V y 220.000 Voltios.
- AT > 220 000 Voltios.

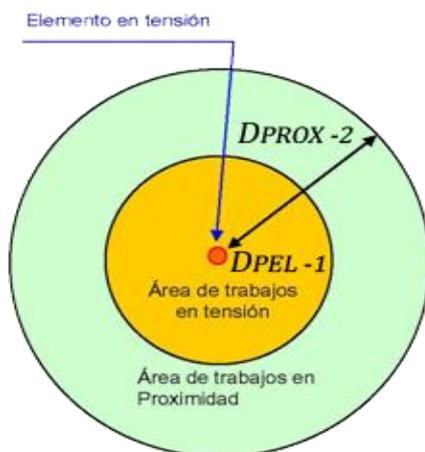
Para corriente continua (DC):

- MBT (Muy baja tensión) < à 120 Voltios.
- BT (Baja tensión) entre 120 V et 1 500 Voltios.
- AT (Alta tensión) entre 1 500 V et 75 000 Voltios.
- MAT (Muy Alta tensión) > 75 000 Voltios.

8.4.4 Definición de las distancias de seguridad

Las distancias de seguridad se definen entre un operador y una instalación u obra. Se distinguen 4 tipos de distancias a partir de un elemento en tensión sin protección:

- DPEL-1 = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).
- DPEL-2 = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).
- DPROX-1= distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulta posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).
- DPROX-2= distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).



Peligros eléctricos: trabajos en subestaciones y cerca de líneas de alta tensión:

En todas las subestaciones de REE cuando se trabaja cerca de elementos en tensión, los límites de las zonas de trabajo son los siguientes:

U (kV)	D _{PEL-1} (m)	D _{PROX-2} (m)
20 kV	0,72 m	3,0 m
45 kV	0,98 m	3,0 m

U (kV)	D _{PEL-1} (m)	D _{PROX-2} (m)
66 kV	1,20 m	3,0 m
110 kV	1,60 m	5,0 m
132 kV	1,80 m	5,0 m
220kV	2,60 m	5,0 m
400 kV	3,90 m	7,0 m

8.4.5 Redes eléctricas de BT, AT o MAT fuera a los emplazamientos de las obras

Cualquier empresa que pretenda realizar obras en las proximidades de líneas o equipos eléctricos comprobará con el operador, ya sea el representante local de la distribución de energía o el operador de la línea o instalación pública o privada en cuestión, la tensión de las líneas o instalaciones.

Para evitar el riesgo de electrificación, antes de realizar los trabajos, la empresa puede solicitar al operador que retire la tensión de la red, con el fin de realizar estos trabajos de forma segura.

En varias ocasiones, las conexiones subterráneas atraviesan las redes eléctricas de HT. Cualquier intervención en las inmediaciones de estas deberá realizarse con el consentimiento del operador.

Se recuerda a las empresas que el primer enlace probablemente estará ya en servicio (alimentado con energía) cuando lleguen las fases de tendido y conexión del segundo.

Las empresas deberán realizar todas las evaluaciones de riesgos relacionados con la inducción en cables durante el tendido y empalme.

El fabricante del cable se asegurará de que el extremo del cable situado en el parte interior de la bobina sea accesible para que este pueda conectarse a tierra. Se aceptará igualmente cualquier método que logre un nivel de seguridad equivalente durante las operaciones de tendido del cable en las que exista riesgo de inducción.

RECORDATORIO DE LAS DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD QUE DEBEN RESPETARSE EN LAS PROXIMIDADES DE UNA LÍNEA ELÉCTRICA PARA MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS O GRÚAS:

- 3 m para líneas e instalaciones con una tensión inferior a 50.000 voltios (CA).
- 5 m para líneas e instalaciones con una tensión superior o igual a 50 000 voltios (CA).
- 1,50 m para las redes subterráneas, cuando los trabajos se realicen utilizando maquinaria mecánica de movimiento de tierras.

CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA:

Véase la documentación técnica relativa, como la recogida en el Real Decreto 614/2001.

CONEXIONES EQUIPOTENCIALES:

Véase la documentación técnica relativa, como la recogida en el Real Decreto 614/2001.

REDES ELÉCTRICAS BT, MT y AT EN EL INTERIOR DE LOS EMPLAZAMIENTOS DE LAS OBRAS:

Las operaciones en instalaciones eléctricas o en sus inmediaciones con elementos en tensión sólo pueden ser realizadas por personal autorizado. Con el fin de evitar el riesgo de electrificación, la empresa pedirá al operador, si es posible, la retirada de la tensión de la red antes de que se realicen los trabajos.

Solicitud de desconexión:

Se solicitará al operador de la red que retire la tensión de la red en el emplazamiento durante un período de tiempo que se especificará de acuerdo con el calendario provisional y se emitirá el «certificado de apagado».

Retirada de la tensión aceptada por el operador:

- Apagado: Se suspenderá la ejecución de las obras en las proximidades de la red cuya alimentación eléctrica no haya sido desconectada.
- Certificado de apagado: El operador debe firmar un certificado escrito de desconexión de la red eléctrica y entregarlo a la persona responsable de la empresa que realizará los trabajos.

Retirada de la tensión rechazada por el operador

Si el operador se niega a cerrar la línea, canalización o instalación eléctrica en las inmediaciones de la cual está previsto realizar el trabajo, será esencial adoptar las medidas preventivas adecuadas en concertación y de acuerdo con el operador.

Instrucciones escritas del empleador:

Cada empresa afectada deberá redactar instrucciones escritas en la que se indiquen las medidas preventivas que deben adoptarse antes, durante y después de las obras e informar a las partes interesadas responsables de la ejecución de las obras.

Autorización de trabajo (M005)

Documento que se entrega cuando hay instalaciones eléctricas en servicio. Con dicho documento la Unidad responsable de la instalación, autoriza la realización de los trabajos una

vez que se hayan tomado todas las medidas de seguridad exigidas por la normativa vigente. Se gestionará preferentemente de forma digital y con aplicaciones informáticas.

OTRAS REDES NO ELÉCTRICAS:

En caso de presencia de redes no eléctricas, la empresa adjudicataria determinará, en concertación y de acuerdo con el operador concernido, las medidas que deben adoptarse, así como las recomendaciones técnicas y las instrucciones de seguridad que deben aplicarse, con el fin de evitar los riesgos derivados de la interferencia de estas redes en las obras. Estas medidas incluirán, en particular, la identificación y el marcado de las redes, las remesas, la desgasificación, la inertización y la instalación de dispositivos de protección mecánica, así como cualquier medida adicional solicitada por el operador.

Redes subterráneas de gas:

Cualquier intervención cerca de un gasoducto soterrado deberá llevarse a cabo con el consentimiento del operador.

Las instrucciones de esta último deben ser tenidas en cuenta en los procedimientos operativos de la empresa que llevará a cabo el trabajo, transcritas en su Plan de Seguridad y Salud y comunicadas al Coordinador de Seguridad y Salud.

Antes del inicio de la intervención:

Localización y marcado de canalizaciones subterráneas.

Preparación de los cruces de las redes para el paso de cables de alta tensión.

Las excavaciones solo podrán realizarse después de:

- Una información y una coordinación con el operador.
- Que sea requerida una consignación.
- Se realizará un seguimiento y una detección cuando sea posible.
- Se aplicará un método de excavación no destructivo para la investigación y la remoción de las redes.

Identificar la ubicación de la red y hacer un marcado en el suelo utilizando pancartas, pintura, banderas, letreros o cualquier otro medio eficaz.

Redes subterráneas de Hidrocarburos:

Localización y marcado de canalizaciones subterráneas.

Identificar la ubicación de la red y hacer un marcado en el suelo utilizando pancartas, pintura, banderas, letreros o cualquier otro medio eficaz.

8.4.6 Tráfico en las proximidades del emplazamiento de la obra

Tráfico rodado:

Durante las obras, se mantendrá el tráfico y el estacionamiento alrededor del emplazamiento de la obra. Las empresas adjudicatarias de los lotes del enlace subterráneo terrestre, la subestación eléctrica y el tendido de los cables deben tenerlo en cuenta en la organización del lugar y en la elección de los métodos operativos. Las empresas deberán proporcionar balizamiento y protección adaptados al personal de la obra y a las necesidades de los usuarios.

Reparto del tráfico:

En algunos tramos de carreteras (carreteras departamentales o vías comunales) se compartirá el tráfico. Se tomarán las medidas necesarias para compartir el tráfico con los residentes: La protección y la señalización cumplirán con las normativas pertinentes y los requisitos del operador.

Acceso continuo de los residentes locales, empresas y explotaciones agrícolas:

La empresa adjudicataria del lote realizará una consulta para conocer las necesidades de los residentes locales relativas al paso y acceso a sus propiedades o explotaciones.

Se tomarán medidas para garantizar las necesidades de acceso de cualquier tipo de usuario (peatones, personas con discapacidad, coches, camiones...). Los medios se definirán de antemano y, en la medida de lo posible, se estandarizarán.

Acceso continuo para los vehículos de extinción de incendios a través de las infraestructuras de protección de incendios Durante los trabajos a realizar, se tomarán las medidas necesarias para garantizar el acceso y el paso de los vehículos de extinción de incendios en todo momento a lo largo de las infraestructuras destinadas a tal fin

8.4.7 Condiciones meteorológicas

Suscripción a la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)

Enlaces terrestres y marinos:

La empresa adjudicataria del lote de los enlaces terrestres y marinos deberá suscribirse a AEMET (o equivalente) para obtener la previsión meteorológica para las próximas 12 horas y los próximos días.

Las diferentes alertas deben ser transmitidas a la organización del lugar de trabajo (Dirección de Obra, Coordinador de Seguridad y Salud, trabajos especiales, etc.). Las alertas se referirán a los riesgos debidos a los fuertes vientos, a las previsiones de tormentas, a las fuertes precipitaciones (lluvia, nieve, etc.), y al oleaje fuerte, al riesgo de inmersión, etc.

Obras de Ingeniería Civil - Enlace terrestre:

La empresa adjudicataria del lote de las obras de ingeniería civil del enlace terrestre deberá suscribirse al servicio AEMET (o equivalente) para obtener las previsiones meteorológicas para los próximos días.

Las diferentes alertas deben ser transmitidas a la organización del lugar de trabajo (Dirección de Obra, Coordinador de Seguridad y Salud, trabajos especiales, etc.). Las alertas se referirán a los riesgos debidos a los fuertes vientos, a las previsiones de tormentas, a las fuertes precipitaciones (lluvia, nieve, hielo negro), a inundaciones, etc.

8.4.8 Trabajo durante olas de calor

El período de vigilancia estacional comienza el 1 de junio y termina el 31 de agosto (o más según la extensión).

Como parte de la puesta en marcha de las medidas de alerta y acción, las empresas deberán que aplicar sin demora las medidas recomendadas por el plan de olas de calor del año en curso, en términos de organización del trabajo y condiciones de trabajo.

8.5 ENTORNOS O PELIGROS ESPECÍFICOS

8.5.1 Amianto

Se deben recordar las principales buenas prácticas de las empresas en la obra cuando ésta presenta materiales que contienen amianto:

Ningún material utilizado en la obra debe contener productos o componentes de amianto.

Obligaciones de la Dirección de Obra:

- Comunicar todos los documentos de identificación del amianto (demolición total o parcial) a la empresa adjudicataria del Lote, a las diferentes compañías y al Coordinador de Seguridad y Salud.
- Seleccionar empresas certificadas para el trabajo de remoción y contención del amianto (Obras definidas en el punto 3).
- Recuperar y mantener las hojas de seguimiento de residuos que contienen amianto.

Obligaciones de la Dirección de Obra (como Promotor de Proyecto):

- Comprobar la correcta transmisión de los documentos relativos al amianto a las diferentes empresas y la coherencia de los estudios realizados en relación con el trabajo.
- Notificar el requisito de certificación y comprobar que las empresas seleccionadas poseen la certificación (demolición, retirada o contención).
- Considerar la posibilidad de estudiar un posible plan de retirada (obras definidas en el punto 3) o procedimientos (intervenciones definidas en el punto 4).
- Prohibir cualquier actividad o actividad conjunta en las zonas de trabajo que provoque la emisión de fibras.

Empresas - subcontratistas –trabajadores autónomos:

- Garantizar la exhaustividad de los estudios antes de las obras y su coherencia con estas.
- Desarrollar y proporcionar un plan de salud y seguridad y un plan de demolición para la remoción o contención (obras definidas en el punto 3) o procedimientos (intervenciones definidas en el punto 4).
- Formar a sus empleados.
- Evaluar el nivel de polvo de las operaciones.
- Respetar las normas técnicas relativas a las obras a realizar.
- Embalar, almacenar y eliminar los residuos de amianto de acuerdo con las normativas y reglamentos del sector.

8.5.2 Amianto e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en el asfalto

Se deben recordar las principales buenas prácticas de las empresas en la obra cuando esta contiene materiales que contienen amianto y/o HAP:

Se recuerda que el uso del amianto está prohibido en España, desde diciembre de 2001, por Orden Ministerial, aprobada el 7 de diciembre de 2001, relativa a la prohibición del amianto.

Dirección de Obra:

- Realizar un diagnóstico histórico de las carreteras (utilización de la guía para ayudar a la caracterización de mezclas bituminosas) y, en caso de duda, tomar muestras por extracción de núcleos y posibles análisis de HAP.
- Comunicar todos los documentos relativos a las muestras y análisis realizados para los HAP a la empresa adjudicataria del Lote, a las diferentes compañías y al Coordinador de Seguridad y Salud.
- Seleccionar empresas certificadas para los diferentes tipos de trabajo a realizar (Obras definidas en el punto 3).
- Recuperar y mantener las hojas de seguimiento de residuos que contienen amianto.

Obligaciones de la Dirección de Obra (como Gerente de Proyecto):

- Comprobar la correcta transmisión de los documentos relativos al amianto y a los HAP a las diferentes empresas y la coherencia de los estudios realizados en relación con el trabajo.
- Notificar el requisito de certificación en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y comprobar que las empresas seleccionadas poseen la certificación (demolición, retirada o contención).
- Considerar la posibilidad de estudiar un posible plan de retirada (Obras definidas en el punto 3) o procedimientos (Intervenciones definidas en el punto 4).
- Prohibir cualquier actividad o actividad conjunta en las zonas de trabajo que provoque la emisión de fibras.

Empresas – subcontratistas – trabajadores autónomos:

- Garantizar la exhaustividad de los estudios antes de las obras y su coherencia con estas.
- Desarrollar y proporcionar un Plan de Salud y Seguridad y un plan de demolición para la remoción o contención (Obras definidas en el punto 3) o procedimientos (Intervenciones definidas en el punto 4).
- Formar a sus empleados.
- Evaluar el nivel de polvo de las operaciones.
- Respetar las normas técnicas relativas a las obras a realizar.
- Embalar, almacenar y eliminar los residuos de amianto de acuerdo con las normativas y reglamentos del sector.

8.5.3 Plomo

La Dirección de Obra deberá, en el marco de la evaluación de riesgos laborales (ESS/PSS), verificar la presencia de materiales que contengan plomo, de acuerdo con el código de salud pública y el código laboral, independientemente de la fecha de construcción de la obra.

De conformidad con las normativas en vigor, la Dirección de Obra proporcionará a la empresa adjudicataria del lote y al Coordinador de Seguridad y Salud los diferentes informes de seguimiento de los materiales que contienen plomo.

8.5.4 Trabajos de buceo – trabajos en entorno hiperbárico

Orden de 14 de octubre de 1997 por la que se aprueba el reglamento de seguridad de las actividades submarinas.

Estas normas se aplicarán a cualquier operación en la que las personas se vean sometidas a un entorno hiperbárico, ya sea buceo profesional, deportivo, recreativo o de cualquier otro tipo, con excepción de los ejercicios militares, ejecutada en aguas situadas en zonas en las que España ejerza su soberanía, derechos soberanos o jurisdiccionales, tanto en aguas marítimas como en aguas interiores.

Procedimientos:

Para el trabajo en un entorno hiperbárico por parte de empresas especializadas, cada empresa debe definir sus procedimientos según la especificidad de las condiciones de intervención (temperatura del agua, profundidad, corriente, etc.).

Sus procedimientos deben respetar las instrucciones técnicas de protección aplicables a este tipo de actividad y deben tener en cuenta los entornos de los puestos de trabajo, las coactividades previsibles y deben armonizarse durante el período de preparación de los trabajos.

8.5.5 Descubrimiento de municiones sin explotar (UXO) durante las operaciones en el mar

Informe GEOMINES:

El documento EH-GolfedeGascogne-260615 muestra la posible presencia de varios UXO en el trazado del enlace (parte marina), este documento debe ser añadido al documento de consultas de las empresas.

El descubrimiento de municiones sin explotar (UXO) es posible o probable en el mar.

En caso de que se descubra un artefacto que pueda explotar, los trabajos deben interrumpirse inmediatamente en todas las inmediaciones hasta que las autoridades competentes hayan retirado el equipo.

En caso de que se descubran artefactos explosivos sin detonar (UXO) en el fondo del mar:

- Informe inmediatamente del descubrimiento del dispositivo sospechoso por el canal VHF 16 o CROSS Atlantic.
- No los manipule, estos artefactos son peligrosos.
- Si es posible, tome fotografías con un objeto al lado para proporcionar una idea de la escala.
- Tomar puntos de referencia respecto al fondo marino.
- Especifique las coordenadas GPS.

En caso de que se descubran artefactos explosivos sin detonar (UXO) con un equipamiento de tendido de cables:

- No suba el artefacto a bordo del buque.
- Informe inmediatamente del descubrimiento del dispositivo sospechoso por el canal VHF 16 o CROSS Atlantic.
- Si es posible, tome fotografías., de la posición del buque y solicite instrucciones a la CROSS Atlantic.

8.5.6 Trabajo en otros entornos específicos

Normas operacionales de REE para las obras relativas a los cables subterráneos:

Todos los trabajos de las empresas relacionados con las líneas subterráneas se prepararán y llevarán a cabo de conformidad con los requisitos del documento: «Seguridad en los trabajos en conductores de alta tensión y cables de tierra» (ref. IM043 Ed.1 08.01.18) Documento adjunto a los documentos de la licitación.

Obras de carreteras:

Norma 8.3-IC, «Señalización de las obras» Esta completa guía explica las principales normas y recomendaciones prácticas aplicables al marcado de los emplazamientos de obras en medios urbanos. Se centra en lo siguiente:

- Señalización de emergencia y peligros temporales.
- Trabajos en el pavimento.
- Emplazamientos fijos.
- Obras de construcción móviles.
- Desvío de tráfico.
- Instalación y retirada de señales.

8.5.7 Situación sanitaria

Si la situación sanitaria relacionada con COVID-19 persiste, las regulaciones de la OMS, del Ministerio de Salud y de las autoridades locales relacionadas con esta pandemia (o alternativamente otras similares cuando sea el caso), deben aplicarse en los sitios terrestres

En cuanto a la parte marítima, las recomendaciones de la OMI se aplicarán a los buques y barcas, y a sus tripulaciones.

9 MEDIDAS DE COORDINACIÓN ADOPTADAS POR EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD - LIMITACIONES QUE DE ELLAS SE DERIVAN

9.1 PROTECCIONES COLECTIVAS

Se otorga prioridad a la protección colectiva ante la protección individual.

La integridad de las protecciones colectivas existentes en la obra debe ser mantenida, ya que estas protecciones colectivas no pueden ser desmanteladas o modificadas sin el acuerdo del jefe de la obra y/o del Coordinador de Seguridad y Salud.

La empresa adjudicataria es responsable del suministro, instalación y mantenimiento de toda la protección colectiva, señalización y marcado de zonas peligrosas, ocupación de los trabajos, acceso y tráfico en la obra necesarios para dicha empresa y sus subcontratistas.

Si durante la obra, una empresa debe retirar la protección colectiva ya existente o, si debido a la naturaleza de la obra (retirada de elementos, creación de una apertura, etc.), se crea una situación de peligro, esta deberá proporcionar equipos de sustitución adecuados que garanticen una protección colectiva eficaz.

La protección colectiva es sistemáticamente propiedad de una empresa, esta es la única responsable de su existencia y, por lo tanto, de su eficacia como destino. Por lo tanto, será requerida en caso necesario respecto a este punto.

9.2 PROTECCIONES INDIVIDUALES

Cada empresa proporcionará a sus empleados el equipo de protección individual (EPI) adecuado y garantizará su uso. Los EPI se definirán en los análisis de riesgo.

Deberán estar en buenas condiciones y haber sido sometidos a controles reglamentarios antes de su utilización. Los certificados de verificación del EPI (arnés, anticaídas, categoría 3, etc.) deben estar disponibles en la obra.

El EPI mínimo requerido en la obra estará compuesto por:

- Zapatos de seguridad (preferiblemente altos).
- Casco.
- Gafas de protección (en obras).
- Ropa retrorreflectante (en obras y fuera de las áreas de tráfico peatonal).
- Ropa de manga larga.
- Casco antiruido o tapones en función de la actividad.
- Guantes de trabajo adaptados a la actividad.

9.2.1 Enlaces marítimos

En el barco, el uso de EPI es obligatorio fuera de las zonas dedicadas a la tripulación.

Deberá estar en buenas condiciones y haber sido sometido a controles reglamentarios antes de su utilización. Los certificados de verificación del EPI (arnés, anticaídas, categoría 3, etc.) deben estar disponibles en la obra y deben enviarse al gerente de Seguridad y Salud del buque (para los subcontratistas).

El EPI mínimo requerido en buques o barcasas estará compuesto por:

- Zapatos de seguridad (preferiblemente altos).
- Casco.
- Gafas de protección (en obras).
- Ropa de trabajo ignífuga (norma EN 531) y equipada con cinta retrorreflectante (norma EN471).
- Casco antiruido o tapones.
- Guantes de trabajo adaptados a la actividad.
- chaleco salvavidas (en función de la zona en la que se encuentre el trabajador).

Guantes de trabajo:

El tipo de guantes debe adaptarse a la actividad en función del análisis de riesgo de esta actividad.

Se deben usar guantes resistentes a los golpes cuando se realicen manipulaciones en la cubierta o en el muelle.

9.3 MEDIDAS DE SEGURIDAD GENERALES A BORDO DE UN BUQUE

Las obligaciones previstas en el presente apartado se aplicarán siempre que lo exijan las características del lugar de trabajo o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo a bordo de un buque.

1.- Navegabilidad y estabilidad.

1.1.- El buque deberá mantenerse en buenas condiciones de navegabilidad y dotado de un equipo apropiado correspondiente a su destino y a su utilización.

1.2.- La información sobre las características de estabilidad del buque deberá estar disponible a bordo y ser accesible para el personal de guardia.

1.3.- Todo buque deberá tener y conservar una estabilidad suficiente en estado intacto en las condiciones de servicio previstas. El Capitán deberá adoptar las medidas de precaución necesarias para el mantenimiento de la estabilidad del buque. Las instrucciones relativas a la estabilidad del buque deberán observarse estrictamente.

2.- Instalación mecánica y eléctrica.

2.1.- La instalación eléctrica deberá proyectarse y realizarse de modo que no presente ningún peligro y que garantice:

La protección de la tripulación y del buque contra los peligros eléctricos.

El funcionamiento correcto de todos los equipos necesarios para el mantenimiento del buque en condiciones normales de operación y habitabilidad, sin recurrir a una fuente de energía eléctrica de emergencia.

El funcionamiento de los aparatos eléctricos esenciales para la seguridad en cualquier situación de emergencia.

2.2.- Deberá instalarse una fuente de energía eléctrica de emergencia.

Salvo en los buques abiertos, la fuente de energía eléctrica de emergencia deberá estar situada fuera de la sala de máquinas y estar diseñada, en todos los casos, de forma que garantice, en caso de incendio o de avería de la instalación eléctrica principal, el funcionamiento simultáneo, durante un mínimo de tres horas:

Del sistema de comunicación interna, de los detectores de incendios y de las señales necesarias en caso de emergencia.

De las luces de navegación y de la iluminación de emergencia.

Del sistema de radiocomunicación.

De la bomba eléctrica de emergencia contra incendios, si forma parte del equipo del buque.

Cuando la fuente de energía eléctrica de emergencia sea una batería de acumuladores y falle la fuente de energía eléctrica principal, esta batería de acumuladores deberá quedar conectada automáticamente al cuadro de distribución de energía eléctrica de emergencia y deberá garantizar la alimentación ininterrumpida durante tres horas de los sistemas a los que se hace referencia en el primer, segundo y tercer apartados del párrafo segundo.

Siempre que sea posible, el cuadro principal de distribución de electricidad y el cuadro de emergencia deberán estar instalados de tal forma que no puedan estar expuestos simultáneamente al agua o al fuego.

2.3.- Los cuadros de distribución deberán disponer de indicaciones claras; deberán revisarse periódicamente las cajas y los soportes de los fusibles para asegurarse de que se están utilizando fusibles de intensidad de fusión correcta.

2.4.- Los compartimentos donde se almacenen los acumuladores eléctricos deberán estar adecuadamente ventilados.

2.5.- Deberán probarse frecuentemente y mantenerse en correcto estado de funcionamiento todos los dispositivos electrónicos de navegación.

2.6.- Deberá probarse y examinarse periódicamente todo el equipo utilizado para la carga y descarga.

2.7.- Todos los componentes del mecanismo de tracción, del mecanismo de carga y descarga y de los demás equipos afines se deberán mantener en buenas condiciones de funcionamiento.

2.8.- Cuando haya a bordo instalaciones de refrigeración y sistemas de aire comprimido, deberán mantenerse correctamente y revisarse periódicamente.

2.9.- Los aparatos de cocina y electrodomésticos que utilicen gases pesados deberán utilizarse sólo en espacios bien ventilados y velando porque no se produzca una acumulación peligrosa de gas. Los cilindros que contengan gases inflamables y otros gases peligrosos deberán llevar claramente indicados sus contenidos y se almacenarán en cubiertas abiertas. Todas las válvulas, reguladores de presión y tuberías conectados con dichos cilindros deberán estar protegidos contra todo daño.

3.- Instalación de radiocomunicación.

La instalación de radiocomunicación deberá estar preparada para establecer contacto en todo momento con una estación costera o terrena como mínimo, habida cuenta de las condiciones normales de propagación de las ondas radioeléctricas.

4.- Vías y salidas de emergencia.

4.1.- Las vías y salidas que puedan utilizarse como vías y salidas de emergencia deberán permanecer siempre expeditas, ser de fácil acceso y conducir lo más directamente posible a la cubierta superior o a una zona de seguridad, y de allí a las embarcaciones de salvamento, de manera que los tripulantes puedan evacuar los lugares de trabajo y de alojamiento rápidamente y en condiciones de máxima seguridad.

4.2.- El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas que puedan utilizarse como vías y salidas de emergencia deberán adaptarse a la utilización, al equipo y a las dimensiones de los lugares de trabajo y de alojamiento, así como al número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos. Las salidas que puedan utilizarse como salidas de emergencia y permanezcan cerradas deberán poder ser abiertas con facilidad e inmediatamente en caso de emergencia por cualquier trabajador o por los equipos de salvamento.

4.3.- La estanqueidad a la intemperie o al agua de las puertas de emergencia y de otras salidas de emergencia se deberá adaptar a su emplazamiento y a sus funciones específicas. Las puertas de emergencia y otras salidas de emergencia deberán ofrecer una resistencia al fuego igual a la de los mamparos.

4.4.- Las vías y salidas de emergencia deberán señalizarse conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Esta señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera.

4.5.- Las vías, medios de evacuación y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipados con un sistema de iluminación de emergencia de suficiente intensidad para los casos de avería de la iluminación.

5.- Detección de incendios y lucha contra éstos.

5.1.- Según las dimensiones y la utilización del buque, los equipos que contenga, las características físicas y químicas de las sustancias que se encuentren en el buque y el número máximo de personas que puedan estar presentes en él, los alojamientos y los lugares de trabajo cerrados, incluida la sala de máquinas, así como las bodegas si fuere necesario, deberán estar equipados con dispositivos adecuados de lucha contra incendios y, si fuere necesario, con detectores de incendios y sistemas de alarma.

5.2.- Los dispositivos de lucha contra incendios deberán encontrarse siempre en su lugar, mantenerse en perfecto estado de funcionamiento y estar preparados para su uso inmediato. Los tripulantes deberán conocer el emplazamiento de los dispositivos de lucha contra incendios, saber cómo funcionan y cómo deben utilizarse. Antes de cualquier salida del buque del puerto deberá comprobarse que los extintores y demás equipos portátiles de lucha contra incendios se encuentran a bordo.

5.3.- Los dispositivos manuales de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación y deberán señalizarse conforme al Real Decreto sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera.

5.4.- Los sistemas de detección de incendios y de alarma contra incendios deberán probarse regularmente y mantenerse en buen estado.

5.5.- Los ejercicios de lucha contra incendios deberán efectuarse periódicamente.

6.- Ventilación de los lugares de trabajo cerrados.

Habida cuenta de los métodos de trabajo y de las exigencias físicas impuestas a los tripulantes, se deberá velar por que los lugares de trabajo cerrados dispongan de aire fresco en cantidad suficiente.

Si se utiliza una instalación de ventilación mecánica, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento.

7.- Temperatura de los locales.

7.1.- La temperatura en los locales de trabajo deberá ser adecuada al organismo humano durante el tiempo de trabajo, teniendo en cuenta los métodos de trabajo aplicados, las exigencias físicas impuestas a los tripulantes y las condiciones meteorológicas reinantes o que puedan reinar en la región en la que trabaje el buque.

7.2.- La temperatura de los alojamientos, de los servicios, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá, si tales locales existen, responder al uso específico de estos locales.

8.- Iluminación natural y artificial de los lugares de trabajo.

8.1.- Los lugares de trabajo deberán, en la medida de lo posible recibir luz natural suficiente y estar equipados con una iluminación artificial adecuada a las circunstancias de trabajo y que no ponga en peligro la seguridad y la salud de los tripulantes ni la navegación de los demás buques.

8.2.- Las instalaciones de iluminación de los lugares de trabajo, escaleras, escalas y pasillos deberán colocarse de manera que el tipo de iluminación previsto no presente riesgos de accidentes para los tripulantes ni obstaculice la navegación del buque.

8.3.- Los lugares de trabajo en los que los tripulantes estén particularmente expuestos a correr riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de emergencia de intensidad suficiente.

8.4.- La iluminación de emergencia deberá mantenerse en condiciones de funcionamiento eficaz y se probará periódicamente.

9.- Suelos, mamparos y techos.

9.1.- Los lugares a los que los tripulantes tengan acceso deberán ser antideslizantes o estar provistos de dispositivos contra caídas y estar libres de obstáculos, en la medida de lo posible.

9.2.- Los lugares de trabajo en los que estén instalados los puestos de trabajo deberán estar provistos de aislamiento acústico y térmico suficiente, habida cuenta del tipo de tareas y la actividad física de los tripulantes.

9.3.- La superficie de los suelos, los mamparos y los techos de los locales deberán ser tales que puedan limpiarse y revocarse para lograr condiciones de higiene adecuadas.

10.- Puertas.

10.1.- Las puertas deberán poder abrirse siempre desde el interior sin necesidad de equipos específicos. Cuando se utilicen los lugares de trabajo, las puertas deberán poder abrirse desde ambos lados.

10.2.- Las puertas, en particular las puertas correderas cuando no se pueda evitar su existencia, deberán funcionar con la mayor seguridad posible para los tripulantes, especialmente en condiciones marítimas y meteorológicas adversas.

11.-Vías de circulación y zonas peligrosas.

11.1.- Los pasillos, troncos, partes exteriores de las casetas y, en general, todas las vías de circulación, deberán estar equipados con barandas, barandillas, andariveles o cualquier otro medio de garantizar la seguridad de la tripulación durante sus actividades a bordo.

11.2.- Si hay riesgo de que los tripulantes caigan por la escotilla de la cubierta, o de una cubierta a otra, deberá instalarse la protección adecuada en todos los lugares en los que sea

posible hacerlo. Cuando dicha protección se realice mediante una baranda, ésta tendrá una altura mínima de un metro.

11.3.- Los accesos que deban abrirse por encima de la cubierta para permitir la utilización o el mantenimiento de las instalaciones deberán garantizar la seguridad de los tripulantes. Deberán instalarse barandas o dispositivos similares de protección de altura adecuada para evitar las caídas.

11.4.- Las amuradas u otros medios instalados para evitar las caídas por la borda deberán mantenerse en buen estado. En dichas amuradas deberán instalarse portas de desagüe u otros dispositivos similares, para una evacuación rápida del agua.

12.- Disposición de los lugares de trabajo.

12.1.- Las zonas de trabajo deberán mantenerse expeditas y, en la medida en que sea posible, estar protegidas contra el mar y ofrecer protección adecuada a los tripulantes contra las caídas a bordo o al mar. Las zonas de manipulación de herramientas de trabajo deberán ser lo suficientemente espaciosas por lo que a la altura y a la superficie se refiere.

12.2.- Cuando el control de los motores se efectúe en la sala de máquinas, deberá hacerse desde un local separado, aislado acústica y térmicamente de ésta y accesible sin atravesarla. Se considera que el puente de gobierno es un local que cumple con los requisitos mencionados en el párrafo primero.

12.3.- Los mandos del equipo de tracción deberán estar instalados en una zona lo suficientemente amplia para permitir a los operadores trabajar sin estorbos. Además, los equipos de tracción deberán estar provistos de dispositivos de seguridad adecuados para emergencias, incluidos los dispositivos de parada de emergencia.

12.4.- El operador de los mandos del equipo de tracción deberá tener una visión adecuada del mismo y de los tripulantes que estén a bordo. Cuando los equipos de tracción se accionen desde el puente, el operador deberá tener también una visión clara de los tripulantes, ya directamente ya por cualquier medio adecuado.

12.5.- Deberá utilizarse un sistema de comunicación fiable entre el puente y la cubierta de trabajo.

12.6.- Deberá mantenerse constantemente una estrecha vigilancia y avisar a la tripulación del peligro inminente de marejada durante las operaciones de trabajo o cuando se realice otro trabajo sobre cubierta.

12.7.- El recorrido al descubierto de los viradores, de los cables de arrastre y de las piezas móviles del equipo se deberá reducir al mínimo mediante la instalación de mecanismos de protección.

12.8.- Deberán instalarse sistemas de control para el traslado de cargas

13.- Primeros auxilios.

Todos los buques deberán disponer de un material de primeros auxilios conforme con la normativa sobre seguridad, salud y asistencia médica a bordo de buques.

14.- Escalas y pasarelas de embarque.

Deberá disponerse de una escala de embarque, de una pasarela de embarque o de cualquier otro dispositivo similar que ofrezca un acceso apropiado y seguro al buque.

15.-Ruido.

Se deberán adoptar todas las medidas técnicas necesarias para que el nivel sonoro de los lugares de trabajo y alojamientos se reduzca en lo posible en función del tamaño del buque.

9.4 EJEMPLOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PARA TRIPULACIÓN DE EMBARCACIONES

Se muestra a continuación una ropa de trabajo diseñada para los tripulantes de embarcaciones para aportarles seguridad y confort. Esta prenda ofrece el concepto Body Climate System, con el que se mantiene el cuerpo seco permitiendo la transpiración y consigue mantener el cuerpo caliente atrapando el calor. Asimismo, se protege al trabajador contra las inclemencias meteorológicas.

El equipo consta de tres prendas diferentes, una de ellas compuesta por camiseta, pantalón y calcetines que mantiene al cuerpo seco; una segunda cuenta con una membrana que trabaja como un cortavientos contra todo tipo de inclemencias; y la tercera prenda incorpora un chaleco salvavidas al peto con lo cual en caso de caer al mar, consciente o inconsciente, el chaleco se infla al ponerse en contacto con el agua (ver fotografías adjuntas). El chaleco salvavidas proporciona una flotabilidad de 150 N.

Como complemento al chaleco salvavidas, en los casos de emergencia, se puede tener otros dos componentes de seguridad que aumentarán la seguridad de los tripulantes: los trajes de supervivencia y los radiotransmisores personales (son unos transmisores que envían una señal de alerta a los servicios de rescate, dando bastante exactitud en cuanto a la posición).



Chaqueta de agua que va por encima del pantalón-peto



Pantalón-peto con el chaleco salvavidas incorporado (tirantes de color rojo).

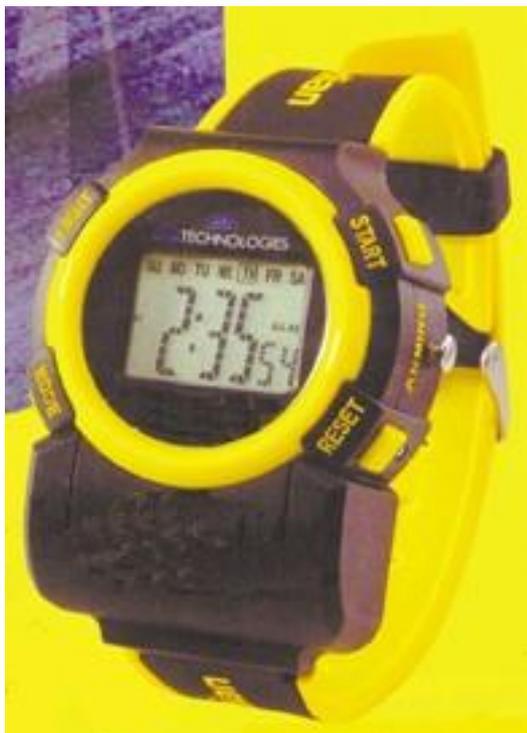


Detalle de ambas prendas una vez se ha activado el sistema e hinchado el chaleco salvavidas

En relación con la radiotransmisión personal se ha desarrollado el sistema de nuevo vigilante “Hombre al Agua”, que representa la mayor novedad en Seguridad Marítima. Útil para la seguridad de navegantes a vela, regatistas, yates, pescadores profesionales, aficionados, buceadores o de cualquier persona que esté en el mar.

Este reloj de pulsera, ligero, cómodo, práctico y multifunción, lleva incorporado internamente un transmisor que, cuando se activa manualmente o automáticamente en contacto con el agua, transmite una señal en (121.5 MHz), frecuencia internacional de emergencia para búsqueda y rescate. Esta señal puede ser detectada por su barco o si va equipado con un

receptor de emergencia, o por un barco de salvamento o helicóptero que, mediante sus receptores direccionales, pueden localizarle con precisión.



Reloj digital-radiobaliza “Hombre al agua”

La mayor ventaja del reloj, comparado con las tradicionales radio balizas, es su diseño y construcción que anima a los usuarios a aceptarlo como un reloj normal, 24 horas al día. Esto reduce sustancialmente el drama y riesgo de la pérdida de una persona en el mar si un inesperado accidente ocurre.

El reloj es ideal como ayuda para localizar a las personas que están en el mar, por accidente o como miembros del equipo de rescate.

Aunque el reloj se activará automáticamente por inmersión en el agua, la activación manual está disponible mediante la pulsación de 2 botones.

9.5 CARRETERAS O ZONAS DE MOVIMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL EN LA OBRA

9.5.1 Circulación de maquinaria y vehículos

La circulación y las maniobras de los vehículos y maquinaria en el interior del recinto de la obra deben organizarse de acuerdo con los principios desarrollados en la Norma 8.3-IC.

Plan de circulación

La empresa adjudicataria preparará un plan de circulación en función del trabajo a realizar.

Dicho plan de circulación se centrará en la especialización de los diferentes carriles.

De manera específica, se preverá:

- La dirección del tráfico.
- Las zonas de maniobra de vehículos y maquinarias.
- Las áreas de almacenamiento.
- El tráfico de peatones y de vehículos.
- La organización de las maniobras.
- Las zonas tampón de aparcamiento en la entrada del recinto.

La empresa adjudicataria presentará este plan de circulación a la Dirección de Obra o a su representante y al Coordinador de Seguridad y Salud para que lo asesoren antes del inicio de las obras.

La circulación de vehículos y maquinaria está prohibida fuera de las áreas especialmente designadas.

El acceso a las parcelas, aparcamientos, garajes o viviendas debe mantenerse a lo largo de toda la obra (mediante dispositivos adecuados, señalización temporal, etc.).

Interferencias:

Cualquier interferencia con actividades fuera a la obra deberá ser tomada en cuenta en el análisis de riesgos de la empresa adjudicataria. Esto se hará tan pronto como aparezca el peligro y se actualizará a medida que avancen las obras.

Las medidas adoptadas darán prioridad a la separación física o temporal de las actividades. Si la separación resulta imposible o inadecuada, la empresa propondrá medidas compensatorias que serán validadas por el Coordinador de Seguridad y Salud.

Vías en pendiente:

Construir rampas de acceso que tengan en cuenta las capacidades de paso y maniobrabilidad de los vehículos o maquinaria que deban utilizarlas, de forma que estas tengan una estructura y un estado de superficie compatible con el uso al que están destinadas (calidad de compactación, recubrimiento...):

- Se limitará la pendiente de las rampas de acceso a un máximo del 15%.
- Se indicarán todas las rampas con pendientes superiores al 10%.
- Restricciones especiales en el corredor de la traza subterránea.

Suelos desiguales, tolvas, pozos de registro, cunetas:

Antes de que los equipos de trabajo circulen sobre un suelo o pavimento, se comprobará la compatibilidad entre la carga máxima admisible sobre este suelo o pavimento y el peso del

equipo de trabajo. Cuando se vaya a desplazar un equipo de trabajo (andamio rodante, PEMP (plataformas elevadoras móviles para personas), desplazador de placas, etc.) a lo largo del borde de una tolva no cerrada, ésta deberá estar equipada en la periferia con un dispositivo situado y fijado en el borde de la tolva, capaz de detener las ruedas del equipo antes de que se desequilibre o caiga en la tolva.

Se instalará señalización con letreros y luces intermitentes en la entrada de la zona de peligro. Se redactarán instrucciones escritas que se proporcionarán a todos los operadores de la maquinaria.

Se instalarán obturadores u placas de suficiente resistencia, fijos, en los tanques, pozos de registro, cunetas y zanjas.

Degradación del terreno debido a la maquinaria de obra:

En caso de que se utilice maquinaria que pueda causar daños a las carreteras o a las plataformas provisionales, se preverán los medios adecuados para conservar el suelo en su estado original o restaurarlo.

Cualquier empresa que utilice maquinaria pesada, como grúas autopropulsadas, máquinas cargadoras telescópicas tipo Manuscopic, excavadoras, etc., en zonas en las que se encuentren canalizaciones, cables, estructuras soterradas, losas o suelos de estructuras, comunicará, para su aprobación previa, a la empresa adjudicataria del lote, las características y pesos de la maquinaria antes de la intervención.

Salida de vehículos de la obra:

Antes de abandonar la obra, la maquinaria y los vehículos deben limpiarse para no contaminar las calzadas exteriores a la obra.

En caso de que se ensucie la vía pública con maquinaria y vehículos de construcción, la limpieza se solicitará a una empresa especializada y se cobrará a la empresa infractora.

Aparcamiento y garaje de la maquinaria:

La maquinaria se estacionará y almacenará en un parque previsto a tales efectos. Una valla prohibirá el acceso durante los fines de semana y durante la noche cuando sea posible.

Pórticos para vehículos sobredimensionados:

Dada la presencia de redes aéreas (líneas de alta tensión, electricidad), se instalarán pórticos y gálibos de seguridad en la subestación si fuera necesario.

En la entrada del recinto se colocará una señal previa que indique la presencia de estos dispositivos de seguridad con indicación de la altura libre de paso y se colocará de nuevo antes del obstáculo. Los pórticos estarán listados en el plan de instalación y de circulación de la obra.

El principio de montaje de los gálibos deberá ser validado por el Coordinador de Seguridad y Salud, el operador INELFE o la Dirección de Obra.

Protección mecánica de estructuras:

Las estructuras o partes de las estructuras, tales como: soportes de bastidores, esquinas de edificios, fachadas de edificios, mástiles de alumbrado público, tuberías subterráneas, etc. se protegerán mecánicamente contra colisiones de vehículos o maquinaria de construcción.

9.5.2 Circulación de peatones

Se preverá la construcción de carreteras de acceso y caminos que conecten las instalaciones de obra dedicadas al personal con las zonas de estacionamiento del personal, los puestos de trabajo y la red de carreteras, así como su mantenimiento durante el período de obras.

El tráfico peatonal estará separado de los carriles para vehículos y maquinaria.

Las rutas estarán marcadas y señalizadas. Deberán permanecer libres de cualquier obstrucción (material, cable eléctrico, almacenamiento, escombros, etc.).

Las vías de acceso serán accesibles en todo momento.

Itinerarios:

Se instalará una separación física entre los carriles de tránsito peatonal y de vehículos, especialmente cerca y a la salida de las zonas donde se encuentran las instalaciones de obra dedicadas al personal.

Flechas, señalización:

La empresa adjudicataria del lote establecerá y mantendrá la señalización de las rutas peatonales.

Estos dispositivos deberán ser perfectamente visibles de día y de noche.

Acondicionamientos específicos:

Se establecerá una desviación del tráfico peatonal a la acera opuesta, incluyendo la construcción de un paso de peatones temporal y la instalación de la señalización vertical y horizontal correspondiente.

Se creará un cruce de peatones protegido por separadores de hormigón dedicado al tránsito peatonal en la zona ocupada por el carril de tráfico de vehículos.

Se proporcionará protección contra la caída de objetos por encima de los pasos peatonales.

Se instalarán dispositivos de protección anticaídas en excavaciones y zanjas a lo largo de las rutas peatonales.

9.5.3 Circulación de maquinaria, vehículos y peatones en un lugar de trabajo

Los itinerarios y las normas de tráfico de los vehículos, maquinaria y peatones en un lugar de trabajo se especificarán en concertación con el responsable de la obra. El responsable de cada empresa informará a su personal de las medidas adoptadas.

9.5.4 Medios de tránsito horizontal: pasarelas - suelos - plataformas

La elección e instalación de medios de transporte de buena calidad permite evitar el riesgo de accidentes en altura y las caídas desde alturas. Las pasarelas, suelos y plataformas se construirán de acuerdo con las disposiciones reglamentarias aplicables. Se dimensionarán, instalarán, fijarán y protegerán de forma que el tráfico en ambos sentidos pueda efectuarse sin riesgo de caída. Estarán equipados con dispositivos colectivos de protección contra caídas desde una altura. Garantizarán el acceso y la circulación en condiciones ergonómicas. Deberán permitir el paso de una camilla y garantizar la evacuación en caso de peligro inminente. Estarán debidamente iluminados.

Excavaciones - Zanjas:

Se instalarán y se mantendrán pasarelas de paso para cruzarlas zanjas cuando el ancho de la zanja sea mayor a 0,40 m.

Estas pasarelas, adaptadas al tamaño de las excavaciones y zanjas, estarán protegidas contra el riesgo de caída mediante barandillas en toda su longitud.

Ver también el apartado Riesgos relacionados con los trabajos de excavación.

Plataforma alrededor de las estructuras:

Las plataformas alrededor de las estructuras tendrán un ancho de 3,00m, para permitir el movimiento de personas y la instalación de andamios. Este ancho se mide perpendicularmente a la fachada.

9.5.5 Medios de tránsito vertical: escaleras - plataformas - andamios

El acceso deberá realizarse mediante cualquier tipo de medio seguro, en número suficiente, elegido en función de la altura de los puestos de trabajo: torre con escalera, escalera existente o a construir, andamio, ascensor de obra, etc.

Se preferirá la instalación de escaleras protegidas contra el riesgo de caída desde una altura a otros medios de circulación en las obras, en particular las escaleras de mano.

Debe buscarse prioritariamente, y planificarse de esta manera, que todos los tipos de escaleras, ya sean permanentes o temporales, puedan ser utilizados como principal medio de circulación por quienes trabajan en el lugar.

Cuando se prevean torres con escaleras, plataformas o andamios de pie, estos se construirán de conformidad con los requisitos reglamentarios que les sean aplicables.

Se aplicarán las disposiciones del RD 2177/04 «Disposiciones específicas relativas a la utilización de andamios».

Andamio común:

Los andamios puestos a disposición de las empresas durante las obras serán montados, aceptados y utilizados de acuerdo con las disposiciones del RD 2177/04.

Se instalarán andamios en la periferia de los edificios para permitir el trabajo en fachadas y cubiertas.

Dependiendo de la inclinación del tejado y para evitar el efecto «deslizamiento», estos se equiparán con barandillas elevadas adicionales y redes de retención en el último nivel (malla de 10 cm x 10 cm).

Todos los accesos al edificio estarán equipados con marquesinas de protección o barreras de grava para proteger a los peatones de objetos y materiales que puedan caer.

Los andamios deberán estar equipados con señales de advertencia que prohíban a personas no autorizadas subir al andamio:

- Acceso prohibido, se está construyendo un andamio.
- Acceso prohibido a toda persona no autorizada.

Andamios - Controles reglamentarios: generalidades

Se revisarán las escaleras, plataformas y andamios antes de la puesta en servicio o reinicio y, a continuación, periódicamente durante la obra, por una persona competente, de conformidad con los procedimientos prescritos por el Real Decreto de 12 de noviembre de 2004:

INSPECCIONES A REALIZAR ANTES DE LA PUESTA EN MARCHA O EL REINICIO:

- Prueba de adecuación + prueba de montaje e instalación + prueba de estado de conservación.
- Antes del primer uso.
- Después de cualquier desmontaje, seguido de un nuevo montaje.
- En caso de cambio de configuración, sustitución o transformación importante que afecte a los componentes esenciales, en particular a raíz de cualquier accidente o incidente causado por el fallo de uno de estos componentes o cualquier impacto que afecte a la estructura.
- como resultado de cambios en las condiciones de funcionamiento, condiciones atmosféricas o ambientales que puedan afectar a la seguridad de uso.
- Tras una interrupción de uso de al menos un mes.

INSPECCIONES PERIÓDICAS:

- Cada 3 meses (examen en profundidad del estado de conservación).
- Diario (examen del estado de conservación).

9.5.6 Medios de protección colectiva contra caídas

La aplicación de la protección colectiva antes de la intervención de las empresas, en particular cuando se trata de la protección colectiva contra el riesgo de caídas desde una altura, es una prioridad.

Las protecciones colectivas se diseñarán e instalarán de acuerdo con las disposiciones reglamentarias que les sean aplicables.

Cumplirán los siguientes objetivos con el fin de cumplir los principios generales de prevención:

- La construcción de las protecciones colectivas definitivas integradas en la estructura será preferible, en la medida de lo posible, a la instalación de protecciones temporales en la obra.
- La empresa encargada de la protección colectiva buscará e implementará soluciones para evitar que la ejecución de un determinado trabajo conduzca a la supresión temporal de la protección colectiva.
- El mantenimiento y la conservación de la protección colectiva correrán a cargo de una empresa designada a tal efecto.

9.6 CONDICIONES DE MANIPULACIÓN DE LOS DIFERENTES MATERIALES Y EQUIPOS - MEDIDAS PARA LIMITAR LA MANIPULACIÓN MANUAL

9.6.1 Equipo de trabajo utilizado para la elevación de cargas

Los equipos de trabajo móviles o desmontables utilizados para la elevación de cargas deberán utilizarse de forma que se garantice su estabilidad en todas las condiciones previsibles, teniendo en cuenta la naturaleza de los soportes.

Se considerará que las instalaciones, los equipos y los dispositivos de elevación cumplen los requisitos reglamentarios que les son aplicables antes de cualquier utilización.

Se exigirá a las empresas que realicen auditorías reglamentarias antes de la puesta en servicio y periódicamente durante el trabajo. Deberán poder justificar que estas han sido realizadas. Una copia de los informes de verificación estará disponible en la obra.

Los conductores y usuarios deberán estar en posesión de los permisos de conducción correspondientes al equipo y deberán poder presentarlos en cualquier momento.

Las cargas a elevar deben estar perfectamente aseguradas para que ningún equipo o material pueda caerse durante la maniobra. Se debe realizar una inspección de las cargas (cesta,

contenedor, etc.), comprobando la ausencia de materiales en el paso de las horquillas de las cestas o contenedores a elevar.

Las empresas que utilizan varios equipos de elevación deben obtener el acuerdo del Coordinador para evitar cualquier riesgo de interferencia.

La empresa adjudicataria del lote o la empresa para la que se realiza la elevación en caso de operaciones de elevación difíciles y/o delicadas o a ciegas nombrará a un supervisor de maniobras. Las órdenes gestuales relativas a la manipulación y elevación serán conformes al Real Decreto 485/1997, y las zonas de manipulación estarán permanentemente despejadas. Los paquetes y materiales se almacenarán cuidadosamente.

Durante estas operaciones, un plan de izado deberá ser validado por la empresa adjudicataria del lote (o su representante).

En la manipulación, se recomienda encarecidamente el uso de guantes resistentes a los golpes que ofrezcan una protección muy buena de las manos contra el aplastamiento.

El sobrevuelo de cargas fuera del emplazamiento de las obras está estrictamente prohibido.

El operador que realiza la suspensión de las cargas deberá haber sido formado para realizar este ejercicio y contará con la autorización de su empleador. El jefe de maniobras deberá llevar un chaleco reflectante flotado «jefe de maniobras» y contar con las autorizaciones de su empleador.

Todos los equipos de elevación de las empresas deberán figurar en su registro de seguridad actualizado.

Se debe fomentar el uso de garfios de manipulación tipo «PushPull Poles», que permiten tirar o empujar la carga sin tocarla con las manos, algunos modelos (telescopicos) de estos garfios permiten atrapar la cuerda guía sin pasar por debajo de la carga.

Grúas torre:

La instalación y el equipamiento técnico de la maquinaria deberán permitir eliminar o controlar las zonas de interferencia en caso de que se instalen varias grúas torre (Real Decreto 836/2003).

Las zonas de sobrevuelo prohibidas y las zonas de interferencia se indicarán claramente en el Plan de instalación de la obra.

El sistema de control de movimiento de la grúa torre deberá ser comprobado antes de la puesta en marcha y en cada modificación.

La cabina del conductor estará equipada con un radioenlace que permitirá la comunicación permanente con el jefe de maniobras.

Todas las grúas torre, independientemente de la fecha de puesta en servicio, deberán estar equipadas con un limitador de carga y un limitador del momento de vuelco. La conformidad y

el buen funcionamiento de estos dispositivos deberá mencionarse en el último informe de verificación de la máquina.

Cada grúa torre deberá estar equipada con doble señalización (óptica y acústica) controlada por un anemómetro con transferencia de la velocidad del viento en la cabina y en la parte inferior de la grúa, con el fin de atraer la atención del operador de la grúa y del jefe de obra antes de que la velocidad del viento pueda comprometer la estabilidad del equipo.

Cada grúa debe estar equipada con señalización nocturna.

La empresa adjudicataria tomará todas las medidas necesarias para evitar el riesgo de aplastamiento o impacto debido al movimiento de la grúa sobre su vía, o al movimiento del contrapeso si se encuentra al pie del mástil.

Grúas móviles:

En tareas rutinarias y repetitivas en la obra el uso de grúas móviles debajo de las grúas torre estará prohibido.

Está prohibido utilizar grúas móviles debajo de las grúas torre sin dispositivos anticolidión controlados por el funcionamiento de la grúa (limitador, tope, etc.).

En el caso de varias grúas móviles en interferencia, es necesario elaborar previamente un protocolo de funcionamiento intra o interempresarial.

Sólo en este caso, las empresas deberán comunicar a la Dirección de Obra o la empresa adjudicataria del lote y al Coordinador de Seguridad y Salud, para su aprobación previa, un estudio de riesgos (estudio de interferencias con otros equipos de elevación y coordinación de seguridad) acompañado de las medidas preventivas adecuadas. Deberá evitarse la posibilidad de que se produzcan interferencias en la carga.

Todas las grúas móviles, independientemente de su fecha de puesta en servicio, deben estar equipadas con un controlador de estado de carga. La conformidad y el correcto funcionamiento de este dispositivo contra sobrecargas deberá mencionarse en el último informe de verificación de la máquina.

Elevadores para el personal:

Se permitirá la utilización de plataformas elevadoras de trabajo, obviamente actualizadas con los controles periódicos realizados por un organismo autorizado.

El registro de informes y verificaciones deberá estar disponible en la obra.

El conductor y/o supervisor del elevador de personal deberá tener todas las cualificaciones necesarias (permiso de conducir).

El área de suelo ocupado sobre el área de trabajo deberá estar señalizada y marcada.

Medidas a adoptar en caso de viento:

Para el uso de grúas torre, grúas móviles, PEMP o plataformas de trabajo aéreas en condiciones de viento, los usuarios deberán consultar previamente el manual de instrucciones del fabricante (y si es necesario, consultar al propio fabricante) para definir los medios que deberán utilizarse para garantizar la estabilidad del equipo, teniendo en cuenta:

- El tipo de equipo y su fecha de construcción.
- Condiciones generales de uso (asientos, anclajes...).
- En el caso de las grúas, los riesgos relacionados con la manipulación de cargas de gran superficie.

El contratista que utilice un dispositivo de elevación deberá, así pues, establecer una instrucción (que se adjuntará al Plan de Seguridad y Salud) para el personal de la obra (supervisores y operadores de grúa) en la que se proporcionarán instrucciones precisas sobre las condiciones que requieren la parada de las grúas fijas o móviles en presencia de viento, así como las responsabilidades respectivas del operador de la grúa y del supervisor de la obra en lo que se refiere a la parada y la puesta en marcha de los dispositivos de elevación.

Conexiones marítimas

En el mar, las condiciones de elevación pueden depender en gran medida del clima, el viento, el estado de la mar y las corrientes; en estos casos, las operaciones sólo se llevarán a cabo tras el análisis de riesgos y el acuerdo de todas las partes (capitanes, representante de la Dirección de Obra). En ningún momento debe ponerse en peligro la seguridad de los buques y del personal.

En el caso de levantar cargas pesadas, se deberá estudiar el lastre del buque o barcaza para limitar cualquier movimiento que pueda interferir y poner en peligro el buque o la barcaza durante la operación.

Todos los equipos deberán cumplir con la norma EN12079.

Antes de ser cargados en los buques, los contenedores o cestas deberán tener ya instaladas las eslingas correspondientes para minimizar la manipulación en los buques durante el transbordo de la carga en el mar.

En barcos o barcasas, se debe preferir el uso garfios de manipulación tipo «PushPull Poles», para evitar estar por debajo o cerca de la carga. Se utilizarán garfios telescópicos para atrapar la cuerda guía (durante la carga) con los que se puede atrapar la cuerda guía sin pasar por debajo de la carga y poner en peligro su seguridad.

Grúa móvil de excavación que opera desde una barcaza marina

Para cualquier grúa de excavación que tenga que trabajar desde una barcaza, esta grúa debe estar al día con su control reglamentario español.

Traslado de personal por grúa:

Véase el capítulo 9.10.22.

Polipasto neumático:

En barcasas o barcos, el uso de polipastos neumáticos, en caso de que existan, estará restringido al personal de la compañía responsable del polipasto neumático, los polipastos utilizados para la elevación, así como los utilizados para la elevación de personas, deberán estar aprobados. Serán revisados cada seis meses por un organismo acreditado.

NTP 824:

Los accesorios de izado se seleccionan y utilizan en función de las cargas a manipular, los puntos de sujeción, el dispositivo de suspensión y las condiciones meteorológicas, y teniendo en cuenta el modo y la configuración de la eslinga.

Todo conjunto de accesorios de izado permanente deberá estar claramente señalizado para que el usuario pueda conocer sus características.

NTP 824:

Los contenedores de carga a granel destinados a ser fijados a los equipos de trabajo utilizados para la elevación serán capaces de soportar las tensiones experimentadas durante la carga, el transporte, la manipulación y el almacenamiento de la carga y de impedir el flujo intempestivo de toda la carga o de parte de ella durante las mismas operaciones.

9.6.2 Manipulación manual

La ley requiere que se dé prioridad a la manipulación mecánica sobre la manipulación manual. Si esto no es posible, deberán adoptarse las medidas organizativas adecuadas para limitar el esfuerzo físico y los riesgos derivados de la manipulación manual.

Cada contratista tomará las medidas organizativas necesarias para limitar el uso de la manipulación manual.

Las empresas afectadas por esta situación detallarán en su Plan de Seguridad y Salud sus procedimientos operativos para estas fases de manipulación.

La legislación laboral limita las cargas a 55 kg para los hombres y 35 kg para las mujeres.

9.7 ÁREAS DE ALMACENAMIENTO Y ACOPIO PARA DIFERENTES MATERIALES

9.7.1 Suministros

Con el fin de facilitar y racionalizar los suministros, la empresa adjudicataria del lote y las diferentes compañías planificarán, en función de los volúmenes y cantidades de materiales:

- La planificación de los suministros basada en el flujo de trabajo.
- Los medios materiales de suministro, en particular los medios comunes: equipos de manipulación, entregas de materiales.
- Las infraestructuras temporales o permanentes: acceso, vías de circulación.

Las empresas indicarán en su respectivos Planes de Seguridad y Salud los procedimientos operativos para el suministro de materiales y equipamientos.

Transporte hasta la obra, descarga y manipulación:

El contratista establecerá y acordará con la Dirección de Obra un plan de logística y transporte para las obras. Este deberá ser sometido a revisión y aceptación dentro de los [29] días siguientes a la fecha de inicio.

Si las operaciones de transporte implican el uso de carreteras restringidas, será responsabilidad del contratista llevar a cabo todos los procedimientos administrativos necesarios para obtener las autorizaciones necesarias. El contratista será responsable de tomar todas las medidas técnicas necesarias para la entrega en la obra. Estas disposiciones deberán ser identificadas con antelación en el estudio técnico del contratista y estrictamente aplicadas durante la obra.

Se deberán proporcionar planes de logística y transporte independientes para cada parte del trabajo. En los planes de transporte y logística deberá detallarse:

- Los medios de transporte y almacenamiento de cables, bobinas de cables, otros equipamientos, instalaciones y maquinaria.
- Las modalidades de acceso a todos los tramos de las obras y la utilización de carreteras provisionales.
- La ubicación de oficinas temporales.
- Los puntos de acceso a lo largo del trazado del cable desde carreteras públicas o privadas.
- Las propuestas de gestión del tráfico, los accesos unidireccionales, etc.
- Los carriles de circulación a lo largo de la carretera y desde el punto de importación hasta las zonas de almacenamiento.
- El punto de importación de los cables terrestres hasta la zona de almacenamiento,
- El uso de grúas o equipos de izado a lo largo del trazado.
- El tipo de máquinas que se utilizarán a lo largo del trazado.

- El soporte de cable a utilizar.

Entregas - Suministros:

Cualquier entrega o retirada debe ir precedida de un acuerdo de carga/descarga (protocolo de seguridad).

El protocolo de seguridad es un documento escrito, establecido entre la empresa de acogida y el transportista. Contiene todas las indicaciones e informaciones resultantes del análisis preliminar de los riesgos relacionados con la operación.

En todos los casos, además de las instrucciones de seguridad, el plan de tráfico aparece como un complemento esencial del protocolo de seguridad.

La empresa asignará una persona a la planificación y organización de las entregas (transmisión del PGC, el plan de tráfico, los horarios de entrega, etc., al proveedor).

Se informa a los proveedores sobre a quién contactar en el sitio y cómo acceder al mismo.

La empresa interesada deberá ocuparse del proveedor a su llegada a la entrada de la obra, el proveedor deberá llevar el EPP a la obra como cualquier otro trabajador.

La empresa interesada deberá conservar los protocolos de seguridad durante toda la duración de la obra y poder presentarlos cuando sea necesario.

La empresa anfitriona recibe o envía materiales y/o equipos a la obra (no es la propietaria INELFE).

Puestos de trabajo operacionales:

Toda entrega o recogida deberá ir precedida de un acuerdo de carga/descarga.

Para cualquier descarga mecánica (grúa externa, camión, grúa de a bordo u otra) se realizará una prueba de adecuación.

Estos documentos se comunicarán a la empresa que realiza la entrega. Estarán en posesión del transportista. Se enviará una copia a la organización de la obra (Coordinador de Seguridad y Salud, INELFE o REE y a la empresa adjudicataria del lote).

Suministro de combustible y mantenimiento de maquinaria y vehículos de construcción:

El suministro de maquinaria y vehículos de construcción, así como las operaciones de mantenimiento, sólo podrán realizarse in situ si se llevan a cabo en una zona estanca equipada con un canal de flujo y un desagüe preparado para recibir agua contaminada, de capacidad suficiente.

En las inmediaciones de esta zona deberán instalarse sistemas de lucha contra incendios y de control de la contaminación.

9.7.2 Almacenamientos

Las zonas de almacenamiento serán realizadas con materiales secos, sanos, planos y cuidadosamente compactados desde el inicio de la obra.

Deberán soportar cargas almacenadas (por ejemplo, bobinas de cable pesadas) y permitir una recuperación fácil de los equipamientos, materiales y productos almacenados.

Dichas zonas serán mantenidas por las empresas que almacenen en ellas sus equipos, materiales y productos.

Cada área de almacenamiento estará marcada y señalizada (no se usará una cinta de señalización demasiado frágil).

El almacenamiento en el interior o en el exterior de las estructuras (locales, losas, pavimentos, techos, etc.) estará sujeto a la autorización previa de la empresa adjudicataria del lote, en función de las cargas admisibles, la naturaleza de los productos, en particular los productos peligrosos, y la secuencia de las intervenciones de las empresas en la zona en cuestión.

El almacenamiento de un producto peligroso se llevará a cabo de acuerdo con las condiciones establecidas en la ficha de datos de seguridad de dicho producto.

Cada empresa debe especificar en su Plan de Seguridad y Salud sus necesidades de espacio de almacenamiento, los períodos de uso, y transmitirlos a la empresa adjudicataria del lote.

La FDS (ficha de datos de seguridad) para cada producto peligroso utilizado en el sitio se adjuntará al Plan de Seguridad y Salud de la compañía.

El almacenamiento de los productos químicos se llevará a cabo de conformidad con las normas de compatibilidad y en un depósito de retención.

Almacenamiento de bobinas y carretes:

Los sistemas de estabilización o amortiguación utilizados en la obra se detallarán en el Plan de Seguridad y Salud de la empresa.

Las zonas de almacenamiento deberán ser planas y la resistencia del suelo deberá ser acorde con el peso de las bobinas y se deberá facilitar el acceso de los equipos de elevación a estas zonas sin una red aérea en las proximidades de estas zonas.

Se implementará un marcado de la zona.

Las bobinas de cable deberán estar en posición vertical (el eje de las bobinas debe ser horizontal).

Las bobinas de cable deben descargarse de acuerdo con el protocolo definido por el Documento armonizado para la organización de las entregas.

9.8 CONDICIONES PARA EL ALMACENAMIENTO, ELIMINACIÓN O EVACUACIÓN DE RESIDUOS Y ESCOMBROS

9.8.1 Zona de almacenamiento y eliminación de residuos no peligrosos

En cada una de las áreas de trabajo, las empresas adjudicatarias de los lotes deberán organizar un área de almacenamiento y clasificación de residuos no peligrosos. Para ello, se instalarán contenedores de residuos adaptados en tamaño.

Almacenamiento de materiales en subestaciones de REE o a lo largo de líneas eléctricas de alta tensión:

De acuerdo con las normas de INELFE o REE, el almacenamiento de materiales conductores deberá estar conectado a tierra o a una toma de tierra equipotencial.

Incompatibilidad entre productos:

Se almacenarán los productos químicos en función de reglas de incompatibilidad.

Asegúrese de que los productos incompatibles estén físicamente separados.

Productos inflamables:

Los líquidos inflamables deben almacenarse teniendo en cuenta las cantidades y características de los productos almacenados.

Todas las medidas relativas a los riesgos relacionados con el contacto, la manipulación y el acondicionamiento de los productos se adoptarán de conformidad con las instrucciones que figuran en las fichas de datos de seguridad.

El local de almacenamiento deberá estar aislado, fácilmente condenable, iluminado, ventilado, equipado con depósitos de retención y material absorbente en las proximidades, e incluirá un equipo de lucha contra incendios adaptado a los productos almacenados.

Los dispositivos eléctricos extraíbles utilizados serán de clase MBT.

El manual de instrucciones deberá explicarse claramente a los usuarios y estar redactado en español y en el idioma de uso habitual de los usuarios.

Los productos incompatibles se separarán físicamente.

Dividir y etiquetar los productos:

Todos los envases deberán llevar una etiqueta que corresponda a las características y peligros del producto que contienen.

Durante cualquier operación de fraccionamiento, consistente en distribuir una cantidad de producto en varias cantidades menores en contenedores secundarios, el etiquetado deberá reflejarse en cada uno de estos contenedores secundarios.

Deberá prohibirse el uso de recipientes inadecuados, en particular los de tipo alimentario, que puedan causar confusión a los usuarios.

9.8.2 Almacenamiento y eliminación de residuos peligrosos

Cada empresa será responsable de los residuos peligrosos producidos por su trabajo.

El Plan de Seguridad y Salud de la empresa especificará los medios utilizados para prevenir cualquier riesgo de accidente, contaminación e incendio relacionado con la producción y almacenamiento de estos residuos.

Los residuos peligrosos deben eliminarse lo antes posible para evitar un largo período de almacenamiento en la obra.

Los materiales o sustancias que presenten un riesgo particular serán almacenados por separado por las empresas concernidas, quienes los gestionarán y protegerán de terceros y otras partes interesadas.

Estos productos deberán almacenarse en los espacios reservados a tal efecto, respetando las normas de incompatibilidad.

Amianto:

Se etiquetarán los residuos de amianto con el símbolo reglamentario «a», independientemente de su embalaje.

Se transportarán los residuos de amianto del lugar de trabajo lo antes posible en embalajes adecuados y cerrados y se almacenarán en un lugar protegido.

Los residuos de amianto de todo tipo deberán tratarse de manera que no causen emisiones de polvo durante la manipulación, el transporte, depósito y el almacenamiento.

Se establecerán formularios de seguimiento de los desechos de amianto para cada cargamento. Se deberá acompañar a los residuos hasta su destino final. Estos formularios de seguimiento deberán enviarse a la Dirección de Obra.

Productos químicos

Las empresas transmitirán la lista provisional de los productos utilizados.

La emisión y validación de los formularios de envío y de los formularios de seguimiento de los desechos (excluyendo los formularios de seguimiento de los desechos de materiales que contienen PCB) será responsabilidad de la empresa adjudicataria del lote, quien enviará una copia a REE o a INELFE.

Las fichas de seguridad de los productos peligrosos serán enviadas por las empresas al Coordinador de Seguridad y Salud y recogidas en un registro que se pondrá a disposición de los servicios de emergencias y del personal de la obra.

La empresa adjudicataria del lote establecerá un registro de residuos que se entrega al empleador al final de la obra.

Evacuación de escombros:

La empresa adjudicataria del lote será responsable de la evacuación, en representación del empleador, de los materiales depositados de acuerdo con la normativa vigente. La empresa adjudicataria del lote deberá retirar el exceso de material excavado y transportarlo a depósitos autorizados en las cercanías de la obra. Se encargará igualmente de obtener las autorizaciones necesarias.

Almacenamiento:

La empresa adjudicataria del lote organizará el almacenamiento. Este será seguro y no será accesible en ningún momento a personas ajenas a la obra. Los productos estarán en contenedores impermeables que no permitan la difusión o contaminación de los lugares donde se almacenan.

9.9 USO DE LAS PROTECCIONES COLECTIVAS, DE LOS ACCESOS TEMPORALES Y DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA TEMPORAL

9.9.1 Uso de las protecciones colectivas: medidas generales

Mantenimiento de la protección colectiva:

Se garantizará el mantenimiento de la protección colectiva en la obra.

Si se observara alguna anomalía o falta de protección esta deberá ser comunicada por la empresa adjudicataria, que podrá, en función del peligro presente, prohibir la zona mediante balizaje o protección adecuada.

Eliminación temporal de la protección colectiva:

Se prohibirá el acceso a la zona de peligro mediante dispositivos físicos de bloqueo.

Se informará del peligro.

Aplicación y retirada de la protección colectiva en carreteras:

Cualquier empresa que trabaje en el sector viario necesitará para establecer una protección colectiva acreditar sus competencias y experiencia en esta actividad.

9.9.2 Uso de la instalación eléctrica temporal: medidas generales

Se recuerda que la instalación eléctrica temporal estará sujeta a una inspección inicial y periódica.

Las operaciones de mantenimiento se llevarán a cabo con regularidad, con el fin de eliminar lo antes posible los defectos y anomalías comunicados por los usuarios.

La supervisión del buen funcionamiento de las instalaciones eléctricas temporales implica, además de la participación de la empresa responsable, la de cada empresa involucrada en la obra y la de cada persona usuaria de la instalación.

Cualquier persona que advierta una anomalía, un defecto, en el uso de la instalación eléctrica debe notificarlo inmediatamente a su superior jerárquico, así como a la empresa encargada de su supervisión y mantenimiento.

Estas instrucciones se describirán en el Plan de Seguridad y Salud y se darán instrucciones a todo el personal en las formaciones relativas a la seguridad.

9.10 MEDIDAS ADOPTADAS CON RESPECTO A LAS INTERACCIONES EN LA OBRA

9.10.1 Riesgos relacionados con la coactividad: normas generales

La coactividad debida a intervenciones simultáneas o sucesivas por parte de las empresas requiere la implantación de medidas preventivas de acuerdo con los principios generales de prevención:

- La planificación de las intervenciones de las empresas se organizará, en la medida de lo posible, de manera que se eliminen las coactividades generadoras de riesgo.
- Cuando la planificación de las intervenciones de la empresa implique un riesgo de coactividad, el interventor que genere el riesgo establecerá medidas de prevención colectiva para evitarlo o reducirlo. Informará a las demás empresas, a la Dirección de Obra, a la empresa adjudicataria del lote y al Coordinador de Seguridad y Salud (Sección «Riesgos Exportados» del Plan de Seguridad y Salud).
- En la planificación se identificarán los trabajos incompatibles para eliminar las eventuales coactividades (amianto, plomo, uso de productos inflamables y/o explosivos, montaje, desmontaje de elementos pesados prefabricados, etc.).
- La construcción de las protecciones colectivas permanentes integradas en la estructura, los accesos permanentes, será preferible a la instalación de protecciones y accesos temporales en la obra.
- Cada empresa buscará e implementará soluciones para evitar que la ejecución de un trabajo en particular conduzca a la eliminación temporal de la protección colectiva.
- Cualquier área de trabajo en riesgo (caída de objetos, evolución de equipos, área de montaje, área de pruebas, etc.) será indicada por cualquier medio apropiado (balizamiento, cadena, panel, etc.), por la empresa que genera el riesgo. Además, es

esencial la vigilancia de estas zonas por parte de una o más personas responsables para impedir el acceso a ellas.

- Una compañía que ocupa un área de la obra o de una estructura, estará obligada a verificar que no representa un peligro antes de que su personal trabaje allí. Cualquier anomalía debe ser comunicada a la Dirección de Obra, a la empresa adjudicataria del lote y al Coordinador de Seguridad y Salud.

Pruebas de presión de la red, pruebas mecánicas, pruebas de carga:

Se planificarán ensayos para evitar coactividades.

Se establecerán procedimientos y análisis de riesgos durante las pruebas.

Se implementarán consignaciones. Se prohibirá el acceso a áreas de alto riesgo.

Trabajos en caliente:

En caso de trabajos de soldadura in situ, se utilizarán pantallas de protección.

Se permitirá el uso de sopletes (fontanería, calefacción, soldadura, impermeabilización) sólo a personal especializado.

Se proporcionará equipo específico.

Se colocará un extintor de incendios en cada área de trabajo, proporcionado por la empresa que emplea al soldador.

Se utilizarán equipos de soldadura que cumplan con la normativa vigente y serán inspeccionados periódicamente.

Se garantizará que los tubos flexibles de oxígeno y acetileno estén equipados con válvulas antirretorno situadas lo más cerca posible del soplete (2 m máximo).

Los cilindros de gas se almacenarán fuera de la luz solar directa, al aire libre.

Será obligatorio desplazar las botellas de gas en soportes adecuados y colocarlos en posición vertical cuando se utilicen.

Se prohibirá el uso de botellas de gas si el operador está en posición acostada.

Se solicitará un permiso a la Dirección de Obra para cualquier trabajo en caliente.

Puesta en servicio de partes de obras (locales, maquinaria, equipamientos, instalaciones):

El área de la obra deberá estar cerrada y ser independiente del área operativa.

Se establecerán procedimientos de acceso a la parte común de la obra y a la zona operativa.

Se realizará una inspección conjunta con el jefe de obra.

9.10.2 Riesgos relacionados con la coactividad: calendario

La planificación de la obra se llevará a cabo de manera que se eviten las coactividades generadoras de riesgos, en particular los trabajos superpuestos, los trabajos incompatibles, etc., de conformidad con los principios generales de prevención. Se mencionarán, en su caso, las zonas geográficas asignadas a los distintos trabajos.

En el plan de trabajo se indicarán también las fechas y los períodos en que se pondrán a disposición los recursos comunes definitivos o provisionales, en particular en lo relativo al acceso, la circulación, la protección colectiva, el mantenimiento, etc.

9.10.3 Riesgos relacionados con el acceso a las partes inacabadas de la obra

Cuando una parte de la obra no ha sido aun recepcionada debido a que no se ha finalizado y cuyo acceso presenta peligros para las personas, ésta será claramente delimitada y visiblemente señalizada por la empresa encargada de dicha zona.

Se prohibirá el acceso a dicha zona mediante dispositivos físicos.

La zona o zonas afectadas se indicarán por cualquier medio: balizamiento, señalización «Zona peligrosa –Prohibido el acceso», etc.

La empresa encargada de dicha parte de la obra informará sin demora a la Dirección de Obra y a la empresa adjudicataria del lote para que ésta pueda transmitir la información a todas las empresas de la obra y prohibir el acceso y el trabajo en dicha zona.

9.10.4 Riesgos relacionados con el amianto: disposiciones comunes a todas las actividades

Tanto si se trata de operaciones de retirada/encapsulado como de intervenciones en materiales, equipamientos y objetos susceptibles de emitir fibras de amianto, y con el fin de evitar cualquier riesgo de coactividad, la empresa implantará los medios adecuados para reducir al nivel técnicamente más bajo posible la duración y el nivel de exposición de los intervinientes y garantizar la ausencia de contaminación de los edificios, estructuras e instalaciones en los que se realizan las operaciones o en el entorno en el que estas se realizan.

Estos medios incluyen:

- Técnicas y procedimientos de reducción de polvo: trabajo robotizado en sistemas cerrados, impregnación del núcleo de los materiales (agentes humectantes), desmontaje de elementos, deconstrucción.
- Las medidas necesarias para contener y limitar la propagación de las fibras fuera de la zona de operaciones: medios apropiados de descontaminación y procedimientos de descontaminación.

9.10.5 Riesgos relacionados con el amianto: encapsulación o retirada antes de la demolición (con arreglo a la sección 3)

Recordatorio de las principales disposiciones aplicables a todo tipo de obras (edificaciones, carreteras, autopistas, ferrocarril, estructura de ingeniería, oleoductos, equipamientos, etc.).

- A partir del 31 de marzo de 2016, la empresa deberá estar en posesión de una certificación para la realización de obras de encapsulación o retirada de amianto, incluidas las empresas de ingeniería civil al aire libre (por ejemplo, obras o intervenciones en asfalto, ferrocarriles, red de tuberías, etc.).
- El personal que interviene será formado y capacitado.
- La evaluación de riesgos y la medición de polvo será realizada por la empresa de acuerdo con las disposiciones reglamentarias del artículo Real Decreto 396/2006.

La compañía establecerá:

- Un plan de demolición, retirada o encapsulación, disponible in situ, que comunicará al menos un mes antes del inicio de las obras a los organismos de prevención del lugar (inspector de trabajo, servicios de prevención, ...).
- Un informe de finalización de las obras que contenga los elementos indicados en el artículo real decreto 396/2006, que presentará a la dirección de obra para su integración en el expediente de intervención posterior de la obra y copia al coordinador de seguridad y salud.
- Antes de la remoción total o parcial del sistema de confinamiento y la restitución de la zona, la empresa realizará los exámenes, limpiezas, medidas y acciones prescritas en el Real Decreto 396/2006.

9.10.6 Riesgos relacionados con el amianto: intervención en materiales, equipamientos, materiales, y objetos que puedan provocar la emisión de fibras (intervenciones con arreglo a la sección 4)

Recordatorio de las principales disposiciones aplicables a todo tipo de obras (edificaciones, carreteras, autopistas, ferrocarriles, estructura de ingeniería, oleoductos, equipamientos, etc.).

- El personal que interviene será formado y capacitado.
- La evaluación de riesgos y la medición de polvo será realizada por la empresa de acuerdo con las disposiciones reglamentarias del Real Decreto 396/2006.
- La empresa establecerá, para cada proceso de trabajo, un procedimiento operativo, y lo transmitirá, junto con sus actualizaciones, a los organismos de prevención del lugar

de establecimiento, así como a los organismos del lugar de intervención (Inspección de Trabajo, ...).

Para intervenciones superiores a 5 días, la empresa también enviará al inspector de trabajo:

- El lugar, la fecha de inicio y la duración de la intervención.
- La ubicación de la zona a tratar y una descripción del entorno de trabajo.
- El DTA (Dosier técnico de amianto) y los informes de seguimiento antes del trabajo.
- La lista de participantes, con indicación de la fecha de expedición de los certificados de competencia y de los reconocimientos médicos.
- La lista del personal de primeros auxilios asignados al lugar y la fecha de validez de su formación.

9.10.7 Riesgos relacionados con las armaduras de acero de refuerzo

Armaduras de refuerzo:

Cualquier medida de prevención de riesgos relacionada con las armaduras de armado del hormigón deberá adoptarse en la fase de elaboración de los planos de ejecución del hormigón armado o de las redes técnicas.

Estas disposiciones deben mencionarse tanto en los planos de ejecución como en los Planos de Seguridad y Salud de la empresa.

Las soluciones implementadas deben ser elegidas por la empresa y/o su oficina de proyectos, según el tipo, naturaleza, diámetro de la armadura y/o de los tubos, de conformidad con las normas de construcción.

Se priorizará la utilización de canalones de seguridad en PVC (colocados sobre los aceros) a las tapas de protección de los extremos de las armaduras.

9.10.8 Riesgo de caídas desde una altura

Deberán adoptarse las medidas adecuadas para reducir al mínimo el trabajo y los desplazamientos en altura que puedan exponer a los trabajadores al riesgo de caídas.

Con este fin, los procedimientos operativos de la empresa deberán prever, siempre que sea posible, el montaje de los elementos en el suelo y el uso de dispositivos remotos de suspensión o desenganche.

En el caso de que no se pueda evitar el desplazamiento en altura, las empresas implantarán, tras la evaluación de riesgos y en función de las modalidades de explotación elegidas, medios de protección colectivos, definitivos o temporales, como barandillas, superficies de recogida, etc.

El uso de un sistema anticaídas individual se reservará exclusivamente para los casos en que resulte imposible utilizar medios de protección colectivos.

9.10.9 Riesgos de caída desde una altura que requieren el uso de un EPI específico

Cuando no pueda proporcionarse una protección colectiva contra el riesgo de caída desde una altura, los trabajadores deberán estar protegidos mediante un sistema anticaídas adecuado que no permita una caída libre de más de un metro o que limite los efectos de una caída desde una altura superior.

En este caso:

- La formación en el uso de los EPI será obligatoria – El operador no podrá trabajar nunca solo: deberá preverse un supervisor que pueda socorrer al operador en un tiempo compatible con la preservación de su salud.
- El EPI estará sujeto a verificaciones periódicas - El empleador deberá especificar en un letrero los puntos de anclaje, los dispositivos de amarre previstos para la implementación del EPI y las modalidades de uso.

9.10.10 Riesgos de caída desde una altura al utilizar escaleras de mano y escalones

Escaleras de mano:

Estará prohibido utilizar escaleras de mano, escaleras de tijera y escalones como lugares de trabajo. Sin embargo, estos equipos pueden utilizarse cuando sea técnicamente imposible utilizar equipos que garanticen la protección colectiva de los trabajadores o cuando la evaluación del riesgo haya establecido que el riesgo es bajo y que el trabajo es de corta duración y no de carácter repetitivo.

Las empresas limitarán el uso de escaleras de mano, utilizándolas únicamente para accesos puntuales y en sus propias intervenciones.

Para los trabajos a realizar en la subestación bajo tensión, no se permitirán escaleras de mano ni escaleras de tijera.

Uso de escaleras de mano en embarcaciones offshore:

Estará prohibido utilizar escaleras, escaleras de mano y escalones como lugares de trabajo. Sin embargo, estos equipos pueden utilizarse cuando sea técnicamente imposible utilizar equipos que garanticen la protección colectiva de los trabajadores o cuando la evaluación del riesgo haya establecido que el riesgo es bajo y que el trabajo es de corta duración y no de carácter repetitivo

Será necesario garantizar que se ha evaluado la resistencia y la seguridad de uso del equipo, deberá existir además un control (inspección) de las escaleras de mano a bordo del buque.

La escalera de mano deberá estar firmemente fijada y deberá extenderse al menos 1 m por encima del punto de acceso superior.

Se recomienda encarecidamente el uso de un EPI (tipo arnés), equipado con un cordón corto con un punto de fijación por encima de la cabeza.

En caso de mal tiempo, el uso de escaleras de mano estará prohibido.

Se utilizará siempre una técnica de trabajo que permita tener siempre 3 puntos de contacto con la escalera.

9.10.11 Riegos de caída desde una altura al utilizar andamios

El montaje, desmontaje o modificación sustancial de un andamio sólo deberá ser realizado bajo la supervisión de una persona competente y por trabajadores que hayan recibido una formación específica en materia de seguridad.

Por lo tanto, estará estrictamente prohibido para cualquier usuario realizar cualquier modificación en el andamio por iniciativa propia.

Cuando se proporcionen plataformas o andamios de a pie, estos se construirán de conformidad con los requisitos reglamentarios que les sean aplicables.

Se aplicarán las recomendaciones de Real Decreto 2177/04 «Disposiciones específicas relativas a la utilización de andamios».

Trabajar en andamios en un barco o barcaza:

Se debe realizar un análisis de riesgos para esta actividad en el buque o barcaza, se deberán tener en cuenta las condiciones meteorológicas y marítimas para autorizar la actividad.

Panel de identificación:

Se establecerán paneles reguladores: Autorización de acceso (o cierre). Listado de empresas autorizadas y control diario. Cargas de trabajo admisibles.

Pasarelas:

Las pasarelas necesarias para la obra se mencionarán en los planos de instalación de la obra.

Serán objeto de un estudio y de una aceptación adaptada a los usos previstos. Se construirán de conformidad con los requisitos reglamentarios que les sean aplicables.

El montaje, desmontaje o modificación sustancial de una pasarela sólo deberá ser realizado bajo la supervisión de una persona competente y por trabajadores que hayan recibido una formación específica en materia de seguridad.

Las pasarelas estarán sujetas a una inspección al final del montaje y a un control diario antes de su utilización por parte de una persona competente.

Por lo tanto, está estrictamente prohibido para cualquier usuario hacer cualquier modificación por iniciativa propia sin la validación del responsable de la obra.

Las cargas máximas admisibles deberán indicarse en un cartel en cada entrada de lapasarela.

Cada uso (soporte, espacio de almacenamiento colgante...) deberá ser integrado desde la fase de proyecto o validado por la oficina de proyecto o el proveedor.

9.10.12 Riesgos relacionados con los trabajos de excavación

Antes de realizar cualquier trabajo, la empresa deberá ser informada de la posible existencia:

- De tierra que haya sido traída al área de trabajo.
- De redes o tuberías subterráneas.
- Del riesgo de impregnación del subsuelo con productos químicos peligrosos.

Las excavaciones deberán llevarse a cabo, organizarse y señalizarse en las condiciones prescritas por las Normas de Seguridad.

En particular, deberán estar protegidas o en terraplén para evitar cualquier riesgo de enterramiento de las personas que deban realizar intervenciones en el fondo de la excavación.

Se implementarán medidas de evacuación rápida. Se colocarán sistemas para atravesar las excavaciones de más de 0,40 m de ancho. Las paredes de las zanjas o de las excavaciones deberán estar diseñadas para evitar deslizamientos de tierra.

El acceso a la parte inferior de la excavación deberá estar asegurado, por ejemplo, por medio de una escalera de suficiente longitud instalada dentro de un resguardo, que deberá fijarse en la parte superior.

Se cumplirá con el artículo 29 de la Ley 31/1995, de 11/08/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, relativo a las obligaciones del empresario en materia de prevención de riesgos laborales.

9.10.13 Trabajos que generan molestias importantes: ruido, polvo

Molestias por ruido:

Se cumplirá estrictamente la normativa vigente en el uso de maquinaria de construcción ruidosa.

Se pondrán en práctica todos los medios y medidas necesarios, como tapas, pantallas, silenciadores, trampas acústicas, etc., para no sobrepasar los límites reglamentarios de los niveles sonoros.

Obras marítimas:

En el mar, en un barco o en una barcaza, se recomienda encarecidamente el uso de tapones para los oídos tan pronto como se salga de las zonas dedicadas a la vida de la tripulación.

Los dispensadores de tapones para los oídos deben colocarse frente a las zonas o locales en los que se detecte el riesgo de ruido, y a la salida de las zonas dedicadas a la tripulación.

Molestias por polvo:

Se limitará el trabajo que causa la producción de polvo. Si esto no fuera posible:

- Se ventilarán las habitaciones.
- Se humedecerán los materiales o el suelo.
- Se aspirará el polvo en el origen.

El contratista deberá asegurarse de que durante los trabajos la migración de polvo se mantenga al mínimo práctico.

9.10.14 Trabajos de soldadura en recintos exiguos

Trabajo obligatoriamente a realizar por dos personas: una dentro y otra fuera del local, el supervisor no podrá abandonar su puesto mientras la segunda persona esté dentro.

Se deberá preparar y validar un permiso de intervención para este tipo de trabajo.

Se utilizarán equipos adaptados a los trabajos de soldadura a realizar (electrodos, tensión de trabajo, etc.).

Se colocará el puesto de soldadura fuera del recinto bajo la supervisión de una persona cualificada.

La protección de la fuente de alimentación de la subestación tendrá un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

Los siguientes medios deberán ser implementados antes de la intervención:

- Se dispondrá de instalaciones de protección contra incendios en las cercanías.
- Uso obligatorio de EPI (guantes, delantal, gafas, etc.).
- Aparato de respiración si fuera necesario.
- Se instalará una boquilla móvil de recogida de humos combinada con ventilación forzada, si fuera necesario.
- Se colocará un trípode de seguridad en el acceso o en la parte superior del recinto donde trabaja el soldador, quien deberá en este caso estar equipado con un arnés.

9.10.15 Uso de motores de combustión

Para evitar la emisión de gases que generen riesgos de asfixia, anoxia o intoxicación, la utilización de equipos de trabajo accionados por medio de un motor de combustión está reservada exclusivamente para su uso en el exterior de edificios, locales y espacios cerrados de cualquier tipo.

El equipo de trabajo utilizado dentro de los espacios confinados deberá ser manual. Todos los equipos motorizados serán eléctricos o neumáticos. El Plan de Seguridad y Salud de cada empresa mencionará el equipo motorizado utilizado para cada trabajo y su funcionamiento.

Caso excepcional de utilización de un motor de combustión interna en un espacio mal ventilado:

Recordatorio de la regla básica: la utilización de los equipos de trabajo accionados por un motor de combustión interna está reservada exclusivamente a trabajos en el exterior de recintos cerrados.

Los casos excepcionales estarán sujetos a una derogación que deberá ser solicitada al Coordinador de Seguridad y Salud.

9.10.16 Uso de productos peligrosos

Cuando utilice un producto peligroso en la obra, este deberá cumplir estrictamente las medidas preventivas indicadas en la ficha de datos de seguridad, en particular las relativas a la utilización del producto, su almacenamiento y el uso de equipos de protección individual específicos.

Será obligatorio adjuntar la ficha de datos de seguridad al Plan de Seguridad y Salud. Se limitará el número de personas presentes en el área de trabajo.

Las zonas o locales en los que se utiliza un producto peligroso deberán ser comunicados al resto de los trabajadores de la obra (balizaje, señalización...) y ventilados adecuadamente.

Se aplicarán todas las medidas de implementación y seguridad recomendadas por el proveedor. Se proporcionará a cada usuario del producto las instrucciones de uso, estas se comentarán y se explicarán.

Instrucciones para las empresas de la obra: Se transmitirán al Coordinador de Seguridad y Salud las Fichas de Datos de Seguridad (FDS) de los productos utilizados en la obra, antes de iniciar su intervención.

Se recogerán las diferentes fichas y se guardaran en una carpeta que se pondrá a disposición del servicio de emergencias o de medicina de salud laboral si así lo solicita. Se especificarán las medidas recogidas en las FDS ya implementadas. Se informará al personal de las diferentes medidas para:

- Su uso.
- Almacenamiento.
- Y las instrucciones en caso de accidente.

9.10.17 Riesgos relacionados con la estabilidad de las estructuras en la fase provisional

Implementación de elementos prefabricados pesados:

Se limitará el acceso y el trabajo en las áreas en las que se realizan estas obras sólo a aquellas personas de la empresa responsables de la realización de dichas tareas. Se delimitarán y se materializarán las áreas peligrosas utilizando los medios apropiados (señalización, balizamiento, letreros con instrucciones) y se prohibirá el acceso a las áreas peligrosas a las personas que no estén involucradas en estos trabajos. Se mencionarán estas fases y se hará operativa esta prohibición en la planificación de la obra.

Se designará a una persona competente para supervisar la aplicación y el cumplimiento de las medidas preventivas y garantizar la estabilidad de las estructuras en la fase provisional, en particular durante las operaciones de almacenamiento, apuntalamiento y retirada de la entibación.

Se mencionará el nombre y cargo de esta persona en el Plan de Seguridad y Salud.

Véase también el capítulo 9.6 sobre manipulación.

9.10.18 Riesgos de enfermedades profesionales

Los trabajos que puedan generar riesgos de enfermedades profesionales se indicarán en el Plan de Seguridad y Salud de la empresa.

La guía de enfermedades profesionales puede consultarse en la página web del INSST.

9.10.19 Trabajos que exponen a los trabajadores al riesgo de ahogamiento

Este es el caso del trabajo en el mar, en los puntos de aterraje, en el paso de ríos, o cerca de cualquier superficie de agua (lago, estanque...).

Todo el personal que acceda a un buque o barcaza (en el mar, lago o río) deberá llevar un chaleco salvavidas 275N.

Todos los chalecos deben estar homologados y cumplir con los controles vigentes para este tipo de equipamientos (VGP 12 meses por ejemplo para chalecos inflables).

Obras terrestres:

Si las riberas no están protegidas por una protección colectiva, el personal que trabaja en los muelles deberá usar un chaleco salvavidas 275N.

En la orilla, cerca de las zonas de acceso a la embarcación, se instalará una boya desechable conectada por una cuerda.

El personal de una barcaza o barco deberá estar equipado con un equipo de radio y/o teléfono (tipo impermeable).

Cada embarcación o barcaza deberá estar equipada con una o más boyas desechables conectadas por una línea al buque.

Obras marítimas:

Véase también el capítulo 8.1.3 sobre el acceso al buque.

Cada embarcación pequeña deberá estar equipada con una radio portátil impermeable para que pueda estar en contacto con la tripulación de tierra o con la que se encuentra en el buque cablero.

En el buque, se deberá proporcionar y exhibir un Plan de Contingencia Hombre al Agua, el procedimiento deberá ser explicado en las instrucciones de seguridad al llegar al buque.

Para todos los trabajos sobre el mar, operados desde el buque, se expedirá un permiso de trabajo, un barco de rescate tipo Rescueboat deberá poder ser botado en un tiempo mínimo o estar ya en el mar.

El personal deberá estar equipado con un chaleco 275N y una radiobaliza (tipo PLB Personal Locator Beacon) para facilitar su localización, si es posible también equipado con un arnés y un cordón si el lugar de trabajo lo permite, su ropa deberá estar equipada con tiras reflectantes, y una lámpara de flash integrada.

Los ejercicios de Hombre al agua deberán realizarse regularmente (al menos una vez al trimestre) en todos los buques, se deberá enviar un informe detallado a la Dirección de Obra y una copia al Coordinador de Seguridad y Salud.

9.10.20 Riesgos relacionados con el mar, el viento, la corriente o las condiciones meteorológicas

En caso de malas condiciones meteorológicas, cualquier empleado podrá hacer valer su derecho de desistimiento.

El capitán del buque o barcaza, en coordinación con el representante de la Dirección de Obra, tomará las medidas necesarias para garantizar la seguridad del buque y del personal a bordo.

En determinadas condiciones meteorológicas o marítimas, el trabajo en la cubierta del buque podrá estar prohibido.

Las operaciones de transbordo de personal o de carga deberán planificarse en función de las previsiones meteorológicas y, en caso necesario, se suspenderán si las condiciones lo requieren.

En caso de malas condiciones, se prohibirá el desplazamiento individual a ciertas áreas del barco, será necesario que sean al menos 2 personas.

El método conocido como «Técnica de arrastre manual» o «Técnica de agarre mixto» deberá ser explicado al personal que sube a bordo si no está familiarizado con él, ya que permite un mejor agarre de la barandilla en las escaleras y reduce el riesgo de caídas.

9.10.21 Riesgos relacionados con el fuego a bordo de un buque o barcaza

En cualquier barco o barcaza, se designará y equipará una zona de fumadores, se prohibirá fumar en cualquier otra parte del barco o barcaza.

Cualquier trabajo en caliente requerirá un permiso de trabajo.

El equipo de lucha contra incendios del buque o barcaza deberá estar instalado de conformidad con las reglas del Convenio SOLAS en vigor y ser sometido a pruebas, inspecciones y certificaciones periódicas.

Cada buque o barcaza dispondrá de una tripulación de bomberos competente entrenada y preparada para reaccionar rápidamente en caso de alerta de incendio o emergencia.

Todo el personal de la embarcación o barcaza deberá haber completado la formación «Básico de Inducción y Emergencia en Seguridad Marítima (BOSIET)» o entrenamiento equivalente, y esta certificación deberá estar actualizada.

También deberán realizarse periódicamente (una vez por semana) simulacros de abandono de buques o barcasas, durante los cuales el equipo de bomberos de a bordo se entrena, y sirven además para que todo el personal se acostumbre a las instrucciones y procedimientos de evacuación. Se informará de estos ejercicios al representante de la Dirección de Obra y al Coordinador de Seguridad y Salud.

9.10.22 Riesgos relacionados con el traslado de personal en el mar

Acceso a buques o plataformas de perforación en alta mar:

El traslado del personal en el mar se llevará a cabo mediante un barco de conexión equipado con una pasarela de transferencia compensada o en un bote de desembarque (BoatLanding).

El personal (que va a ser trasladado) debe haber recibido capacitación sobre seguridad en relación con el tipo de traslado antes de abordar el buque de socorro, capacitación que será impartida por un centro de capacitación autorizado.

El personal (a ser transferido) debe estar autorizado por su empleador para hacer este tipo de transferencia.

Se hará un recordatorio de las normas antes de cualquier transbordo, ya sea que venga o salga del buque o de la plataforma en alta mar, o en la base de apoyo en tierra.

Cada empresa cuyo personal trabaje en el mar debe tener un análisis de los riesgos de este tipo de transferencia en su PSS

El representante del armador, en consulta con los capitanes de los buques, podrá prohibir los traslados si las condiciones meteorológicas no son aceptables para la seguridad del personal trasladado.

Cualquier persona podrá rechazar el traslado si las condiciones presentes le parecen demasiado peligrosas.

El personal que acceda al buque de socorro estará equipado con un chaleco salvavidas 275N.

Este chaleco será proporcionado por el empleador del personal y el mantenimiento de estos chalecos deberá cumplir con las regulaciones recogidas en el Real Decreto 773/1997.

El personal (a trasladar) (así como el oficial del barco de conexión) deberá haber recibido una formación en materia de seguridad relativa a este tipo de traslados (cesta, amarre, etc.), impartida por un centro de formación autorizado.

Antes de cualquier tipo de traslado, se llevará a cabo un análisis de riesgo teniendo en cuenta los diversos parámetros (estado de la mar, oleaje, altura de olas, luz, etc.) de acuerdo con este análisis, el traslado será o no validado por el representante de la Dirección de Obra, así como por los capitanes de los buques y el oficial del barco de conexión.

El uso de un traje de supervivencia durante los traslados se decidirá tras un análisis de riesgos y dependerá de la temperatura del mar en ese momento.

Traslado mediante Boat Landing (desembarque a otro barco):

De preferencia se seguirán las siguientes condiciones:

Durante el traslado, el personal tendrá que llevar un arnés, la escala del desembarco de la embarcación estará equipada con un equipo tipo Stop Chute que limita los riesgos de caídas al mar, si este equipo se puede montar sin problemas en el barco o la barcaza.

El personal que acceda a la embarcación de auxilio deberá estar equipado con un chaleco salvavidas inflable de 275N (EN ISO 12402-2).

Este chaleco será proporcionado por el empleador del personal, el mantenimiento de estos chalecos debe seguir las regulaciones de la ley.

El oficial de desembarco de barcos es la persona del barco que recibe a los pasajeros pero que advierte qué escalera utilizar si el barco tiene 2, en el buque de socorro, es el MARINERO

quien dará la orden de subir o bajar del pasajero. Dependiendo de la temperatura del agua del mar, será obligatorio llevar un traje de supervivencia.

El traslado del equipaje del personal debe hacerse por medio de una cesta levantada con la grúa, la cesta de traslado (sin personal).

Tipo de radiobaliza: la baliza puede ser de 2 tipos, la baliza PLB (baliza de localización de personal) o el modelo MOB (hombre al agua), el MOB parece más adecuado para esta situación.

Las balizas localizadoras de personal deben estar equipadas con activación manual y automática (al sumergirse en el agua). Todas las embarcaciones que operen en el proyecto deben estar equipadas con una estación receptora/base compatible con las balizas utilizadas en el lugar.

Es preferible que el PLB o el MOB se coloquen en el chaleco salvavidas.

Es responsabilidad del contratista asegurarse de que cada una de sus embarcaciones en la obra esté equipada con un sistema AIS de clase A completamente funcional. Dicho sistema debe estar operativo en todo momento mientras la nave del contratista esté en la obra.

El personal recibirá tan pronto como llegue al buque, la barcaza o la plataforma, una inducción en la que se darán las instrucciones de seguridad, las reglas de vida del buque, la hoja de presencia de estas inducciones debe ser preservada, una copia entregada al representante del Propietario.

Si no se dan algunas de las condiciones anteriores, se hará una evaluación del riesgo para asegurar la viabilidad de la transferencia sin condiciones de seguridad aceptables.

Modos de transferencia prohibidos:

- Escalera de piloto (sólo para el piloto).
- Cuerda para columpiarse.
- Red.
- Bote inflable.

El traslado de barco a barco (traslado directo de barco a barco, o traslado directo entre dos soportes flotantes independientes, sin ningún tipo de asistencia como una pasarela, desembarco de barco, aparato de elevación y PTC, está estrictamente prohibido.

La transferencia nocturna por BoatLanding de un buque sólo deberá ser permitida en condiciones de emergencia, en caso de evacuación del barco o barcaza o en caso de rescate.

En caso de evacuación, durante un traslado nocturno, el personal deberá llevar un traje de supervivencia, estar equipado con una baliza de localización personal PLB (Personal Beacon locator) para encontrarlo, las condiciones de iluminación deberán ser validadas por los

capitanes de ambos barcos, el representante de la Dirección de Obra, y el oficial del BoatLanding.

Otros tipos de traslados:

El traslado por cesta (rígida o flexible) y grúa sólo se utilizará en los casos en que no se puedan utilizar otros medios, en cuyo caso la operación deberá ser autorizada por el representante de la Dirección de Obra a bordo y los capitanes de los buques en función de las condiciones externas. En este caso, se deberá preferir un traslado con grúa utilizando una cápsula de transferencia.

Antes de la operación, el representante de la Dirección de Obra deberá realizar un análisis de riesgos y dar su autorización.

El traslado por cesta sólo se podrá hacer en barcos con una cubierta despejada de al menos 6 veces el diámetro de la cesta para tener suficiente espacio en caso de mareas difíciles.

En este caso, el equipo de la grúa deberá ser aprobado para estas operaciones, así como el personal que las opera.

El representante de la Dirección de Obra, en consulta con los capitanes de los buques, podrá prohibir los traslados si las condiciones meteorológicas no son aceptables para la seguridad del personal trasladado.

Estará prohibido el traslado de personal utilizando una escalera de mano de borde plano.

Llegada a bordo del barco o barcaza:

A su llegada al buque, a la barcaza o a la plataforma, el personal deberá recibir una inducción o instrucciones de seguridad, se presentarán las reglas de vida a bordo, se guardará la hoja de presencia de estas inducciones y se enviará una copia al representante de la Dirección de Obra.

El traslado del equipaje del personal deberá realizarse con una cesta izada con grúa y no en la cesta de traslado del personal o a través de la escalera del barco.

9.10.23 Riesgos debidos a los trabajos en el mar en las proximidades de cables o máquinas rotativas

Los elementos móviles de una máquina deberán estar equipados con resguardos u otros dispositivos de seguridad, como barandillas o cerramientos.

Cualquier equipo con un mal funcionamiento deberá ser puesto fuera de servicio y consignado con un sistema de candado.

Los trabajos de mantenimiento de reparación en una máquina rotativa sólo podrán ser realizados si el equipo está parado y consignado.

Todos los polipastos deberán estar equipados con un escudo que impida el paso de las manos, evitando el contacto con una pieza giratoria.

Cuando sea necesario, el polipasto deberá tener una guía mecánica de cable sin que la mano del operador entre en contacto con el cable.

Se definirá una zona de exclusión (por barrera, letrero, mensaje) alrededor de los cables (o cadenas) que estarán o permanecerán bajo tensión (anclaje...).

Cable en movimiento:

El acceso a las inmediaciones del cable en movimiento sólo se permitirá a personal capacitado y experimentado.

El cable en tracción deberá estar en un túnel de guía para proteger al personal en caso de rotura.

9.10.24 Riesgo de enganche con estructuras sumergidas (cables, redes)

Deberá conocerse la posición de los cables enterrados en la zona, y deberá colocarse un aviso en los puertos pesqueros para informar de la zona en la que continúan los trabajos subacuáticos, a fin de que los pescadores no vengán a faenar allí.

En los puertos deportivos de las Landas y de la costa vasca también será necesario informar a los navegantes de que no se acerquen al barco a menos de media milla náutica.

Se solicitará a la Prefectura Marítima que establezca zonas de exclusión que prohíban la pesca profesional a más de varios cientos de metros a ambos lados del trazado del cable submarino.

En el caso de enganche, el trabajo deberá ser detenido, y un reconocimiento por ROV (robot subacuático) debe ser realizado antes de que el obstáculo pueda ser evaluado y el trabajo pueda ser continuado.

A bordo del puente del buque cablero, deberá estar operativa una guardia para vigilar cualquier buque que se acerque a proximidad del buque; si es necesario, se establecerá contacto por VHF.

9.10.25 Riesgos inducidos por la navegación de otros buques

La empresa adjudicataria será responsable de todos los aspectos de la coordinación con el resto del tráfico marítimo que cruza los límites del emplazamiento en alta mar y deberá asegurarse de que el resto del tráfico en el emplazamiento de la obra está debidamente informado de los siguientes puntos:

- Actividades de trabajo a realizar.
- Programa.
- Duración.
- Zonas de exclusión aplicables.
- Obstáculos de tráfico (marcados o no) resultantes de la obra.
- Presencia de buques de vigilancia y asistencia.
- Finalización del trabajo.

Esto incluye el envío de avisos a los navegantes (NtoM - AVURNAV en Francia / SASEMAR - IHM en España) de acuerdo con las condiciones de las licencias marítimas y también podrá requerirse un enlace directo con el tráfico de otros emplazamientos.

Las perturbaciones y exclusiones del tráfico marítimo local deberán minimizarse en la medida de lo posible.

Deberá conocerse la posición del buque cablero en la zona, y deberá colocarse un aviso cerca de los puertos pesqueros para informar de la zona en la que continúan los trabajos submarinos, a fin de que los pescadores no vengán a faenar allí.

En los puertos deportivos de las Landas y de la costa vasca también será necesario informar a los navegantes de que no se acerquen al barco a menos de media milla náutica.

Se solicitará a la Prefectura Marítima que establezca zonas de exclusión que prohíban la pesca profesional, recreativa y la navegación de ocio a más de varios cientos de metros a ambos lados del trazado del cable submarino.

A bordo de cualquier embarcación, se deberá organizar la vigilancia del puente, la vigilancia visual y auditiva obligatoriamente y el radar en caso de mala visibilidad.

9.10.26 Riesgo de contaminación accidental

Obras terrestres:

En cada emplazamiento de las obras terrestres, en caso de contaminación accidental, deberá disponerse rápidamente de un kit anticontaminación que contenga al menos: bridas de contención, bolsas de recuperación de residuos, láminas absorbentes, guantes de protección), el tamaño y el tipo de kit deberán adaptarse al nivel de riesgo (resultante del análisis de riesgos) y en función de las condiciones ambientales del lugar (curso de agua, zona Natura 2000, etc.).

El personal deberá estar capacitado para utilizarlos.

Obras marítimas:

En el mar el riesgo de contaminación es mayor, por lo que en cada buque deberá existir un plan de prevención y lucha contra la contaminación, sometido a pruebas periódicas. El personal deberá estar instruido en dicho plan.

Un contenedor deberá estar equipado con un equipo de control y tratamiento para poder hacer frente a situaciones de contaminación marina (rodillos, presas flotantes, dispersantes, etc.), la tripulación deberá estar familiarizada con este equipo y se realizarán ejercicios regularmente (al menos un ejercicio durante una rotación del personal en el mar, con al menos uno por trimestre).

Los barcos de apoyo también deberán tener equipo específico, y también deberán realizar ejercicios de familiarización con dicho equipo.

Cuando se transfieran productos peligrosos para el medio ambiente (como, por ejemplo, fuelóleo pesado para el buque), las medidas de control de la contaminación deberán estar implementadas.

Cualquier contaminación deberá ser notificada a las instituciones, así como a la Dirección de Obra, a la empresa adjudicataria del lote y al Coordinador de Seguridad y Salud, y se llevará a cabo una investigación.

Estará prohibido tirar basura por la borda, y quemar basura.

9.10.27 Riesgo de mareo del personal de a bordo

El trabajo a bordo de los barcos se organiza en base a ocho horas diarias.

El tiempo máximo de trabajo diario a bordo de los buques no pesqueros será de doce (12) horas.

Cuando el trabajo a bordo se organice en ciclos de conformidad con los reglamentos y la duración total del ciclo no exceda de seis (6) semanas, el tiempo máximo de trabajo diario se calculará sobre la base del promedio de horas de trabajo, pero no podrá exceder de catorce (14) horas para un día de trabajo determinado.

Esta duración media podrá exceder de doce horas y alcanzar un límite máximo de catorce horas en virtud de un acuerdo o convenio colectivo.

El capitán deberá llevar un registro de las horas diarias de trabajo y descanso de los marineros.

Durante este turno de doce horas, se debe permitir al personal tomar descansos, una de sus comidas también forma parte de esas doce horas.

9.10.28 Trabajos en barcasas de perforación

La técnica de perforación deberá tener el menor impacto posible sobre el medio ambiente natural.

La elevación de cargas a bordo de la barcaza deberá controlarse de manera óptima (ver capítulo de elevación) para no ocasionar dificultades a la barcaza.

Si se selecciona esta técnica, para minimizar la contaminación del entorno natural podrá ser considerado el uso de una extracción controlada mediante una camisa de perforación.

9.10.29 Perforación dirigida en tierra

Los dispositivos de seguridad de las perforadoras deberán ser conformes a los siguientes artículos o normas:

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por parte de los trabajadores de los equipos de trabajo, Norma EN 16 228 Máquinas de perforación y cimentación.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en marcha de las máquinas.

Los riesgos de contaminación también deberán estar bien controlados, los productos (lodos de perforación) deberán cumplir con la normativa medioambiental, la técnica de perforación utilizada deberá tener también el menor impacto posible sobre el medio ambiente, y se deberá tener especial cuidado en el tratamiento de los residuos de perforación.

9.10.30 Trabajo de la bomba de hormigón

A petición de la Dirección de Obra, el operario de la bomba deberá asegurarse, como mínimo, de:

- La ausencia de personal en una zona de seguridad alrededor de la manguera que cuelga libremente, cuyo diámetro será igual al doble de la longitud de dicha manguera.

En todos los casos, el perímetro de seguridad alrededor de la manguera de distribución estabilizada verticalmente deberá permitir que cualquier persona pueda alejarse a una distancia de al menos 4 m (longitud de la manguera de distribución). Esta zona de exclusión deberá estar claramente delimitada.

Existe el riesgo que se sacuda manguera, especialmente en las siguientes situaciones:

- Al principio de cada bombeo.
- Cada vez que se reinicia después de una parada o un tapón.
- Siempre que haya podido entrar aire en la manguera después de un incidente, como por ejemplo:
 - Si se ha abierto la manguera para añadir o quitar tuberías.
 - Si se invirtió la dirección de bombeo para quitar un tapón.
 - Si el hormigón se ha desbordado tras un tapón.
 - Si el nivel de hormigón ha descendido por debajo del eje de la mezcladora en la tolva de recepción.

Si alguna persona entrara en el perímetro de seguridad establecido, el operario de la bomba deberá detener inmediatamente toda actividad y presionar el botón de parada de emergencia.

Como regla general, durante un bombeo normal, el operario de la bomba deberá asegurarse de que sólo el conductor de la manguera de distribución se encuentre en la zona de seguridad. El conductor de la manguera de distribución deberá ser formado por su empresa para evaluar las situaciones de peligro que pudieran surgir y reaccionar de forma adecuada a la situación.

9.10.31 Riesgos debidos al uso de aire comprimido

En todas las obras (terrestres y marítimas), las redes de aire comprimido deberán estar equipadas con abrazaderas de seguridad para evitar que las mangueras se sacudan en caso de rotura o desconexión de un accesorio.

El uso de aire comprimido para limpiar o soplar la ropa de trabajo está estrictamente prohibido, y si es necesario, se indicará en las instrucciones de seguridad del emplazamiento.

9.10.32 Trabajos que implican riesgos específicos

Riesgo de caídas desde una altura de más de 3 m:

Para los trabajos en torres eléctricas o elementos de gran altura (más de 3 metros, p. ej. montaje de grúas, etc.), las empresas mencionarán este riesgo en sus procedimientos operativos.

El trabajo será llevado a cabo por personal capacitado.

Riesgo de enterramiento o atrapamiento:

Para los trabajos que requieran zanjas profundas (mayores de 130 cm), las empresas deberán mencionar este riesgo y especificar las medidas de blindaje, apertura y terraplenado para reducir cualquier riesgo de enterramiento, estas excavaciones deberán además estar protegidas y señalizadas y ninguna otra empresa deberá estar expuesta al riesgo de caída en las zanjas.

Los procedimientos operativos especificarán las medidas previstas.

Exposición a contacto con conductores desnudos con tensión superior a la MBT:

No se debe realizar ningún trabajo que exponga conductores desnudos sin que se hayan tomado las correspondientes medidas de protección. Si es necesario, el personal estará calificado y autorizado.

Las medidas de protección, las instrucciones y el marcado adecuados se explicarán en los procedimientos operativos. Estas medidas serán válidas para el trabajo y durante las pruebas.

A petición de la Dirección de Obra, se podrán realizar trabajos con tensión en las líneas AT. Serán realizados por personal capacitado, siguiendo procedimientos operativos validados por INELFE o REE. Las intervenciones en cuestión serán definidas por INELFE o REE.

Trabajos cerca de líneas aéreas o enterradas MT (< o = 36 kV) o AT (>36 kV):

El trabajo se realizará de acuerdo con las prescripciones de INELFE o REE recogidas en los requisitos contractuales anexos al Estudio de Seguridad y Salud (ESS), incluyendo las normas de seguridad operativas que deben cumplir las empresas que trabajan para REE:

- TM001: Organización de la seguridad de los trabajos de construcción.
- IM030 Seguridad en los trabajos de reforma en subestaciones en servicio.
- IM043: Seguridad en los trabajos en conductores de alta tensión y cables de tierra.

Trabajos de buceo con aparatos:

Algunos de los trabajos se llevarán a cabo en el mar, en condiciones submarinas.

Este trabajo será realizado por empresas especializadas y personal cualificado. Las tareas realizadas por los operadores podrán ser: reconocimientos, peritajes, montajes, asistencias en el movimiento de tierras.

- Las corrientes de marea son importantes y cambiantes.
- La organización de la obra deberá permitir que ésta se realice en condiciones de seguridad y serenidad.

Las intervenciones UXO (búsqueda de elementos explosivos) son diferentes de las operaciones de neutralización de dispositivos potencialmente explosivos.

Los procedimientos de emergencia deberán tener en cuenta las distancias y los tiempos de reacción y acceso de los servicios de emergencia.

En el caso de inmersiones en las proximidades del buque, los submarinistas no deberán colocarse cerca de las bombas de succión del buque.

Se pueden distinguir trabajos de buceo:

- Trabajos submarinos (actividades de buceo): obras marítimas, petroleras, industriales, operaciones de ingeniería civil, etc.
- Intervenciones subacuáticas (f.i.: búsqueda de equipo perdido).

Contexto normativo:

Cada empresa deberá respetar todas las regulaciones existentes.

Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos eléctricos.

Orden de 14 de octubre de 1997 por la que se aprueba el reglamento de seguridad de las actividades submarinas.

Uso de explosivos:

Si es necesario, el uso de explosivos se deberá respetar el Real Decreto 130/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos

Durante los trabajos mineros, se establecerá un procedimiento especial en concertación con la Dirección de Obra, la empresa adjudicataria y el Coordinador de Seguridad y Salud. El certificado que habilita a una empresa a la realización de trabajos con explosivos será entregado al Coordinador de Seguridad y Salud junto con el Plan de Seguridad y Salud de la empresa. La empresa preparará un Plan de Voladura y lo comunicará al Coordinador de Seguridad y Salud.

La empresa minera explicará el procedimiento a seguir en el Plan de Seguridad y Salud que deberá presentar al Coordinador de Seguridad y Salud.

En las proximidades de las zonas residenciales no se planificará el uso de explosivos.

Si una empresa está considerando el uso de explosivos, deberá presentar justificaciones y la organización del emplazamiento de la obra deberá ser adaptada.

Utilización de dispositivos de elevación con una capacidad > 60 t/m (grúas móviles, grúas torre...)

Ver capítulo 9.6 - Manipulación y elevación de cargas.

MONTAJE O DESMONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS PESADOS

Ver capítulo 9.6 - Manipulación y elevación de cargas.

9.10.33 Riesgos en el acceso al barco o barcaza en el muelle.

El acceso al buque o a la barcaza en el muelle se hará normalmente a través de la pasarela, que debe estar bien asegurada; si la pasarela sobresale del agua, también deben estar colocadas las redes de seguridad (todo espacio que separe el muelle del buque y por el cual una persona que utilice un medio de acceso al buque pueda caer al agua debe estar protegido por una red de seguridad fijada al buque y al muelle, que debe tener una malla y una forma adecuada).

Las condiciones de iluminación deben ser también suficientes en condiciones nocturnas, y deben eliminar las posibles sombras en esta pasarela, en el muelle y en el barco o barcaza.

9.10.34 Coordinación marina.

Según la autoridad contratante de las obras marítimas, la coordinación marina debe estar prevista y en marcha desde el inicio, pudiendo darse dos casos:

- Trabajos a petición de INELFE por uno de sus subcontratistas directos.
- Trabajo organizado por el poseedor del lote (por ejemplo, en el vertedero) y sus subcontratistas.

Trabajo marítimo de INELFE y sus subcontratistas directos.

Para cualquier trabajo en el que intervengan barcos o barcazas para INELFE y sus subcontratistas directos, durante el período en que el poseedor del lote no tenga actividad, o para actividades alejadas de la zona de desembarque, INELFE deberá poner en marcha una coordinación marítima cuyas misiones serán las siguientes:

- Coordinar las operaciones marítimas y gestionar las posibles actividades conjuntas en el mar.
- Controlar y asegurar las operaciones en el mar.
- Responder a los accidentes y emergencias.

La coordinación marítima asumirá este papel por:

- Seguir todos los movimientos de los buques que operen en el mar por cuenta de INELFE.
- Asegurarse de que todas las actividades se realicen de conformidad con los procedimientos aprobados y las evaluaciones de riesgos realizadas.
- Apoyar activamente las medidas de respuesta de emergencia desarrolladas en el Plan de Respuesta Marítima.
- Y coordinando con el CSS las posibles actividades simultáneas de ciertos buques.

El Coordinador de S&H debe ser mantenido informado de todas las actividades marítimas, cualquier barco que opere en nombre de INELFE o de sus subcontratistas debe haber seguido o haber realizado:

- Una inspección conjunta y un PSS armonizado rastreado por el Registro del Diario por el Coordinador de S&H.
- Una inspección de S&H del buque o de la barcaza, validada por INELFE.
- Si es necesario, redactar un plan de emergencia de acuerdo con los escenarios de emergencia identificados durante la evaluación de riesgos

Trabajo marítimo del adjudicatario de un lote y sus subcontratistas.

Para cualquier trabajo que implique barcos o barcazas para el Lote considerado y sus subcontratistas, las siguientes condiciones deben ser implementadas y respetadas:

El Titular del lote ha establecido una persona responsable de las operaciones para:

- Supervisar la aplicación del procedimiento.
- La comunicación de las prioridades del proyecto a las partes del emplazamiento.
- Evaluación de los cambios de procedimiento que puedan ser necesarios para mejorar la eficacia del procedimiento y el proceso
- Debe asegurarse de que todas las partes en el sitio sean informadas e inducidas al procedimiento de coordinación marítima.
- Y (en el caso de que varios subcontratistas participen en las operaciones marítimas) debe coordinar entre los diferentes subcontratistas a lo largo del proceso de coordinación marítima.

Todas las solicitudes de operaciones en el área deben ser enviadas a él por lo menos con una semana de anticipación (solicitud detallada), con una copia al CSS.

Debe poder estar en comunicación (radio) con todos los buques que operen en la zona, las observaciones o directivas que dé deben ser cumplidas.

Este procedimiento también permite al poseedor del lote gestionar mejor las posibles coactividades marítimas de los buques (fuera de su perímetro) que puedan entrar en su zona de actividad.

Se trata de cualquier embarcación en funcionamiento que pueda acercarse a la zona de trabajo marino dentro de media milla náutica.

Cualquier embarcación gestionada por INELFE que pueda acercarse a la zona marítima gestionada por el Lotero debe coordinarse con el gestor designado por este Lotero y cumplir sus directrices.

10 INTERFERENCIAS CON ACTIVIDADES DE EXPLOTACIÓN EN EL INTERIOR DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA O EN LAS PROXIMIDADES DE ESTA

10.1 INTERFERENCIA ENTRE VARIAS OPERACIONES

10.1.1 Múltiples Titulares del proyecto – Direcciones de Obra

Recordatorio: cuando en un mismo lugar, varios jefes de obra deben realizar varias operaciones de construcción o de obra civil al mismo tiempo, estos se consultan entre sí para evitar los riesgos derivados de la interferencia de estas intervenciones.

Cuando se planifican otras operaciones y que sea probable que interfieran entre ellas, la Dirección de Obra deberá informar al Coordinador de seguridad y Salud y a la empresa adjudicataria del lote la información relacionada con estas operaciones.

10.1.2 Presencia de numerosas concesiones

El concesionario que explota una red (gas, electricidad, telecomunicaciones, fibra óptica, gasoducto, etc.), sobre la que deba intervenir en el emplazamiento de la obra para llevar a cabo obras en ella, será considerado como una empresa por derecho propio. Por lo tanto, estará sujeta a las medidas generales de coordinación y, como tal, estará obligada a aplicar las disposiciones del Estudio de Seguridad y Salud. Todas las disposiciones a las que estén sujetas las empresas se aplicarán en las mismas condiciones, en particular:

- Se realizará una inspección conjunta del lugar con el Coordinador de Seguridad y Salud antes de que comiencen los trabajos.
- Las empresas desarrollarán y presentarán su propio Plan de Seguridad y Salud, antes de que comiencen los trabajos.

Las obligaciones del concesionario en materia de coordinación de seguridad y salud con respecto a sus subcontratistas serán las mismas que las de las empresas adjudicatarias.

10.2 INTERFERENCIA CON UN ESTABLECIMIENTO QUE OPERE EN EL EMPLAZAMIENTO O CERCA DE ÉL

10.2.1 Delimitación del emplazamiento de la obra- materialización de las zonas peligrosas

El emplazamiento de la obra deberá estar cerrado y ser independiente de la parte del establecimiento en la que se esté operando, o de algún otro establecimiento cercano mantenido en actividad, mediante una valla.

Como regla general, se prohibirá al personal de obra el acceso a las zonas del establecimiento en la que se esté operando, o de algún otro establecimiento cercano mantenido en actividad.

Cuando se requiera dicho acceso, el responsable del establecimiento de que se trate deberá especificar las condiciones prácticas tales como horarios, rutas, zonas prohibidas, materialización de zonas peligrosas, acompañamiento, instrucciones, etc.

Se comunicarán por escrito las condiciones de acceso a la Dirección de la Obra, a la empresa adjudicataria del lote y al Coordinador de seguridad y Salud.

10.2.2 Responsabilidad por obras en emplazamientos ya ocupados

Estará estrictamente prohibido el acceso por vías distintas a las prescritas en el plano de instalación de la obra.

Las empresas intervinientes recordarán a sus empleados que el acceso a los edificios existentes está estrictamente prohibido fuera del horario de trabajo.

El responsable de cada empresa recordará a su personal la prohibición de entrar en zonas distintas a las asignadas a la obra.

Cualquier trabajo que deba realizarse en un emplazamiento ya ocupado (conexión eléctrica, agua, etc.) deberá realizarse en colaboración con los responsables del lugar, la Dirección de Obra y previa elaboración de instrucciones específicas.

10.2.3 Identificación de áreas peligrosas

En las subestaciones eléctricas operativas, se identificarán las áreas consideradas peligrosas para la seguridad o salud de los ocupantes mediante postes de señalización.

Se establecerá una señalización adecuada que caracterice la naturaleza del riesgo, en español:

- Paneles de atención: PELIGRO DE MUERTE.
- Paneles de atención: CORRIENTE ELÉCTRICA.
- Paneles de atención: TOLVAS.
- Paneles de atención: MONTAJE (precisar) EN CURSO.
- Protección mecánica en el suelo a lo largo del recorrido de los cables eléctricos.

Obras Marítimas

Las señalizaciones y delimitaciones de las zonas de obras cumplirán los requisitos de la normativa marítima.

Dichas señalizaciones y delimitaciones serán mantenidas y, si es necesario, la situación podrá requerir igualmente una intervención fuera del horario de trabajo.

10.2.4 Equipos puestos a disposición de las empresas por el establecimiento en actividad

Cuando un establecimiento en actividad situado en un emplazamiento de la obra ceda un equipamiento de trabajo a una empresa, las condiciones de uso de este equipamiento se especificarán en un acuerdo de puesta a disposición.

Este documento, conservado in situ, mencionará, además de los nombres y las razones sociales de las empresas afectadas, los nombres de los responsables, la naturaleza y las características de los equipos cubiertos por el préstamo, los procedimientos para su disponibilidad, las obligaciones y responsabilidades de cada persona, y específicamente:

- La fecha de disponibilidad.
- La duración del préstamo.
- Instrucciones para la implementación y uso del equipo, instrucciones de seguridad a seguir.
- Obligaciones relativas a las autorizaciones necesarias para la utilización o el funcionamiento del equipo: autorización del superior jerárquico de la empresa que utiliza el equipo de trabajo objeto del préstamo.
- Las obligaciones relativas a las auditorías reglamentarias de seguridad realizadas y previstas.
- Cualquier documento útil para la implementación del equipo de trabajo: instrucciones del fabricante, diario de mantenimiento, último informe de verificación reglamentaria, informe contradictorio sobre el estado del equipo, etc.
-

10.2.5 Peligros específicos: adaptación de equipos o instalaciones, procedimientos de intervención

Dado que la naturaleza y la proximidad de las actividades del establecimiento interfieren con el emplazamiento de la obra se deberán implementar determinadas medidas preventivas.

Previa concertación con el director del establecimiento, estas medidas podrán referirse a la adaptación de los equipos, las instalaciones y las condiciones de intervención.

Trabajo en espacios confinados

Cámaras de empalme o de aterraje

Las cámaras de empalme o de aterraje no se considerarán espacios confinados hasta que no estén cerradas o cubiertas.

Si se debe realizar una intervención después de la colocación de la losa de cubierta, será necesario tomar medidas para permitir la entrada y la realización de los trabajos. Estas se explicarán en el Plan de Seguridad y Salud de las empresas y serán válidas para todas las partes concernidas.

10.2.6 Fase de realización de pruebas

Caso general:

Todas las pruebas se considerarán tareas por derecho propio. Deberán planificarse y coordinarse en reuniones y ser objeto de un procedimiento especial denominado Hoja de prueba.

El Coordinador de Seguridad y Salud debe ser el destinatario del análisis y armonización de los distintos documentos y calendarios relativos a las pruebas.

La organización de la obra, el operador, la Dirección de Obra y la empresa adjudicataria del lote deberán validar las diferentes etapas.

Además, el Coordinador de Seguridad y Salud y la AEU (Apoyo a las Empresas Usuarias) deberán asegurarse de que se comunican perfectamente entre sí para coordinar y garantizar que no se produzca ninguna situación peligrosa relacionada con las pruebas para los operadores de los dos emplazamientos.

Diferentes medidas adaptadas serán definidas por el Coordinador de Seguridad y Salud, la organización de la obra, la AEU y las diferentes empresas.

Pruebas intrínsecas:

Las pruebas intrínsecas se limitarán a los equipamientos.

Es posible que las pruebas de los cables de los enlaces se realicen sin conexión a la red, pero con alimentación externa, mediante la instalación de generadores específicos para la duración de las pruebas en las estaciones finales.

La Hoja de prueba especificará el alcance de la prueba. Un análisis de riesgo específico determinará las medidas propuestas para gestionar los riesgos asociados con las pruebas.

Se detallarán las consignas de las medidas.

Las fases de prueba serán validadas en una reunión de coordinación.

Al final, si la empresa considera que la prueba es satisfactoria, redactará una declaración de finalización del trabajo.

Esta solicitud será enviada a la Dirección de Obra para su validación antes de cualquier conexión.

Pruebas de sistemas (subconjuntos):

La prueba de un sistema se limitará al equipamiento y a su entorno directo.

Las fases de prueba serán validadas en una reunión de coordinación.

Se detallarán las consignas de las medidas a aplicar.

Se establecerá una revisión de las medidas para limitar el alcance y las condiciones de realización de los ensayos en la reunión de coordinación.

La Hoja de prueba especificará el alcance de la prueba.

Un análisis de riesgo específico determinará las medidas propuestas para gestionar los riesgos asociados con las pruebas.

Al final de estas pruebas, si la empresa adjudicataria del lote considera que la prueba es concluyente redactará una declaración de finalización del trabajo.

Esta declaración será remitida al INELFE o REE responsable de su validación antes de realizar cualquier conexión.

Las pruebas se realizarán en presencia del director de pruebas de INELFE o REE y del responsable de operaciones de INELFE o REE.

Las obras cerca del área de pruebas deberán ser completadas o validadas previamente en una reunión de coordinación.

Pruebas generales:

Las pruebas generales se referirán a los equipamientos en condiciones normales de funcionamiento.

Las fases de prueba serán validadas en una reunión de coordinación.

Se detallarán las consignas de las medidas a aplicar.

Se establecerá una revisión de las medidas para limitar el alcance y las condiciones de realización de los ensayos en la reunión de coordinación.

La Hoja de prueba especificará el alcance de la prueba.

Un análisis de riesgo específico determinará las medidas propuestas para gestionar los riesgos asociados con las pruebas.

Las pruebas se realizarán en presencia del director de pruebas de INELFE o REE y del responsable de operaciones de REE. Ninguna actividad comercial podrá tener lugar en las proximidades de la zona de pruebas sin una derogación expresa de la Dirección de Obra y del Coordinador de Seguridad y Salud.

Requisiciones:

Toda solicitud de requisición será estudiada en una reunión de coordinación y será objeto de las medidas oportunas elaboradas de acuerdo con los procedimientos de INELFE o REE.

Será solicitada a la organización del emplazamiento de la obra con tiempo suficiente para permitir un análisis.

Cualquier solicitud constituirá una prueba general con un análisis de riesgo específico. Será el operador quien autorizará esta maniobra y especificará las condiciones asociadas.

11 MEDIDAS GENERALES ADOPTADAS PARA GARANTIZAR QUE LOS EMPLAZAMIENTOS DE LAS OBRAS SE MANTIENEN EN BUEN ESTADO Y EN UN ESTADO DE SALUBRIDAD SATISFACTORIO

11.1 OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN SUPERIORES A 760.000 €: OBRAS PÚBLICAS PRELIMINARES A CARGO DE LOS TITULARES DEL PROYECTO QUE SE REALIZARÁN ANTES DE CUALQUIER INTERVENCIÓN DE LAS EMPRESAS (R4533-1 Y SIGUIENTES).

11.1.1 Carreteras que dan servicio al emplazamiento de la obra y conexiones a las distintas redes

Se recuerdan las disposiciones reglamentarias responsabilidad de los Titulares del proyecto.

Antes de cualquier intervención de los contratistas y subcontratistas, el emplazamiento de las obras deberá contar con:

- Un servicio de carreteras.
- Una conexión a las redes de distribución de agua potable y electricidad.
- Un sistema de eliminación de materiales de desecho.

12 RESCATE Y EVACUACIÓN DE LOS TRABAJADORES: ORGANIZACIÓN - INFORMACIÓN PRÁCTICA

12.1 ORGANIZACIÓN DE UN RESCATE

12.1.1 Llamada a los servicios de emergencia - medios de llamada - instrucciones a las partes concernidas

Los números de teléfono de los servicios de emergencias se mostrarán de manera visible en la obra y se indicarán como instrucciones en el Plan de Seguridad y Salud de cada empresa.

Estos números, así como las medidas a tomar en caso de accidente o incendio, se comunicarán a cada empleado, incluidos los trabajadores temporales, cuando lleguen al lugar de trabajo y sean destinados a las instalaciones asignadas a los trabajadores.

Un medio de llamada de emergencia estará disponible en todo momento en la obra.

12.1.2 Obras de conexión marítimas

Información para los empleados:

Se proporcionará información específica sobre la organización de los servicios de rescate a cada empleado a su llegada al buque.

Llamada a los servicios de rescate marítimo:

La Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima es un organismo especializado.

Para el área del proyecto:

- Se puede contactar con el CCS Bilbao (Santurce (Vizcaya)) en: +34 900 902 902

SASEMAR, que responsable a nivel internacional de «centros de coordinación de salvamento marítimo», dispone de un servicio permanente las 24 horas del día (vigilancia de la frecuencia de socorro en el canal 16 de VHF (156.800MHz)); y dirige las operaciones de rescate y salvamento.

Números útiles en caso de accidente en el mar:

Canal 16 en VHF (156.800 MHz) para llamar al servicio de rescates (CROSS).

112 desde un teléfono móvil.

La radio es siempre preferible al teléfono móvil, ya que permite una rápida localización por parte de los servicios de emergencia.

Primeros auxilios:

Se tomarán las medidas adecuadas para proporcionar primeros auxilios a cualquier persona que se haya lesionado durante el trabajo.

Para ello, es necesario asignar un número suficiente de primeros auxilios a la obra (recomendación: 10% de la plantilla actual), correctamente distribuidos en todas las áreas de trabajo.

El Plan de Seguridad y Salud de cada empresa especificará la lista de primeros auxilios, ajustada permanentemente a los efectivos presentes en la obra.

También se recomienda que el personal de primeros auxilios lleve una insignia distintiva en su ropa de trabajo o una pegatina en su casco y escriban su nombre tan pronto como lleguen al sitio, en una lista colocada en el tablón de anuncios cerca de la oficina del emplazamiento de la obra.

Además, una persona con al menos una formación de nivel 2 en primeros auxilios o equivalente, con conocimiento de la atención que debe prestarse a una persona que sufra un ahogamiento o una hipotermia, estará siempre a bordo o en las proximidades de cada buque.

Medios de evacuación

Cuando la configuración del lugar, su entorno o la naturaleza de los trabajos lo hagan necesario, deberán existir medios especiales de evacuación de los heridos (camilla, etc.) en la obra de forma permanente.

La tripulación del buque deberá estar plenamente formada y cualificada para utilizarlos.

Se complementará el plan global de la(s) embarcación(es) incluyendo el equipo, los dispositivos y las vías utilizadas para proporcionar los primeros auxilios.

La lista de medios específicos podrá completarse con servicios de salvamento marítimo.

Los ejercicios deberán ser programados regularmente, con diferentes escenarios para verificar la correcta ejecución del rescate.

12.1.3 Subestaciones eléctricas de REE

Información para los empleados:

Los números de teléfono de los servicios de emergencias se mostrarán de manera visible en el emplazamiento y se indicarán como instrucciones en el Plan de Seguridad y Salud de cada empresa.

Estos números, así como las medidas a tomar en caso de accidente o incendio, se comunicarán a cada empleado, incluidos los trabajadores temporales, cuando lleguen al lugar de trabajo y sean destinados a las instalaciones asignadas a los trabajadores.

Señalización y vías de acceso de emergencias:

Se instalará y se mantendrá una señalización direccional para los servicios de emergencias.

Se mantendrán en todo momento las vías de emergencia perfectamente despejadas y circulables.

Se organizarán equipos para que un acompañante pueda reunirse con los servicios de emergencias en el punto de encuentro establecido y guiar a los servicios de emergencias hasta el lugar del accidente.

Primeros auxilios:

Se tomarán las medidas adecuadas para proporcionar primeros auxilios a cualquier persona que se haya lesionado durante el trabajo.

Para ello, es necesario asignar un número suficiente de primeros auxilios a la obra (recomendación CARSAT: 10% de la plantilla actual), correctamente distribuidos en todas las áreas de trabajo.

El Plan de Seguridad y Salud de cada empresa especificará la lista de primeros auxilios, ajustada permanentemente a los efectivos presentes en la obra.

También se recomienda que el personal de primeros auxilios lleve una insignia distintiva en su ropa de trabajo o una pegatina en su casco y escriban su nombre tan pronto como lleguen al sitio, en una lista colocada en el tablón de anuncios cerca de la oficina del sitio.

Botiquín de primeros auxilios:

Cada empresa deberá planificar en su emplazamiento los medios para proporcionar primeros auxilios a una persona lesionada.

Un botiquín de primeros auxilios deberá estar disponible, bajo la responsabilidad de una persona formada en Primeros Auxilios.

El botiquín de primeros auxilios deberá ser renovado y revisado adecuadamente por el responsable del emplazamiento o por el encargado de primeros auxilios antes de llegar al emplazamiento, y la lista y las instrucciones para el uso de cada medicamento deberán estar en el botiquín.

Un kit de succión de veneno deberá estar incluido en cada kit en la estación de conversión y el personal de primeros auxilios deberá estar formado para su uso.

12.1.4 Obras de conexión terrestres

Medios para pedir ayuda:

El teléfono móvil es un medio para pedir ayuda, sin embargo, es aconsejable comprobar la presencia de señal en las áreas de trabajo.

Para la llamada de emergencia, se proporcionará a cada jefe de equipo y al jefe de obra un teléfono móvil local en perfecto estado de funcionamiento en todo momento y se les recordará que el número a llamar desde este tipo de dispositivo es el 112.

Se mantendrá una lista actualizada de los diversos contactos de estos teléfonos y se les enviará a las principales partes concernidas del proyecto.

Información para los empleados:

Los números de teléfono de los servicios de emergencias se mostrarán de manera visible en el emplazamiento y se indicarán como instrucciones en el Plan de Seguridad y Salud de cada empresa.

Estos números, así como las medidas a tomar en caso de accidente o incendio, se comunicarán a cada empleado, incluidos los trabajadores temporales, cuando lleguen al lugar de trabajo y sean destinados a las instalaciones asignadas a los trabajadores. En la inducción de seguridad se hará un recordatorio sobre los peligros de los incendios forestales.

Señalización y vías de acceso de emergencias:

Se instalará y se mantendrá una señalización direccional para los servicios de emergencias.

Se mantendrán en todo momento las vías de emergencia perfectamente despejadas y circulables.

Punto de encuentro de emergencias:

Se establecerá un plan de rescate antes del inicio de las obras.

Se establecerán puntos de encuentro de emergencias. La localización de cada emplazamiento o punto de encuentro se llevará a cabo mediante coordenadas GPS o localización conocida por los servicios de emergencia (carretera PK/Carretera, dirección del tráfico, etc.).

La dirección de cada sitio o su ubicación se mostrará en la obra. Cada persona concernida deberá ser informada de la organización implantada para alertar a los servicios de emergencia.

En caso necesario, se organizarán equipos para que un acompañante pueda reunirse con los servicios de emergencia en el punto de encuentro establecido y guiar a los servicios de emergencia hasta el lugar del accidente.

Localización por parte de los servicios de emergencia de situaciones de accidentes particulares:

Se contactará con los servicios de emergencias para identificar las condiciones específicas de intervención en el lugar (accesibilidad a los espacios confinados, obras marítimas, obras en altura, obras en pozos y fosas, etc.).

Medios de evacuación:

Cuando la configuración del lugar, su entorno o la naturaleza de los trabajos lo hagan necesario, deberán existir medios especiales de evacuación de los heridos (camilla, etc.) en la obra de forma permanente.

Se complementará el plan global de la obra incluyendo el equipo, los dispositivos y las vías utilizadas para proporcionar los primeros auxilios.

Primeros auxilios:

Se tomarán las medidas adecuadas para proporcionar primeros auxilios a cualquier persona que se haya lesionado durante el trabajo.

Para ello, es necesario asignar un número suficiente de primeros auxilios a la obra (recomendación: 10% de la plantilla actual), correctamente distribuidos en todas las áreas de trabajo.

El Plan de Seguridad y Salud de cada empresa especificará la lista de primeros auxilios, ajustada permanentemente a los efectivos presentes en la obra.

También se recomienda que el personal de primeros auxilios lleve una insignia distintiva en su ropa de trabajo o una pegatina en su casco y escriban su nombre tan pronto como lleguen al sitio, en una lista colocada en el tablón de anuncios cerca de la oficina del sitio.

Botiquín de primeros auxilios:

Cada empresa deberá planificar en su emplazamiento los medios para proporcionar primeros auxilios a una persona lesionada.

Un botiquín de primeros auxilios deberá estar disponible, bajo la responsabilidad de una persona formada en Primeros Auxilios.

El botiquín de primeros auxilios deberá ser renovado y revisado adecuadamente por el responsable del emplazamiento o por el encargado de primeros auxilios antes de llegar al emplazamiento, y la lista y las instrucciones para el uso de cada medicamento deberán estar en el botiquín.

Un kit de succión de veneno deberá estar incluido en cada kit en la estación de conversión y el personal de primeros auxilios deberá estar formado para su uso.

12.1.5 Trabajadores aislados

Se recuerda que un trabajador aislado es aquel que realiza una tarea en un ambiente de trabajo en el que no puede ser visto u oído directamente por los demás y en el que la probabilidad de una visita es baja.

La empresa buscará, en la medida de lo posible, formas de evitar estas situaciones laborales.

Si esto no es posible, como parte de su análisis de riesgos, la empresa definirá en su Plan de Seguridad y Salud los medios organizativos implantados para garantizar la seguridad del trabajador aislado (medios de alerta –DATI (Dispositivo de alarma para trabajadores aislados), medios de vigilancia, organización especial, etc.).

12.2 LUCHA CONTRA INCENDIOS

12.2.1 Enlaces subterráneos

Todos los vehículos (máquina, camión, coche) deberán estar equipados con un extintor de incendios en buen estado de funcionamiento y controlados de acuerdo con la normativa vigente, y el conductor deberá estar formado para su uso en caso de incendio del vehículo.

Se prohibirá fumar en las obras de construcción del enlace subterráneo fuera de las zonas dedicadas a los fumadores.

No se permitirá fumar al volante de ningún vehículo o dispositivo.

12.2.2 Obras offshore

Cada buque deberá realizar ejercicios (incluida la lucha contra incendios) al menos una vez por semana para mantener las habilidades y capacidades de automatización del equipo que serán de gran utilidad en situaciones de crisis durante las emergencias.

13 DISPOSICIONES PARA LA COOPERACIÓN ENTRE CONTRATISTAS, EMPLEADORES O TRABAJADORES POR CUENTA PROPIA

13.1 MODALIDADES DE COOPERACIÓN: DISPOSICIONES GENERALES

13.1.1 Disposiciones prácticas para la cooperación entre las partes interesadas

Subcontratistas:

Se comunicará la lista de subcontratistas, datos de contacto y la naturaleza del trabajo subcontratado.

Respuestas a los comentarios del Coordinador de Seguridad y Salud:

Cada empresa deberá proporcionar por escrito al Coordinador de Seguridad y Salud las respuestas a los comentarios que le conciernen.

Empresa que emplee personal extranjero:

Toda empresa que emplee personal extranjero estará obligada a transcribir todos los documentos relativos a la seguridad al idioma habitual del empleado.

MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN DE DOCUMENTOS:

Todos los documentos emitidos por DEKRA a la Dirección de Obra, a las empresas adjudicatarias de los lotes y a cualquier otra empresa, incluyendo a los subcontratistas, se enviarán, en principio, a los diferentes destinatarios por correo electrónico.

Las respuestas y los documentos enviados por las partes concernidas a DEKRA también se enviarán por correo electrónico.

Las partes concernidas que deseen utilizar otro método de transmisión (por ejemplo, un formulario en papel para documentos de gran tamaño) deberán informar al Coordinador de Seguridad y Salud.

Los correos electrónicos enviados por DEKRA serán remitidos desde un correo tipo «nombre.apellido@dekra.com» y podrán incluir anexos en formato.pdf y/o.doc, en los que «nombre apellido» corresponde al nombre y al apellido del representante de DEKRA que validó los documentos enviados.

Los trabajadores de la obra deberán tomar todas las medidas necesarias en la configuración de su sistema de mensajería para asegurar que los correos electrónicos y los archivos adjuntos se reciben correctamente.

Plan de Seguridad y Salud:

Se recuerda que según las disposiciones del Real Decreto-Ley 1627/1997, de 24 de octubre, en las obras que están sujetas a la obligación de elaborar un Estudio de Seguridad y Salud, cada empresa, incluidas las empresas subcontratistas y los trabajadores autónomos,

llamados a intervenir en cualquier momento durante las obras, deberán elaborar un Plan de Seguridad y Salud antes del inicio de las obras.

Este plan se comunicará al Coordinador de Seguridad y Salud.

Presentación del Plan de Seguridad y Salud al Coordinador de Seguridad y Salud:

Cada Plan de Seguridad y Salud específico será remitido al Coordinador de Seguridad y Salud.

Procedimientos operativos y evaluación de riesgos:

Los riesgos deberán ser analizados según los siguientes aspectos:

- Riesgos específicos de la empresa.
- Riesgos exportados a las demás partes implicadas en la obra.
- Riesgos exportados a actividades o personas exteriores a la obra.
- Riesgos relacionados con el emplazamiento y el medio ambiente.
- Riesgos importados por otras actividades del emplazamiento.

Todas las operaciones en el mar estarán sujetas a una evaluación de riesgos específica. Esta evaluación se revisará en una reunión colectiva con todos los actores involucrados, a la que se invitará sistemáticamente a representantes de INELFE /REE. Estas evaluaciones de riesgo serán objeto de un informe para cada aspecto analizado.

Plan de Seguridad y Salud de los subcontratistas:

Cada empresa adjudicataria de un lote remitirá su Plan de Seguridad y Salud, así como el Estudio de Seguridad y Salud a sus subcontratistas para el establecimiento de sus respectivos Planes de Seguridad y Salud.

La empresa adjudicataria se asegurará de que los Planes de Seguridad y Salud de cada uno de sus subcontratistas sean remitidos correctamente al Coordinador de Seguridad y Salud.

INSPECCIÓN CONJUNTA

Se recuerda que una de las disposiciones reglamentarias establece una inspección conjunta obligatoria antes de que cada empresa intervenga en la obra.

COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

Nombramiento de los representantes ante la «Dirección de Obra» y de los «Empleados» de cada empresa:

Se comunicará al Coordinador de Seguridad y Salud los nombres de los representantes de cada empresa ante la «Dirección de Obra» y de los representantes de los «Empleados» de dicha empresa.

Véase el anexo 15.7.

Una convocatoria a las reuniones del Comité de Seguridad y Salud, así como el acta de cada reunión, será enviada al:

- Representante de cada empresa ante la «Dirección de Obra».
- Representante de los «Empleados» de la empresa.
- Médico de salud laboral de la empresa.

Medios a disposición del Comité de Seguridad y Salud:

Las reuniones del Comité se celebrarán con una frecuencia mínima de tres meses.

Cada reunión irá seguida de una visita a la obra (total o parcial).

La Dirección de Obra proveerá una sala de reuniones para los miembros del Comité de Seguridad y Salud.

PRESENCIA DE RESPONSABLES DE ESTABLECIMIENTOS AFECTADOS POR LA OBRA A LAS REUNIONES DEL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD:

Los responsables de los establecimientos afectados por la obra informarán a la Dirección de Obra y al Coordinador de Seguridad y Salud si desean ser o no convocados a las reuniones del Comité de Seguridad y Salud.

ENTREGA DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD A LOS RESPONSABLES DE LOS ESTABLECIMIENTOS AFECTADOS POR LA OBRA:

Una copia del Estudio de Seguridad y Salud y de cada actualización se enviará a los responsables de los establecimientos afectados por la obra, en actividad, dentro o a proximidad del emplazamiento de la obra.

DOCUMENTOS NECESARIOS PARA EL EIPO (EXPEDIENTE DE INTERVENCIÓN POSTERIOR DE LA OBRA)

En la fase de proyecto:

A medida que se desarrolla el proyecto, la Dirección de Obra deberá tener en cuenta los principios generales de prevención establecidos en el Código de Trabajo. Esta se compromete a poner a disposición de los coordinadores de Seguridad y Salud los distintos documentos constitutivos del EIPO (tanto para la versión informática como en papel).

En la fase de ejecución:

La Dirección de Obra comunicará al Coordinador de Seguridad y Salud todos los planes y notas técnicas que constituyen el EIPO, así como el expediente de mantenimiento de los lugares de trabajo (en versiones informatizadas y en papel, en número suficiente).

Para ello, los contratistas y constructores deberán facilitar a la Dirección de Obra los planos de ejecución y demás documentos (instrucciones técnicas, instrucciones de funcionamiento, instrucciones de mantenimiento, planes de acceso) necesarios para el establecimiento del EIPO.

PROTOCOLOS O CONVENIO INTEREMPRESARIALES

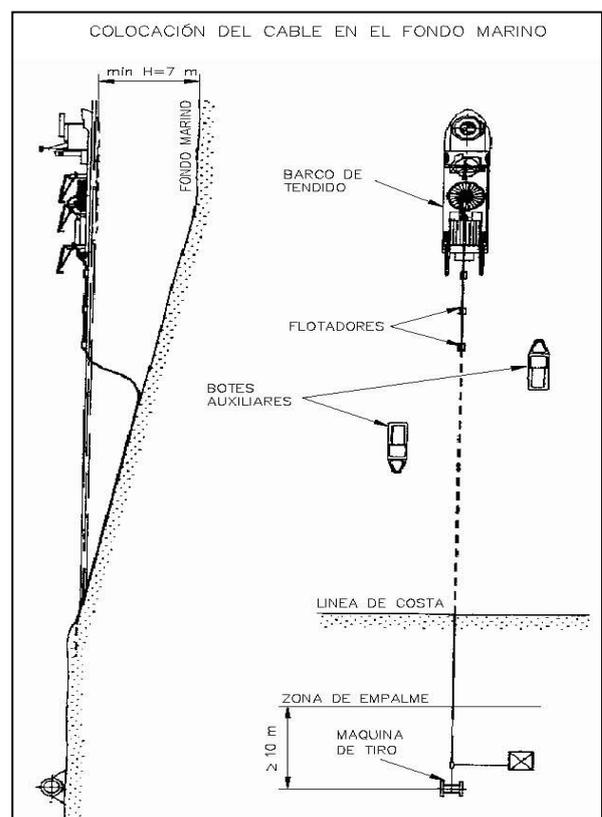
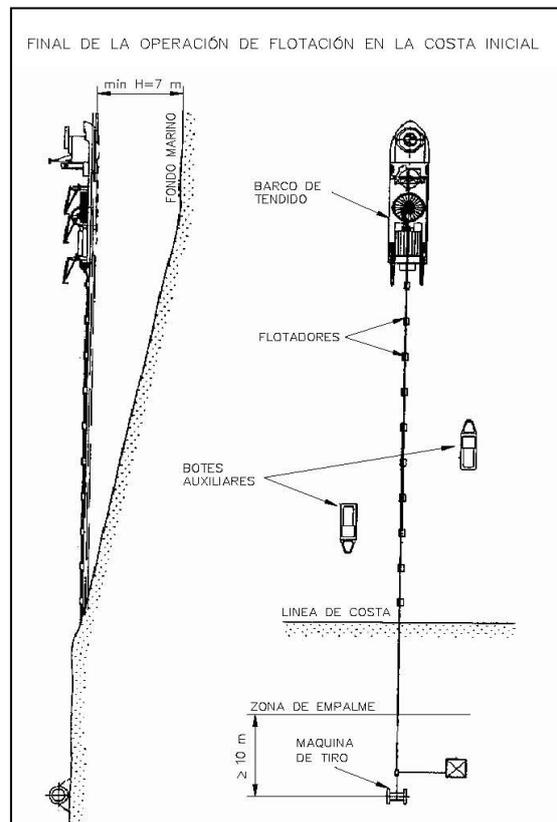
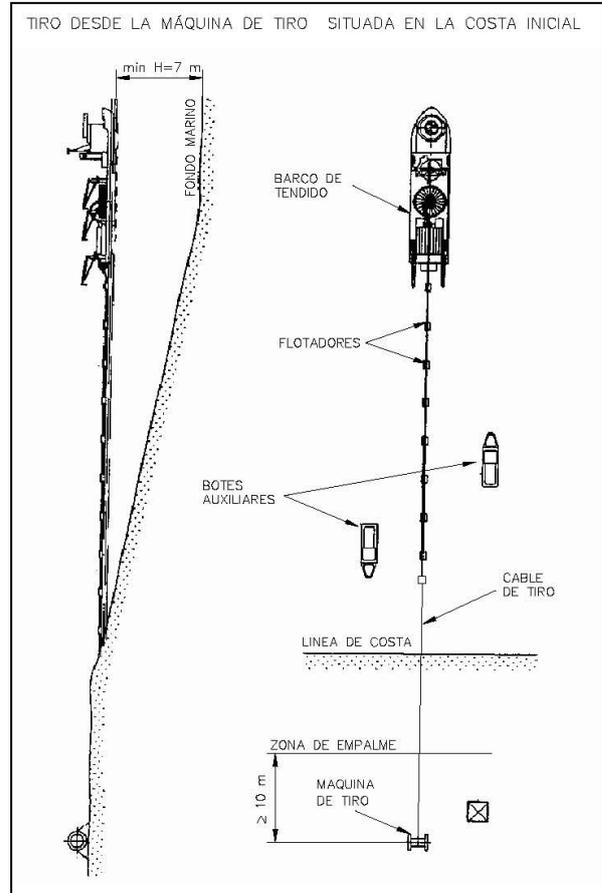
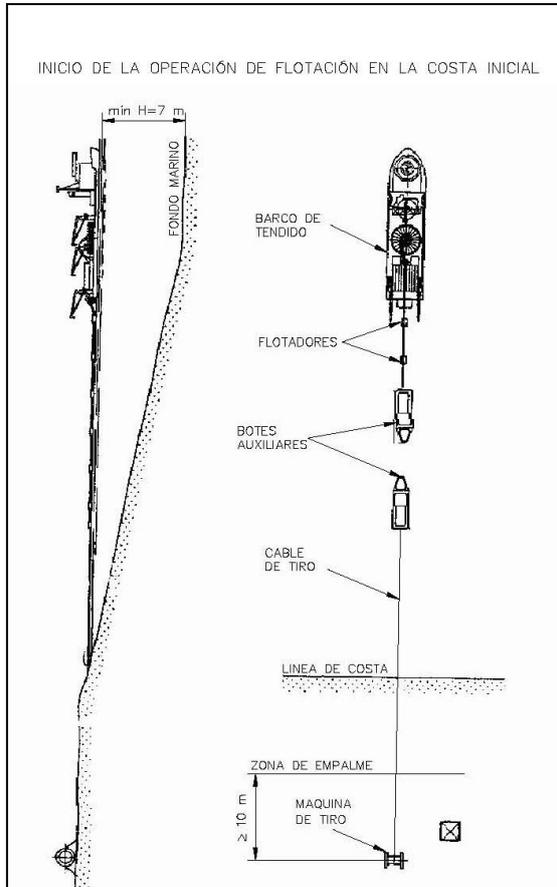
Se podrán establecer convenios interempresariales que determinen las condiciones para suministro de equipos, para su uso específico y los medios acordados para la remuneración entre las empresas.

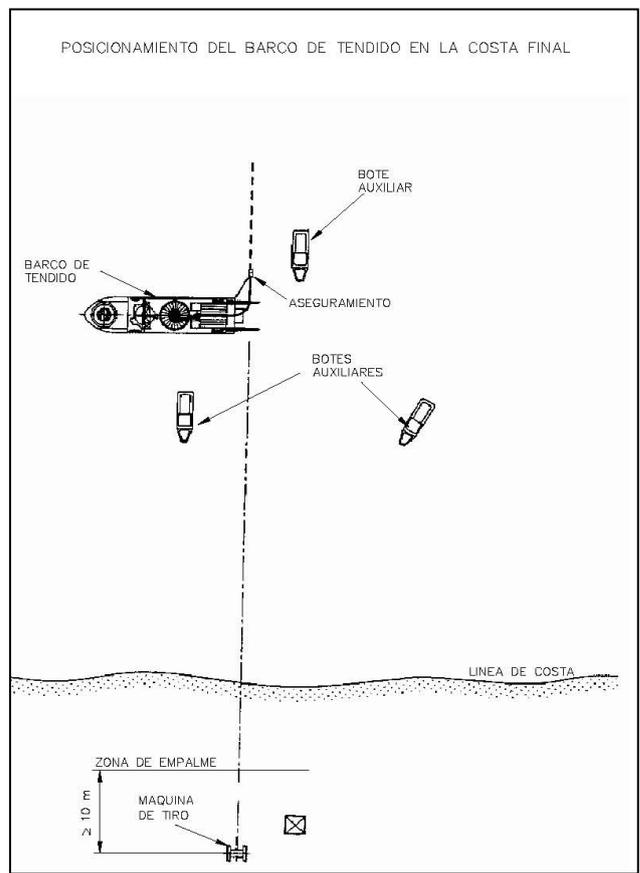
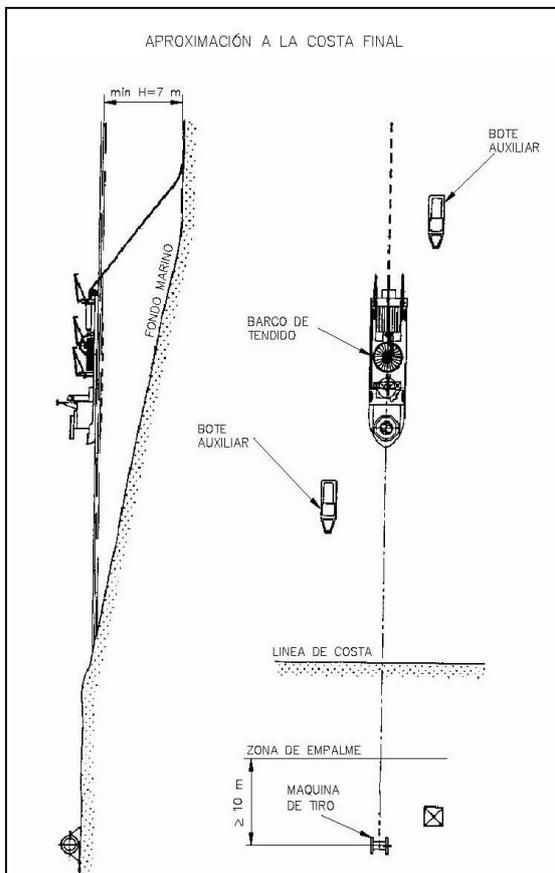
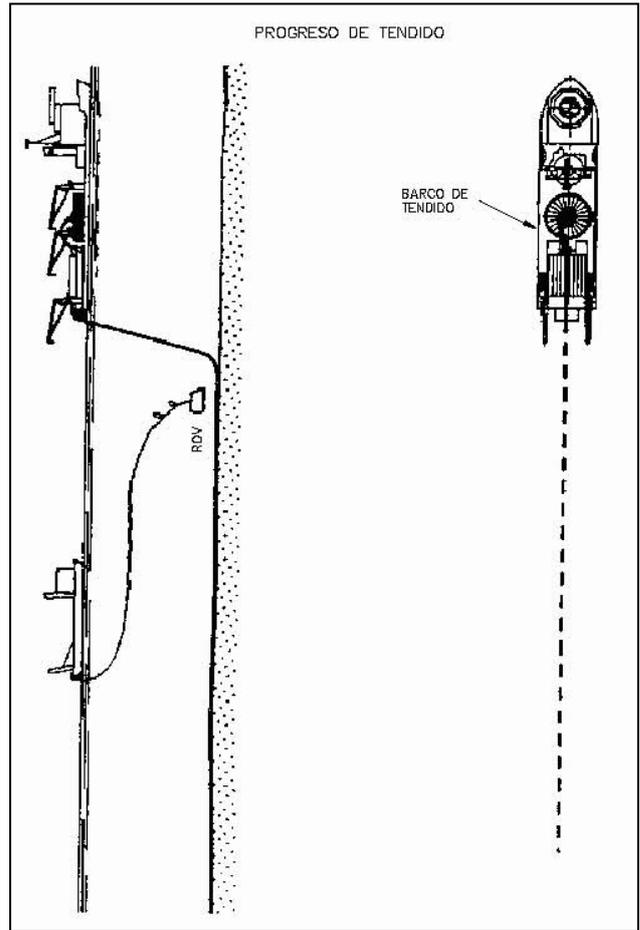
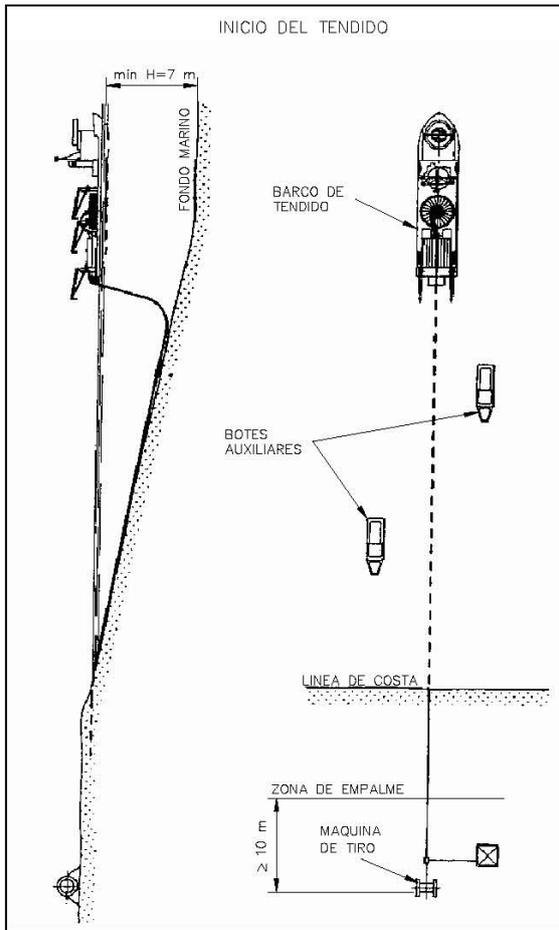
En ningún caso estas convenciones podrán tener el efecto de contravenir las disposiciones del presente Estudio de Seguridad y Salud.

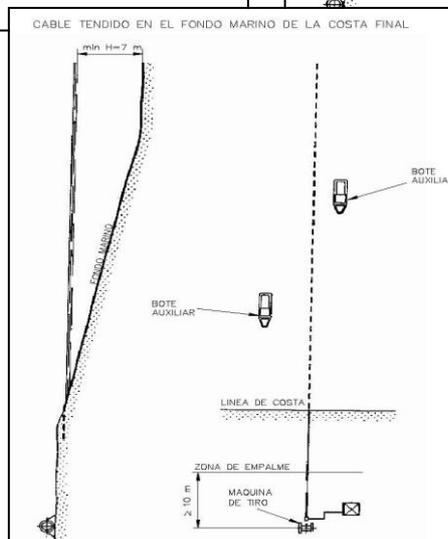
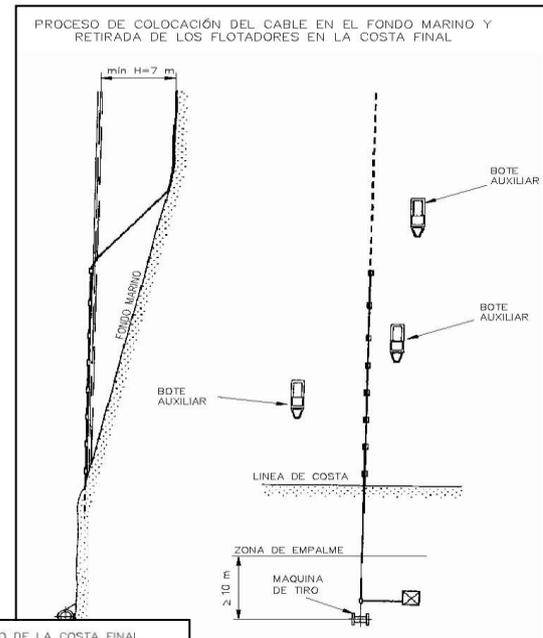
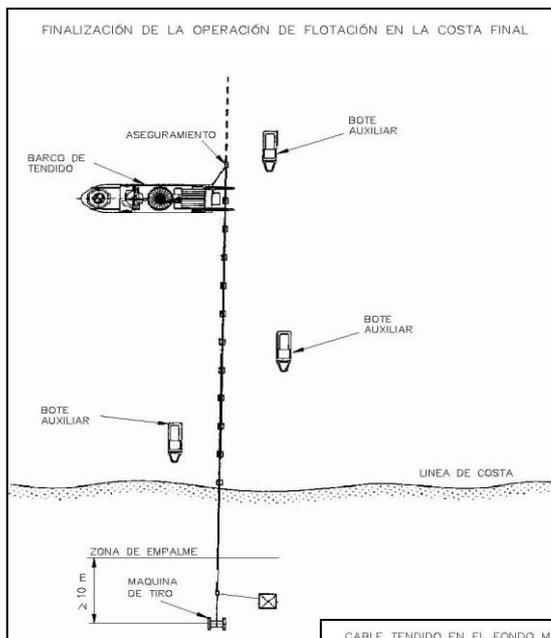
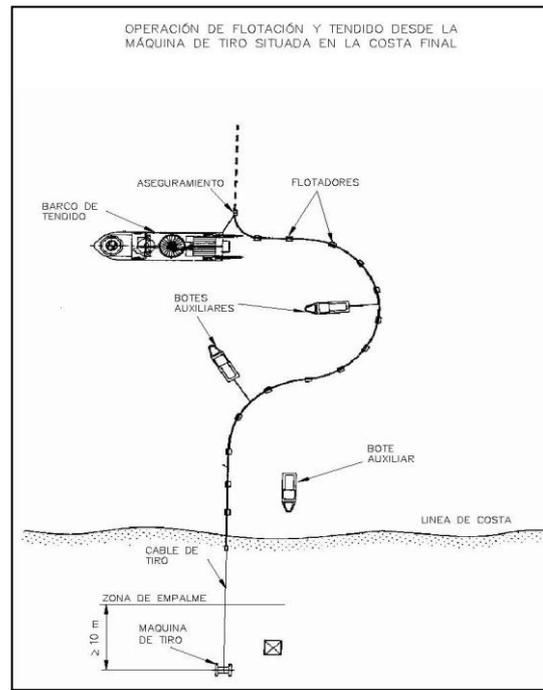
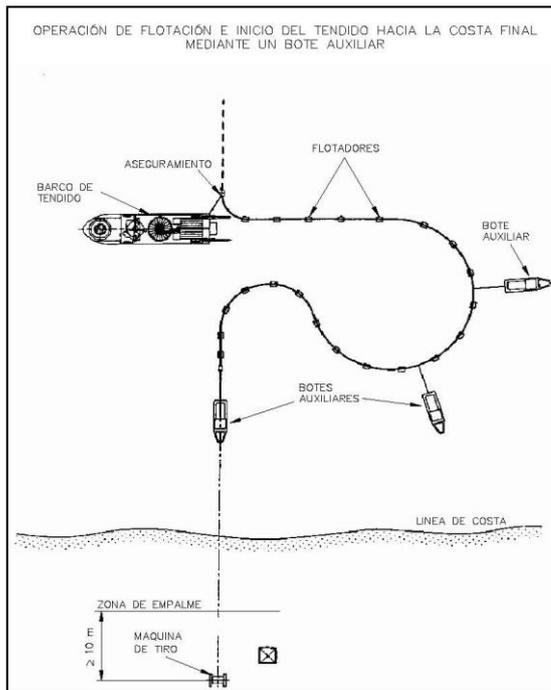
Estas convenciones pueden afectar al conjunto de empresas de la obra (generalmente es el caso de convenios que regulan «importes prorrateados») o bien, pueden afectar únicamente a dos empresas (protocolo de puesta a disposición de maquinaria).

14 CROQUIS Y FICHAS TÉCNICAS

14.1 CROQUIS MANIOBRAS TRABAJOS TENDIDO SUBMARINO







15 ANEXOS

15.1 DIRECTORIO

15.1.1 Participantes

Razón social	Dirección	Representante	Teléfono(T) Fax(F)
Dirección de Obra	INELFE SAS Establecimiento Permanente en España Paseo del Conde de los Gaitanes 177 28109 ALCOBENDAS (Madrid) España		
Empresa adjudicataria del lote Lote: Enlaces terrestres y marinos (LTM 1 & 2)			
Empresa adjudicataria del lote Lote: Estación de conversión (LEC)			
Empresa adjudicataria del lote Lote: Obras de ingeniería civil- Enlace terrestre (LGC)			
Representante Seguridad y Salud de la Dirección de Obra	INELFE SAS Establecimiento Permanente en España Paseo del Conde de los Gaitanes 177 28109 ALCOBENDAS (Madrid) España		
Coordinador Seguridad y Salud – Fase de Proyecto	---		

15.1.2 Organizaciones institucionales de prevención

Razón social	Dirección	Representante	Teléfono(T) Fax(F)
Coordinador Seguridad y Salud – Fase de Ejecución	Se determinará cuando se pase a la fase de ejecución		
Médico de Salud Laboral			

15.1.3 Servicios de emergencias

Razón social	Dirección	Representante	Teléfono(T) Fax(F)
Emergencias			112
Policía			091 / 112
Bomberos			080/112
CENTRO DE COORDINACIÓN DE SALVAMENTO MARÍTIMO	Carretera de la Galea, 21. 48993 - Getxo (Bizkaia)		Tel.: 944 839 411 / 944 839 286 Fax: 944 839 161 canal 16 (156,800 MHz) VHF
Otros servicios del Estado			

15.2 MEDIDAS A ADOPTAR EN CASO DE ACCIDENTE

Para evitar agravar la situación:

PROTEGER

- A sí mismo.
- A la(s) víctima(s).
- A los demás.
- Por ejemplo: señalar, marcar, cortar la corriente...
- Dejar a alguien con la(s) persona(s) lesionada(s).

ALERTAR

- Al Responsable de Seguridad y Salud de la Dirección de Obra.
- Al personal de primeros auxilios del lugar.
- No se retrase en: LLAMAR A LOS SERVICIOS DE EMERGENCIAS.

SOCORRER

Mientras se espera a que llegue el servicio de emergencias:

- No mueva a la(s) persona(s) lesionada(s) a menos que exista un peligro inminente.
- Consuele a la(s) víctima(s).
- Cubra al herido o a los heridos.
- No de nada de beber.

Llame al Departamento de Bomberos 080/112 y diga:

1. OBRA: Proyecto de conexión eléctrica Francia – España
Dirección:
Teléfono:
2. ESPECIFICAR LA NATURALEZA DEL ACCIDENTE:
Por ejemplo: caída, deslizamiento de tierra, asfixia, etc.
LA UBICACIÓN DEL HERIDO: Está en la terraza, en el suelo, en una excavación....
y si hay necesidad de evacuación.
Especificar si el accidente se ha producido en el agua
3. COMUNICAR EL NÚMERO DE HERIDOS Y SU ESTADO
Por ejemplo: Tres trabajadores lesionados, uno con sangrado abundante y otro que no habla.
4. ESTABLECER UN PUNTO DE ENCUENTRO

Envíe a alguien a la entrada del emplazamiento para guiar al equipo de rescate (o a la pista forestal a seguir, por ejemplo).

NUNCA CUELQUE EL PRIMERO

15.3 CALENDARIO PROVISIONAL DE LAS OBRAS

Calendario de las obras:

Ver capítulo 1.3.2.

15.4 PLANO DE LA INSTALACIÓN DE LA OBRA

Plano de la instalación de la obra:

No proporcionado en el momento de la redacción del presente Estudio de Seguridad y Salud.

15.5 PLANES DE SEGURIDAD Y SALUD

Cada empresa, incluidos los trabajadores independientes, que trabajen en la obra deberá establecer un Plan de Seguridad y Salud dentro de los siguientes plazos:

- Empresa adjudicataria (contratista): 30 días desde la recepción del contrato firmado.
- Subcontratista: 30 días a partir de la recepción del contrato firmado por la empresa adjudicataria.

Casos especiales:

- Este plazo se reduce a 8 días para las obras no estructurales en una obra de edificación, o para las obras auxiliares en una operación de ingeniería civil, siempre que no figuren en la lista de obras que entrañen riesgos particulares.
- En el caso de las obras de demolición, retirada o contención del amianto, la realización de dicho Plan deberá realizarse 1 mes antes del inicio de los trabajos.

El Plan de Seguridad y Salud se establece teniendo en cuenta las limitaciones específicas de la operación, las obligaciones generales de seguridad aplicables a cualquier empresa y las prescripciones particulares del Estudio de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud analiza en detalle los procedimientos de construcción y ejecución, así como los procedimientos operativos adoptados cuando existe un impacto en la seguridad y salud de los trabajadores que operan en la obra. Se adapta al lugar y al trabajo de la empresa. Define los riesgos previsible relacionados con los métodos de funcionamiento, equipos, dispositivos e instalaciones utilizados, el uso de sustancias o preparados, el movimiento del personal, la organización del lugar y describe las medidas de seguridad aplicadas para evitar estos riesgos y cumplir los principios generales de prevención.

El Plan de Seguridad y Salud enumera las medidas adoptadas por la empresa para garantizar la seguridad de sus empleados y la de otras empresas que trabajan en la obra. Es objeto de modificaciones o añadidos necesarios debido a la evolución de la obra.

Antes de su intervención, cada empresa realiza una inspección conjunta del sitio con el Coordinador de Seguridad y Salud para especificar, de acuerdo con las características del trabajo a realizar, las instrucciones a observar. Esta inspección conjunta se realiza antes de la distribución final del Plan de Seguridad y Salud, para que la empresa pueda incorporar en este documento las instrucciones resultantes de la inspección. Cada empresa distribuye su Plan de Seguridad y Salud al Coordinador de Seguridad y Salud antes del inicio de su intervención en la obra.

Además, las empresas encargadas de obras estructurales y/o con riesgo especial distribuyen igualmente sus Planes de Seguridad y Salud a la Inspección de Trabajo.

En el caso de operaciones de construcción de edificios, el Coordinador de Seguridad y Salud enviará a las empresas, o dejará para consulta en el emplazamiento de la obra, una copia del Plan de Seguridad y Salud de las obras estructurales o lotes principales y de los lotes que realicen trabajos con riesgo especial.

Todos los Planes de Seguridad y Salud estarán a disposición de las empresas, previa solicitud al Coordinador de Seguridad y Salud.

15.6 REGLAMENTO DEL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD DEL PROYECTO

Artículo 38. Comité de Seguridad y Salud

1. El Comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos.
2. Se constituirá un Comité de Seguridad y Salud en todas las empresas o centros de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores.

El Comité estará formado por los Delegados de Prevención, de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual al de los Delegados de Prevención, de la otra.

En las reuniones del Comité de Seguridad y Salud participarán, con voz pero sin voto, los Delegados Sindicales y los responsables técnicos de la prevención en la empresa que no estén incluidos en la composición a la que se refiere el párrafo anterior. En las mismas condiciones podrán participar trabajadores de la empresa que cuenten con una especial cualificación o información respecto de concretas cuestiones que se

debatan en este órgano y técnicos en prevención ajenos a la empresa, siempre que así lo solicite alguna de las representaciones en el Comité.

3. El Comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo. El Comité adoptará sus propias normas de funcionamiento.

Las empresas que cuenten con varios centros de trabajo dotados de Comité de Seguridad y Salud podrán acordar con sus trabajadores la creación de un Comité Intercentros, con las funciones que el acuerdo le atribuya.

Artículo 39. Competencias y facultades del Comité de Seguridad y Salud

1. El Comité de Seguridad y Salud tendrá las siguientes competencias:
 - a) Participar en la elaboración, puesta en práctica y evaluación de los planes y programas de prevención de riesgos en la empresa. A tal efecto, en su seno se debatirán, antes de su puesta en práctica y en lo referente a su incidencia en la prevención de riesgos, los proyectos en materia de planificación, organización del trabajo e introducción de nuevas tecnologías, organización y desarrollo de las actividades de protección y prevención a que se refiere el artículo 16 de esta Ley y proyecto y organización de la formación en materia preventiva.
 - b) Promover iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, proponiendo a la empresa la mejora de las condiciones o la corrección de las deficiencias existentes.
2. En el ejercicio de sus competencias, el Comité de Seguridad y Salud estará facultado para:
 - a) Conocer directamente la situación relativa a la prevención de riesgos en el centro de trabajo, realizando a tal efecto las visitas que estime oportunas.
 - b) Conocer cuántos documentos e informes relativos a las condiciones de trabajo sean necesarios para el cumplimiento de sus funciones, así como los procedentes de la actividad del servicio de prevención, en su caso.
 - c) Conocer y analizar los daños producidos en la salud o en la integridad física de los trabajadores, al objeto de valorar sus causas y proponer las medidas preventivas oportunas.
 - d) Conocer e informar la memoria y programación anual de servicios de prevención.

3. A fin de dar cumplimiento a lo dispuesto en esta Ley respecto de la colaboración entre empresas en los supuestos de desarrollo simultáneo de actividades en un mismo centro de trabajo, se podrá acordar la realización de reuniones conjuntas de los Comités de Seguridad y Salud o, en su defecto, de los Delegados de Prevención y empresarios de las empresas que carezcan de dichos Comités, u otras medidas de actuación coordinada.

15.7 HOJA DE INFORMACIÓN RELATIVA A LOS MIEMBROS DEL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

Formulario a remitir por correo electrónico al Coordinador MSF de Seguridad y Salud.

EMPRESA:

- Lote n°:
- Adjudicataria del lote:
- Dirección:
- Teléfono:
- Mail:

Nombre del representante de la empresa en el Comité de Seguridad y Salud:

Dirección (si es diferente):

Nombre del representante de los trabajadores de la empresa en el Comité de Seguridad y Salud designado por el Comité de Seguridad y Salud o en su defecto por los delegados del personal:

Dirección (si es diferente):

Nombre del Secretario del Comité de Seguridad y Salud:

Dirección(obligatoria):

Teléfono:

Mail:

15.8 HOJA DE PROCEDIMIENTOS EN CASO DE DESCUBRIMIENTO DE MUNICIONES SIN EXPLOTAR

Esta hoja se actualizará en función de la empresa adjudicataria del lote Enlace submarino /

15.9 DOCUMENTO ARMONIZADO PARA LA ORGANIZACIÓN DE LAS ENTREGAS (DHOL) – R476

Un documento completo será definido durante la Fase de Ejecución.

15.10 LISTA DE LOTES

Adjudicatario/ subcontratista	LOTE/OBRAS	EMPRESA	Teléfono Mail	INTERVENCIONES				FECHA	
				Inicio	Fin	Duración	Efectivos	Inspección conjunta	Plan de Seguridad y Salud
T	Lote Estación de conversión LEC								
T	Enlace Terrestre Marino nº1 LTM # 1								
T	Enlace Terrestre Marino nº2 LTM # 2								
T	Lote Obras de ingeniería civil - Enlace subterráneo LGC - LS								

15.11 ANEXOS DE PRESCRIPCIONES

Normas de seguridad operativas que deben ser respetadas por las empresas que trabajan para REE.

- TM001 Organización de la seguridad de los trabajos de construcción.
- IM030 Seguridad en los trabajos de reforma en subestaciones en servicio.
- IM043 Seguridad en los trabajos en conductores de alta tensión y cables de tierra.



PROYECTO DE EJECUCIÓN
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA
ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN
CORRIENTE CONTINUA A ± 400 kV
GATIKA – FRONTERA FRANCESA

DOCUMENTO 6
RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS

DOCUMENTO Nº 6

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS

1	AFECCIONES A EFECTOS DE EXPROPIACIÓN FORZOSA	3
1.1	JUSTIFICACIÓN.....	3
1.2	AFECCIONES.....	6
1.3	RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS.....	8
	ANEXO: PLANOS PARCELARIOS	30

1 AFECCIONES A EFECTOS DE EXPROPIACIÓN FORZOSA

En virtud de lo establecido en el art 54 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (en adelante Ley 24/2013), el art 149 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, la Declaración en concreto, de utilidad pública, lleva implícita la necesidad de ocupación de los bienes o de adquisición de los derechos afectados, e implica la urgente necesidad de ocupación, a los efectos del art 52 de la Ley de 16 de diciembre de 1954, de Expropiación Forzosa.

Por ello, en cumplimiento de lo prescrito en las citadas leyes. se integra en este Proyecto de Ejecución, el presente anexo de afecciones a los mencionados efectos de urgente ocupación de la Ley de Expropiación Forzosa, en lo relativo a los bienes y derechos afectados por el procedimiento de expropiación forzosa del pleno dominio o para la imposición de servidumbre de paso de energía eléctrica y servicios complementarios, en su caso, tales como caminos de acceso u otras instalaciones auxiliares.

A los efectos del artículo 140.3, 149.2 y 3, del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, en la citada relación de bienes y derechos, se mencionan los terrenos de dominio, uso o servicio público, o patrimoniales del Estado, o de las Comunidades Autónomas, o de uso público propios o comunales de la provincia o municipio, obras y servicios de los mismos, así como otros bienes o derechos pertenecientes a organismos o empresas de servicio público o de servicios de interés general afectadas.

En el correspondiente expediente administrativo RED ELÉCTRICA asumirá la condición de entidad beneficiaria.

1.1 JUSTIFICACIÓN

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA S.A.U. (en adelante RED ELÉCTRICA), de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico (en adelante Ley 24/2013), y como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuidas las funciones de transportar la energía eléctrica, así como las de construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

En el ejercicio de las citadas funciones y efectivo cumplimiento de las finalidades relativas al transporte de energía eléctrica, RED ELÉCTRICA, junto a RESEAU DE TRANSPORT D'ELECTRICITE (RTE), empresa gestora de la red de transporte en Francia, por recomendación de la Comisión Europea, han formado una sociedad conjunta coparticipada al 50% por cada una de ellas para el desarrollo de la interconexión eléctrica entre Francia y España, denominada **INELFE**. Esta empresa es la responsable de la realización de los estudios, de la gestión del proyecto y de la construcción del enlace eléctrico. (<https://www.inelfe.eu/>) “Interconexión submarina España-Francia por el Golfo de Bizkaia”

Este proyecto consiste en la creación de una interconexión eléctrica submarina y subterránea, doble enlace de Alta Tensión en Corriente Continua (HVDC en sus siglas en inglés) con dos sistemas independientes y una potencia de 2×1000 MW de potencia y ± 400 kV de tensión, de aproximadamente 390 km de longitud, de los cuales 276 km serán de tramo submarino (94 km en España), que conectará la futura Estación Conversora de Gatika (municipio de Gatika, (en el territorio histórico de Bizkaia), y la futura Estación Conversora de Cubnezais, (situada al norte de la localidad de Burdeos, en Francia).

La interconexión eléctrica España-Francia por el Golfo de Bizkaia, debido a su carácter estratégico, fue designada, el 14 de octubre de 2013, por la Comisión y el Parlamento Europeo como "Proyecto de Interés Común" (en adelante PIC), en el marco del Reglamento (UE) N° 347/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de abril de 2013 relativo a las orientaciones sobre las infraestructuras energéticas transeuropeas (en adelante Reglamento (UE) N° 347/2013), dentro del “Energy Infrastructure Package” de la Comisión Europea y forma parte también del Plan Decenal de Desarrollo de la Red de Transporte Europea de julio de 2012 de ENTSO-E. Además de PIC, tiene una doble calificación, ya que está catalogado como “Autopista de la electricidad” pues mediante el mismo se pretende reforzar la eficacia de la acción de la Unión, posibilitando la optimización de los costes de ejecución y favoreciendo el desarrollo de las redes transeuropeas, lo cual implica que tiene una utilidad estratégica de largo plazo.

El citado proyecto, ha requerido de un proceso de participación pública en la etapa de tramitación inicial, en cumplimiento de las disposiciones reglamentarias, tal y como establece el art 9 y art 10.1. a) del Reglamento (UE) N° 347/2013, culminado el proceso, en el Informe

del Plan Conceptual de Participación Pública a disposición de cualquier interesado en la dirección: <https://www.inelfe.eu/sites/default/files/2018-08/INFORME%20PCPP.pdf>

Todos los proyectos catalogados como PIC estaban ya incluidos en la planificación nacional anterior, en el documento denominado “Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de transporte de Energía Eléctrica 2015-2020”, aprobado por el Consejo de Ministros, el 16 de octubre de 2015 (recogido en la Orden IET/2209/2015, de 21 de octubre de 2015). Y también se encuentran recogidos en el documento “Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026”, aprobado por el Consejo de Ministros el 22 de marzo de 2022 (BOE 19 de abril de 2022) planificación actualmente en vigor. En la planificación se detallan los proyectos de nuevas infraestructuras eléctricas que se deben acometer en todo el territorio nacional, bajo los principios de transparencia y de mínimo coste para el conjunto del sistema eléctrico. En este sentido, la planificación de la red de transporte de electricidad es vinculante para RED ELÉCTRICA.

A este fin INELFE ha proyectado construir una Línea subterránea-submarina de transporte de energía eléctrica en 400 kV de corriente continua, que conectará la Estación Conversora, situada en el término municipal de Gatika (Bizkaia/España), con la Estación Conversora situada en el término municipal de Cubnezais (Burdeos/Francia), cuyo trazado discurrirá por los términos municipales de Gatika, Maruri-Jatabe y Lemóniz, en Bizkaia, con una longitud aproximada de 13,5 km (tramo subterráneo), más una longitud aproximada de 94 km de tramo submarino hasta la frontera España-Francia. Esta instalación formará parte de la red de transporte de energía eléctrica en alta tensión en los términos establecidos en la citada Ley 24/2013, y es necesaria para alimentar a la nueva Estación Conversora AC/DC.

Este proyecto cuenta con cofinanciación del programa “Conectar Europa” de la Comisión Europea, a través de la concesión de una ayuda financiera comunitaria a los PIC en el ámbito de las redes transeuropeas de energía.

Este proyecto responde a la necesidad de un aumento de capacidad de intercambio entre España y Francia con objeto de disminuir el aislamiento de España frente al resto del sistema europeo, aumentar la seguridad del sistema, facilitar la integración de energías

renovables en el Sistema Ibérico y contribuir a que el Mercado Ibérico de la Electricidad forme parte del Mercado Interno de la Electricidad promovido por la Comisión Europea..

1.2 AFECCIONES

El establecimiento del tramo subterráneo de la Línea eléctrica en corriente continua a ± 400 kV, "GATIKA – FRONTERA FRANCESA, requiere la expropiación de los bienes y derechos necesarios para la imposición de servidumbre de paso de energía eléctrica, con el alcance y efectos establecidos en el art. 56 y siguientes de la Ley 24/2013 y en el artículo 149.1 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, así como con las limitaciones que se derivan de lo dispuesto en el citado Real Decreto 1955/2000 y en el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09

Los tipos de afecciones motivadas por la construcción de la instalación proyectada del tramo subterráneo son las siguientes:

- **Servidumbre permanente** de paso de la línea subterránea, considerando que no existe limitación de distancias entre cámaras de empalme consecutivas por causa de tensiones inducidas, por un lado, y para permitir optimizar al contratista el número de cámaras de empalme en función de las capacidades de fabricación y de las condiciones de transporte se define, siempre que sea posible una anchura que permita la ubicación de una cámara de empalme siendo la anchura, por consiguiente, igual a 7 metros.

En los tramos en los que no haya posibilidad de ubicar cámaras de empalme la servidumbre permanente quedará definida por la franja de terreno correspondiente con la anchura de la zanja (1 metro cada circuito) por donde discurrirán los cables más una distancia de seguridad a cada lado de una anchura igual a la mitad de la anchura de la zanja ($\frac{1}{2}$ metro a cada lado) más 1 metro de separación entre zanjas de circuitos, dando un total de 4 metros.

En las perforaciones se considerará como servidumbre de ocupación permanente la franja de terreno correspondiente con el diámetro de la perforación más una distancia de

seguridad a cada lado igual a la mitad del diámetro del tubo de la perforación.

Como consecuencia de la constitución de la referida servidumbre, la superficie de la citada franja quedará sujeta a las siguientes limitaciones de dominio:

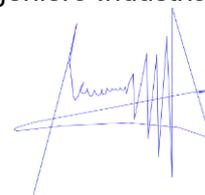
- A. Prohibición de realizar trabajos de arada, movimientos de tierra o similares.
 - B. Prohibición de plantar árboles o arbustos o cualquier elemento de raíces profundas.
 - C. Prohibición de realizar cualquier tipo de obra, aun cuando tenga carácter provisional o temporal, sin autorización expresa de RED ELÉCTRICA y con las condiciones que en cada caso fije el Organismo competente en materia de instalaciones eléctricas, ni efectuar acto alguno que pueda dañar o perturbar el buen funcionamiento de la línea eléctrica y sus elementos anejos.
 - D. Posibilidad de instalar los hitos de señalización, así como de realizar las obras superficiales o subterráneas que sean necesarias para la ejecución o funcionamiento de las instalaciones.
- **Ocupación temporal** de los terrenos necesarios en la fase de ejecución de obra: Con carácter general la ocupación temporal se define como una franja de terreno de una anchura de 1,5 m a cada lado de la ocupación permanente definida para este proyecto para el caso de la línea subterránea. En el caso de las cámaras de empalme, su ocupación temporal viene definida igualmente por una franja de terreno de 1,5 metros de ancho alrededor de su ocupación permanente.

En los apartados y planos correspondientes del presente anexo de afecciones, se describen en sus demás aspectos los bienes y derechos de necesaria expropiación forzosa.

1.3 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

La construcción del tramo subterráneo de la Línea eléctrica en corriente continua a ± 400 kV, "GATIKA – FRONTERA FRANCESA ", supone la afección, en los términos legalmente previstos, de las parcelas que se indican en la relación que figura en el cuadro adjunto y que a su vez quedan reflejadas en los planos de proyecto y en los planos parcelarios anexos a este documento.

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero Industrial



D. Nicolás Cuenca Pradillo
Colegiado del COIIM 18.068

L/SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A 400 kV DC GATIKA-FRONTERA FRANCESA

Los Organismos Oficiales se incluyen con carácter informativo.

Relación de bienes y derechos de línea subterránea y accesos

T.M. GATIKA (Tramo Subterráneo)

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subterránea (m ²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m ²)	Sup. Tala (m ²)	Ocupación Temporal (m ²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m ²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
001	Herederos de: Bilbao Gaminde, Francisco	040000400090	4	90	1517		0	0	398		0	Pradera	UA1
002	Herederos de: Bilbao Gaminde, Francisco	040000400093	4	93	3		0	0	33		0	Pradera	UA2
003	Llona Oleaga, Francisco	040000400110	4	110	120		0	0	0		0	Pradera	UA1
004	Gauca Bilbao, Jose	040000400113	4	113	1670		0	0	710		0	Huerta de Labor/Pradera	WB2/UA1
005	Arruza Urrutia Sebastian	040000400133	4	133	48		0	0	0		0	Pradera	UA2
006	Aguirre Arruza, Jose Antonio	040000400136	4	136	2599		0	0	0		0	Pradera/Bosques de Ribera	UA2/NL4
007	Sarria Elorduy, Jose Angel	040000400138	4	138	1225		0	45	597		0	Pradera	UA1
008	Villalabeitia Ugarte, Maria Dolores	040000400139	4	139	643		0	200	106		0	Fronosas Crec.Med.	NA1
009	Sarria Izurieta, Gregorio	040000400239	4	239	1375		0	340	2866		0	Pradera	UA2

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subterránea (m²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m²)	Sup. Tala (m²)	Ocupación Temporal (m²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
010	Uragentzia (oficina de las cuencas Cantábricas Occidentales)	040000400260	4	260	44		0	0	0		0	Rio Butrón	-
012	Ayuntamiento de Gatika	040000400270	4	270	62		0	0	0		0	Camino	-
013	Larrauri Landaluze, Ibon	040000500068	5	68	0		0	0	0	PHD-2	15	Zona Urbanizada (Acceso Parcela)/Jardin	JA2/WD2
014	Nardiz Urrutia, Maria Begoña	040000500070	5	70	727		0	25	1353	PHD-1	199	Pradera	UA2
015	Nardiz Urrutia, Maria Begoña	040000500071	5	71	154		0	0	80	PHD-1	136	Pradera	UA1
016	Lequerica Urresti, Hilaria	040000500072	5	72	1363		0	30	530		0	Pradera	UA2
017	Etxebarria Lekerika, Miren Karmele	040000500073	5	73	261		0	0	106		0	Pradera	UA2
018	Bilbao Sertutxa, Asier	040000500079	5	79	0		0	211	0	PHD-2	799	Pradera	UA1
019	Lequerica Urresti, Maria Pilar	040000500080	5	80	0		0	25	0	PHD-2	73	Pradera	UA2
020	Arambalza Elorza, Egoitz	040000500081	5	81	110		0	17	0	PHD-2	55	Pradera	UA2
021	Beitia Sertucha, Jose Ignacio	040000500082	5	82	1375		0	11	10	PHD-2	57	Pradera	UA3
022	Ayuntamiento de Gatika	040000500083	5	83	313		0	0	950		0	Pradera	UA3

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subterránea (m²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m²)	Sup. Tala (m²)	Ocupación Temporal (m²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
023	Beitia Urquiaga, Hilaria	040000500084	5	84	1356		0	27	270	PHD-2	54	Pradera	UA2
024	Beitia Sertucha, Pedro	040000500085	5	85	0		0	0	0	PHD-2	90	Zona Urbanizada	JA2
025	Beitia Sertucha, Jose Ignacio	040000500086	5	86	0		0	6	0	PHD-2	13	Huerta de Labor	WB2
027	Zugazaga Larrondo, Francisco Javier	040000500092	5	92	772	CE-2.3	61	0	50		0	Pradera	UA2
028	Sertucha Urrutia, Javier	040000500129	5	129	635		0	371	122	ACCESO PLT. P.K. 2+970	165	Pradera	UA3
029	Cayero Ercoreca, Juan Luis	040000500130	5	130	7		0	10	2		0	Pastizal	GA4
030	Cayero Ercoreca, Juan Luis	040000500131	5	131	192		0	295	27	ACCESO PLT. P.K. 2+970	122	Pradera	UA2
031	Sertucha Urrutia, Javier	040000500134	5	134	824		0	242	159	ACCESO PLT. P.K. 2+970	5	Pastizal	GA3
032	Sertucha Urrutia, Javier	040000500139	5	139	1441		0	359	321		0	Pradera	UA3
033	Arrieta Bilbao, Joseba Koldo	040000500142	5	142	333		0	0	77		0	Pradera	UA2
034	Garmendia Sertucha, Itziar	040000500144	5	144	581		0	47	136		0	Pradera	UA2
035	Arruza Ateca, Jesus Maria	040000500162	5	162	0		0	0	9		0	Pradera	UA2
036	Urrutia Olondo, Maria Carmen	040000500171	5	171	1509		0	233	259	PHD-3	1315	Pradera	UA3

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subterránea (m²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m²)	Sup. Tala (m²)	Ocupación Temporal (m²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
037	Arruza Ateca, Juan Antonio	040000500178	5	178	550		0	27	134		0	Pradera	UA3
038	Aguinaga Landaluce, Juan Jose	040000500184	5	184	0		0	5	0	PHD-2	97	Pradera	UA2
040	Urrutia Olondo, Jesus Maria	040000500203	5	203	609		0	0	210		0	Pradera	UA2
041	Beitia Sertucha, Pedro	040000500216	5	216	0		0	24	0	PHD-2	287	Pradera	UA2
042	Arruza Ateca, Julian	040000500218	5	218	2610		0	71	574		0	Pradera	UA1
043	Arrizabalaga Libano, Manuel	040000500221	5	221	6		0	0	7		0	Pradera	UA1
044	Arrizabalaga Libano, Manuel	040000500227	5	227	83		0	0	26		0	Pradera	UA1
045	Beitia Sertucha, Jose Ignacio	040000500241	5	241	130		0	0	141	PHD-2	27	Pradera	UA1
046	Zugazaga Larrondo, Juan Maria	040000500243	5	243	0		0	237	0	ACCESO PLT 2+970	399	Pradera	UA1
047	Azpiegiturak SA Medio Propio	040000500278	5	278	622		0	0	0		0	Pradera	UA2
048	Zugazaga Larrondo, Francisco Javier	040000500282	5	282	224		0	37	35	ACCESO PLT 2+970	115	Pradera	UA2
049	Zugazaga Larrondo, Maria Angeles	040000500283	5	283	980	CE-1.3	61	22	94		0	Pradera	UA2

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subterránea (m²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m²)	Sup. Tala (m²)	Ocupación Temporal (m²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
050	Sertucha Ereñozaga, Ana Maria	040000500285	5	285	212		0	0	173	PHD-2	38	Pradera	UA1
051	Ayuntamiento de Gatika	040000500286	5	286	84		0	21	0	PHD-3	21	Camino	-
052	Ayuntamiento de Gatika	040000500292	5	292	32		0	239	4	ACCESO PLT 2+670	433	Camino	-
053	Ayuntamiento de Gatika	040000500301	5	301	0		0	36	0	PHD-2	67	Camino	-
054	Ayuntamiento de Gatika	040000500303	5	303	43		0	131	66	PHD-2	466	Camino	-
055	Ayuntamiento de Gatika	040000500304	5	304	0		0	16	0	PHD-2	259	Camino	-
056	Diputación Foral de Bizkaia. Dpto. obras públicas	040000500307	5	307	310		0	1	269	PHD-1	73	Carretera BI-634	-
057	Servicios Integrales Urkitxe SL	040000600059	6	59	2692		0	407	2419		0	Pradera	UA2
058	Azcarate Zabaleta, Manuela	040000600060	6	60	1348	CE-1.2	16	125	228	ACCESO PLT 1+640	3	Pradera	UA2
059	Sertucha Urrutia, Javier	040000600065	6	65	548		0	247	59		0	Pradera	UA2
060	Ayuntamiento de Gatika	040000600067	6	67	4940	CE-1.1/2.1	75	450	424		0	Encinar/Matorral/Pradera	NH2/MA2/UA2
061	Luno-Bilbao Elorduy, Florencio	040000600068	6	68	1161		0	0	0		0	Eucaliptar Costa	HA2
062	Nardiz Urrutia, Maria Begoña	040000600072	6	72	1061		0	0	0		0	Robledal	NG2
063	Goiricelaya Legar Bartol	040000600074	6	74	1128		0	1251	284		0	Pino Radiata	QB2

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subterránea (m²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m²)	Sup. Tala (m²)	Ocupación Temporal (m²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
064	Sertucha Ereñozaga, Juan Martin	040000600077	6	77	958		0	351	74		0	Pino Radiata	QB2
065	Larrauri Sertucha, Maria Begoña	040000600078	6	78	31		0	52	21		0	Pino Radiata	QB2
066	Aramburu Amezaga, Víctor	040000600079	6	79	35		0	69	34		0	Pino Radiata	QB2
067	Sertucha Ereñozaga, Maria Begoña	040000600080	6	80	36		0	104	69		0	Pino Radiata	QB2
068	Elguezabal Mardaras, Cipriano	040000600081	6	81	102		0	97	17		0	Pino Radiata	QB1
069	Iriondo Elorza, Jose Miguel	040000600083	6	83	499		0	418	115		0	Frondosas Crec.Med./Zona Urbanizada (Camino)/Frondosas Crec.Med.	NA1/JA2/NA1
070	Solano Gil Delgado, Jose Maria	040000600084	6	84	548		0	226	126		0	Frondosas Crec.Med./Eucaliptar Costa/Zona Urbanizada (Camino)	NA1/HA1/JA2
071	Bilbao Arzubieta, Eugenio	040000600088	6	88	32		0	51	19		0	Argomal	MB1
072	Bilbao Olondo, Alberto	040000600089	6	89	467		0	312	110		0	Pino Radiata/Zona Urbanizada (Camino)/Frondosas Crec.Med	QB1/JA2/NA1
073	Palomo Escalante, Lander	040000600091	6	91	189		0	198	42		0	Pino Radiata/Zona Urbanizada (Camino)	QB1/JA2

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subterránea (m²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m²)	Sup. Tala (m²)	Ocupación Temporal (m²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
076	Echevarria Larrauri, Maria Concepcion	040000600237	6	237	90		0	152	62		0	Pino Radiata	QB2
077	Larrauri Sertucha, Maria	040000600238	6	238	86		0	203	118		0	Pino Radiata	QB2
078	Arruza Ateca, Juan Antonio	040000600240	6	240	312		0	223	74		0	Fronosas Crec.Med./Zona Urbanizada (Camino)	NA1/JA2
079	Gasituaga Arana, Jose	040000600261	6	261	307		0	7	87		0	Pradera/Zona Urbanizada (Acceso Parcela)	UA2/JA2
080	Gorroño Goirigolzarri, Luis	040000600267	6	267	101		0	0	0		0	Pradera	UA2
081	Iturregui Bilbao, Maria Lourdes	040000600271	6	271	758		0	197	1043		0	Pradera	UA2
082	Iturregui Bilbao, Maria Lourdes	040000600272	6	272	1839		0	0	0		0	Pradera	UA2
083	Ayuntamiento de Gatika	040000600276	6	276	99		0	0	94		0	Pradera	UA1
084	Ayuntamiento de Gatika	040000600279	6	279	0		0	0	8		0	Pradera	UA2
085	Ayuntamiento de Gatika	040000600283	6	283	812		0	80	209	ACCESO PLT. P.K. 1+640	143	Pradera	UA1
086	Eubotor SL	040000600285	6	285	2059		0	0	0		0	Robledal	NG2
087	Iturregui Ereñozaga, Jose Angel	040000600308	6	308	813		0	87	205		0	Pradera	UA1
088	Ayuntamiento de Gatika	040000600367	6	367	634		0	137	101	ACCESO PLT. P.K. 1+640	6	Camino	-

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subterránea (m ²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m ²)	Sup. Tala (m ²)	Ocupación Temporal (m ²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m ²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
090	Ayuntamiento de Gatika	040000600373	6	373	2895	CE-2.1	47	713	51		0	Camino	-
091	Ayuntamiento de Gatika	040000600376	6	376	76		0	0	12		0	Camino	-
092	Sertucha Ereñozaga, Fernando	040000600384	6	384	44		0	0	32		0	Pradera	UA2
093	Sertucha Ereñozaga, Juan Martin	040000600385	6	385	1992	CE-1.2/CE-2.2	106	71	191		0	Pradera	UA2
095	Juesther SL	040100507001	1005	7001	100		0	0	12		0	Acerado Nave Poligono Industrial	-
096	Isga Inmuebles SAU	040100508001	1005	8001	225		0	109	1230		0	Solares	S11
097	Ayuntamiento de Gatika	040100508002	1005	8002	0		0	0	298		0	Solares	-
098	Ayuntamiento de Gatika	040100508003	1005	8003	0		0	0	771		0	Solares	-
099	Ayuntamiento de Gatika	040100510001	1005	10001	4614	CE-1.4 / CE-2.4	122	0	1001		0	Poligono Industrial	-

T.M. MARURI JATABE (Tramo Subterráneo)

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subterránea (m ²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m ²)	Sup. Tala (m ²)	Ocupación Temporal (m ²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m ²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
001	Echevarria Urrutia, Jose Cecilio	061000300010	3	10	471		0	468	197		0	Eucaliptar Costa y camino	HA3
002	Barandiaran Urrutia, Juana	061000300011	3	11	3369		0	3244	942		0	Eucaliptar Costa y camino	HA2
003	Laralza SA	061000300026	3	26	1039		0	843	240		0	Eucaliptar Costa y camino	HA3
004	Etxebarria Chousa, Joseba	061000300027	3	27	554		0	454	168		0	Eucaliptar Costa y camino	HA3
005	Renteria Uriaguereca, Anastasia	061000300028	3	28	808		0	667	281		0	Eucaliptar Costa/Eucaliptar Interior y camino	HA3/HB3
006	Echevarria Urrutia, Jose Cecilio	061000300029	3	29	644		0	534	222		0	Eucaliptar Costa y camino	HA3
007	Echevarria Urrutia, Jose Cecilio	061000300030	3	30	480		0	400	162		0	Eucaliptar Costa y camino	HA3
008	Badiola Aberasturi, Maria Mercedes	061000300031	3	31	725		0	588	186		0	Pino Maritimo y camino	QC4
009	Badiola Aberasturi, Maria Mercedes	061000300032	3	32	1145		0	935	322		0	Eucaliptar Costa y camino	HA3
010	Laralza SA	061000300033	3	33	809		0	726	182		0	Eucaliptar Costa y camino	HA3
011	Laralza SA	061000300034	3	34	1317	CE-1.11/CE1.12	122	1448	191	Acceso Noreste	59	Eucaliptar Costa y camino	HA3
012	Barandiaran Urrutia, Juana	061000300035	3	35	143		0	894	52	Acceso Noreste	1075	Eucaliptar Costa y camino	HA3
013	Pires Aliste, Telmo	061000300036	3	36	0		0	1096	0	Acceso Noreste	1554	Eucaliptar Costa y camino	HA3
014	Arruza Urrutia, Francisco Javier	061000300037	3	37	0		0	671	0	Acceso Noreste	951	Eucaliptar Costa y camino	HA3
015	Ayuntamiento de Maruri-Jatabe	061000300057	3	57	214		0	172	25		0	Camino	-

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subteránea (m²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m²)	Sup. Tala (m²)	Ocupación Temporal (m²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
016	Prieto Gil Francisco Alberto	061000400001	4	1	0		0	6	0	Acceso Sur	6	Fronzosas Crec.Med.	NA1
017	Hormaza Aguirre, Jesus Miguel	061000400003	4	3	898		0	357	1259	Acceso Sur	194	Pastizal	GA3
018	Laralza SA	061000400018	4	18	137		0	173	36		0	Eucaliptar Costa	HA3
019	Laralza SA	061000400019	4	19	0		0	1	1		0	Eucaliptar Costa	HA2
020	Lopez Seren, Jose Antonio	061000400020	4	20	80		0	80	38		0	Eucaliptar Costa	HA2
021	Arruza Larauogoitia, Juan Jose	061000400021	4	21	310		0	213	75		0	Eucaliptar Costa	HA3
022	Pires Aliste, Telmo	061000400025	4	25	580		0	360	150		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
023	Eguia Marcaida, Ines	061000400026	4	26	170		0	169	85		0	Eucaliptar Costa	HA3
025	Eguia Marcaida, Ines	061000400028	4	28	353		0	292	116		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
026	Hormaza Aguirre, Jesus Miguel	061000400030	4	30	1722	CE-1.8/CE-2.8	72	1540	468		0	Pino Maritimo y Camino	QC2
027	Aguirre Renteria, Maria Teresa	061000400032	4	32	6		0	9	3		0	Eucaliptar Costa	HA3
028	Larrauri Eguia, Imanol Andoni	061000400033	4	33	219		0	253	34		0	Eucaliptar Costa	HA3
029	Madariaga Larrazabal, Antonio	061000400041	4	41	331	CE-1.8	50	332	40		0	Pino Maritimo y Camino	QC2
030	Arescurrinaga Aguirre, Santiago	061000400042	4	42	1068		0	741	254		0	Pino Maritimo y Camino	QC2
031	Arcocha Larrazabal, Javier	061000400043	4	43	697		0	613	180		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
032	Arruza Larauogoitia, Juan Jose	061000400044	4	44	198		0	137	61		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subterránea (m ²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m ²)	Sup. Tala (m ²)	Ocupación Temporal (m ²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m ²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
033	Vazquez Munduate, Jose Ignacio	061000400046	4	46	80		0	82	49		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
034	Laralza SA	061000400047	4	47	771		0	675	178		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
035	Laralza SA	061000400096	4	96	320		0	269	103		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
036	Laralza SA	061000400097	4	97	1193		0	1020	348		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
037	Echevarria Alzaga, Jose Luis	061000400101	4	101	893		0	737	253		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
038	Laralza SA	061000400102	4	102	46		0	66	27		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
039	Fullaondo Bilbao, Juan	061000400103	4	103	88		0	134	47		0	Eucaliptar Costa	HA3
040	Fullaondo Bilbao, Juan	061000400104	4	104	22		0	30	8		0	Eucaliptar Costa	HA3
041	Santayana Helguera, Pilar	061000400105	4	105	57		0	59	28		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
042	Achutegui Ercoreca, Iñaki	061000400106	4	106	2025		0	1622	522		0	Pino Marítimo y Camino	QC2
043	Aramaiona Oiarbide, Arantza	061000400141	4	141	173		0	71	0	Acceso Sur	71	Pino Marítimo	QC3
044	Laralza SA	061000400146	4	146	409	CE-2.10	31	575	156		0	Eucaliptar Costa	HA3
045	Beraza Rola, Juan Jose	061000400166	4	166	49		0	64	31		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
046	Prieto Gil Francisco Alberto	061000400174	4	174	0		0	24	0	Acceso Sur	24	Fronzosas Crec.Med.	NA1
047	Laraudogoitia Llona, Francisco	061000400177	4	177	1153	CE-2.9	18	1060	247		0	Pino Marítimo y Camino	QC4
048	Barandiaran Urrutia, Jose Aventino	061000400178	4	178	1043	CE-1.9/CE-2.9	104	980	180		0	Pino Marítimo y Camino	QC4
049	Bilbao Fullaondo, Maria Isabel	061000400179	4	179	134		0	164	72		0	Pino Marítimo	QC4

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subteránea (m ²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m ²)	Sup. Tala (m ²)	Ocupación Temporal (m ²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m ²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
050	Bilbao Fullaondo, Maria Isabel	061000400180	4	180	544		0	333	107		0	Pino Maritimo	QC4
051	Ordoñez Bilbao, Eider	061000400181	4	181	349		0	309	134		0	Pino Maritimo	QC4
052	Ayuntamiento de Maruri-Jatabe	061000400220	4	220	102		0	13	0	Acceso Sur	13	Camino	-
053	Larrauri Aguirre, Pedro	061000500077	5	77	30		0	38	19		0	Eucaliptar Costa y camino	HA2
054	Eguia Marcaida, Ines	061000500078	5	78	0		0	305	0	Acceso Sur	361	Eucaliptar Costa	HA3
055	Elguezabal Oruechevarria, Maria Luisa	061000500079	5	79	973	CE-1.6/CE-2.6	122	857	137	Acceso Sur	56	Pastizal y Camino	GA3
056	Eguia Marcaida, Ines	061000500081	5	81	636		0	529	215		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
057	Oleaga Mardaras, Jose Angel	061000500082	5	82	753		0	643	239		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
058	Elguezabal Oruechevarria, Maria Luisa	061000500083	5	83	182		0	152	60		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
059	Arrieta Garay, Juan Jose	061000500089	5	89	375		0	314	120		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
060	Elguezabal Oruechevarria, Maria Luisa	061000500091	5	91	169		0	142	55		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
061	Aguirre Aguirre, Daniel	061000500092	5	92	239		0	201	77		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
062	Aguirre Elorriaga, Jon Iñaki	061000500093	5	93	150		0	126	47		0	Eucaliptar Costa y Camino	QC2
063	Monge Diosdado, Juan Carlos	061000500094	5	94	76		0	64	25		0	Eucaliptar Costa y Camino	QC4
064	Garay Garay, Alejandro	061000500095	5	95	125		0	104	42		0	Eucaliptar Costa y Camino	QC1
065	Echevarria Goicoechea, Roberto	061000500096	5	96	186		0	153	68		0	Eucaliptar Costa y Camino	QC2

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subteránea (m²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m²)	Sup. Tala (m²)	Ocupación Temporal (m²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
066	Eguia Marcaida, Ines	061000500097	5	97	177		0	146	62		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
067	Barandica Zabala, Rosa Maria	061000500098	5	98	269		0	221	95		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
068	Laralza SA	061000500099	5	99	470		0	389	161		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
069	Ormaza Aguirre, Ignacio	061000500109	5	109	235		0	147	48		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
070	Pires Aliste, Telmo	061000500110	5	110	45		0	88	44		0	Eucaliptar Costa	HA3
071	Eguia Marcaida, Ines	061000500111	5	111	849	CE-2.7	34	667	151		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
072	Laralza SA	061000500115	5	115	463	CE-1.7/CE-2.7	72	469	33		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
073	Laralza SA	061000500116	5	116	404	CE-1.7	16	355	55		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
074	Lopez Seren, Jose Antonio	061000500117	5	117	103		0	86	34		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
075	Arruza Larauogoitia, Juan Jose	061000500118	5	118	1		0	14	13		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
076	Eguia Marcaida, Ines	061000500122	5	122	246		0	169	82		0	Eucaliptar Costa	HA3
077	Pires Aliste, Telmo	061000500142	5	142	89		0	167	85		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
078	Larrauri Eguia, Imanol Andoni	061000500160	5	160	238		0	195	84		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
079	Prieto Gil Francisco Alberto	061000500161	5	161	0		0	181	0	Acceso Sur	235	Pastizal	GA3
080	Arescurrinaga Aguirre Santiago	061000500162	5	162	0		0	91	0	Acceso Sur	91	Pradera/Frondosas Crec.Med.	UA1/NA1/JA2
081	Monge Diosdado, Juan Carlos	061000500167	5	167	343		0	288	112		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
084	Echevarria Bilbao Maria Begoña	061000500177	5	177	0		0	766	0	Acceso Sur	904	Pastizal	GA2

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subterránea (m ²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m ²)	Sup. Tala (m ²)	Ocupación Temporal (m ²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m ²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
085	Larrauri Aguirre, Ignacio	061000500186	5	186	1260		0	1191	199	Acceso Sur	15	Eucaliptar Costa / Pradera y Camino	HA2/UA2
086	Aramaiona Oiarbide, Arantza	061000500191	5	191	0		0	83	0	Acceso Sur	83	Pradera	UA1
087	Ayuntamiento de Maruri-Jatabe	061000500198	5	198	572		0	1947	143	Acceso Sur	2085	Camino	-
088	Laralza SA	061000600038	6	38	921	CE-1.10	67	959	87		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA3
089	Barandiaran Urrutia, Jose Aventino	061000600064	6	64	222		0	290	68		0	Pino Marítimo y Camino	QC4
090	Bilbao Fullaondo, Maria Isabel	061000600065	6	65	602		0	608	96		0	Eucaliptar Costa	HA3
091	Bilbao Fullaondo, Maria Isabel	061000600066	6	66	35		0	86	50		0	Eucaliptar Costa	HA3
092	Ordoñez Bilbao, Eider	061000600067	6	67	65		0	109	52		0	Eucaliptar Costa	HA3
093	Ayuntamiento de Maruri-Jatabe	061000600098	6	98	1649	CE-1.9/CE-1.10/CE-2.10	24	1305	215		0	Camino	-
094	Murua Achirica, Patricio	061000800003	8	3	0		0	0	1		0	Jardin	WD3
095	Fullaondo Bilbao, Anastasio	061000800005	8	5	1082		0	24	1263		0	Pradera	UA1
097	Ormaza Aguirre, Ignacio	061000800013	8	13	405		0	51	0	PHD-6	18	Pradera	UA1
098	Rentería Eguia, Maria Angeles	061000800014	8	14	45		0	0	0		0	Pradera	UA1
099	Fuldain Gonzalez, Jose Ignacio Eugenio	061000800018	8	18	0		0	17	0	PHD-6	407	Pradera	UA1
100	Fullaondo Bilbao, Anastasio	061000800019	8	19	614		0	61	172	PHD-6	1039	Pradera	UA1
101	Echevarria Alzaga, Jose Luis	061000800021	8	21	2038		0	30	1248	PHD-7	560	Pradera	UA1

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subteránea (m²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m²)	Sup. Tala (m²)	Ocupación Temporal (m²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
102	Lorente Urrutia, Juan Jose	061000800022	8	22	962		0	113	48	PHD-6/PHD-7	422	Pradera/Zona Urbanizada	UA1/JA2
103	Fullaondo Bilbao, Anastasio	061000800023	8	23	593		0	0	34		0	Pradera	UA1
104	Etxebarria Alzaga, Justo Agustin	061000800024	8	24	2086		0	0	0		0	Pradera	UA2
106	Larrauri Izaguirre, Isidoro	061000800026	8	26	461		0	0	0		0	Eucaliptar Costa	HA2
108	Zurbano Beascochea Echebarria Iratxe	061000800033	8	33	0		0	2	0	Acceso Sur	5	Pradera	UA1
109	Echevarria Bilbao Maria Begoña	061000800035	8	35	0		0	185	0	Acceso Sur	209	Pastizal/Zona Urbanizada	GA1/JA2/GA3
112	Oyarbide Echebarria, Maria	061000800041	8	41	719		0	0	0		0	Eucaliptar Costa	HA2
113	Echevarria Bilbao, Maria Begoña	061000800042	8	42	717		0	0	0		0	Eucaliptar Costa	HA2
114	Astorquiza Gondra, Maria Isabel	061000800046	8	46	225		0	0	94		0	Pradera	UA3
115	Renteria Eguia, Maria Angeles	061000800047	8	47	0		0	0	0	PHD-7	637	Pradera	UA1
116	Achutegui Ercoreca, Iñaki	061000800097	8	97	94		0	8	0	PHD-6	1	Pradera	UA1
117	Achutegui Ercoreca, Iñaki	061000800098	8	98	891		0	0	0		0	Pradera	UA1
118	Renteria Eguia, Maria Angeles	061000800101	8	101	0		0	0	0	PHD-7	17	Pradera	UA1
119	Renteria Eguia, Maria Angeles	061000800164	8	164	0		0	0	0	PHD-7	67	Pradera	UA1
120	Diputación Foral de Bizkaia. Servicio de patrimonio	061000800175	8	175	233		0	0	196		0	Pradera	UA1
121	Fullaondo Bilbao, Anastasio	061000800176	8	176	314		0	0	38		0	Pradera	UA1
122	Ayuntamiento de Maruri-Jatabe	061000800183	8	183	0		0	0	0	PHD-7	51	Camino	-

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subterránea (m ²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m ²)	Sup. Tala (m ²)	Ocupación Temporal (m ²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m ²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
123	Diputación Foral de Bizkaia. Dpto. obras públicas	061000800185	8	185	672		0	29	121		0	Carretera BI-2120	-
124	Ayuntamiento de Maruri-Jatabe	061000800186	8	186	97		0	40	16	PHD-6/PHD-7	83	Camino	-
125	Ayuntamiento de Maruri-Jatabe	061000800187	8	187	91		0	22	0	PHD-6	28	Camino	-
126	Ayuntamiento de Maruri-Jatabe	061000800188	8	188	136		0	0	191		0	Camino	-
127	Larrazabal Ugalde, Oier	061000900073	9	73	242		0	0	60		0	Pradera	UA1
128	Achutegui Ercoreca, Iñaki	061000900074	9	74	1		0	0	990		0	Huerta de Labor	WB2
129	Ayarza Goiri, Maria Teresa	061000900080	9	80	291		0	0	108		0	Zona Urbanizada	JA2
130	Renteria Eguia, Maria Angeles	061000900086	9	86	239		0	0	60		0	Pradera	UA3
131	Iturzaeta Eguren, Luis Maria Benito	061000900087	9	87	2		0	0	4		0	Pradera	UA3
132	Alzaga Iturain, Justo	061000900088	9	88	1732	CE-1.5/2.5	122	161	228		0	Pradera	UA1
133	Iturzaeta Eguren, Luis Maria Benito	061000900089	9	89	330		0	356	36		0	Pradera	UA3
134	Alzaga Iturain, Justo	061000900091	9	91	513		0	77	119		0	Pradera	UA2
135	Eguia Libarona, Juan Cruz	061000900092	9	92	286		0	0	83		0	Pradera	UA2
136	Renteria Eguia, Maria Angeles	061000900097	9	97	224		0	26	53	PHD-5	215	Pradera	UA2
137	Echevarria Alzaga, Jose Luis	061000900098	9	98	0		0	0	142	PHD-5	383	Pradera	UA2
138	Iturain Gangoiti, Juan	061000900099	9	99	1590		0	0	463	PHD-5	164	Pradera	UA2
139	Elguezabal Villalabeitia, Jose	061000900112	9	112	1145		0	0	0		0	Pradera	UA2

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subteránea (m²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m²)	Sup. Tala (m²)	Ocupación Temporal (m²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
140	Eguia Marcaida, Ines	061000900113	9	113	782		0	0	0		0	Pradera	UA2
141	Echevarria Alzaga, Jose Luis	061000900114	9	114	0		0	0	0	PHD-5	117	Pradera	UA2
142	Elorriaga Arruza Nieves	061000900115	9	115	0		0	0	0	PHD-5	26	Huerta de Labor	WB2
143	Eguia Marcaida, Ines	061000900116	9	116	0		0	0	0	PHD-5	126	Pradera	UA2
145	Renteria Eguia Maria Angeles	061000900133	9	133	0		0	0	0	PHD-5	671	Pradera	UA1
146	Elguezabal Villalabeitia Jose	061000900134	9	134	0		0	0	0	PHD-5	198	Pradera	UA1
147	Ayarza Goiri, Maria Teresa	061000900174	9	174	358		0	121	87		0	Zona Urbanizada	JA2
148	Renteria Eguia, Maria Angeles	061000900182	9	182	395		0	0	93		0	Pradera	UA3
149	Ayuntamiento de Maruri-Jatabe	061000900214	9	214	93		0	0	20		0	Camino	-
150	Ayuntamiento de Maruri-Jatabe	061000900221	9	221	52		0	0	0	PHD-5	484	Camino	-
151	Uragentzia (oficina de las cuencas Cantábricas Occidentales)	061000900223	9	223	36		0	44	8	PHD-5	82	Arroyo Askabitzu	-
152	Ayuntamiento de Maruri-Jatabe	061000900231	9	231	0		0	0	0	PHD-5	2	Camino	-
153	Uragentzia (oficina de las cuencas Cantábricas Occidentales)	061000900235	9	235	39		0	0	0		0	Rio Butrón	-
154	Arescurrinaga Aguirre, Santiago	061100101001	1001	1001	0		0	4	0	Acceso Sur	8	Suelo Pdte. Desarrollo	S41
156	Arescurrinaga Aguirre, Santiago	061100127001	1001	27001	0		0	179	0	Acceso Sur	258	Suelo Pdte. Desarrollo	S41
157	Ayuntamiento de Maruri-Jatabe	061100128001	1001	28001	0		0	0	0	PHD-6	3	Suelo Pdte. Desarrollo	S41

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subteránea (m ²)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m ²)	Sup. Tala (m ²)	Ocupación Temporal (m ²)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m ²)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
158	Ayuntamiento de Maruri-Jatabe	061100144001	1001	44001	0		0	104	0	Acceso Sur	241	Red Viaria	-
159	Astorquiza Gondra, Maria Isabel	061000400004	4	4	2088		0	471	20		0	Pino Maritimo/Eucaliptar Costa	QC4/'HA3
160	Echevarria Alzaga, Jose Luis	061000400005	4	5	2249		0	139	70		0	Eucaliptar Costa	HA3
161	Ostolozaga Oyarbide, Jose Ignacio	061000400140	4	140	1389		0	0	0		0	Eucaliptar Costa	HA2

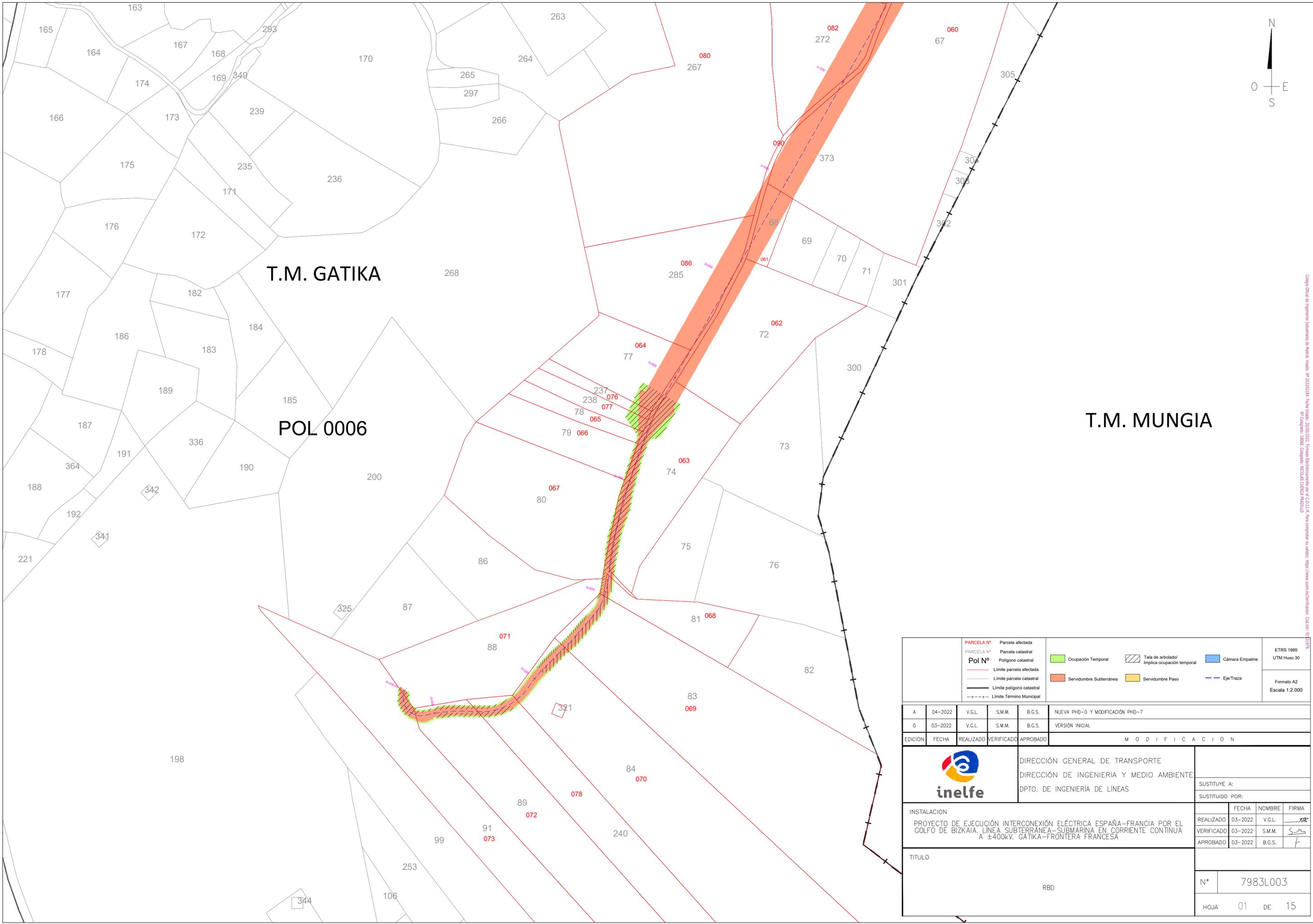
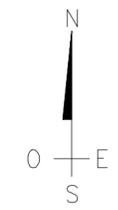
T.M. LEMOIZ (Tramo Subterráneo)

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Servidumbre Subterránea (m2)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m2)	Sup. Tala (m2)	Ocupación Temporal (m2)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m2)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
1	Puente-Garay Forestal SL	056000300153	3	153	1367	CE-2.12	3	1438	267		0	Eucaliptar Costa	HA2
2	Urrutia Ugarte, Juan Luis	056000300160	3	160	2130		0	1416	563		0	Pradera	UA2
3	Gobierno Vasco. Viceconsejería de agricultura, pesca y política alimentaria Dpto. de desarrollo económico, sostenibilidad y medio ambiente	056000300164	3	164	44619	CE-1.13/CE-2.13	122	4226	779	ACCESO NORTE	850	Pastizal/Edificación Urbana/Edificio y/o Local Otros Usos/Silos - Depositos De Solidos Y Liquidos/Almacenes	GA2/ JE3/Y31/I42/I11
4	Iberdrola SA	056000300204	3	204	22355		0	0	0		0	Pastizal	GA1
5	Demarcación de costas del País Vasco- Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico	056000300215	3	215	8486		0	0	0		0	Linea de Costa	-
6	Diputación Foral de Bizkaia. Dpto. obras públicas	056000300216	3	216	2426		0	0	132	ACCESO NORTE	22	Carretera BI-3152	-
7	Urrutia Ugarte, Juan Luis	056000400022	4	22	1030		0	386	425		0	Fronzosas Crec.Med./Pradera	NA1/UA2

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Poligono	Parcela	Servidumbre Subterránea (m2)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m2)	Sup. Tala (m2)	Ocupación Temporal (m2)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m2)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
8	Puente-Garay Forestal SL	056000400023	4	23	30		0	111	80		0	Eucaliptar Costa	HA3
9	Puente-Garay Forestal SL	056000400024	4	24	417	CE-1.12	61	586	163		0	Eucaliptar Costa	HA3
10	Urrutia Ugarte, Juan Luis	056000400025	4	25	187		0	187	57		0	Eucaliptar Costa	HA3
11	Elortegui Azcorra, Maria del Carmen	056000400036	4	36	0		0	1877	0	ACCESO NORESTE	2867	Eucaliptar Costa	HA1
12	Fullaondo Alzaga, Serafin	056000400038	4	38	0		0	178	0	ACCESO NORESTE	280	Eucaliptar Costa	HA1
13	Fullaondo Mandaluniz Jenaro	056000400039	4	39	0		0	1840	0	ACCESO NORESTE	2583	Eucaliptar Costa	HA2
14	Iberdrola SA	056000400070	4	70	100		0	149	71		0	Fronosas Crec.Med.	NA1
15	Barandiaran Urrutia, Juana	056000400076	4	76	69		0	58	13		0	Eucaliptar Costa	HA1
17	Alzaga Zuazaga, Maria Begoña	056000400086	4	86	0		0	2	0	ACCESO NORESTE	2	Eucaliptar Costa	HA1
18	Urrutia Ugarte, Juan Luis	056000400096	4	96	1879		0	2147	950		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA2
19	Aurrekoetxea Lopez, Aitor	056000400100	4	100	0		0	558	0	ACCESO NORESTE	854	Eucaliptar Costa y Camino	HA2
20	Urrutia Ugarte, Jose Antonio	056000400102	4	102	2646		0	3115	1040		0	Eucaliptar Costa y Camino	HA1
21	Ayuntamiento de Lemoiz	056000400110	4	110	337		0	188	82		0	Camino	-
22	Diputación Foral de Bizkaia. Dpto. obras públicas	056000400112	4	112	154		0	69	49	ACCESO NORESTE/OESTE	3	Carretera BI-3117	-
23	Ayuntamiento de Lemoiz	056000400113	4	113	2162	CE-2.12	58	939	205		0	Camino	-

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Poligono	Parcela	Servidumbre Subteránea (m2)	Cámara de empalme / Arqueta telecom.	Sup. Cámara de empalme / Arqueta telecom (m2)	Sup. Tala (m2)	Ocupación Temporal (m2)	Acceso a Cámara de empalme / Arqueta telecom	Servidumbre de paso (m2)	CLASIFICACION SEGÚN COD_U_C_M	Cod_U_C_M
24	Gobierno Vasco. viceconsejería de agricultura, pesca y política alimentaria Dpto. de desarrollo económico, sostenibilidad y medio ambiente	056101501001	1015	1001	323		0	0	986		0	Zona anexa a la carretera BI-3152	-

ANEXO: PLANOS PARCELARIOS



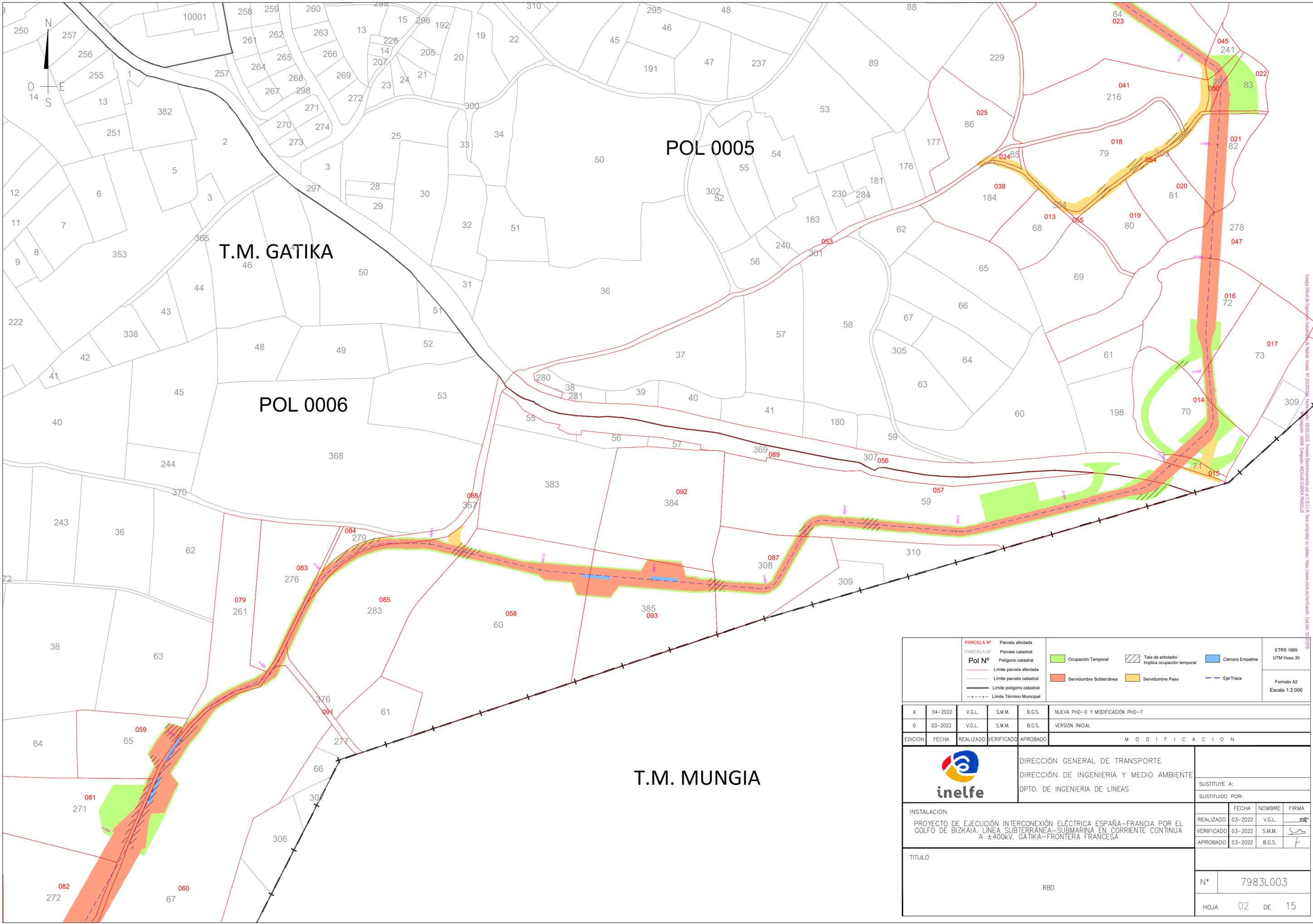
T.M. GATIKA

POL 0006

T.M. MUNGIA

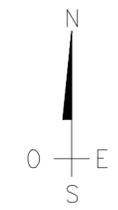
PARCELA Nº Parcela afectada Pol Nº Polígono catastral		Ocupación Temporal Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal Cámara Empalme		ETRS 1989 UTM Huso 30	
Límite parcela afectada Límite polígono catastral Límite Término Municipal		Servidumbre Subterránea Servidumbre Paso Eje/Traza		Formato A2 Escala 1:2.000	
A	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7
0	03-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	VERSIÓN INICIAL
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N
		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LÍNEAS			SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLF DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA		REALIZADO VERIFICADO APROBADO	FECHA 03-2022 03-2022 03-2022	NOMBRE V.G.L. S.M.M. B.G.S.	FIRMA
TITULO RBD		N° 7983L003			HOJA 01 DE 15

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid, Nº 2020/20184, Fecha Expediente: 20/05/2022, Firma Electrónica por el COLIIM, Para comprobar su validez: https://www.com.es/verificador, CalVer: 9181979, Nº Colegios: 18868, Colegios: IICOLIAS OIBICA 9806010

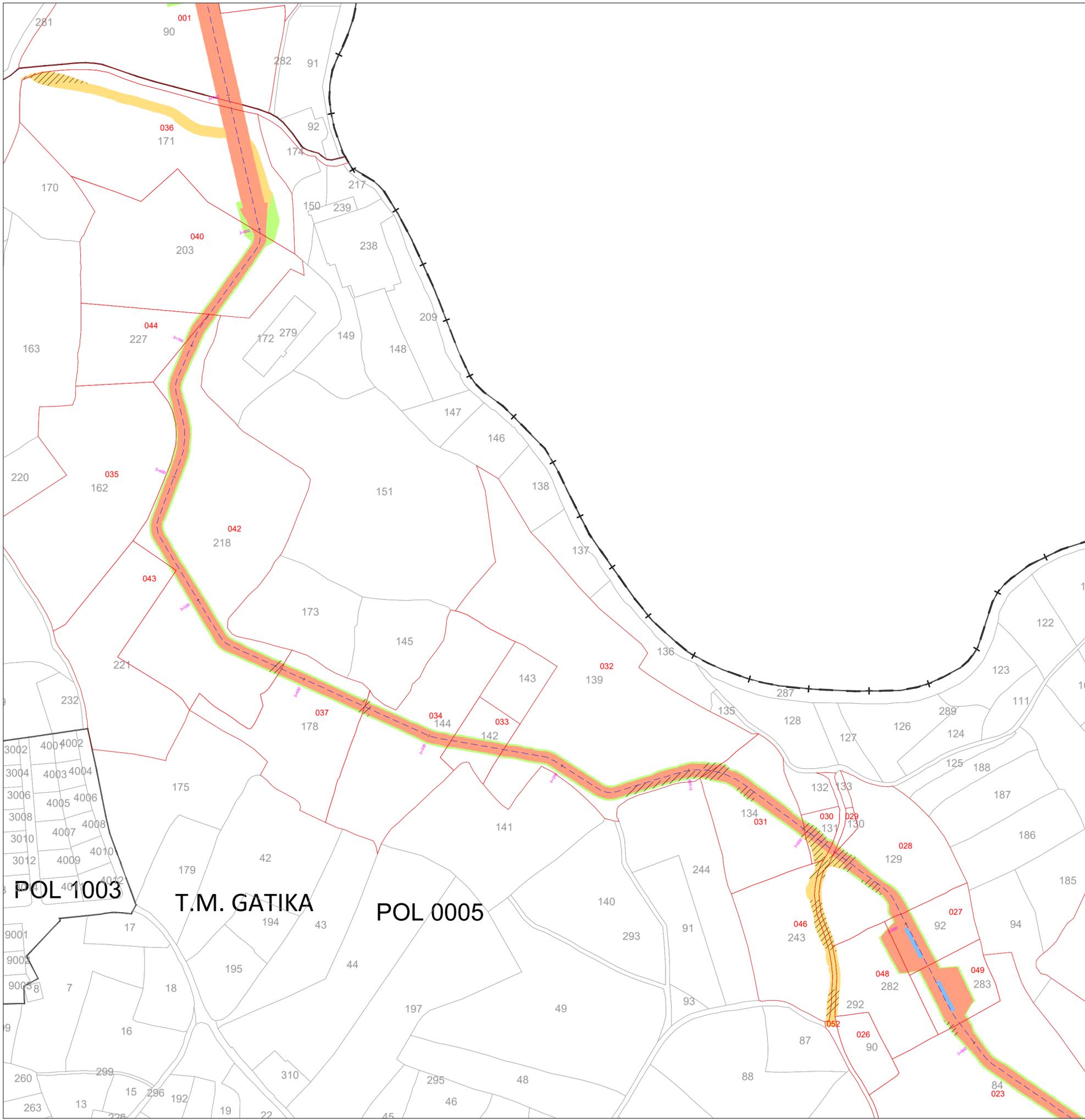


Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid, Nº 2020/2014, Fecha: 20/05/2022, Firmado Electrónicamente por el COLIIM, Para comprobar su validez: https://www.com.com/verificador, Código: 91813793

PARCELA Nº Parcela afectada Pol Nº Polígono catastral		Parcela afectada Parcela catastral		Ocupación Temporal Servidumbre Subterránea		Servidumbre Paso Cámara Empalme		Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal Eje/Traza		ETRS 1989 UTM Huso 30 Formato A2 Escala 1:2.000	
A	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7						
0	03-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	VERSIÓN INICIAL						
EDICION		FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION					
		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS				SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:					
		INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA				REALIZADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA		
						03-2022	V.G.L.				
						03-2022	S.M.M.				
						03-2022	B.G.S.				
TITULO		RBD				Nº 7983L003					
						HOJA 02 DE 15					

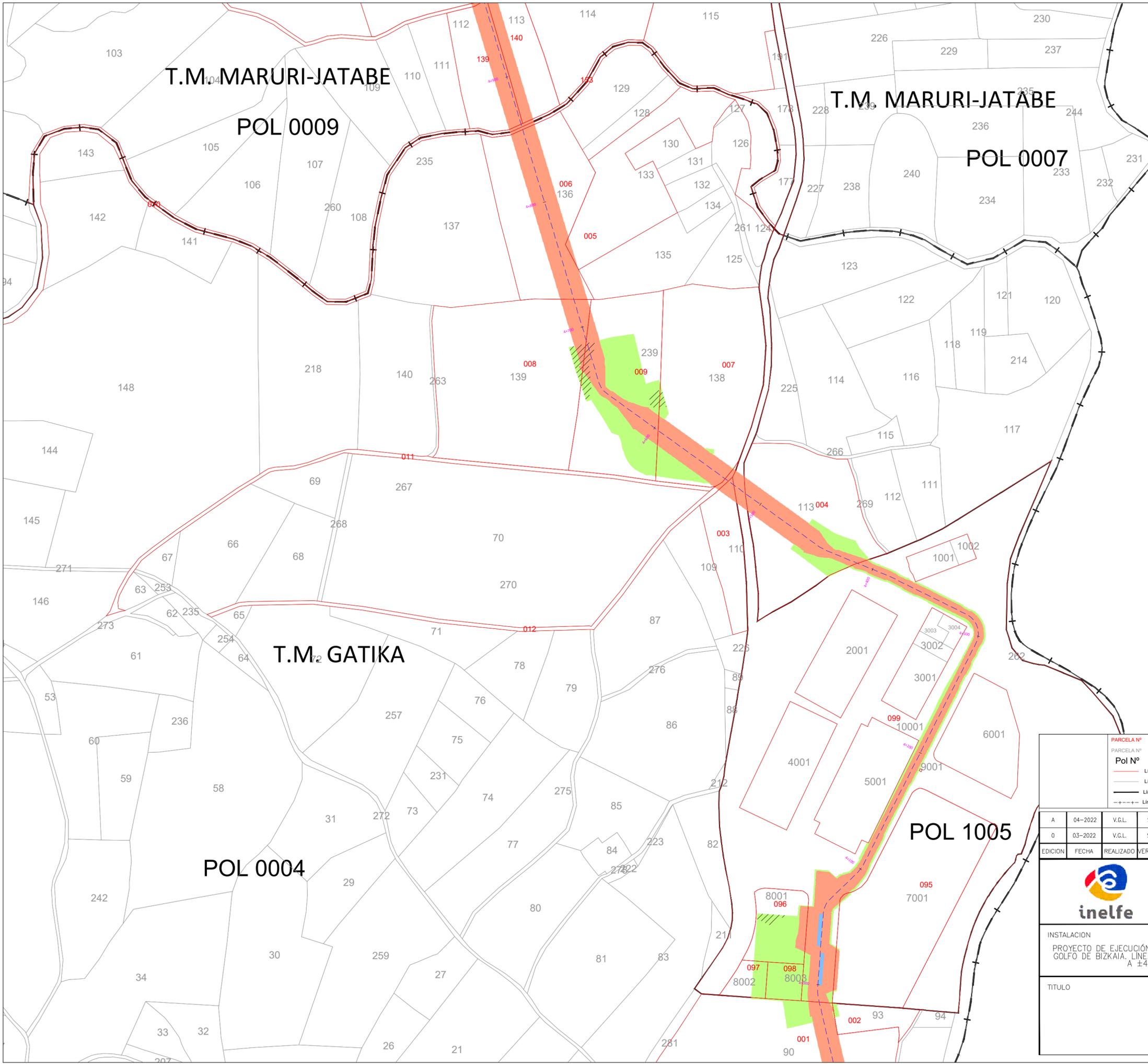


T.M. MUNGIA



PARCELA Nº Parcela afectada Pol Nº Polígono catastral		Ocupación Temporal Servidumbre Subterránea Servidumbre Paso	Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal Cámara Empalme Eje Traza	ETRS 1989 UTM Huso 30 Formato A2 Escala 1:2.000	
A	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7
0	03-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	VERSIÓN INICIAL
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N
		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS			SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLF DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA		REALIZADO VERIFICADO APROBADO	FECHA 03-2022 03-2022 03-2022	NOMBRE V.G.L. S.M.M. B.G.S.	FIRMA
TITULO RBD		N° 7983L003			HOJA 03 DE 15

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid, nº 202020184. Fecha Hoja: 20/05/2023. Firmado Electrónicamente por el COLIIM. Para comprobar su validez: https://www.com.san/verificador. Cadáver: 91831931. Nº Colegiado: 18868. Colegiado: TICOLAS QUIROGA PABLO DUELO



T.M. MARURI-JATÁBE
POL 0009

T.M. MARURI-JATÁBE
POL 0007

T.M. MUNGIA

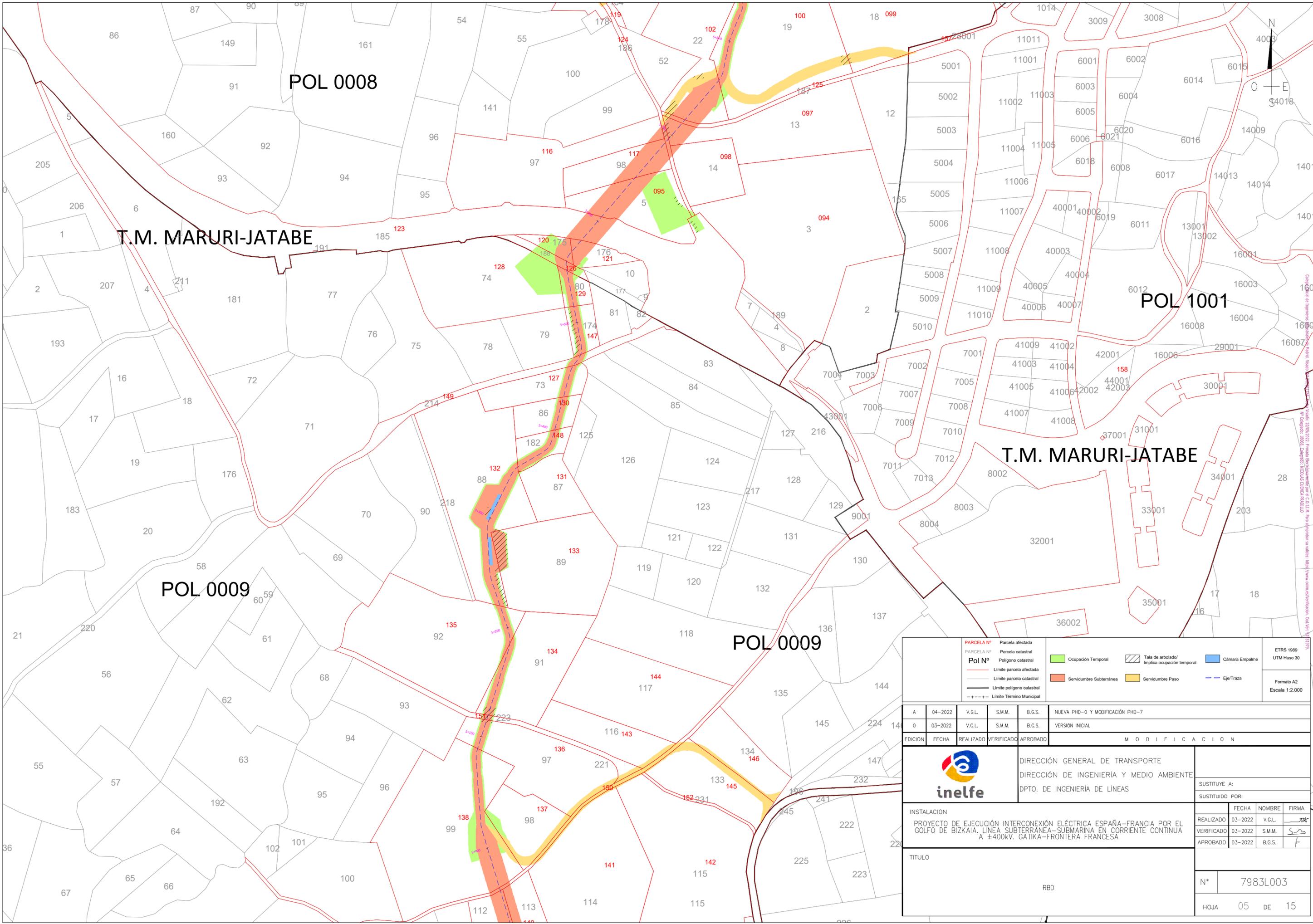
T.M. GATIKA

POL 0004

POL 1005

PARCELA Nº Parcela afectada Pol Nº Polígono catastral		Ocupación Temporal Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal Cámara Empalme	ETRS 1989 UTM Huso 30		
Límite parcela afectada Límite polígono catastral Límite Término Municipal		Servidumbre Subterránea Servidumbre Paso Eje/Traza	Formato A2 Escala 1:2.000		
A	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7
0	03-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	VERSIÓN INICIAL
EDICIÓN	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N
		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LÍNEAS			SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFOS DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA		REALIZADO VERIFICADO APROBADO	FECHA 03-2022 03-2022 03-2022	NOMBRE V.G.L. S.M.M. B.G.S.	FIRMA
TITULO		RBD			N° 7983L003
		HOJA 04 DE 15			

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid, Nº 202020184. Fecha Hoja: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el COLIIM. Para comprobar su validez: https://www.com.com/verificador. Cal Var: 9183793. Nº Colegios: 18688. Colegios: IICOLAS OIBCA 9802010



T.M. MARURI-JATABE

POL 0008

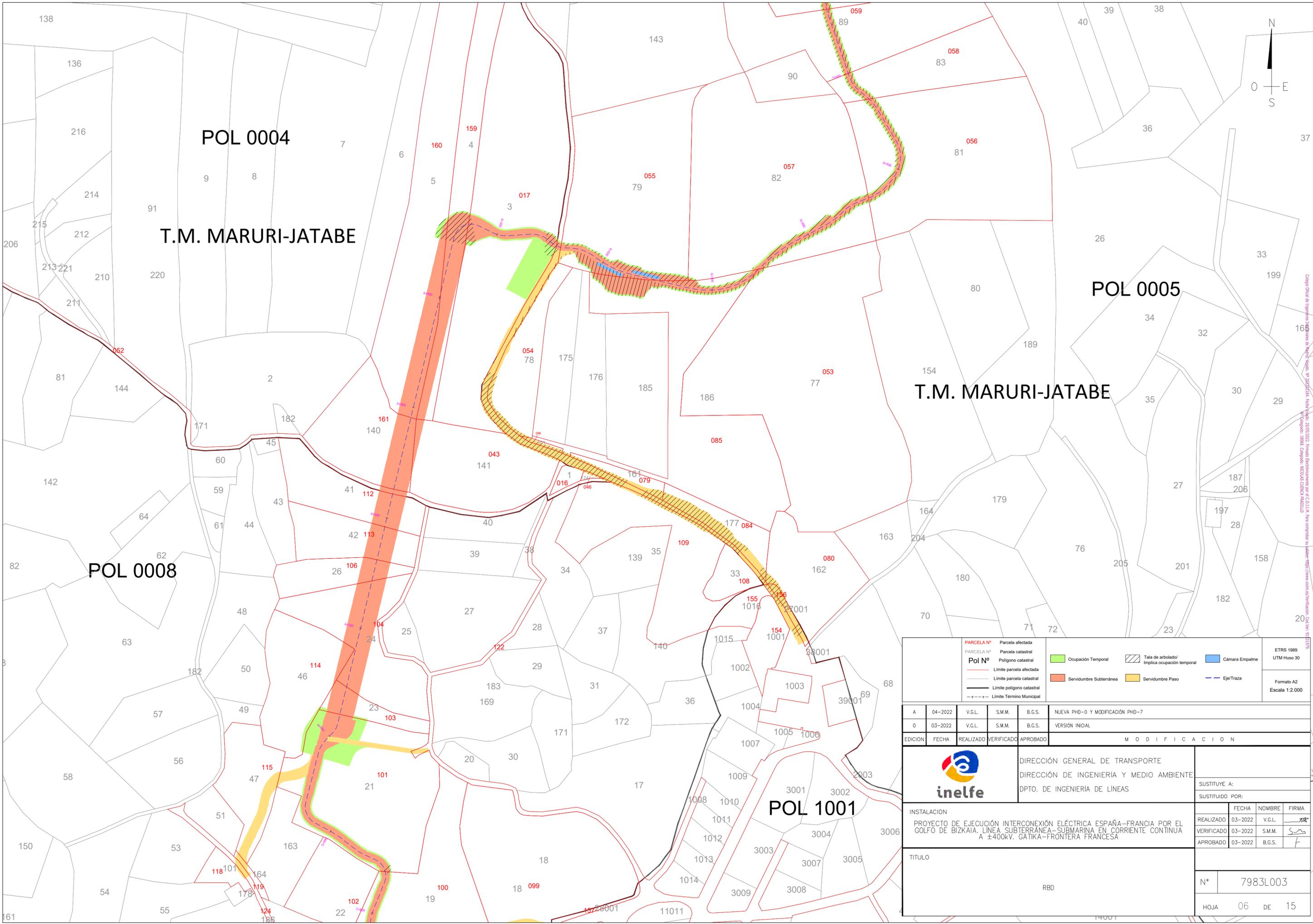
POL 1001

T.M. MARURI-JATABE

POL 0009

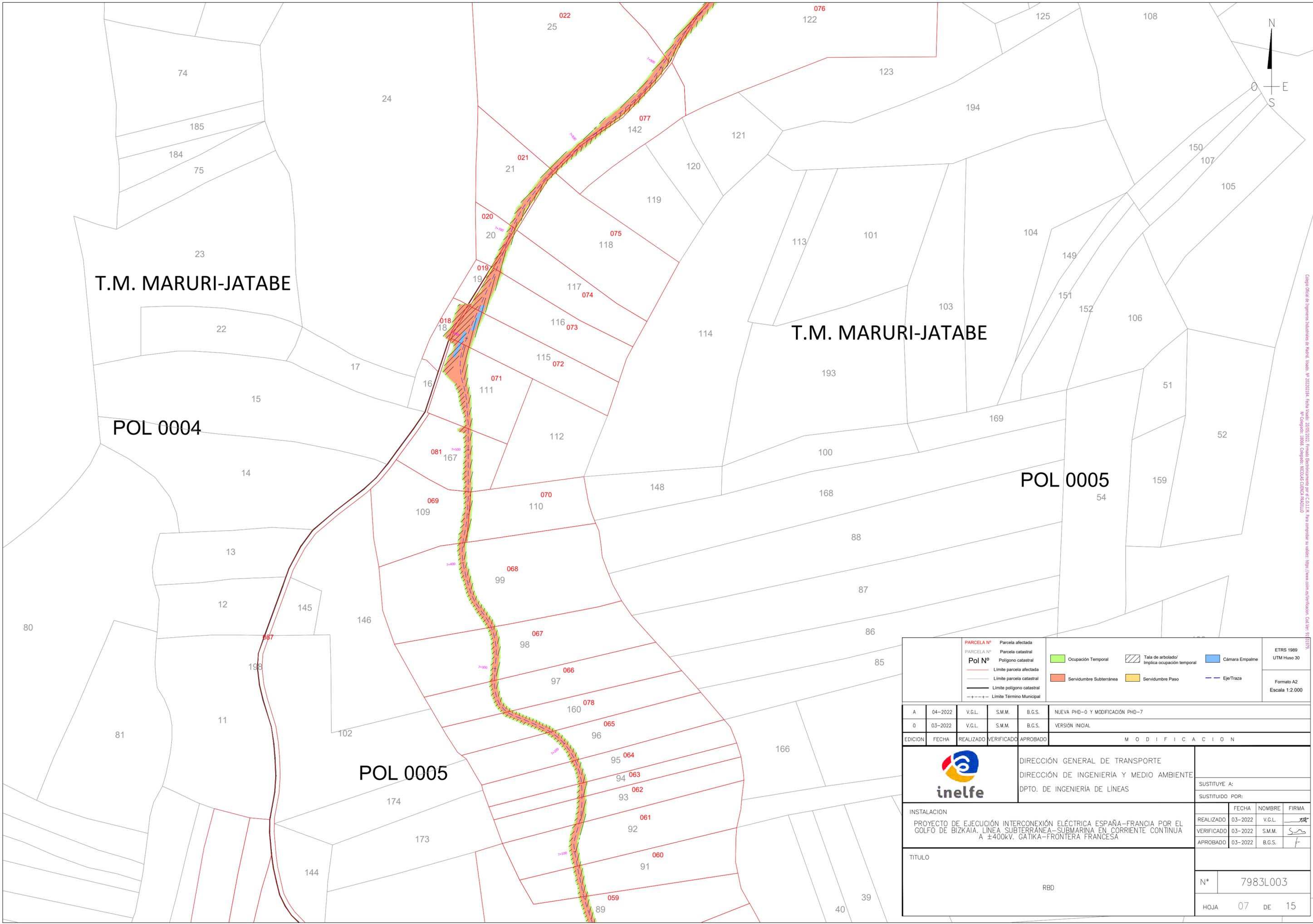
POL 0009

PARCELA Nº Parcela afectada Parcela Nº Parcela catastral Pol Nº Polígono catastral --- Límite parcela afectada --- Límite parcela catastral --- Límite polígono catastral - - - - Límite Término Municipal	Ocupación Temporal Servidumbre Subterránea Servidumbre Paso Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal Cámara Empalme Eje/Traza	ETRS 1989 UTM Huso 30 Formato A2 Escala 1:2.000																		
<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>04-2022</td> <td>V.G.L.</td> <td>S.M.M.</td> <td>B.G.S.</td> <td>NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>03-2022</td> <td>V.G.L.</td> <td>S.M.M.</td> <td>B.G.S.</td> <td>VERSIÓN INICIAL</td> </tr> <tr> <td>EDICION</td> <td>FECHA</td> <td>REALIZADO</td> <td>VERIFICADO</td> <td>APROBADO</td> <td>M O D I F I C A C I O N</td> </tr> </table>	A	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7	0	03-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	VERSIÓN INICIAL	EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N	 DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS	
A	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7															
0	03-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	VERSIÓN INICIAL															
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N															
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA		SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR: <table border="1"> <tr> <td>REALIZADO</td> <td>03-2022</td> <td>V.G.L.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIFICADO</td> <td>03-2022</td> <td>S.M.M.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROBADO</td> <td>03-2022</td> <td>B.G.S.</td> <td></td> </tr> </table>	REALIZADO	03-2022	V.G.L.		VERIFICADO	03-2022	S.M.M.		APROBADO	03-2022	B.G.S.							
REALIZADO	03-2022	V.G.L.																		
VERIFICADO	03-2022	S.M.M.																		
APROBADO	03-2022	B.G.S.																		
TITULO RBD		N° 7983L003 HOJA 05 DE 15																		



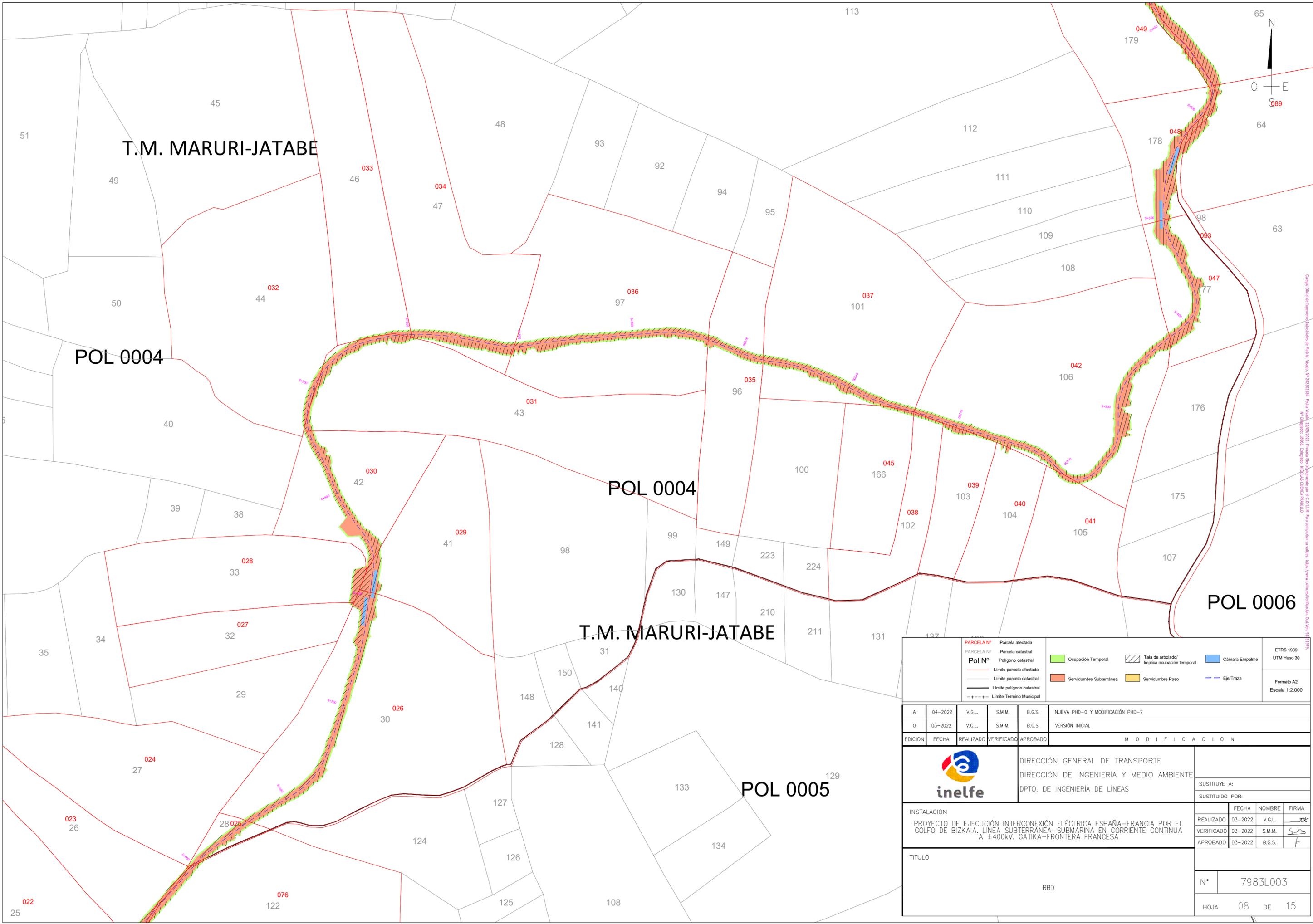
Hoja 06 de 15. Proyecto de Ejecución Interconexión Eléctrica España-Francia por el Golfo de Bizkaia. Línea Subterránea-Submarina en Corriente Continua a ±400kV. Gatika-Frontera Francesa.

PARCELA Nº Parcela afectada Pol Nº Parcela catastral		Ocupación Temporal Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal Cámara Empalme		ETRS 1989 UTM Huso 30													
Límite parcela afectada Límite polígono catastral Límite Término Municipal		Servidumbre Subterránea Servidumbre Paso		Eje/Traza													
Formato A2 Escala 1:2.000																	
A	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7												
0	03-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	VERSIÓN INICIAL												
EDICIÓN		FECHA		REALIZADO VERIFICADO APROBADO													
				M O D I F I C A C I O N													
		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS															
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA		SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:		<table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>NOMBRE</td> <td>FIRMA</td> </tr> <tr> <td>03-2022</td> <td>V.G.L.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>03-2022</td> <td>S.M.M.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>03-2022</td> <td>B.G.S.</td> <td></td> </tr> </table>		FECHA	NOMBRE	FIRMA	03-2022	V.G.L.		03-2022	S.M.M.		03-2022	B.G.S.	
FECHA	NOMBRE	FIRMA															
03-2022	V.G.L.																
03-2022	S.M.M.																
03-2022	B.G.S.																
TÍTULO		RBD															
		Nº		7983L003													
		HOJA		06 DE 15													



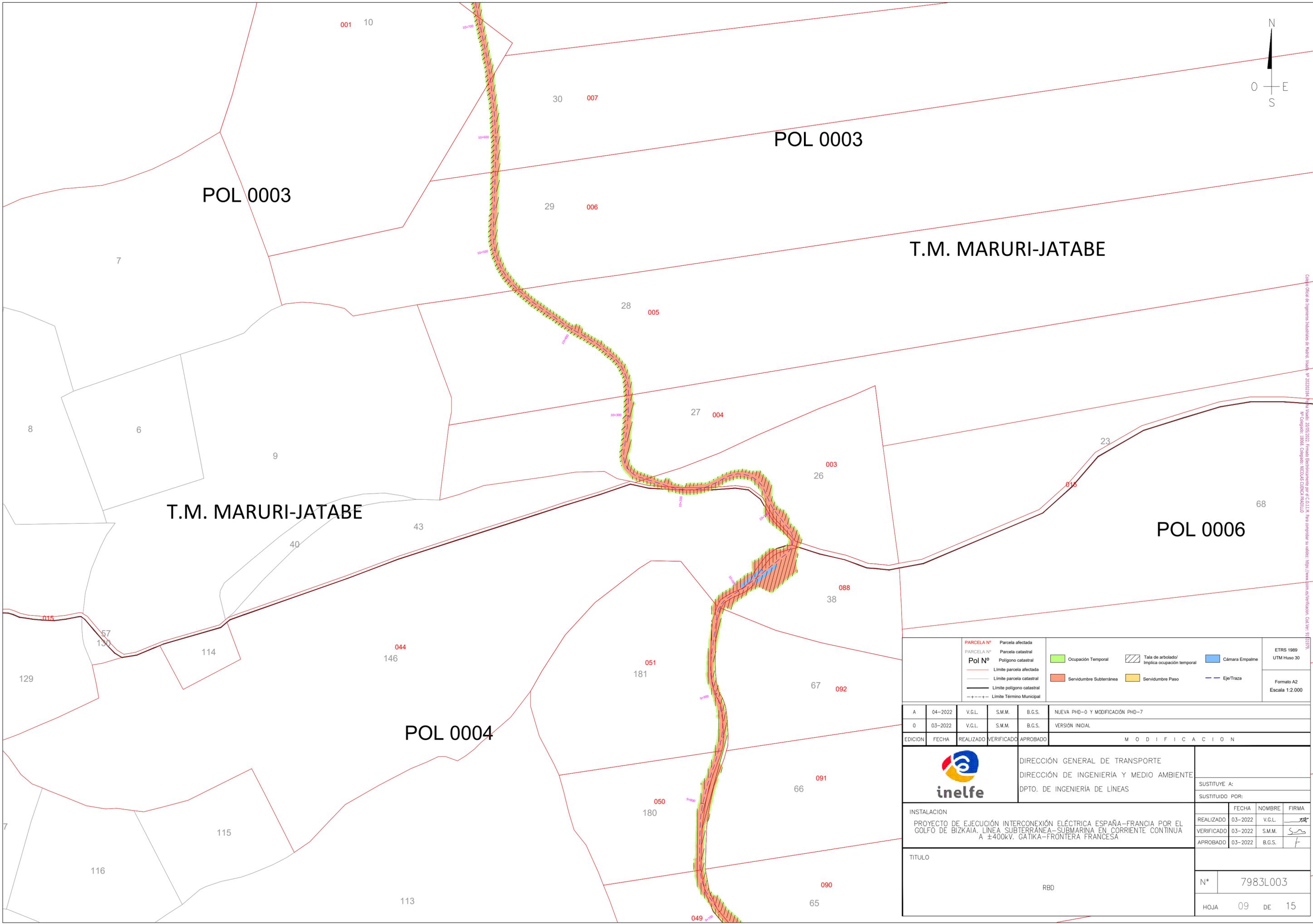
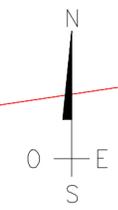
Hoja Oficial de Ingeniería Industrial de Madrid, Madrid, Nº 2020/184, Fecha Hoja: 20/05/2022, Firmado Electrónicamente por el C.O.T.I.M. Para comprobar su validez: https://www.com.es/verificador. CalVer: 9183793
 Nº Colegiado: 18686, Colegiado: TICOLAS OJEDA PABLO

PARCELA Nº Parcela afectada Pol Nº Polígono catastral		Ocupación Temporal Servidumbre Subterránea	Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal Servidumbre Paso	Cámara Empalme Eje/Traza	ETRS 1989 UTM Huso 30 Formato A2 Escala 1:2.000
A	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7
0	03-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	VERSIÓN INICIAL
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N
		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS			SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFÓ DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA		REALIZADO VERIFICADO APROBADO	FECHA 03-2022 03-2022 03-2022	NOMBRE V.G.L. S.M.M. B.G.S.	FIRMA
TITULO RBD		N° 7983L003			HOJA 07 DE 15



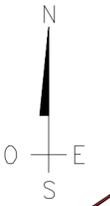
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid, nº 2020/20184, Fecha Hoja: 20/05/2022, Firma Electrónica por el COLIIM: Para comprobar su validez: https://www.com.cad/verificador Cadáver: 91813791
 Nº Colegiado: 18686 Colegiado: TICOLAS OLIVERA PÉREZ

PARCELA Nº Parcela afectada Parcela Nº Parcela catastral Pol Nº Polígono catastral		Ocupación Temporal Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal Cámara Empalme	ETRS 1989 UTM Huso 30		
Límite parcela afectada Límite parcela catastral Límite polígono catastral Límite Término Municipal		Servidumbre Subterránea Servidumbre Paso Eje/Traza	Formato A2 Escala 1:2.000		
A	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7
0	03-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	VERSIÓN INICIAL
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N
		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS			SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA		REALIZADO VERIFICADO APROBADO	FECHA 03-2022 03-2022 03-2022	NOMBRE V.G.L. S.M.M. B.G.S.	FIRMA
TITULO RBD		N° 7983L003			HOJA 08 DE 15

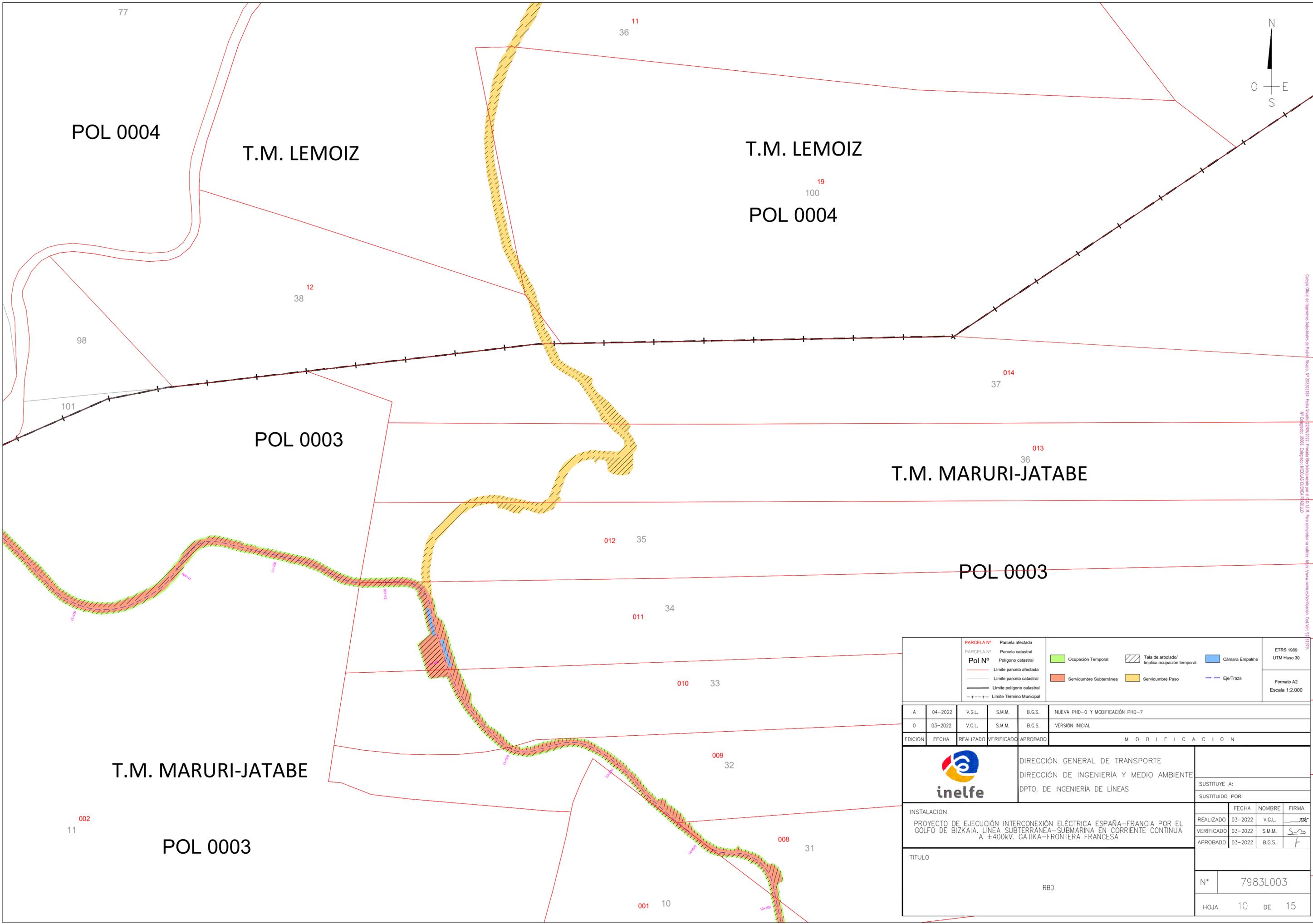


Cádiz: Oficina de Ingeniería Industrial de Madrid, Madrid, nº 2020/21184. Fecha: 20/05/2022. Firma Electrónica por el C.O.T.I.M. Para consultar su validez: https://www.cim.es/verificador. Cad. Ver: 9183793. No. Colegiado: 18868. Colegiado: TICOLAS QUIROGA 19262110

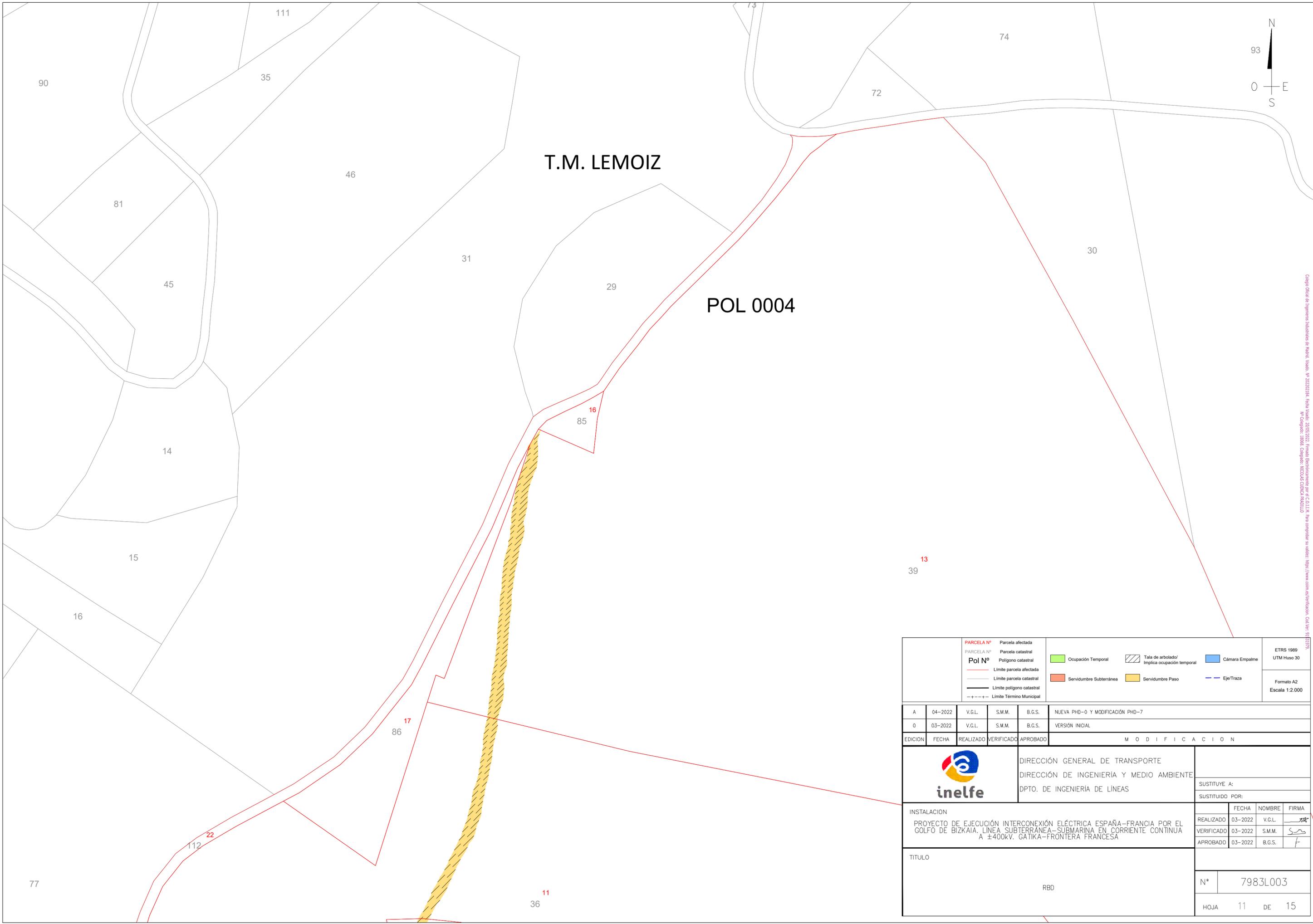
PARCELA Nº Parcela afectada Parcela Nº Parcela catastral Pol Nº Polígono catastral		Ocupación Temporal Servidumbre Subterránea	Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal Servidumbre Paso	Cámara Empalme Eje/Traza	ETRS 1989 UTM Huso 30 Formato A2 Escala 1:2.000
A	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACION PHD-7
0	03-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	VERSIÓN INICIAL
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N
		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LÍNEAS			SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFOS DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA		REALIZADO VERIFICADO APROBADO	FECHA 03-2022 03-2022 03-2022	NOMBRE V.G.L. S.M.M. B.G.S.	FIRMA
TITULO RBD		N° 7983L003			HOJA 09 DE 15



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Madrid, 19 de febrero de 2022. Firmado Electrónicamente por el I.T.I.M. Para comprobar su validez: https://www.com.san.es/verificador. CadVer: 9183793. Nº Certificado: 18868. Código: ITCOLIAS OIBGCA MADRID

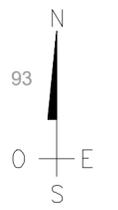


PARCELA Nº Parcela afectada Parcela Nº Parcela catastral Pol Nº Polígono catastral Límite parcela afectada Límite parcela catastral Límite polígono catastral Límite Término Municipal		Ocupación Temporal Servidumbre Subterránea Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal Servidumbre Paso Cámara Empalme Eje/Traza	ETRS 1989 UTM Huso 30 Formato A2 Escala 1:2.000		
A	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7
0	03-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	VERSIÓN INICIAL
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N
		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS			SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFOS DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA		FECHA 03-2022	NOMBRE V.G.L.	FIRMA 	REALIZADO 03-2022
		VERIFICADO 03-2022	S.M.M.	FIRMA 	APROBADO 03-2022
TITULO RBD					N° 7983L003
					HOJA 10 DE 15



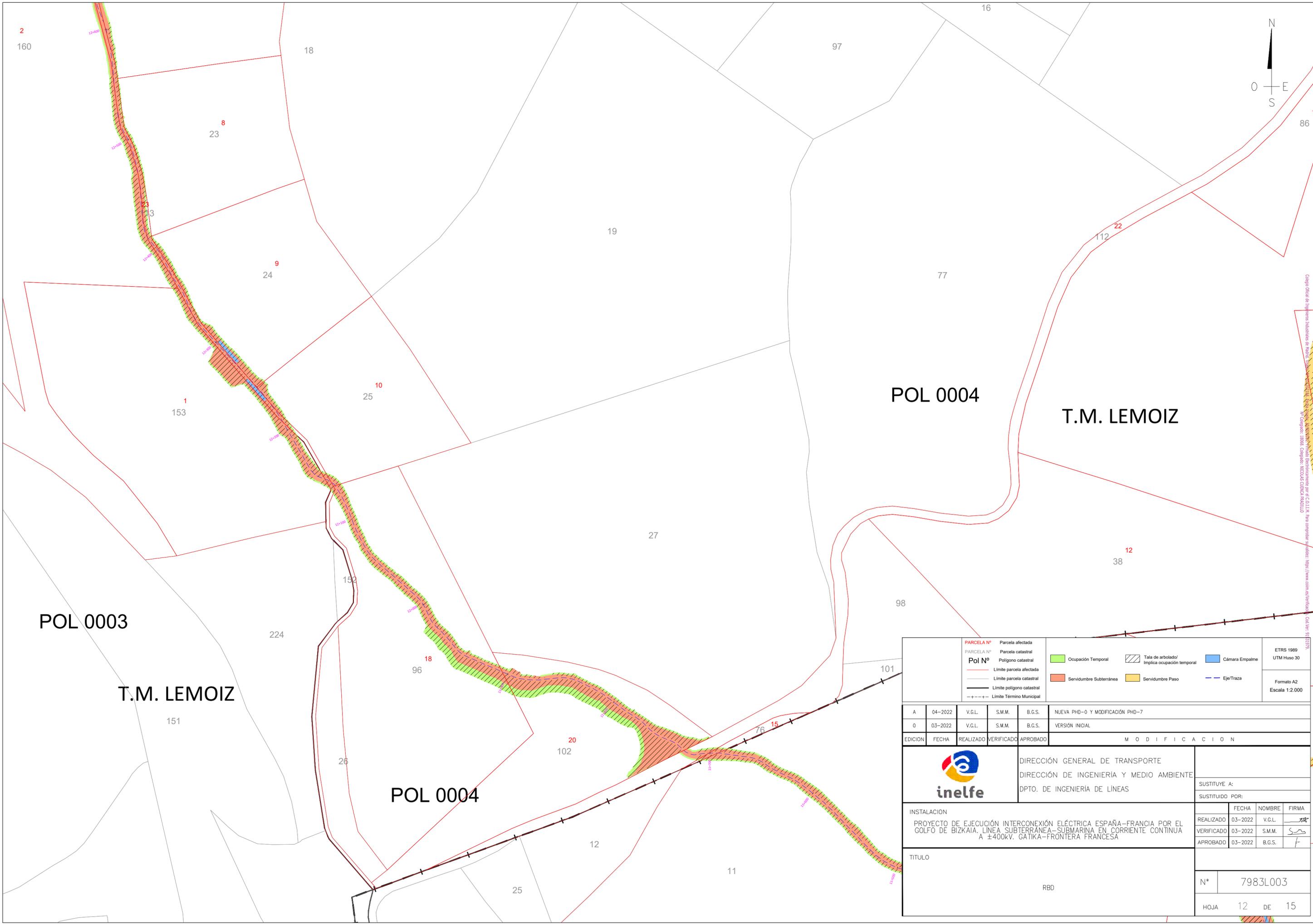
T.M. LEMOIZ

POL 0004



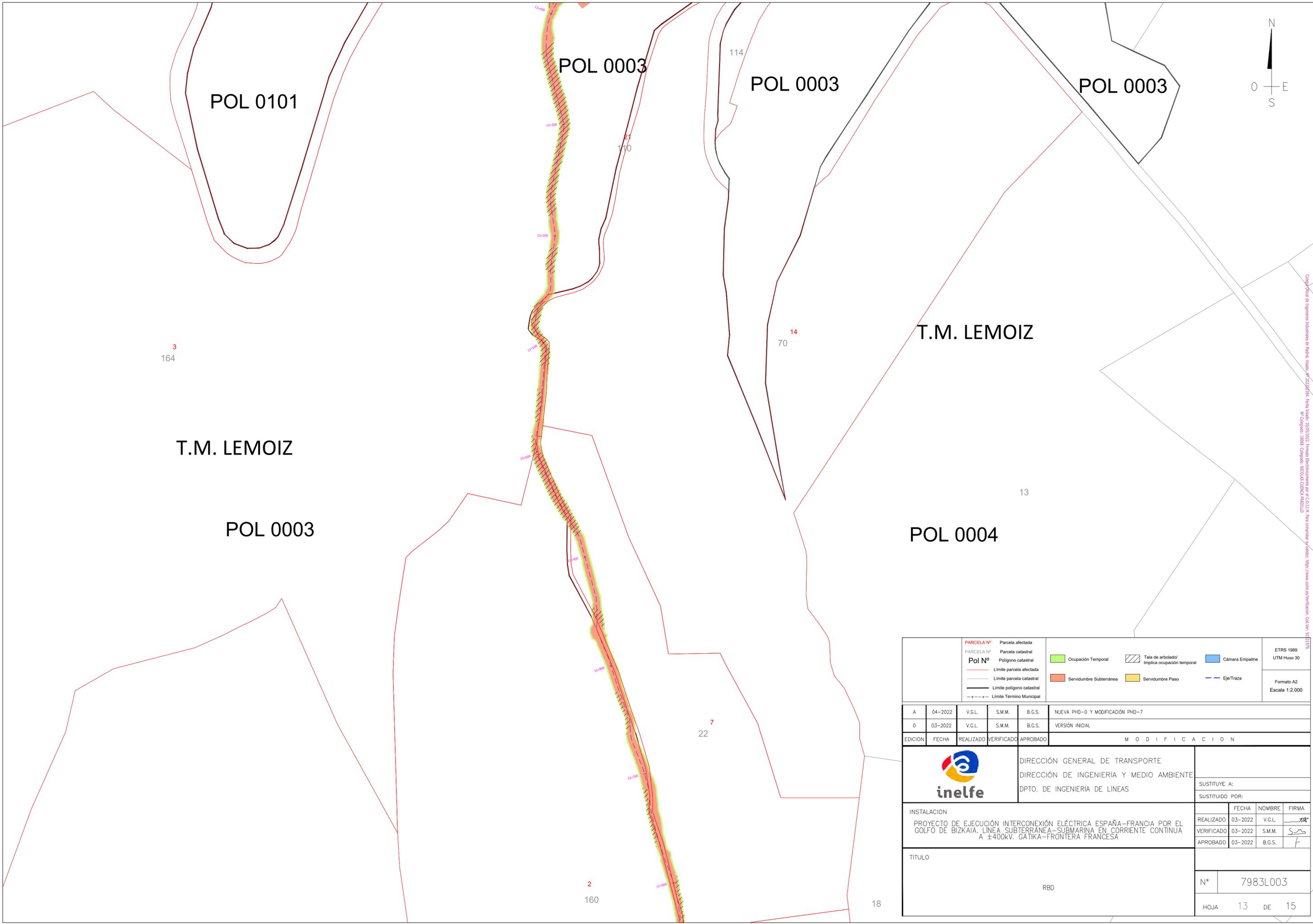
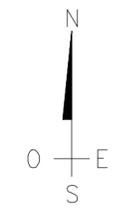
PARCELA Nº Parcela afectada Pol Nº Polígono catastral		Ocupación Temporal Servidumbre Subterránea		Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal Servidumbre Paso		Cámara Empalme Eje/Traza		ETRS 1989 UTM Huso 30 Formato A2 Escala 1:2.000	
A	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7				
0	03-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	VERSIÓN INICIAL				
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N				
		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS			SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:				
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLF DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA		REALIZADO	03-2022	V.G.L.	NOMBRE				
	VERIFICADO	03-2022	S.M.M.						
	APROBADO	03-2022	B.G.S.						
TITULO		RBD			N° 7983L003 HOJA 11 DE 15				

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid, nº 202020184. Fecha: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.com.es/verificador. Cadáver: 9181379. Nº Colegiado: 18686. Colegiado: TICOLAS QUIROGA PABLO LLO



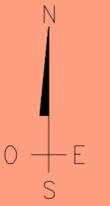
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Vizcaya. I.I. de Vizcaya. C/Alameda de los Reyes, 10. 48901 Leizor (Bizkaia).
 Nº Colegiado: 18868. Colegiado: NICOLÁS QUIROGA PÉREZ/OLLO

PARCELA Nº Parcela afectada Pol Nº Polígono catastral		Ocupación Temporal Servidumbre Subterránea		Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal Servidumbre Paso		Cámara Empalme Eje/Traza		ETRS 1989 UTM Huso 30 Formato A2 Escala 1:2.000	
A	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7				
0	03-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	VERSIÓN INICIAL				
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N				
		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS			SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:				
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFOS DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA		REALIZADO	03-2022	V.G.L.	NOMBRE				
	VERIFICADO	03-2022	S.M.M.						
	APROBADO	03-2022	B.G.S.						
TITULO		RBD			N° 7983L003 HOJA 12 DE 15				



PARCELA Nº Parcela afectada Pol Nº Polígono catastral Límite parcela afectada Límite polígono catastral Límite Término Municipal		Ocupación Temporal Servidumbre Subterránea	Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal Servidumbre Paso	Cámara Empalme Eje/Traza	ETRS 1989 UTM Huso 30 Formato A2 Escala 1:2.000
A	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7
0	03-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	VERSIÓN INICIAL
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N
		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LÍNEAS			SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFÓ DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA		REALIZADO VERIFICADO APROBADO	FECHA 03-2022 03-2022 03-2022	NOMBRE V.G.L. S.M.M. B.G.S.	FIRMA
TITULO RBD		N° 7983L003			HOJA 13 DE 15

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid, Nº 202020184. Fecha Hoja: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el COLIIM. Para comprobar su validez: https://www.com.es/verificador. Cadáver: 91831979. Nº Colegiado: 18868. Colegiado: TICOLAS QUIROGA PABLO



T.M. LEMOIZ

POL 0101

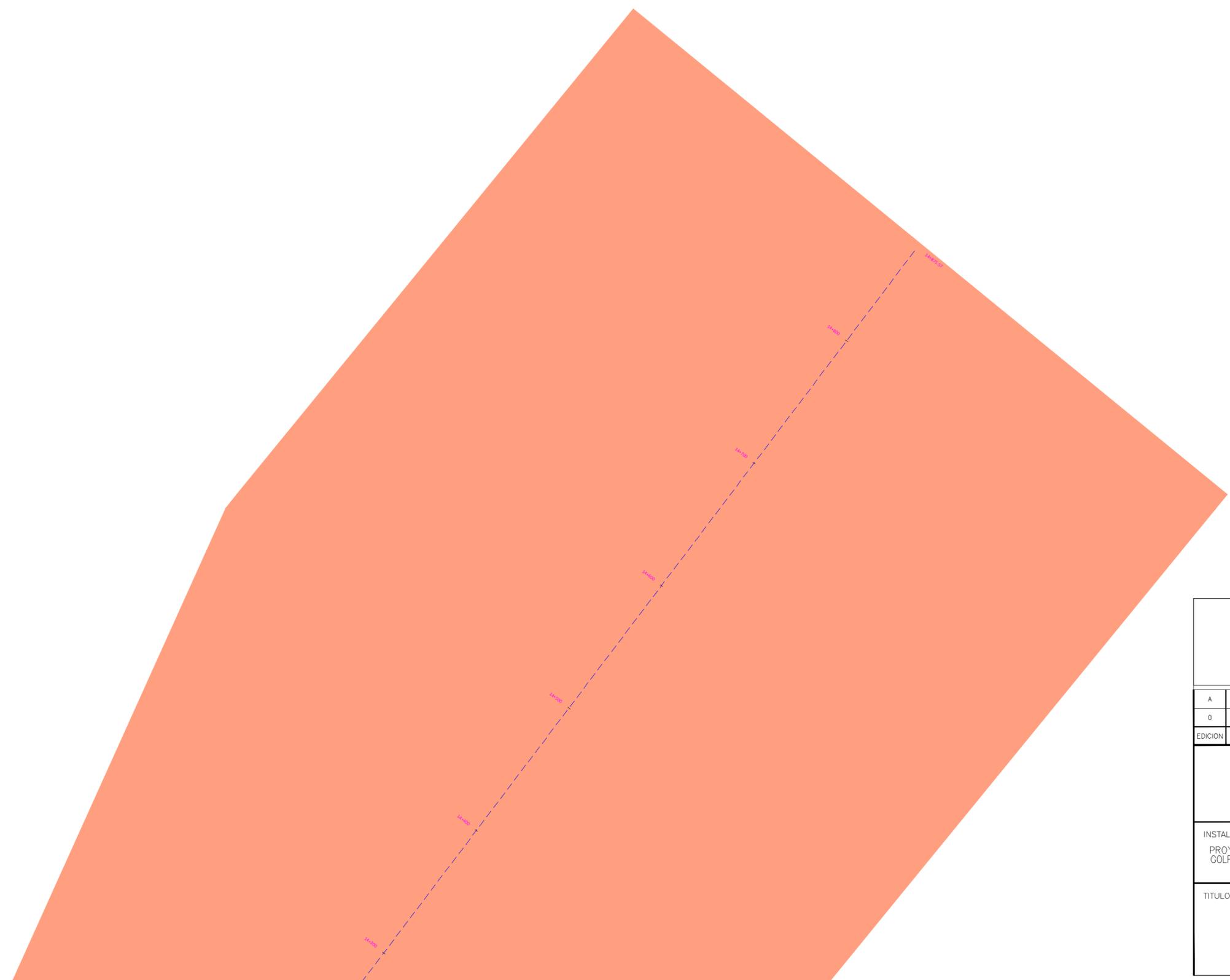
POL 0003

T.M. LEMOIZ

POL 0003

PARCELA Nº Parcela afectada Pol Nº Polígono catastral		Ocupación Temporal Servidumbre Subterránea		Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal Servidumbre Paso		Cámara Empalme Eje/Traza		ETRS 1989 UTM Huso 30 Formato A2 Escala 1:2.000	
A	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7				
0	03-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	VERSIÓN INICIAL				
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N				
		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS			SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:				
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLF DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA		REALIZADO	03-2022	V.G.L.	NOMBRE				
	VERIFICADO	03-2022	S.M.M.	FIRMA					
	APROBADO	03-2022	B.G.S.	FIRMA					
TITULO		RBD			N° 7983L003 HOJA 14 DE 15				

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid, nº 202020184, Fecha: 20/05/2022, Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M., Fecha comprobada su validez: https://www.com.sede/verificador, Cad.Ver: 9181979, Nº Colegiado: 18868, Colegiado: TICOLAS QUIROGA PABLO



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid, nº 202020184, Fecha Hoja: 20/05/2022, Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.com.es/verificador, Cad.Válid: 91831979, Nº Colegiado: 18868, Colegiado: ICCOLIAS OIBRCA 98262010

PARCELA Nº Parcela afectada Parcela Nº Parcela catastral Pol Nº Polígono catastral Límite parcela afectada Límite parcela catastral Límite polígono catastral ---+---+--- Límite Término Municipal		Ocupación Temporal Servidumbre Subterránea	Tala de arbolado/ Implica ocupación temporal Servidumbre Paso	Cámara Empalme Eje/Traza	ETRS 1989 UTM Huso 30 Formato A2 Escala 1:2.000
A	04-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	NUEVA PHD-0 Y MODIFICACIÓN PHD-7
0	03-2022	V.G.L.	S.M.M.	B.G.S.	VERSIÓN INICIAL
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N
 DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS		SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:			
INSTALACION PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFÓ DE BIZKAIA. LINEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKÁ-FRONTERA FRANCESA		REALIZADO VERIFICADO APROBADO	FECHA 03-2022 03-2022 03-2022	NOMBRE V.G.L. S.M.M. B.G.S.	FIRMA   
TITULO RBD		N° 7983L003		HOJA 15 DE 15	



PROYECTO DE EJECUCIÓN
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA
ESPAÑA - FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

LÍNEA SUBTERRÁNEA - SUBMARINA EN
CORRIENTE CONTINUA A ± 400 kV
GATIKA – FRONTERA FRANCESA

DOCUMENTO 7
PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

DOCUMENTO Nº 7

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1 DOCUMENTACIÓN GENERAL.....	3
2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE APLICACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS.....	4

* LOS ANEXOS DEL PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS SE RECOGEN EN LAS COPIAS DIGITALES DEL PROYECTO QUE SE ADJUNTAN.

1 DOCUMENTACIÓN GENERAL

La documentación a aplicar en la ejecución del presente proyecto es la siguiente:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Normativa internacional para sistemas de cables de corriente continua y cables submarinos.
 - TB 496 (April 2012): *Recommendations for testing DC extruded cable systems for power transmission at a rated voltage up to 500 kV.*
 - Electra 189 (April 2000): *Recommendations for tests of power transmission DC cables for a rated voltage up to 800 kV (review of the report published in Electra 72 of 1980).*
 - TB 622 (June 2015): *Recommendations for Testing DC Transition Joints for Power Transmission at a Rated Voltage Up To 500 kV.*
 - TB 623 (June 2015): *Recommendations for mechanical testing of submarine cables.*
- Especificaciones Técnicas de normativa interna detalladas en los puntos siguientes, con sus ediciones actuales.

2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE APLICACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

a) Suministro de materiales

- ET044 – Cables dieléctricos de fibra óptica con protección antirroedores para subestaciones.
- ET140 – Suministro de tubos corrugados de doble pared para líneas subterráneas.
- ET141 – Cinta para señalización de las líneas subterráneas.
- ET148 – Cajas de empalme para cables de fibra óptica.
- ET202 – Arquetas de telecomunicaciones para líneas subterráneas.
- ET203 – Suministro de tubos de telecomunicaciones para líneas subterráneas.
- ET204 – Tubos de perforaciones dirigidas para líneas subterráneas.

b) Ejecución de trabajos

- ET154 – Tendido de cables de líneas eléctricas subterráneas.
- ET157 – Obra Civil de líneas eléctricas subterráneas en banco de tubos.
- ET160 – Ensayos de puesta en servicio de líneas eléctricas subterráneas.
- ET224 – Ejecución de los trabajos de topografía y georradar de líneas eléctricas subterráneas.
- TI.L/20/002/DIL - Guía para realizar la ingeniería de las líneas eléctricas subterráneas
- IT139 - Instalación de cables de f.o
- TI.L/14/006/DIL - Impermeabilización de las líneas eléctricas subterráneas

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero Industrial



D. Nicolás Cuenca Pradillo
Colegiado del COIIM 18.068

496

Recommendations for Testing DC Extruded Cable Systems for Power Transmission at a Rated Voltage up to 500 kV

Working Group
B1.32

April 2012



RECOMMENDATIONS FOR TESTING DC EXTRUDED CABLE SYSTEMS FOR POWER TRANSMISSION AT A RATED VOLTAGE UP TO 500 kV

WG B1.32

Members

B. SANDEN, **Convenor** (NO), J. MATALLANA, **Secretary** (NO),
J.-L. PARPAL (2009) (CA), A. MACPHAIL (2009-2011) (CA), D. WALD (CH), T. KVARTS (DK),
L. BENARD (FR), E. ZACCONE (IT), S. HIRANO (JP), J.-N. KIM (KR),
R. BODEGA (NL), M. JEROENSE (SE), R. SVOMA (UK)

Corresponding members

J. FERENCZ (AU), L. COLLA (IT), S. ECKROAD (US)

Copyright © 2012

“Ownership of a CIGRE publication, whether in paper form or on electronic support only infers right of use for personal purposes. Are prohibited, except if explicitly agreed by CIGRE, total or partial reproduction of the publication for use other than personal and transfer to a third party; hence circulation on any intranet or other company network is forbidden”.

Disclaimer notice

“CIGRE gives no warranty or assurance about the contents of this publication, nor does it accept any responsibility, as to the accuracy or exhaustiveness of the information. All implied warranties and conditions are excluded to the maximum extent permitted by law”.



ISBN : 978-2-85873-188-6

TABLE OF CONTENTS

1	INTRODUCTION	4
1.1	Background	4
1.2	Scope	4
1.3	Revisions	5
1.4	Summary of tests	5
1.5	Definitions	6
2	DEVELOPMENT TESTS	12
3	PREQUALIFICATION TESTS	13
3.1	Range of approval	13
3.2	Summary of prequalification tests	14
3.3	Test arrangement	14
3.4	Long duration voltage test	14
3.5	Superimposed switching impulse voltage test	15
3.6	Examination	16
3.7	Success criteria, re-testing and interruptions	16
4	TYPE TESTS	17
4.1	Range of approval	17
4.2	Test objects	17
4.3	Non-electrical type tests	18
4.4	Electrical type test	18
4.5	Return cable - type test	21
5	ROUTINE TESTS	23
5.1	Routine tests on transmission cables	23
5.2	Routine tests on cable accessories	23
5.3	Return cables or conductors	24
6	SAMPLE TESTS	25
6.1	Sample tests on transmission cables	25
6.2	Sample tests on factory joints for submarine cables	25
6.3	Sample tests on repair joints and terminations	26
6.4	Sample tests on field moulded joints	26
7	AFTER INSTALLATIONS TESTS	27
7.1	High voltage test	27
7.2	Test on polymeric sheaths	27
7.3	TDR measurement	27
	REFERENCES	28
	APPENDIX A: DERIVATION OF TEST PARAMETERS	30
	APPENDIX B: TECHNICAL BASIS FOR THE DETAILED PREQUALIFICATION TEST SCHEMES	34
	APPENDIX C: SCHEMATIC REPRESENTATION OF THE SEQUENCE OF TESTS FOR LAND AND SUBMARINE CABLES	35
	APPENDIX D: COMPARISON WITH GUIDELINES AND RECOMMENDATIONS FOR TRANSMISSION CABLE TESTS	36

1 INTRODUCTION

1.1 Background

In 2003 TB 219 “Recommendations for testing DC extruded cable systems for power transmission at a rated voltage up to 250 kV” was issued by Cigré study committee B1 [0]. This was the first document issuing recommendations for testing of high voltage DC extruded cable systems. The recommendation was recognised by a large and relevant technical community and has become the reference for the user community. In 2008 it was decided by SC B1 to launch a new working group to prepare recommendations for testing DC extruded cables systems at a rated voltage up to 500 kV. The decision was motivated by the fact that commercially available HVDC extruded systems above 250 kV were emerging.

At the time of preparing this recommendation there is laboratory experience at voltages up to and including 500 kV, but operating experience is limited to 200 kV [1]. Contracts have been awarded at a voltage level up to 320 kV [2]. A further increase in voltage level is to be expected and this recommendation will therefore cover voltages up to 500 kV. However, it is important to emphasise that the lack of operational experience above 200 kV and the limited number of tests at higher voltage levels represent an uncertainty in the preparation of this recommendation. Consequently new relevant knowledge that emerges from increased testing and/or service experience at higher voltages may necessitate new revisions of this recommendation in the future.

The tests in this recommendation follow the same principles as in TB 219. For completeness, the backgrounds for the different tests are included also in this recommendation. The philosophy adopted is that the tests recommended should apply to the complete HVDC cable system as installed and as intended to function. Wherever possible, the tests are based on existing recommendations, standards and practices. It must be recognised that DC extruded cables may involve the use of many different materials such as thermoplastic or crosslinked polymers (either filled or unfilled) and differing manufacturing processes. In consequence, the tests recommended are largely functional and not specific to one material or manufacturing process.

This technical brochure replaces TB 219 issued in March 2003 [0].

1.2 Scope

This document recommends a series of tests on extruded cables for DC power transmission systems (land or submarine cables with their accessories in fixed installations) up to and including 500 kV. Within the scope of these recommendations “extruded” shall mean either filled (e.g. with mineral or carbon) or unfilled and either thermoplastic (e.g. polyethylene, etc.) or thermoset (e.g. crosslinked polyethylene, ethylene propylene rubber, etc.) insulations.

1.3 Revisions

Essential in TB 219 are the principles for determination of voltage test factors and duration of the different test sequences. The WG have had thorough discussions of this approach extended to higher voltage levels and there is a consensus in the WG that these principles shall be adopted also for the recommendation covering higher voltage levels. Consequently, the voltage test factors and test sequences from TB 219 are kept in this recommendation.

The main changes made to the text of TB 219 can be summarised as follows:

- The voltage range covered is extended up to 500 kV.
- The text has been updated to take into account the latest revisions of IEC 60840 (Edition 4) [3] and IEC 62067 (Edition 2) [4].
- The range of approval for both prequalification tests and type tests has been revised.
- For the load cycle blocks of the prequalification test, the requirement has been changed from number of days to number of cycles.
- Recommendations for routine and sample tests on cable accessories have been included.

1.4 Summary of tests

Where applicable, test definitions are in line with IEC 60840 [3] and IEC 62067 [4].

Development tests	Tests made during the development of the cable system.
Prequalification test	Test made before supplying on a general commercial basis a type of cable system covered by this recommendation, in order to demonstrate satisfactory long term performance of the complete cable system. <i>NOTE 1: The prequalification test need only be carried out once unless there is a substantial change in the cable system with respect to material, manufacturing process, design or design electrical stress levels.</i> <i>NOTE 2: A substantial change is defined as that which might adversely affect the performance of the cable system. The supplier should provide a detailed case, including test evidence, if modifications are introduced, which are claimed not to constitute a substantial change.</i>
Type tests	Tests made before supplying on a general commercial basis a type of cable system covered by this recommendation, in order to demonstrate satisfactory performance characteristics to meet the intended application. <i>NOTE: Once successfully completed, these tests need not be repeated, unless changes are made in the cable or accessory with respect to materials, manufacturing process, design or design electrical stress levels, which might adversely change the performance characteristics.</i>

Routine tests	Tests made by the manufacturer on each manufactured component (length of cable or accessory) to check that the component meets the specified requirements.
Sample tests	Tests made by the manufacturer on samples of complete cable or components taken from a complete cable or accessory, at a specified frequency, so as to verify that the finished product meets the specified requirements.
Tests after installation	Tests made to demonstrate the integrity of the cable system as installed.

1.5 Definitions

Where applicable, definitions are in line with IEC 60840 [3] and IEC 62067 [4].

1.5.1 General

Cable system	A cable system consists of cables with installed accessories. Cable accessories are typically joints and terminations. There may be other types of accessories associated with a cable system (e.g. measuring devices or fixtures). These need only to be incorporated in the test objects to the extent that they are deemed to have an impact on the operational characteristics of the cable system.
Test object	A test object is a cable length or an accessory to be subjected to testing.
Return cable	A return cable is the low/medium voltage DC cable used for the return current in monopolar operation of HVDC schemes. The return cable can either be connected over the full length between the converters or only be connected for part of the length connecting a converter to an electrode station.
Transmission cable	A transmission cable refers to the high voltage cable of a monopolar or bipolar scheme. The term is used in this document where appropriate to distinguish from the return cable.
Test loop	A test loop is a combination of series connected test objects simultaneously under test (Figure 1).
Test set-up	A test set-up is a combination of clearly separate test loops. A number of test loops may be simultaneously under test, possibly using same test equipment.

- LCC A HVDC system using Line Commutated Converters. LCC is a converter that has the feature of changing voltage polarity on the cable system when the direction of power flow is reversed IEC 60633 [5].
- VSC A HVDC system using Voltage Source Converters. VSC is a converter that does not change the voltage polarity of the cable system when the direction of power flow is reversed Cigré TB 289 [6].

1.5.2 Test objects

Possible configuration of test objects in a test loop is shown in Figure 1. Special definitions are described hereafter.

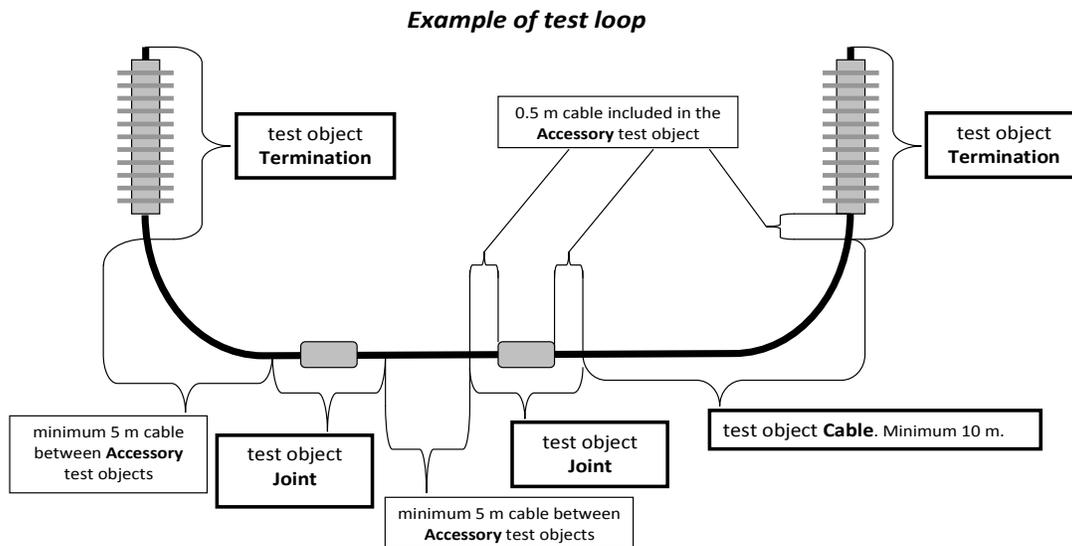


Figure 1: Possible configuration of test objects within a test loop

- Extrusion length** An extrusion length is the length of cable conductor with the insulation and semiconducting layers continuously extruded in the same non-interrupted extrusion operation (excluding possible scrapped sections cut off from the starting and ending sections).
- Manufacturing length** A manufacturing length is a whole extrusion length (or parts thereof if cut), where construction elements (outside the outer semiconducting layer) have been applied.
- Delivery length** A delivery length may be one or more manufacturing lengths joined with factory joints. A delivery length is typically the intended shipping length of a submarine cable or the completed cable length on a drum for a land cable.

Factory joint	A factory joint is a joint between extrusion lengths / manufacturing lengths that is manufactured under controlled factory conditions.
Repair joint	A repair joint is a joint between two cables that are completed with all construction elements.
Field joint	A field joint is a joint between two cables that are completed with all construction elements and in a state as installed in the field in the actual cable system.
Transition joint Cigré TB 177 [7]	A transition joint in the context of this recommendation is a joint that connects the same type of insulation technology (extruded), such as jointing cables with different conductor cross-sections.

NOTE: Test on joints between extruded cables and other types of insulation technology (MI or oil filled) are not covered in this document. This should be agreed between supplier and customer. If special considerations are needed in case of transition joints between extruded cables, detailed agreements between supplier and customer are recommended.

1.5.3 Test voltages

U_0	is the rated DC voltage between conductor and core screen for which the cable system is designed.
U_T	is the DC voltage during the type test and routine test. For the scope of this recommendation $U_T = 1.85 \times U_0$.
U_{TP1}	is the DC voltage during the prequalification test (load cycle test), type test (polarity reversal test) and test after installation. For the scope of this recommendation $U_{TP1} = 1.45 \times U_0$.
U_{TP2}	is the DC voltage during the prequalification polarity reversal test. For the scope of this recommendation $U_{TP2} = 1.25 \times U_0$.
U_{P1}	is 1.15 x the maximum absolute peak value (Figure 2) of the lightning impulse voltage, which the cable system can experience when the impulse has the opposite polarity to the actual DC voltage.
$U_{P2,S}$	is 1.15 x the maximum absolute peak value (Figure 2) of the switching impulse voltage, which the cable system can experience when the impulse has the same polarity as the actual DC voltage.
$U_{P2,O}$	is 1.15 x the maximum absolute peak value (Figure 2) of the switching impulse voltage which the cable system can experience when the impulse has the opposite polarity to the actual DC voltage.

$U_{RC,AC}$ is the maximum voltage a return cable can be subjected to due to temporary damped alternating overvoltage. This voltage is typically induced by a commutation failure, and the value should be supported by the supplier's system calculations of the HVDC link. The nature of the overvoltage depends upon the configuration of the HVDC link and needs to be calculated for each case.

$U_{RC,DC}$ is the max DC voltage in normal operation of the return cable.

NOTES:

The ripple content of the DC test voltages shall not be greater than 3 percent.

Calibration shall be according to IEC 60060-1 [8].

The basis for the selection of test factors is described in Appendix A.

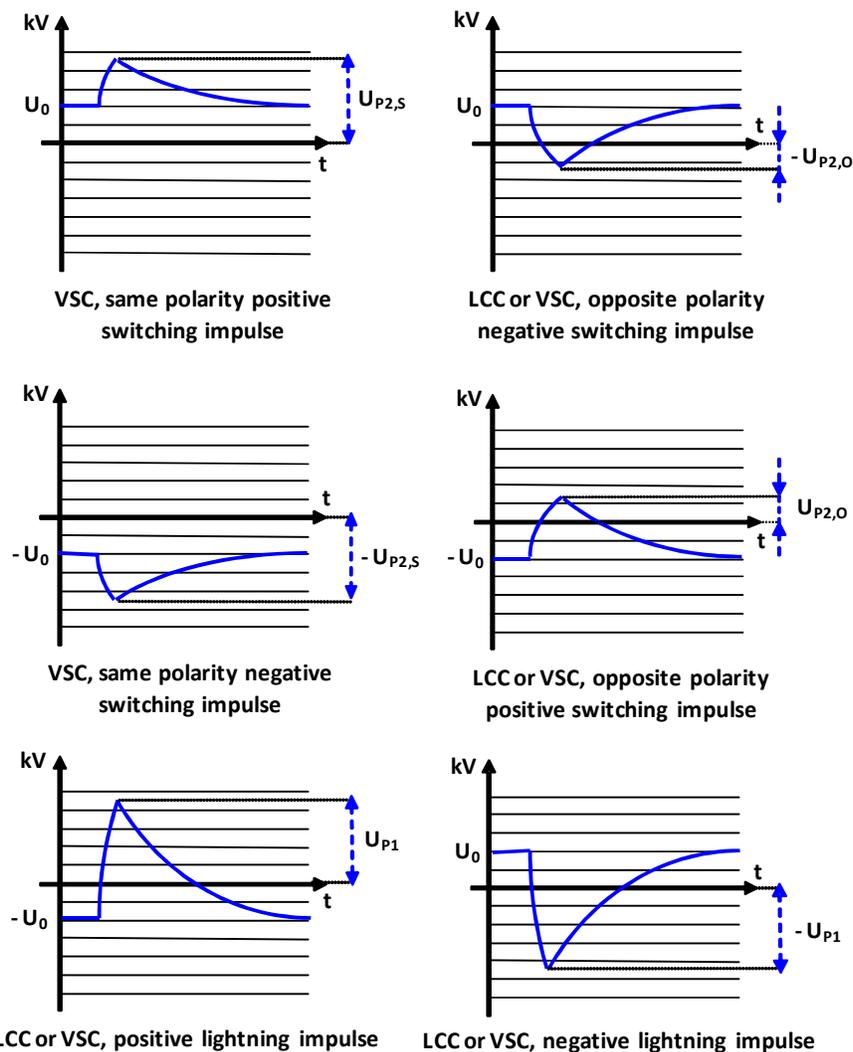


Figure 2: Schematic representations of the switching impulse and lightning impulse test voltages. Due to the constraints within the DC system design $U_{P2,S}$ does not necessarily equal $U_{P2,O}$, i.e. the same polarity impulse is limited by surge arresters, but the opposite polarity impulse may be limited by the converter.

1.5.4 Thermal cable design parameters

- $T_{\text{cond,max}}$ is the maximum temperature at which the cable conductor is designed to operate. This value is to be stated by the supplier.
- ΔT_{max} is the maximum temperature difference over the cable insulation in steady state (not including semiconducting screens) at which the cable is designed to operate. This value is to be calculated and stated by the supplier, who shall also provide evidence of the correlation between this design value and data measured during testing.

1.5.5 Thermal conditions for tests

The heating method used shall be conductor heating. The heating may be achieved by either DC or AC current, possibly in combination with external thermal insulation or cooling. The actual ΔT and T_{cond} during testing need to be demonstrated.

Load Cycles (LC) Load cycles consist of both a heating period and a cooling period.

“24 hours” load cycles (for prequalification and type tests) consist of at least 8 hours of heating followed by at least 16 hours of natural cooling. During at least the last 2 hours of the heating period, a conductor temperature $\geq T_{\text{cond,max}}$ and a temperature drop across the insulation $\geq \Delta T_{\text{max}}$ shall be maintained.

“48 hours” load cycles (for type test only) consist of at least 24 hours of heating followed by at least 24 hours of natural cooling. During at least the last 18 hours of the heating period, a conductor temperature $\geq T_{\text{cond,max}}$ and a temperature drop across the insulation $\geq \Delta T_{\text{max}}$ shall be maintained. 48 hour load cycles are only required as part of the type test procedure to ensure that electrical stress inversion is well advanced within the cycle.

High Load (HL) High Load consists of a continuous heating period. Within the first 8 hours of the heating period conductor temperature $\geq T_{\text{cond,max}}$ and temperature drop across the insulation $\geq \Delta T_{\text{max}}$ shall be achieved and maintained for the rest of the High Load test.

NOTE: If, for practical reasons, the specified temperatures can not be reached within the first 8 hours, a longer time can be used. This additional time shall not be constituted as being part of the test period.

Zero Load (ZL) No heating is applied.

Impulse Test Conductor temperature $\geq T_{\text{cond,max}}$ and temperature drop across the insulation $\geq \Delta T_{\text{max}}$ shall be reached for a minimum 10 hours before voltage impulses (superimposed impulse, switching, lightning) are applied and shall be maintained throughout the duration of the test .

Ambient temperature Unless otherwise specified in the details for the particular test, tests shall be carried out at an ambient temperature of (20 ± 15) °C.

1.5.6 Conditions for tests

1.5.6.1 Polarity reversal test (PR)

The voltage and temperature conditions are defined in § 1.5.3 and 1.5.5 respectively. Starting with positive voltage, the voltage polarity shall be reversed three times every “24 hours” load cycle (evenly distributed) and one reversal shall coincide with the cessation of loading current in every “24 hours” load cycle. The recommended time duration for a polarity reversal is within 2 minutes.

NOTE: If, for practical reasons, polarity reversals cannot be achieved within 2 minutes, the duration for polarity reversals shall be agreed between customer and supplier.

1.5.6.2 Superimposed impulse voltage test

Prior to the first impulse of each test the test object shall be heated so that the temperature conditions as defined in § 1.5.5 are achieved for at least 10 hours and the test object shall have been subjected to U_0 (of the relevant polarity) for at least 10 hours. These conditions have been selected to reflect the electrical dynamics present within extruded insulations used for HVDC. Superimposed impulse voltage shall be applied according to the procedure given in Electra 189 [9].

1.5.6.3 Check on insulation thickness of cable

Prior to the electrical tests, the insulation thickness shall be measured by the method specified in IEC 60811-1-1 [10] on a representative piece of the length to be used for the tests, to check that the thickness is not excessive compared with the nominal value t_n declared by the manufacturer.

If the average thickness of the insulation does not exceed the nominal value by more than 5%, the test voltages shall be the values specified for the rated voltage of the cable.

If the average thickness of the insulation exceeds the nominal value by more than 5% but not by more than 15%, the test voltage shall be adjusted by considering the following coefficient α to maintain the same level of average electric field, e.g., a 10% increase in average insulation thickness shall be accounted for by a 10% increase in the test voltage:

$$\alpha = \frac{t}{t_n}$$

t = measured average insulation thickness

t_n = declared nominal thickness

The cable length used for the electrical tests shall not have an average thickness exceeding the nominal value by more than 15%.

2 DEVELOPMENT TESTS

The manufacturer should complete all analyses and development testing prior to commencing the prequalification test. The precise nature and extent of development work and analyses shall be left to the discretion of the manufacturer, but may include the following:

- An evaluation of the materials and processes employed. Such evaluations would normally include electrical resistivity assessments, breakdown tests and space charge measurements. Example of space charge measurements is shown in Figure 3.
- An analysis of the electric stress distribution within the cable system insulation for a range of typical installation and loading conditions.
- An assessment of the long-term stability, possibly involving factory experiments to assess the ageing effects of various parameters, e.g., electrical stress, temperature, environmental conditions etc.
- An assessment of the sensitivity of the electric stress distribution to the expected variations in cable dimensions, material composition and process conditions (extrusion, post extrusion treatments and finishing).

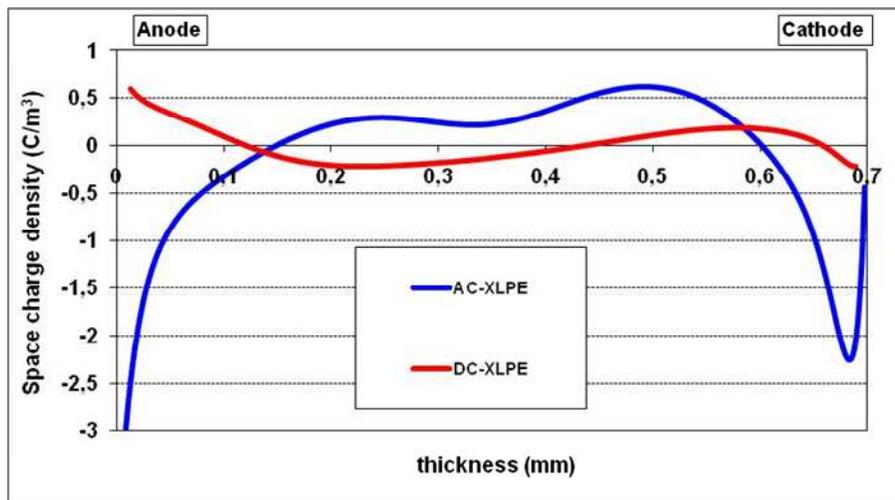


Figure 3: Space charge measurements aiming at selecting insulating materials with advantageous space charge accumulation properties.

3 PREQUALIFICATION TESTS

3.1 Range of approval

The prequalification test is intended to indicate the long-term performance of the complete cable system and should normally be completed after the development tests have been carried out. The prequalification test need only be carried out once, unless there is a substantial change in the cable system with respect to materials, manufacturing processes, construction or design parameters. Substantial change is defined as that which might adversely affect the performance of the cable system. The supplier shall provide a detailed case including test evidence if modifications are introduced, which are claimed not to constitute a substantial change.

NOTE: It is the opinion of the WG that the Cigré TB 303 [11] can be regarded as a relevant document to assess the need for further prequalification testing or not. However, the HVDC extruded cable system technology is at present considered to be too immature to include the concept of “Extension of Qualification” in this document.

The prequalification test qualifies the manufacturer as a supplier of cable systems provided that the following conditions are fulfilled:

- a) The rated voltage U_0 is not more than 10% higher than that of the tested cable system.
- b) The calculated average electrical stress in the insulation (given by U_0 divided by the nominal insulation thickness) is less than or equal to that of the tested system.
- c) The calculated Laplace electrical stress at U_0 (using nominal dimensions) at the cable insulation screen is less than or equal to that of the tested system.
- d) The maximum conductor temperature $T_{\text{cond,max}}$ is less than or equal to that of the tested system.
- e) The maximum temperature drop across the insulation layer ΔT_{max} (excluding the semiconducting screens) is less than or equal to that of the tested system.
- f) A cable system prequalified according to this recommendation for LCC is also prequalified for VSC. A cable system prequalified according to this recommendation for VSC is not prequalified for LCC.
- g) An unarmoured cable prequalified according to this recommendation prequalifies an armoured cable and vice versa.

NOTE 1: For the sake of clarity the conditions for range of approval do not involve considerations of DC electrical fields. In the design of DC cable systems, the DC electrical fields are critical design criteria. The supplier must therefore have detailed knowledge of the DC electrical fields in the cable system (cable and accessories) under all operating conditions and should be able to present a detailed case upon request of the customer.

NOTE 2: It is recommended to carry out a prequalification test using a cable of a large conductor cross-section in order to cover thermo-mechanical aspects.

NOTE 3: Prequalification tests that have been successfully performed according to TB 219 are valid.

NOTE 4: At the end of a prequalification test an impulse test must be performed. The reason for this test is to verify that no major thermo-mechanical changes have taken place during the long-term testing. This test is not intended to qualify the system for a specific impulse level. Project-specific impulse levels should be qualified during the type test.

3.2 Summary of prequalification tests

Approximately 100 m of cable including complete accessories (at least one of each type) with a dielectric design suitable for practical applications shall be tested. Where appropriate mechanical preconditioning may be considered before starting the prequalification test.

The normal sequence of tests shall be as follows:

- a) Long duration voltage test (see § 3.4)
- b) Superimposed impulse voltage test (see § 3.5)
- c) Examination (see § 3.6)

3.3 Test arrangement

Cable and accessories shall be assembled in the manner specified by the manufacturer's instructions, with the grade and quantity of materials supplied, including lubricants if any.

NOTE: The main objective of the prequalification test is to satisfactorily demonstrate the insulation integrity during long time periods under DC, given the long dielectric time constants as compared to AC. It is however recognized that other aspects of a specific installation may be important, such as the thermo-mechanical effects due to the installation conditions. The representation of specific installation conditions in the test set-up should be considered.

Prior to the electrical prequalification test, the insulation thickness of the cable shall be checked as specified in § 1.5.6.3.

3.4 Long duration voltage test

General:

- a) Minimum duration is 360 days.
- b) Conductor temperature and temperature difference across the insulation shall both be controlled to the design level. Design levels in accessories and adjacent cables may differ.

The sequence of tests for LCC and VSC are shown in the tables below.

Line commutated converter, LCC

	LC	LC	LC+PR	HL	HL	ZL	LC	LC	LC+PR	S/IMP
Number of cycles or days	30 cycles	30 cycles	20 cycles	40 days	40 days	120 days	30 cycles	30 cycles	20 cycles	Not applicable
Test Voltage	+	-		+	-	-	+	-		$U_{P2,0} = 1.2 \times U_0$ $U_{P1} = 2.1 \times U_0^*$
	U_{TP1}	U_{TP1}	U_{TP2}	U_{TP1}	U_{TP1}	U_{TP1}	U_{TP1}	U_{TP1}	U_{TP2}	

LC=Load Cycle, HL=High Load, PR=Polarity Reversal, ZL=Zero Load, S/IMP=Superimposed Impulse Test.

* If required

Voltage source converter, VSC

	LC	LC	HL	HL	ZL	LC	LC	S/IMP
Number of cycles or days	40 cycles	40 cycles	40 days	40 days	120 days	40 cycles	40 cycles	Not applicable
Test Voltage	+	-	+	-	-	+	-	$U_{P2,0} = 1.2 \times U_0$ $U_{P1} = 2.1 \times U_0^*$
	U_{TP1}							

LC=Load Cycle, HL=High Load, ZL=Zero Load, S/IMP=Superimposed Impulse Test.

* If required

Sections 1.5.5 and 1.5.6 provide guidance on test conditions.

NOTE: Ambient conditions may vary during the test and this is not considered to have any major influence. In such cases, the conductor current shall be adjusted to maintain the conductor temperature and temperature drop across the insulation within the specified limits.

The length and sequence of the thermal conditions were selected with regard to the particular electrical effects that can occur in extruded insulations when operated under DC voltage. The technical basis for the test durations is given in Appendix A.

A minimum rest period of 24 hours without voltage, but with heating, is recommended between blocks of different polarities. This does not apply to the individual polarity reversals in the PR blocks of the LCC test scheme.

3.5 Superimposed switching impulse voltage test

It is the opinion of the WG that the prequalification test should not be evaluated on the basis of the impulse level. The aim of the superimposed impulse test after the long duration test is only to check the integrity of the insulation system. Evaluation of available specifications for different projects show that the values of $U_{P2,0}$ and U_{P1} vary between the different projects. In this respect, and based on the recorded experience, the impulse voltage values to be considered for the prequalification test have been defined as follows:

$$U_{P2,0} = 1.2 \times U_0$$

$$U_{P1} = 2.1 \times U_0 \text{ (if required)}$$

Project specific requirements regarding impulse levels should be covered by the electrical type test (§ 4.4).

The test shall be performed according to § 1.5.6.2 on one or more cable samples, with a minimum total active length of 30 m cut from the assembly. The temperature conditions are defined in § 1.5.5.

NOTE: As an alternative, the test may be carried out on the whole test assembly.

The cable samples shall withstand without failure 10 positive and 10 negative superimposed switching impulses at the voltage levels $U_{P2,0}$.

If by agreement between supplier and customer a lightning impulse test is also to be performed, the cable samples shall withstand without failure 10 positive and 10 negative superimposed lightning impulses at the voltage level U_{p1} .

3.6 Examination

Examination of the cable by dissection of a sample and, whenever possible, of the accessories by dismantling, with normal or corrected vision without magnification, shall reveal no signs of deterioration (e.g., electrical degradation, leakage, corrosion or harmful shrinkage) which could affect the system in service operation.

3.7 Success criteria, re-testing and interruptions

The criteria for a successful outcome of the prequalification test are that all tests shall have been performed without breakdown of that test object and that the system examination is in accordance with § 3.6.

If there is a breakdown in a test object the complete prequalification test shall be repeated for that particular test object.

If a breakdown of a test object occurs, causing an interruption to the ongoing testing of connected test objects, the test may be resumed after the failed test object is removed. The actual load cycle or impulse during which the failure occurred shall be repeated for the remaining test objects. If breakdown occurs during a constant load period the time elapsed without voltage applied shall be added to the remaining test period.

After any interruption, for example an interruption caused by external factors the test may be resumed. If the interruption is longer than 30 minutes, the specific lost load cycle shall be repeated. If the interruption occurs during a constant load period and is longer than 30 minutes, the day the interruption occurred shall be repeated.

4 TYPE TESTS

4.1 Range of approval

The type approval shall be accepted as valid for cable systems supplied within the scope of this recommendation if the following conditions are fulfilled:

- a) The actual designs, materials, manufacturing processes and service conditions for the cable system are in all essential aspects equal.
- b) All service voltages, U_0 , U_{P1} , $U_{P2,S}$ and $U_{P2,O}$ ($U_{RC,AC}$ and $U_{RC,DC}$ in case of return cable), are less than or equal to those of the tested cable system.
- c) The mechanical stresses to be applied during preconditioning are less than or equal to those of the tested cable system.
- d) The service maximum conductor temperature $T_{cond,max}$ is less than or equal to that of the tested cable system.
- e) The maximum temperature drop across the insulation layer ΔT_{max} (excluding the semiconducting screens) is less than or equal to that of the tested cable system.
- f) The actual conductor cross-section is not larger than that of the tested cable system.
- g) The calculated average electrical stress in the insulation (given by U_0 divided by the nominal insulation thickness) is less than or equal to that of the tested system.
- h) The calculated Laplace electrical stress (using nominal dimensions) at the cable conductor and insulation screen is less than or equal to that of the tested system.
- i) A cable system qualified according to this recommendation for LCC is also qualified for VSC provided the switching impulse withstand tests at $\pm U_{P2,S}$ voltage levels as specified in § 4.4.3.3 are carried out. A cable system qualified according to this recommendation for VSC is not qualified for LCC.

NOTE 1: For the sake of clarity the conditions for range of approval do not involve considerations of DC electrical fields. In the design of DC cable systems, the DC electrical fields are critical design criteria. The supplier must therefore have detailed knowledge of the DC electrical fields in the cable system (cable and accessories) under all operating conditions and should be able to present a detailed case upon request of the customer.

NOTE 2: Type tests which have been successfully performed according to TB 219 are valid.

The non-electrical type tests (see § 4.3) need not be carried out on samples from cables of different voltage ratings and/or conductor cross-sectional areas unless different materials and/or different manufacturing processes are used to produce them. However, repetition of the ageing tests on pieces of complete cable to check compatibility of materials (see IEC 62067 [4]) may be required if the combination of materials applied over the screened core is different from that of the cable on which type tests have been carried out previously.

4.2 Test objects

All components of the cable system (cable and accessories) shall be subjected to type testing. It is acceptable to test different parts of a system in different test loops. However, these test loops must cover all relevant cable system components.

By definition, an accessory includes 0.5 m of cable on each side (Figure 1), measured from the point on the cable where no disassembling or dismantling for the purpose of installation of the accessory has taken place. The non-interrupted cable length between accessories (Figure 1) in a test loop shall be a minimum of 5 m. A minimum of 10 m of continuous non-interrupted cable shall be included in a test loop.

Any non-continuous design feature (such as a metallic connection between metallic layers) shall be included in the cable test object.

Test objects for land or submarine application shall be subjected to the appropriate mechanical preconditioning.

Test objects for the electrical and non-electrical type tests must not necessarily be the same physical samples unless required by the recommendation for the non-electrical test.

4.3 Non-electrical type tests

The cable system shall be subjected to the applicable non-electrical type testing as specified in IEC 62067 [4]. The test program shall be agreed between supplier and customer.

Cable systems intended for installation on land where water blocking is included shall be subjected to a water penetration test as specified in IEC 62067 [4].

Cable systems intended to be installed as submarine cables shall be subjected to water integrity testing as specified in Electra 189 [12]. This test would also qualify the cable for installation on land.

Cables with metallic earthing connections through plastic sheaths shall be subjected to the test in Electra [9].

4.4 Electrical type test

The principal overview of the electrical type tests is described in Appendix C.

Prior to the electrical type test, the insulation thickness of the cable shall be checked as specified in § 1.5.6.3.

4.4.1 Mechanical preconditioning before electrical type test

The intent of mechanical preconditioning is to subject the test objects to the maximum mechanical stress that the cable system will experience during handling, installation and recovery. Consequently the factory joints and repair joints for submarine cables shall be included, but field joints for land cables are not to be included.

Cable systems to be installed on land shall be subjected to mechanical preconditioning (bending) as specified in IEC 62067 [4].

Cable systems intended to be installed as submarine cables shall be subjected to mechanical tests as specified in Electra 171 [13].

4.4.2 Load cycle test

4.4.2.1 General

The load cycle test shall be performed on test objects that have been subjected to the appropriate mechanical preconditioning. Accessories in the cable system that are not relevant for mechanical preconditioning are to be installed as test objects together with the preconditioned test objects.

The temperature conditions are defined in § 1.5.5.

If the test loop consists of cables with different designs connected with a transition joint, then each cable design is qualified to the relevant thermal conditions ($T_{\text{cond,max}}$ and ΔT) and the transition joint is qualified to the higher temperature. (Note that this means that the cable on one side of the transition joint under test may not have been qualified in this test to its maximum temperature in the scheme).

4.4.2.2 Load cycle test for cable system to be qualified for LCC

The test objects shall be subjected to the following conditions (definitions of “24 hours” load cycles and “48 hours” load cycles are described in § 1.5.5):

- Eight “24 hours” load cycles at negative polarity at U_T
- Eight “24 hours” load cycles at positive polarity at U_T
- Eight “24 hours” load cycles with polarity reversal cycles at U_{TP1}
- Three “48 hours” load cycles at positive polarity at U_T

A minimum rest period of 24 hours without voltage but with heating is recommended between blocks of different polarities. This does not apply to the individual polarity reversals in the PR blocks.

Positive polarity was selected for the “48 hours” load cycles as this is believed to be the most stringent condition for accessories.

4.4.2.3 Load cycle test for cable system to be qualified for VSC

The test objects shall be subjected to:

- Twelve “24 hours” load cycles at negative polarity at U_T
- Twelve “24 hours” load cycles at positive polarity at U_T
- Three “48 hours” load cycles at positive polarity at U_T

A minimum rest period of 24 hours without voltage but with heating is recommended between blocks of different polarities.

Positive polarity was selected for the “48 hours” load cycles as this is believed to be the most stringent condition for accessories.

4.4.3 Superimposed impulse voltage test

4.4.3.1 General

The superimposed impulse voltage test is to be performed on test objects that have successfully passed the load cycle test.

§ 1.5.6.2 describes the test procedure.

4.4.3.2 Switching impulse withstand test for cable system to be qualified for LCC

- the test object at U_0 , 10 consecutive impulses to $-U_{P2,0}$
- the test object at $-U_0$, 10 consecutive impulses to $U_{P2,0}$

4.4.3.3 Switching impulse withstand test for cable system to be qualified for VSC

- the test object at U_0 , 10 consecutive impulses to $U_{P2,S}$
- the test object at U_0 , 10 consecutive impulses to $-U_{P2,0}$
- the test object at $-U_0$, 10 consecutive impulses to $-U_{P2,S}$
- the test object at $-U_0$, 10 consecutive impulses to $U_{P2,0}$

4.4.3.4 Lightning impulse withstand test

If the intended installation of the cable system is such that it is not exposed to lightning strikes (direct or indirect), these tests need not be done.

- the test object at U_0 , 10 consecutive impulses to $-U_{P1}$
- the test object at $-U_0$, 10 consecutive impulses to U_{P1}

4.4.3.5 Subsequent DC test

After the successful completion of the impulse testing the test object shall be subjected to 2 hours at a negative DC voltage of U_T , no heating.

A rest period prior to this test is acceptable.

4.4.4 Test of outer protection for joints

Cable joints intended for burial on land shall be subjected to the outer protection test specified in § 12.4 in IEC 62067 [4].

4.4.5 Examination

4.4.5.1 Cable and accessories

Examination of the cable by dissection of a sample and, whenever possible, of the accessories by dismantling, with normal or corrected vision without magnification, shall reveal no signs of deterioration (e.g. electrical degradation, leakage, corrosion or harmful shrinkage) which could affect the system in service operation.

4.4.5.2 Cables with a longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath

A 1 m sample shall be taken from the cable length and subjected to the tests and requirements in IEC 62067 [4].

4.4.6 Success criteria, re-testing and interruptions

The criteria for a successful outcome to the type test are that all tests have been performed without breakdown of that test object and that all other non-electrical requirements have been complied with.

After any interruption, for example an interruption caused by external factors the test may be resumed. If the interruption is longer than 30 minutes, the specific lost load cycle shall be repeated. If the interruption is longer than 24 hours, the actual test block ("24 hours" load cycles block at negative or positive polarity, "24 hours" load cycles block with polarity reversals, "48 hours" load cycles block under positive polarity) shall be repeated.

In case of deviations in test parameters during load cycles or superimposed impulse voltage test, the load cycle or the superimposed impulse in question shall be repeated.

In case of a breakdown of insulation, when testing several objects simultaneously, the faulty object may be removed and the incident treated as an interruption. The faulty object is considered to have failed the test requirements. Any fault within any extension (0.5 m) to a test object, for example an accessory, is considered to be associated with that test object only.

4.5 Return cable - type test

4.5.1 General

Return cables are grounded at one end and are subjected to a DC voltage determined by the cable resistance and the current at the other end of the link. System calculations, taking into account the different fault scenarios, should be performed by the supplier to determine the relevant temporary over-voltages in the power frequency domain for the return cable for the actual link. In particular, temporary over-voltages caused by commutation failure may be the criteria for dimensioning of the return cable insulation and accessories. To verify that the cable system can withstand over-voltages caused by commutation failure an AC voltage test at power frequency shall be performed.

If different designs (different insulation thicknesses) are used along the return path, each design shall be considered individually.

Return cables may be protected by surge arresters, in which case this feature shall be taken into consideration in the system studies and consequently in determining $U_{RC,AC}$.

4.5.2 Mechanical preconditioning

The Return Cable test object shall be subjected to mechanical preconditioning according to § 4.4.1, as applicable.

4.5.3 Thermo-mechanical preconditioning

After mechanical preconditioning, the return cable test object shall be subjected to thermo-mechanical preconditioning, consisting of 24 daily load cycles ("24 hours" load cycles as per § 1.5.5 without the requirement of ΔT_{max}). During the execution of this preconditioning the relevant thermal properties for the return cable shall be fulfilled according to the principles stipulated in § 4.4.2.1. No voltage needs to be applied.

4.5.4 AC voltage test

After the mechanical and thermo-mechanical preconditioning, the return cable test object shall be subjected to an AC test at a power frequency voltage of $1.15 \times U_{RC,AC}$ at ambient temperature. The voltage shall be applied for 30 minutes.

4.5.5 Lightning impulse withstand test

If applicable, the return cable test object shall be subjected to a lightning impulse withstand test with the relevant test voltages and according to the principles given in § 4.4.3.4.

4.5.6 Cable design with integrated return conductor

If the Transmission Cable is such that the return path is integrated, the return path function should be tested together with the Transmission Cable in an integrated test program. The test program shall be agreed between customer and supplier.

5 ROUTINE TESTS

Routine tests (which include what is in some other documents referred to as Factory Acceptance Test) are made to demonstrate the integrity of the delivery lengths.

5.1 Routine tests on transmission cables

Every delivery length of cable shall be submitted to a negative DC voltage equal to the test voltage defined for the load cycle test U_T and applied between conductor and sheath for 1 hour.

The experience of using DC voltage for routine testing of extruded DC cables is limited. It is the opinion of the WG that in addition to the DC test, testing with AC voltage could be considered provided that the insulation system and the cable design allow AC testing. Long manufacturing lengths and high voltage levels may render AC testing impractical. In the event that AC testing is employed, the voltage level, frequency (power or other frequencies) and time of application shall be agreed between the supplier and customer.

If required for the particular contract or order, the oversheath may be subjected to the routine electrical test specified in IEC 60229 [14].

5.2 Routine tests on cable accessories

The experience of using DC voltage for routine testing of accessories for DC cables is limited and the efficiency of DC testing for prefabricated joints and terminations is arguable and has not been proven so far. It is the opinion of the WG that the DC test could be in principle a necessary test; however it may not be sufficient to prove the quality of the accessory, e.g. the presence of voids in the insulation moulding. Testing with AC voltage could be considered as an integration or alternative test, provided that the insulation system and the cable design allow AC testing.

5.2.1 Tests on prefabricated joints and terminations

Prefabricated joints are generally used for the DC land cable connections while the terminations are used for land and submarine connections. The DC test voltage applied to the main insulation of each individual prefabricated accessory shall be as specified under § 5.1. The following additional tests may be carried out according to the quality assurance procedures of the manufacturer:

- AC voltage test, if applicable
- PD measurement, if applicable

5.2.2 Tests on factory joints of submarine cables

Factory joints are generally used for long lengths of submarine cable. There are at least four possible methods available today for checking the quality of the factory joint insulation system:

- DC test
- AC voltage test, if applicable
- PD measurement, if applicable
- X-ray inspection

The AC voltage test and the partial discharge measurement may be carried out if applicable to the cable insulation system. The procedure and requirement for these tests will be in accordance with the quality assurance procedures of the manufacturer. X-ray inspection gives additional information regarding the quality of interfaces and possible metallic inclusions. All joints in the complete delivery length shall be DC voltage tested in the high voltage test described in § 5.1. However, a screening DC or AC voltage test directly after jointing would reduce the time delay in case the joint were to fail at a later stage in the production process. In addition, it is recommended that each welded conductor joint be checked by an X-ray inspection. Even if each factory joint is routine tested, the joint must be installed by experienced personnel. It is recommended that the supplier show qualification records of jointers.

5.2.3 Tests on repair joint for submarine cables

Depending on the joint construction it may be difficult to test the whole joint after installation. If the joint consists of pre-fabricated insulation components for which it is possible to routine test prior to installation, the procedures described in § 5.2.1 shall be followed, as closely as possible and according to agreement between supplier and customer. If the joint is not built up by any pre-fabricated components, the manufacturer and customer shall agree on the most practical solution, if any, to check the quality of the repair joint after installation.

5.3 Return cables or conductors

Every delivery length of cable shall be submitted to a voltage test applied between conductor and sheath. AC testing is to be preferred for the testing of return conductors. The voltage level and time of application shall be agreed between the supplier and customer. Long manufacturing lengths and high voltage levels may, however, render AC testing impractical. In this case a suitable DC voltage, agreed between supplier and customer, shall be applied. It is recommended that the DC test voltage be no lower than the highest of either $2.5 \times U_{RC,DC}$ or 25 kV, the voltage shall be applied between conductor and sheath for 1 hour.

6 SAMPLE TESTS

Cables and certain types of cable accessories shall have tests carried out on samples.

6.1 Sample tests on transmission cables

For the tests in this section, refer to the respective IEC specification for AC extruded power cables IEC 62067 [4], except where not differently specified.

NOTE: For materials which are not considered by IEC 60840 and IEC 62067, the test program shall be agreed between manufacturer and customer

6.1.1 Frequency of tests

The frequency of tests shall be according to IEC 62067 [4].

6.1.2 Conductor examination

6.1.3 Measurement of electrical resistance of conductor

6.1.4 Measurement of capacitance

6.1.5 Measurement of thickness of insulation and non-metallic sheath

6.1.6 Measurement of thickness of metallic sheath

6.1.7 Measurement of diameters, if required

6.1.8 Measurement of density of HDPE insulation, if applicable

6.1.9 Impulse voltage test

Test procedures and requirements shall be according to § 4.4.3.4 or § 4.4.3.2/4.4.3.3 if the intended installation of the cable system is such that it is not exposed to lightning strikes (direct or indirect)].

6.1.10 Water penetration test, if applicable

6.1.11 Tests on components of cables with longitudinally applied metal tape or foil, bonded to the oversheath, if applicable

6.2 Sample tests on factory joints for submarine cables

For DC submarine cable systems it is recommended to test each manufactured length and each factory joint under the routine tests described in § 5.1 and 5.2.2. Since routine tests check the quality of the entire submarine cable system itself, the sample tests listed in § 6.2.1 to 6.2.4 shall be performed on one factory core joint only, prior to starting manufacture of the joints. A sample of at least 10 m of cable and a factory joint shall be prepared for the tests.

If the factory joint is type tested under the contract, the tests in § 6.2.1 to 6.2.4 may be omitted.

6.2.1 Tensile test

A tensile test of the conductor joint shall be performed according to manufacturer specification. The tensile force applied in the conductor shall not be lower than the design value.

6.2.2 PD measurement and AC voltage test

This test shall be carried out only if applicable to the insulation system. The test must be performed after restoring the outer semiconductive layer and the metallic ground conductor or outer sheath. The PD-measurement and the AC voltage test shall be performed in accordance the manufacturer quality assurance procedures.

6.2.3 Impulse voltage test

Test procedures and requirements according to § 4.4.3.4 or § 4.4.3.2/4.4.3.3 if the intended installation of the cable system is such that it is not exposed to lightning strikes (direct or indirect).

6.2.4 Hot set test for insulation where applicable

Refer to IEC 62067 § 10.9 [4].

6.2.5 Pass criteria

If a factory joint fails in any of the tests listed above, two additional joints shall be tested successfully.

6.3 Sample tests on repair joints and terminations

Sample tests are not applicable for repair joints and terminations for submarine cable systems. The terminations as well as the repair joints will be routine tested according to § 5.2.1 and 5.2.3.

6.4 Sample tests on field moulded joints

Field moulded joints may be used for DC cable land connections. This kind of joints cannot be routine tested and the sample test sequence with the frequency and procedure as requested by the IEC 62067 [4] is recommended. The same tests as prescribed in the § 5.2.2 are applicable.

7 AFTER INSTALLATIONS TESTS

7.1 High voltage test

The installed HV cable system shall be subjected to a negative polarity DC voltage of U_{TP1} . The test duration shall be 1 hour.

The installed return cable system shall be subjected to a negative polarity DC voltage that has been agreed between the supplier and the customer. The test duration shall be 1 hour. Negative polarity shall be used regardless of the polarity of the pole.

7.2 Test on polymeric sheaths

For underground cables electrical testing of the outer sheath subsequent to laying should be considered. If appropriate, the test shall be performed according to IEC60229.

7.3 TDR measurement

A TDR (Time Domain Reflectometry) measurement could be performed for engineering information.

If TDR equipment is to be used with the cable link it is advisable to perform a TDR measurement to obtain a “fingerprint” of the wave propagation characteristics of the cable. The propagation of the pulses used during TDR measurements is dependent upon resistance, capacitance and inductance of the cable. As all electrical signals travel so as to consume a minimum of energy, the pulse propagates where the inductance/resistance is its lowest. Submarine power cables have a metallic screen and the pulses do not propagate outside the screen since the inductance (and impedance) would increase considerably. Hence the pulse is not affected by the coiling on a turntable or after installation.

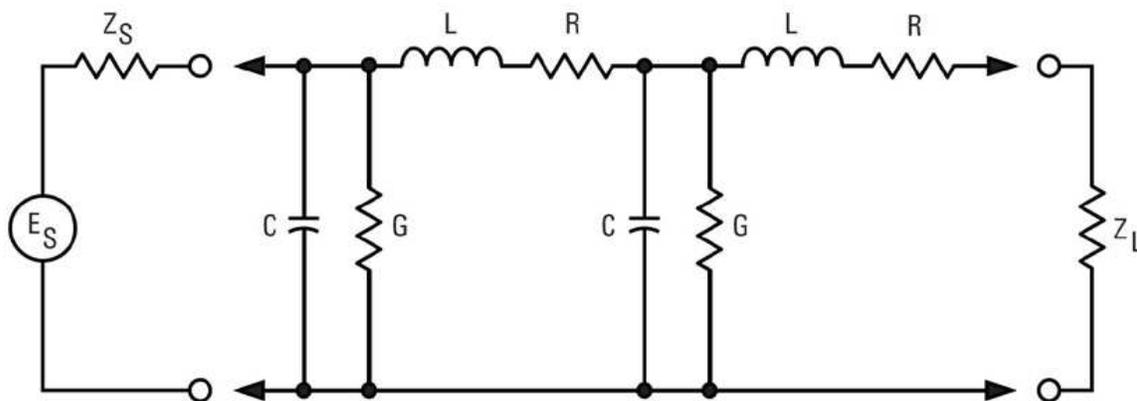


Figure 4: Circuit diagram for TDR testing, traditional transmission line diagram, π -model.

REFERENCES

- [0] Cigré TB 219, Recommendations for testing DC extruded cable systems for power transmission at a rated voltage up to 250 kV, Cigré WG 21-01, March 2003 Cigré TB 219
- [1] M. Bacchini, R. Grampa, M. Marelli, T. Westerweller, N. Kelley, “200 kV DC extruded cables crossing the San Francisco Bay”, August 2010 Cigré session 2010 Paper B1-105
- [2] R. Vatonne, J. Beneteau, N. Boudinet, P. Hondaa, F. Lesur, “Specification for extruded HVDC land cable systems”, June 2011 JICABLE’11 Paper A.2.1
- [3] Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV ($U_m=36$ kV) up to 150 kV ($U_m=170$ kV) - Test methods and requirements, 2011 IEC 60840 Ed 4
- [4] Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV ($U_m=170$ kV) up to 500 kV ($U_m=550$ kV) - Test methods and requirements, 2011 IEC 62067 Ed 2
- [5] Terminology for High Voltage Direct Current (HVDC) transmission, 2009 IEC 60633 Ed 2.1
- [6] VSC Transmission, Cigré WG B4.37, April 2005 Cigré TB 289
- [7] Accessories for HV cables with extruded insulation, Cigré WG 26-06, February 2001 Cigré TB 177
- [8] High-voltage test techniques. Part 1: General definitions and test requirements, 2010 IEC 60060-1 Ed 3
- [9] Recommendations for tests of power transmission DC cables for a rated voltage up to 800 kV (Electra 72, 1980 - revision), April 2000 Electra 189
- [10] Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables and optical cables – Part 1-1: Methods for general application – Measurement of thickness and overall dimensions – Tests for determining the mechanical properties, 2001 IEC 60811-1-1 Ed 2.1

- [11] Revision of qualification for HV and EHV AC extruded underground cable systems, Cigré WG B1.06, August 2006 Cigré TB 303
- [12] Recommendations for testing of long AC submarine cables with extruded insulation for system voltage above 30 (36) to 150 (170) kV, April 2000 Electra 189
- [13] Recommendations for mechanical tests on submarine cables, 1997 Electra 171
- [14] Tests on cable oversheaths which have a special protective function and are applied by extrusion, 2007 IEC 60229 Ed 3
- [15] Recommendations for tests on DC cables for a rated voltage up to 550 kV, 1974 Electra 32
- [16] Recommendations for tests of power transmission DC cables for a rated voltage up to 600 kV, 1980 Electra 72
- [17] B. Aladenize, R.Coelho, F. Guillaumond and P. Mirebeau, "On the intrinsic space charge in a DC power cable", 1997 Journal of electrostatics, 39, (1997) pp 235-251
- [18] B. Aladenize, R. Coelho, J.C. Assier, H. Janah, P. Mirebeau, "Field distribution in HVDC cables: dependence on insulating materials", June 1999 JICABLE'99 paper B7.8

APPENDIX A: DERIVATION OF TEST PARAMETERS

DC VOLTAGE FACTORS

The multiplication factors for the test voltages and periods have been determined based on consideration of the available voltage-time (V-t) characteristics. The precise nature of the V-t characteristic has not been determined for DC operation. However the WG was of the opinion that the Inverse Power Law model provided a conservative basis for the work. The precise details of the approach are shown below:

$$V^n \times t = const$$

where:

V : voltage

t : time

n : life exponent from V-t characteristics

Test voltage V_{dc} is:

$$V_{dc} = V_0 > K_1$$

where:

V_0 : system voltage

K_1 : test voltage ageing factor

$$K_1 = \sqrt[n]{\frac{t_0}{t_1}}$$

where:

t_0 : design life

t_1 : test duration

Using the approach described above it is possible to determine the test voltage factors that are equivalent to a prescribed system life when testing for a shorter time. In this work the WG has used a system life of 40 years. The approach requires knowledge of the exponent “n” which is determined empirically from endurance tests on cables. The knowledge of “n” under DC was not sufficient for the WG to identify a precise value at the time this brochure was written. However the WG was able to estimate a lower limit ($n = 10$), which was used to determine the test voltage factor.

	Prequalification Test	Type Test
Design Life, t_0 (years)	40	40
Test Duration, t_1 (days)	360	30
Test Voltage Aging Factor, K_1	$\sqrt[10]{40 \times 365 / 360}$	$\sqrt[10]{40 \times 365 / 30}$
Test Factor	1.45	1.85

On this basis the WG identified a test factor of 1.45 as equivalent to approximately 40 years operation at rated voltage when applied for 1 year and a test factor of 1.85 as equivalent to approximately 40 years operation at rated voltage when applied for 30 days.

IMPULSE

In the light of the good experience which has resulted from the use of the previous Electra recommendations within [9] [15] [16] it was decided that the same approach to selection of test factors would be applied.

POLARITY REVERSAL

The approach for test factors is based on the principle of applying the same additional voltage for the polarity reversal as that applied for the constant voltage test. This approach has been used in previous DC recommendations. The table sets out previous practice relating the polarity reversal tests and the used test factors.

For example: at a polarity reversal in real operation, the cable system experiences a voltage step of $2 \times U_0$. Applying a test factor of 1.45 in a polarity reversal test gives that the cable system under test experiences a voltage step of $2 \times 1.45 \times U_0 = 2.9 \times U_0$, i.e. $0.9 \times U_0$ more than in real operation.

Document	Condition	Test Factor	Test Voltage	Additional Voltage during Test vs Operation	Comment
Electra 32 [15] Type test	Constant voltage	2	$2 \times U_0$	U_0	
	Polarity reversal	1.5	$2 \times (1.5 \times U_0)$	U_0	
Electra 72 [16] Type test	Constant voltage	2	$2 \times U_0$	U_0	
	Polarity reversal	1.5	$2 \times (1.5 \times U_0)$	U_0	
Electra 189 [9] Type test	Constant voltage	1.8	$1.8 \times U_0$	$0.8 \times U_0$	Test in Cold condition
	Polarity reversal	1.4	$2 \times (1.4 \times U_0)$	$0.8 \times U_0$	
Cigré TB 219 [0] Type test	Constant voltage	1.85	$1.85 \times U_0$	$0.85 \times U_0$	Test in Hot Condition
	Polarity reversal	1.45	$2 \times (1.45 \times U_0)$	$0.9 \times U_0$	
Cigré TB 219 [0] Prequalification test	Constant voltage	1.45	$1.45 \times U_0$	$0.45 \times U_0$	Test in Hot Condition
	Polarity reversal	1.25	$2 \times (1.25 \times U_0)$	$0.5 \times U_0$	
This recommendation: Type test	Constant voltage	1.85	$1.85 \times U_0$	$0.85 \times U_0$	Test in Hot Condition
	Polarity reversal	1.45	$2 \times (1.45 \times U_0)$	$0.9 \times U_0$	
This recommendation: Prequalification test	Constant voltage	1.45	$1.45 \times U_0$	$0.45 \times U_0$	Test in Hot Condition
	Polarity reversal	1.25	$2 \times (1.25 \times U_0)$	$0.5 \times U_0$	

DURATION OF TESTS – Prequalification & Type Tests

The field distribution within a DC power cable system in operation differs from the Laplace field due to the fact that the conductivity of the insulation depends on its temperature (which decreases from the conductor to the sheath) and on the local electric field. These phenomena generate a divergence, which is in addition to that derived from the cable geometry.

The evolution of the additional divergence can be represented as a function of a dimensionless parameter t/τ where τ is the "time constant." In the table below, ρ is the volume resistivity and ϵ the permittivity.

Calculations show that a time equivalent to 10τ must pass to approach the steady state distribution of the divergence. The table below gives the range of times to stability (10τ) as a function of temperature for different materials that are likely to be used for DC extruded cables. Practically, this means that the time to achieve a stable electrical stress distribution will depend upon temperature. Thus, it is important to select test times that permit probable insulation systems to reach a stable electrical stress distribution. These considerations provide the foundations for the times of the Zero Load, High Load and 48 hour Load Cycle Tests in the recommendations.

Temperature (°C)	ϵ (F/m)	ρ (Ω .m)	Time for stability, 10 τ (hours)
20	$2 \times 10^{-11} < \epsilon < 3 \times 10^{-11}$	$10^{15} < \rho < 5 \times 10^{16}$	$55 < 10 \tau < 4300$
60	$2 \times 10^{-11} < \epsilon < 3 \times 10^{-11}$	$2 \times 10^{13} < \rho < 5 \times 10^{14}$	$1 < 10 \tau < 43$
90	$2 \times 10^{-11} < \epsilon < 3 \times 10^{-11}$	$10^{12} < \rho < 5 \times 10^{13}$	$0.06 < 10 \tau < 4.3$

Injection of charges from the electrodes may also occur, but the 10 τ time constant covers the time needed for these injection processes to reach a steady state.

In addition, considering the actual usage of HVDC links, the experimentation constraints and the total time of the tests the WG adopted the following testing times. The WG judged that they would “test” the performance of the proposed HVDC insulation systems in a practical manner [17], [18]:

Condition	Temperature	Testing time (Days)	Time for stability, 10 τ (Days)
Zero load (Prequalification)	Ambient temperature (20±15°C)	At least 120	$2.3 < 10 \tau < 180$
48 Hour Load Cycle: (Type Approval)	At least maximal conductor temperature (60°C to 90°C depending on manufacturer design)	1 (heating period)	$0.003 < 10 \tau < 1.8$

It is the opinion of the WG that higher resistivity materials may be developed in the future and therefore that it may become necessary to review the duration of the test cycles.

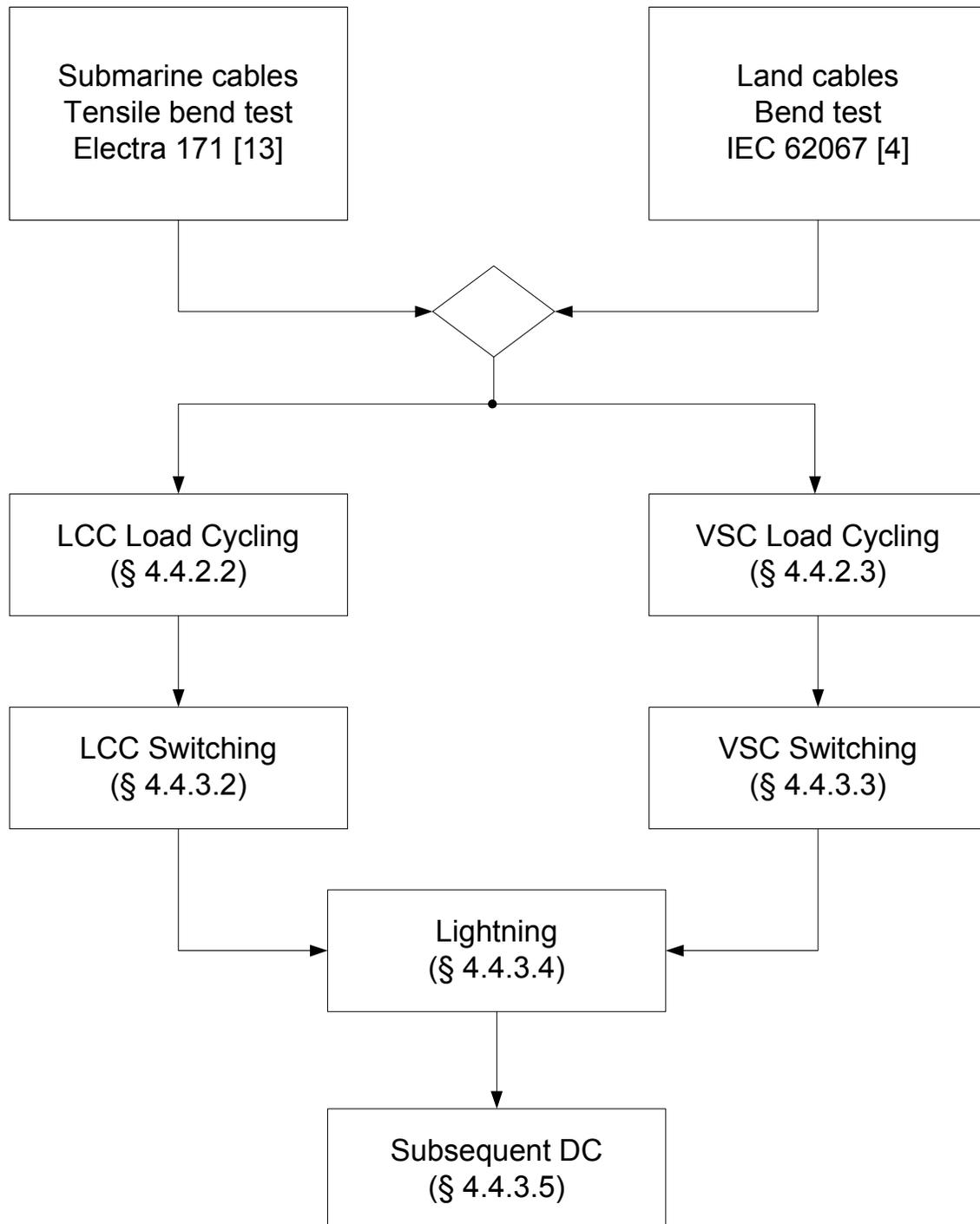
APPENDIX B: TECHNICAL BASIS FOR THE DETAILED PREQUALIFICATION TEST SCHEMES

The development of the detailed technical test schemes described in § 3.4 has been guided by the following principles:

1. Minimum duration is 360 days.
2. Conductor temperature and temperature difference across the insulation, for part of the test loop, shall both be controlled to the design level within the loading portions of the test.
3. The tests shall commence with a minimum of 60 “24 hours” load cycles (see § 1.5.5) at U_{TP1} for thermo-mechanical conditioning.
4. There shall be, in total, a minimum of 120 “24 hours” load cycles. For LCC, a minimum of 80 “24 hours” load cycles shall be at U_{TP1} and a minimum of 40 “24 hours” load cycles with polarity reversals at U_{TP2} .
5. There shall be a minimum of 30 consecutive days under constant high load (see § 1.5.5) at positive polarity U_{TP1} .
6. There shall be a minimum of 30 consecutive days under constant high load (see § 1.5.5) at negative polarity U_{TP1} .
7. There shall be a minimum of 120 consecutive days with zero load (see § 1.5.5) at negative polarity U_{TP1} .
8. The test shall be completed with a superimposed impulse voltage test (see § 1.5.6.2 and 3.5).

APPENDIX C: SCHEMATIC REPRESENTATION OF THE SEQUENCE OF TESTS FOR LAND AND SUBMARINE CABLES

Principal overview of electrical type tests



APPENDIX D: COMPARISON WITH GUIDELINES AND RECOMMENDATIONS FOR TRANSMISSION CABLE TESTS

	Recommendations for Testing DC Extruded Cable System for Power Transmission at a rated voltage up to 250 kV	Recommendations for Tests of Power Transmission DC Cables for A Rated Voltage up to 800kV	Cables with Extruded Insulation and Their Accessories for Rated Voltages above 150kV up to 500kV	Cables with Extruded Insulation and Their Accessories for Rated Voltages above 30kV up to 150kV	Recommendations for Testing of Long AC Submarine Cables with Extruded Insulation for System Voltage above 30 to 150kV	Rec. for Electrical Tests Prequalification and Development on Extruded Cables and Accessories at Voltages >150kV and <400kV	High voltage tests on cross-linked polyethylene insulated cables and their accessories for rated voltage from 11kV up to 275 kV	Specification for extruded insulation power cables and their accessories rated above 46kV to 345 kV
	Cigré TB219 Extruded DC cable	CIGRE Electra 189, 2000 DC800kV, Paper-insulated DC cable	IEC 62067 AC500kV, Extruded AC cable	IEC 60840 Extruded AC cable	CIGRE Electra 189, 2000, AC 150kV, Extruded AC Submarine Cable	CIGRE Electra 151, 1993, AC400kV, Extruded AC Cable, PQ	JEC 3408, 1997 Extruded AC cable	AIEC CS9-06, 2006 Extruded AC cable
Development Test	Tests shall be at the discretion of the manufacturer.	Evaluation of material and processes Evaluation of Weibull parameters Determination of "n"	Not defined	Not defined	Not defined	Evaluation of material and processes Evaluation of Weibull parameters Determination of "n"	0.5 years, $U_{test}=k1xU_0$ $k1=1.32$ cable, $k1=1.41$ taped joint (Based on 30 years lifetime, n=15 for cable, n=12 for taped joint)	Not defined
Prequalification Test	100m including accessories 360days, $1.45xU_0$ Different procedures for LCC & VSC Load Cycle Test (min 120) High Load Test Zero Load Test Superimposed LI Test	Not defined	Load cycle Test : $1.7U_0$, 1 year - 180 heating cycles Lightning impulse voltage test : 10 positive, 10 negative	Not defined	Not defined	Long term AC test with heat cycles (voltage level not clearly defined) Impulse test AC test	Not defined as "Prequalification test" in this standard but "Development test" has the same purpose as PQ test.	U<150kV => IEC 62067 U<150kV & E>8kV/mm => IEC 62067
Type Test	Non-electrical Test Mechanical Pre-conditioning 30 days $1.85xU_0$ (rest periode of 24h recommended with heating) Different procedures for LCC & VSC Load Cycle Test Superimposed Lightning Impulse Test Subsequent DC Test	Load cycle test : $+1.8xU_0x10$ - $1.8xU_0x10$ (rest periode min 8 hours, no heating & short circuit) Polarity reversal test (after LC) : $1.4xU_0x60$, every 4h, 10 i.c. Superimposed impulse test :- $U_0+1.15imp$, U0-1.15imp	Bending test Partial discharge test Tanδ measurement Load Cycle Test: $2xU_0 x 20$, 24h Switching impulse voltage test Lightning impulse	Bending test Partial discharge test Tanδ measurement Load Cycle Test: $2xU_0 x 20$, 24h Switching impulse voltage test Lightning impulse	Mechanical test Water penetration test Conductor penetration Outer sheath penetration Partial discharge test Loss angle measurement Load cycle test = IEC 60840 Partial discharge test Lightning impulse test		30 days, $U_{test}=k1xU_0$ $k1=1.48$ cable, $k1=1.64$ taped joint (Based on 30 years lifetime, n=15 for cable, n=12 for taped joint)	U<150kV => IEC 60840 U>150kV => IEC 62067
Routine Test	Delivery Length DC Test :- $1.85xU_0x15min$ AC test (optional)	High-voltage test : $1.8xU_0$, 15min. Conductor resistance test Capacitance test Power factor test Factory acceptance test : $1.8xU_0$, 15min.	Partial discharge test Voltage test (voltage dependent, $\sim 2.3xU_0$ at 245kV $\sim 2xU_0$ at 500kV) Electrical test on oversheath	Partial discharge test Voltage test: $2.5xU_0$, 30 min Test of oversheaths	On manufacturing length High voltage test Partial discharge test on factory installed joints Factory acceptance High voltage test TDR	Voltage test: voltage dependent ($2.5 U_0$ at 220kV - $1.9U_0$ at 400kV)		
Sample Test	According to IEC 60840							
After Installation Test	High Voltage Test : $-1.45xU_0x15min$ Test on Polymeric Sheaths : according to IEC 60229 TDR for information	DC voltage test : $1.4xU_0$, 15min.	DC voltage test (oversheath) AC voltage test (insulation): U_0 24h or $1.7xU_0$ 1h or voltage dependent factor 1h	DC voltage test (oversheath) AC voltage test (insulation): U_0 24h or or voltage dependent factor 1h	AC voltage test : $1.7xU_0$, 90min. : $1.0xU_0$, 24hours			Not defined

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LES ESSAIS DES CÂBLES À COURANT CONTINU DE TRANSPORT D'ÉNERGIE POUR LES TENSIONS ASSIGNÉES JUSQU'À 800 kV (RÉVISION DU RAPPORT N° 72 — 1980 PUBLIÉ DANS ELECTRA)

Groupe de Travail 21.02

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION

- 1.1. Historique
- 1.2. Domaine d'application
- 1.3. Révisions
- 1.4. Résumé des essais
- 1.5. Définitions
- 1.6. Conditions d'essai
- 1.7. Caractéristiques des câbles

2. ESSAIS DE ROUTINE

- 2.1. Essai à haute tension en usine
- 2.2. Essai de résistance du conducteur
- 2.3. Essai de capacité
- 2.4. Essais de facteur de puissance

2.5. Essai de réception en usine

3. ESSAIS DE TYPE

- 3.1. Généralités
- 3.2. Préparation des montages d'essai
- 3.3. Objets de test dans les essais de type
- 3.4. Conditions ambiantes
- 3.5. Conditions de charge
- 3.6. Essais mécaniques
- 3.7. Essai de cycle de charge
- 3.8. Essai d'inversion de polarité
- 3.9. Essai d'onde de choc superposée

4. ESSAI APRES POSE

ANNEXE

Membres du Groupe de Travail 21.02 :

Chef de file : T.A. Holte (N) ('93-'96) B. Drugge (S) ('96-'97)

Membres : T.E. Bergin (IR), R. Hata (J) ('93-'96) M. Mitani (J) ('96-'97), M.J.P. Jeroense (NL), G. Miramonti (I), D. Paulin (F), B. Svarrer Hansen (DK)

Membres correspondants : B. Ekenstierna (S), D. Dubois (F), M. O'Brien (NZ), Orini (I), J.E. Larsen (N), M. Farneti (I)

Secrétaire : G. Clasen (N)

1. INTRODUCTION

1.1 HISTORIQUE

Le document « *Recommandations concernant les essais de câbles à courant continu de transport d'énergie pour tensions assignées jusqu'à 600 kV* » publié dans le n° 72 d'ELECTRA, en 1980, a été jusqu'à présent la seule directive dans le domaine des essais électriques des câbles à courant continu.

Depuis 1980, de nombreux câbles à courant continu ont été installés et, de ce fait, l'expérience acquise est importante. Par ailleurs, l'expérience tirée des câbles à courant continu qui sont en service depuis plus de 20 ans est venue s'ajouter à la base de données globales. Des essais ainsi que de l'observation il ressort que ces câbles n'ont montré aucun signe de vieillissement, comme cela est présenté en détail dans l'Annexe.

Dans la Recommandation publiée dans le n° 72 d'Electra (1980), la combinaison des contraintes électriques et des conditions électriques et mécaniques dans l'essai de cycle de charge et d'inversion de polarité ne reflète pas toujours les conditions réelles auxquelles le câble est soumis en service. C'est pourquoi le Comité d'Etudes 21 a décidé, lors de sa réunion à Sydney en 1993, qu'une révision de la Recommandation existante s'imposait et un nouveau Groupe de Travail, le GT 21-02, a été créé.

Cette nouvelle Recommandation prend en compte les différentes conditions d'environnement ou d'installation

RECOMMENDATIONS FOR TESTS OF POWER TRANSMISSION DC CABLES FOR A RATED VOLTAGE UP TO 800 kV (ELECTRA 72, 1980 — REVISION)

Working Group 21.02

TABLE OF CONTENTS

1. INTRODUCTION	3. TYPE TESTS
1.1. Background	3.1. General
1.2. Scope	3.2. Preparation of test assemblies
1.3. Revisions	3.3. Test objects in type testing
1.4. Summary of tests	3.4. Ambient conditions
1.5. Definitions	3.5. Load conditions
1.6. Test conditions	3.6. Mechanical tests
1.7. Characteristics of cables	3.7. Loading cycle test
2. ROUTINE TESTS	3.8. Polarity reversal test
2.1. High voltage test at works	3.9. Superimposed impulse voltage test
2.2. Conductor resistance test	
2.3. Capacitance test	4. AFTER LAYING TEST
2.4. Power factor tests	
2.5. Factory acceptance test	APPENDIX

Members of Working Group 21.02 :

Convener: T.A. Holte (N) ('93-'96) B. Drugge (S) ('96-'97)

Members: T.E. Bergin (IR), R. Hata (J) ('93-'96) M. Mitani (J) ('96-'97), M.J.P. Jeroense (NL), G. Miramonti (I), D. Paulin (F), B. Svarrer Hansen (DK)

Associated members: B. Ekenstierna (S), D. Dubois (F), M. O'Brien (NZ), Orini (I), J.E. Larsen (N), M. Farneti (I)

Secretary: G. Clasen (N)

1. INTRODUCTION

1.1 BACKGROUND

The document "*Recommendations for tests on d.c. cables for a rated voltage up to 600 kV*" published in ELECTRA No. 72 in 1980, has up to now been the only guideline in the field of electrical test for d.c. cables.

Since 1980 many d.c. cables have been installed and, as a result, a lot of experience has been gained. In addition experience from d.c. cables that have been in service for more than 20 years has also added to the overall information base. Tests and observation has shown that these cables have not shown any sign of electrical ageing, as detailed in the Appendix.

In the existing Electra 72 (1980) Recommendation the combination of electrical stresses, thermal and mechanical conditions in the loading cycle and polarity reversal test do not always reflect the real conditions to which the cable will be subjected to during service. Therefore Study Committee 21 decided in its Sydney meeting in 1993 that it was necessary to revise the existing Recommendation and a new Working Group was set up, WG 21.02.

This new Recommendation takes into account the different ambient or installation conditions that may occur for a cable in service.

The increase in rated voltage for cables from 1980 to 1993 has been considerable and it is expected that this increase will continue for the next decade. At the time of publication of this Recommendation, the experience

auxquelles peut être soumis un câble en service.

L'augmentation de la tension assignée pour les câbles de 1980 à 1993 a été considérable et on prévoit que cette augmentation se poursuivra dans la prochaine décennie. Au moment de la publication de cette Recommandation, l'expérience relative aux câbles à courant continu ne dépassait pas une tension de service de 500 kV. On considère néanmoins que les essais proposés dans cette Recommandation conviennent aux câbles d'une tension assignée inférieure ou égale à 800 kV.

Lorsque cela est nécessaire, les raisons et les explications pour les révisions ou les modifications apportées à la recommandation du n° 72 d'Electra, telles qu'elles sont contenues dans le présent document, sont détaillées dans l'Annexe jointe.

1.2 DOMAINE D'APPLICATION

Ces Recommandations s'appliquent aux câbles et à leurs accessoires, tant aux câbles sous-marins qu'aux câbles terrestres, destinés aux réseaux de transport de courant continu avec des tensions assignées inférieures ou égales à 800 kV entre conducteur et terre.

Ces Recommandations sont applicables aux câbles isolés au papier, qu'ils soient imprégnés à masse, pré-imprégnés, à huile fluide ou à pression de gaz. Dans la mesure où elles sont applicables, on peut les utiliser pour les autres câbles à isolation rubanée (PPL, par ex.). Ces Recommandations ne concernent pas les câbles HTCC à isolation extrudée.

Elles traitent des essais de routine, des essais de types et des essais après pose qui sont spécifiques aux câbles HTCC.

1.3 RÉVISIONS

Ce paragraphe a pour but de montrer les modifications les plus importantes apportées au texte du document « Recommandations concernant les essais de câbles à courant continu de transmission d'énergie pour tensions assignées jusqu'à 600 kV » publié dans le n° 72 d'ELECTRA (Octobre 1980).

- Le seuil supérieur U_0 a été porté à 800 kV.
- Les conditions ambiantes lors des essais de type tentent de repro-

duire les conditions réelles de service. Cela peut impliquer un nombre plus grand d'échantillons lors des essais de type.

- Les tensions d'essai ont été modifiées.

1.4 RÉSUMÉ DES ESSAIS

- Essai sous haute tension en usine, voir section 2.1
- Essai de résistance des conducteurs, voir section 2.2
- Essai de capacité, voir section 2.3
- Essai de facteur de puissance, voir section 2.4
- Essai de réception en usine, voir section 2.5
- Essai mécanique, voir section 3.6
- Essai de cycle de charge, voir section 3.7
- Essai d'inversion de polarité, voir section 3.8
- Essai de tension de choc superposée, voir section 3.9
- Essai après pose, voir section 4

Les mesures de dimensions peuvent se faire conformément aux publications CEI concernées relatives aux câbles à courant alternatif, à savoir :

- a) les câbles isolés au papier imprégné sous gaine métallique, Publication CEI 55-1
- b) les câbles isolés au papier à huile fluide et à gaine métallique, Publication CEI 141-1.
- c) Pour les câbles à pression de gaz interne, les spécifications ci-dessus peuvent servir de guide, car la Publication CEI 141-2 concernée ne contient pas de telles mesures.

1.5 DÉFINITIONS

1.5.1 Définition des tensions d'essai

Toutes les références de tension sont indiquées par rapport à la terre.

U_0 = Tension continue assignée entre conducteur et écran pour laquelle le câble et les accessoires sont spécifiés.

U_T = Tension pendant l'essai de cycle de charge, l'essai de haute tension en usine et l'essai de réception en usine. Pour les câbles de tensions assignées inférieures ou égales

à 800 kV, la tension d'essai devra être de $1,8 * U_0$.

U_{TP} = Tension pendant l'essai d'inversion de polarité et l'essai après installation. Pour les câbles de tensions assignées inférieures ou égales à 800 kV, la tension d'essai devra être de $1,4 * U_0$.

U_{P1} = Valeur crête de la tension de choc de foudre pour laquelle le câble et les accessoires sont testés ; il est recommandé qu'elle soit au moins égale à $1,15 * U_0$ le niveau de protection maximum contre les chocs de foudre (LIPL) au courant de décharge spécifié. Le courant de décharge est le courant susceptible de traverser un para-foudre en cas de choc de foudre. Ce niveau de $1,15 * LIPL$ a été défini par le GTC 15.21.33.

U_{P2} = Valeur crête de la tension de choc de manœuvre pour laquelle le câble et les accessoires doivent être testés ; sa valeur recommandée est d'au moins 1,15 fois le niveau de choc de manœuvre défini à l'installation spécifique. Ce niveau a été défini par le GTC 15.21.33.

1.5.2 Définition des échantillons d'essai

Une jonction usine est une jonction fabriquée sous conditions contrôlées en usine, entre des câbles qui ne sont pas armés et qui auront une armure continue sur la jonction. On considère comme zone d'une jonction la partie dont la gaine métallique a été retirée plus 1 mètre de chaque côté de la jonction.

Une jonction de réparation est une jonction entre des câbles qui sont déjà armés. On considère comme zone d'une jonction la partie dont l'armure est retirée plus un mètre de chaque côté de la jonction.

Une jonction de transition est une jonction entre deux types de câble différents. On considère comme zone d'une jonction la partie dont l'armure est retirée plus un mètre de chaque côté de la jonction.

Une extrémité étanche est l'extrémité du câble utilisée pour connecter l'ensemble à tester à une source de haute tension. On considère que la

with d.c. cables does not extend past an operating voltage of 500 kV. It is however considered that the tests proposed in this Recommendation are suitable for cables with a rated voltage up to 800 kV.

Where necessary the reasons and explanations for the revisions/changes to Electra 72, as contained in this document, are detailed in the attached Appendix

1.2 SCOPE

These Recommendations apply to cables and accessories, either submarine cables or land cables, intended to be used on d.c. power transmission systems with rated voltages up to 800 kV between conductor and earth.

The Recommendations are applicable to paper insulated cables, i.e. mass impregnated, pre-impregnated, oil-filled, gas pressure. As far as they are relevant, they can be used also for other cables with lapped insulation (e.g. PPL). These Recommendations do not cover HV d.c. cables with extruded insulation.

These Recommendations cover routine tests, type tests and after laying tests which are specific to HV d.c. cables.

1.3 REVISIONS

This clause is intended to show the most important changes made to the text of the document "*Recommendations for tests of power transmission d.c. cables for a rated voltage up to 600 kV*" published in Electra No. 72 (October 1980).

- The higher U_0 limit has been increased to 800 kV.
- Ambient conditions during type testing attempt to reflect real operating conditions. This may lead to more test objects during type testing.
- Test voltages have been changed.

1.4 SUMMARY OF TESTS

- High voltage test at works, see section 2.1
- Conductor resistance test, see section 2.2
- Capacitance test, see section 2.3

- Power factor test, see section 2.4
- Factory acceptance test, see section 2.5
- Mechanical test, see section 3.6
- Loading cycle test, see section 3.7
- Polarity reversal test, see section 3.8
- Superimposed impulse voltage test, see section 3.9
- After laying test, see section 4

Measurements of dimensions may be made according to the relevant IEC publications for a.c. cables, i.e.

- for paper-insulated metal-sheathed cables, IEC Publication 55-1
- for oil-filled paper-insulated metal-sheathed cables IEC Publication 141-1.
- for internal gas pressure cables the above specifications may be used as a guide, since the relevant IEC Publication 141-2 does not include such measurements.

1.5 DEFINITIONS

1.5.1 Definition of test voltages

All voltage references are with respect to ground.

U_0 = the rated d.c. voltage between conductor and core screen for which the cable and accessories are designed.

U_T = the voltage during load cycle test, high voltage test at works and factory acceptance test. For cables rated up to 800 kV the test voltage shall be $1.8 \cdot U_0$.

U_{TP} = the voltage during polarity reversal test and test after installation. For cables rated up to 800 kV the test voltage shall be $1.4 \cdot U_0$.

U_{P1} = peak value of the lightning impulse voltage for which the cable and accessories are to be tested and it is recommended to be at least $1.15 \cdot$ the maximum lightning impulse protective level (LIPL) at the specified discharge current. The discharge current is the current that is expected to pass through a lightning arrester in the event of a lightning impulse. This level of $1.15 \cdot$ LIPL was defined by JWG 15/21/33.

U_{P2} = peak value of the switching surge voltage for which the cable and accessories are to be tested and is recommended to be at least $1.15 \cdot$ the defined switching surge level at the specific installation. This level was defined by JWG 15/21/33.

1.5.2 Definition of test objects

A Factory Joint is a joint manufactured under controlled factory conditions between cables that are not armoured and that will have a continuous armoured over the joint. The extension of a joint is considered to be the part that has the metallic sheath removed plus 1 meter on each side of the joint.

A Repair Joint is a joint between cables that are already armoured. The extension of a joint is considered to be the part that has the armour removed plus 1 meter on each side of the joint.

A Transition Joint is a joint between two different cable designs. The extension of a joint is considered to be the part that has the armour removed plus 1 meter on each side of the joint.

A Sealing End is the termination of cable used to connect the test assembly to the high voltage source. The extension of a sealing end is considered to be 1 meter of cable after the plumbing of the cable.

The Length of Cable Test Object must be at least 30 m of cable, unless otherwise agreed between the customer and the manufacturer, under the actual test conditions.

A Manufacturing Length is defined as one continuous production length without Factory Joints.

A Delivery Length is defined as the shipping length and may include joints.

1.6 TEST CONDITIONS

1.6.1 d.c. voltage

The ripple content of the d.c. test voltages shall not be greater than 3 percent. Calibration shall be according to IEC 60-1.

1.6.2 Frequency and wave form of power-frequency test voltage

The frequency of an alternating test voltage shall not be less than 49 Hz

zone d'une extrémité étanche est de 1 mètre de câble après la soudure du câble.

La longueur du câble à tester doit être d'au moins 30 m, sauf accord contraire entre client et fournisseur, dans les conditions d'essai actuelles.

Une longueur de fabrication est définie comme une seule longueur de production continue sans jonctions usine.

Une longueur de livraison est définie comme la longueur à l'expédition et peut inclure des jonctions.

1.6 CONDITIONS D'ESSAI

1.6.1 Tension continue

Le taux d'ondulation des tensions continues d'essai ne devra pas dépasser 3 %. L'étalonnage devra se faire conformément à la publication 60-1 de la CEI.

1.6.2 Fréquence et forme d'onde de la tension d'essai à fréquence industrielle

La fréquence de la tension d'essai alternative ne sera pas inférieure à 49 Hz ni supérieure à 61 Hz. La forme d'onde de ces tensions sera sensiblement sinusoïdale. L'étalonnage devra se faire conformément à la publication 60-1 de la CEI.

1.6.3 Forme d'onde de la tension d'essai aux ondes de choc

La forme d'onde des impulsions de choc sera conforme à la publication 230 de la CEI, Essais de choc des câbles et de leurs accessoires.

1.7 CARACTÉRISTIQUES DES CÂBLES

Pour l'exécution et l'enregistrement des essais décrits dans la présente Recommandation, les caractéristiques suivantes doivent être connues ou déclarées :

La tension assignée U_0 en kilovolts

Le courant assigné I_0 devra être défini comme le courant maximum que le câble peut transporter en continu aux conditions ambiantes spécifiées.

La tension de tenue aux chocs de foudre U_{P1} en kV et/ou la tension de tenue aux chocs de manœuvre en kV par rapport à la terre.

La résistance sous tension continue du conducteur en ohms/km à 20 °C.

La température de service maximale assignée du conducteur en °C dans les conditions d'installation.

La température de service minimale assignée du conducteur en °C, à pleine charge, dans les conditions d'installation.

La température ambiante minimale et maximale en °C dans les conditions d'installation.

La chute de température maximale assignée dans l'isolation en K .

La chute de température maximale assignée entre le conducteur et le milieu ambiant en K .

La capacité entre le conducteur et l'écran en $\mu\text{F}/\text{km}$.

La pression statique minimale en service de l'huile en kPa ou en bars pour les câbles à huile fluide.

La pression de service minimale pour les câbles à pression de gaz, en kPa ou en bars.

La tension alternative correspondant à un gradient de courant alternatif maximum de 2 kV/mm (pour mesure du facteur de puissance).

La tenue maximale assignée du champ électrique en kV/mm.

2. ESSAIS DE ROUTINE

Les essais de routine ont pour objectif de démontrer l'intégrité du câble fabriqué et de vérifier que le produit répond aux spécifications de conception et de fabrication dans les tolérances spécifiées.

Les essais décrits dans la section 2.2 doivent être exécutés sur des longueurs entières ou sur des échantillons prélevés sur chaque longueur de fabrication. Les essais décrits dans les sections 2.3 et 2.4 devront être réalisés sur des échantillons d'au moins 10 m de longueur prélevés à chaque extrémité des longueurs de fabrication. Les essais décrits dans la section 2.5 devront être menés sur chaque longueur de livraison.

Il convient de prendre en compte le fait que l'isolation risque de subir une contrainte excessive lors de la mise sous tension en raison de la durée importante de polarisation.

La température ambiante pour les essais de routine se situe entre 5 et 35 °C.

2.1 ESSAI À HAUTE TENSION EN USINE

Cet essai est facultatif et les longueurs de fabrication de câbles peuvent être soumises à une tension continue négative égale à la tension d'essai définie pour l'essai de cycle de charge U_T et appliquée entre le conducteur et la gaine pendant 15 minutes.

Pour les câbles à huile fluide, la pression d'huile à la position la plus haute devra être ajustée à une pression statique minimale plus 50 kPa (0,5 bar).

Les câbles à pression de gaz doivent être testés sans pression de gaz si le constructeur de câbles le désire.

2.2 ESSAI DE RÉSISTANCE DU CONDUCTEUR

La résistance au courant continu du conducteur devra être mesurée. La valeur de mesure devra être corrigée à une température de 20 °C et sur une longueur de 1 km en utilisant les formules adéquates et les facteurs spécifiés dans la Publication CEI 228.

La valeur de résistance corrigée ne doit pas dépasser la valeur spécifiée.

2.3 ESSAI DE CAPACITÉ

La capacité sera mesurée à fréquence industrielle au moyen d'un pont alternatif ou autre matériel adapté et ne devra pas dépasser de plus de 8 % la valeur déclarée.

2.4 ESSAIS DE FACTEUR DE PUISSANCE

Le facteur de puissance pour chaque longueur de câble de fabrication sera mesuré à température ambiante comme spécifié ci-dessous. Lorsque les mesures sont exécutées sur des échantillons, il faut veiller soigneusement à ce que les extrémités n'influent pas sur les mesures.

Si les mesures sont faites à une température inférieure à 20 °C, les résultats devront être corrigés à 20 °C soit en soustrayant de la valeur mesurée 2 pour cent de cette valeur par degré

and not more than 61 Hz. The wave form of such voltages shall be substantially sinusoidal. Calibration shall be according to IEC 60-1.

1.6.3 Wave form of impulse test voltages

The impulse wave shall be in accordance with IEC Publication 230, Impulse tests on cables and their accessories.

1.7 CHARACTERISTICS OF CABLES

For the purpose of carrying out and recording the tests described in this Recommendation the following characteristics must be known or declared:

The rated voltage U_0 in kilovolts

The rated current I_0 shall be defined as the maximum current the cable shall be able to transmit continuously at the specified ambient conditions.

The lightning impulse withstand voltage U_{P1} in kilovolt and/or the switching surge withstand voltage U_{P2} in kilovolts with respect to ground.

The d.c. resistance of the conductor in ohms/km at 20 °C.

The maximum rated operating temperature of the conductor in °C in the installation conditions.

The minimum rated operating temperature of the conductor in °C, at full load, in the installation condition.

The minimum and maximum ambient temperature in °C in the installation conditions.

The maximum design temperature drop across the insulation in K.

The maximum design temperature drop between the conductor and ambient in K.

The capacitance between conductor and screen in $\mu\text{F}/\text{km}$.

The minimum operating static oil pressure in kPa or in bar for oil-filled cables.

The minimum operating pressure for gas pressure cables in kPa or in bar.

The a.c. voltage corresponding to a maximum a.c. gradient of 2 kV/mm (for power factor measurement).

The maximum design electrical field strength in kV/mm.

2. ROUTINE TESTS

Routine tests are made to demonstrate the integrity of the manufactured cable and to verify that the product meets the design and manufacturing specifications within the specified tolerances.

The tests described in section 2.2 may be carried out either on full lengths or on samples cut from each manufacturing length. The tests described in section 2.3 and 2.4 shall be carried out on samples at least 10 m long cut from each ends of the manufacturing lengths. The test described in section 2.5 must be carried out on each delivery length.

The risk of overstressing the insulation during energising due to long polarisation time should be considered.

The ambient temperature for the purpose of the Routine Tests is taken as lying between 5 °C and 35 °C.

2.1 HIGH-VOLTAGE TEST AT WORKS

This test is optional and the manufacturing lengths of cable may be submitted to a negative d.c. voltage equal to the test voltage defined for the load cycle test U_T and applied between conductor and sheath for 15 minutes.

For oil-filled cables the oil pressure at the highest position shall be adjusted to the minimum static pressure plus 50 kPa (0.5 bars).

Gas pressure cables may be tested without gas pressure if the cable manufacturer so desires.

2.2 CONDUCTOR RESISTANCE TEST

The d.c. resistance of the conductor shall be measured. The measured value shall be corrected to a temperature of 20 °C and 1 km length by using the appropriate formulae and factors specified in IEC Publication 228.

The corrected resistance value shall not exceed the specified value.

2.3 CAPACITANCE TEST

The capacitance shall be measured at power frequency by means of an a.c. bridge or other suitable equipment and shall not be greater than 8 percent above the declared value.

2.4 POWER FACTOR TESTS

The power factor of each manufacturing length of cable shall be measured at ambient temperature as specified below. When the measurements are carried out on samples, care must be taken to ensure that terminations do not influence the measurement.

If the measurements are made at a temperature below 20 °C, the results shall be corrected to 20 °C either by subtracting from the measured value 2 percent of this value per deg. C of the difference between the test temperature and 20 °C or by use of a correction curve appropriate to the insulant if agreement on such curve has been reached between the purchaser and the manufacturer.

No correction shall be made if the test temperature is 20 °C or greater.

2.4.1 Mass impregnated cables

The power factor shall be measured at 2 and 8 kV/mm rms. maximum stress.

The power factor shall not exceed the following values:

- at 2 kV/mm: 40×10^{-4}
- at 8 kV/mm: 60×10^{-4}
- max. difference: 20×10^{-4}

2.4.2 Oil-filled cables

The oil pressure shall be adjusted as in clause 2.1. The values for the power factor and increases in power factor are shown in the following table:

	Cable not screened with carbon black paper			Cable screened with carbon black paper		
	Power factor max. $\times 10^4$		Max. power factor difference $\times 10^4$	Power factor max. $\times 10^4$		Max. power factor difference $\times 10^4$
Rated voltage kV	10 kV/mm*	20 kV/mm*	Between 10 and 20 kV/mm*	10 kV/mm*	20 kV/mm*	Between 10 and 20 kV/mm*
100	40	48	10	40	60	24
200	40	47	8	40	52	14
300	40	47	8	40	52	14
≥ 400	40	44	8	40	46	14

(*) Maximum rms. value

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: 20/05/2022, Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.ccoim.es/Verificacion, Cód.Ver: 91531979, No Colegiado: 18068, Colegiado: NICOLAS CIENFUELA PRADILLO

Celsius de la différence entre la température d'essai et 20 °C, soit en utilisant une courbe de correction appropriée si client et fournisseur se sont mis d'accord.

Aucune correction ne sera effectuée si la température d'essai est de 20 °C ou supérieure.

2.4.1 Câbles imprégnés à masse

Le facteur de puissance sera mesuré à contrainte maximale de 2 et de 8 kV/mm en valeur efficace.

Le facteur de puissance ne devra pas dépasser les valeurs suivantes :

- à 2 kV/mm : 40×10^{-4}
- à 8 kV/mm : 60×10^{-4}
- différence max. : 20×10^{-4}

2.4.2 Câbles à huile fluide

La pression d'huile devra être ajustée comme indiqué au paragraphe 2.1. Les valeurs pour le facteur de puissance et les augmentations de facteur de puissance sont indiquées dans le tableau suivant :

	Câble sans écran de papier semi-conducteur			Câble avec écran de papier semi-conducteur		
	Facteur de puissance max. $\times 10^4$		Variation du facteur de puissance max. $\times 10^4$	Facteur de puissance max. $\times 10^4$		Variation du facteur de puissance max. $\times 10^4$
Tension assignée en kV	10 kV/mm*	20 kV/mm*	Entre 10 et 20 kV/mm*	10 kV/mm*	20 kV/mm*	Entre 10 et 20 kV/mm*
100	40	48	10	40	60	24
200	40	47	8	40	52	14
300	40	47	8	40	52	14
≥ 400	40	44	8	40	46	14

(*) Gradient maximal exprimé en valeur efficace

2.4.3 Câbles à pression de gaz interne

La pression de gaz ne devra pas être supérieure à 200 kPa (2 bars).

Le facteur de puissance ne devra pas dépasser les valeurs suivantes :

Isolation totalement imprégnée

- à 2 kV/mm } (valeur efficace max.) : 50×10^{-4}
- à 8 kV/mm } 65×10^{-4}
- différence max. : 20×10^{-4}

Isolation pas totalement imprégnée

- à 2 kV/mm } (valeur efficace max.) : 50×10^{-4}
- à 4 kV/mm } 150×10^{-4}
- différence max. : 100×10^{-4}

2.5 ESSAI DE RÉCEPTION EN USINE

Chaque longueur de câble de livraison devra être soumise à une tension continue négative égale à la tension d'essai définie pour l'essai de cycle de charge U_T et appliquée entre le conducteur et la gaine pendant 15 minutes.

Pour les câbles à huile fluide, la pression d'huile à la position la plus haute devra être égale à la pression statique minimale plus 50 kPa (0,5 bar).

Les câbles à pression de gaz doivent être testés sans pression de gaz si le constructeur le désire.

3. ESSAIS DE TYPE

3.1 GÉNÉRALITÉS

Les essais de type sont effectués afin de qualifier la conception et la fabrication du système de câbles par rapport aux conditions de l'application prévue. Ces essais ne prennent en compte aucune condition de surcharge. Les essais sont d'une nature telle que, après avoir été effectués, ils n'ont pas besoin d'être répétés, à moins que des modifications ne soient apportées au matériau, à la conception ou aux paramètres du processus hors des tolérances nominales, et que les changements qui en résultent au niveau des propriétés diélectriques, mécaniques et/ou thermiques du câble affectent la durée de vie du câble.

Les essais répertoriés dans les sections 3.6, 3.7, 3.8 et 3.9 doivent être effectués en séquence.

Le critère pour que les essais soient réussis est que tous les essais soient exécutés sans rupture de l'isolation dans l'échantillon.

En cas d'interruptions ou d'écarts dans les paramètres de test pendant l'essai de cycles de charge et d'inversion de polarité ou l'essai d'onde de choc superposée, il faudra répéter le cycle de charge ou l'onde de choc en question.

En cas de rupture de l'isolation lors d'essais sur plusieurs objets simultanément, l'objet défectueux peut être retiré et l'incident sera traité comme une interruption. L'objet concerné est considéré comme défectueux et devra être testé de nouveau. Toute défaillance dans l'étendue d'un objet à tester, telle qu'elle est définie au paragraphe 1.5, est considérée comme associée uniquement à cet objet.

Dans l'éventualité d'un amorçage externe irrégulier d'extrémités étanches lors des essais de type sur de telles extrémités, l'amorçage sera traité comme une interruption. Un amorçage irrégulier est généralement associé à des conditions de poussières inhabituelles ou à des objets proches de l'extrémité concernée.

3.2 PRÉPARATION DES MONTAGES D'ESSAI

Câbles et accessoires peuvent être testés séparément si le client et le fournisseur en ont convenu ainsi. L'ensemble à tester devra être constitué d'au moins 30 m de câble aux conditions ambiantes adéquates et peut inclure au moins un échantillon de chacun des accessoires de câble qui seront requis dans le contrat ou prévus pour les réparations. La longueur de câble entre les extrémités d'accessoires adjacents devra être d'au moins 5 mètres pour les câbles à huile fluide et les câbles à pression de gaz, et d'au moins 8 mètres pour les câbles imprégnés à masse.

Les essais électriques des extrémités doivent être menés avec la quantité d'huile ou la pression de gaz minimales de service pour tous les types de câbles. L'échantillon de câble dans la boucle de test à proximité de l'extrémité devra être à la température maximale appropriée du conducteur dans les conditions d'installation.

Lors des essais de type, il est permis de diviser la boucle de test en sépa-

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: Nº 202202184, Fecha Visado: 20/05/2022, Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.ccoim.es/verificacion. Cod.Ver: 91531979. No Colegiado: 18068, Colegiado: NICOLAS CIENFUEGA PRADILLO

2.4.3 Internal Gas Pressure Cables

Gas pressure shall not be greater than 200 kPa (2 bars).

The power factor shall not exceed the following values:

Fully impregnated insulation

- at 2 kV/mm } (max. rms. value) 50×10^{-4}
- at 8 kV/mm } 65×10^{-4}
- max. difference 20×10^{-4}

Non fully impregnated insulation

- at 2 kV/mm } (max. rms. value) 50×10^{-4}
- at 4 kV/mm } 150×10^{-4}
- max. difference 100×10^{-4}

2.5 Factory Acceptance Test

Every delivery length of cable shall be submitted to a negative direct current voltage equal to the test voltage defined for the load cycle test U_T and applied between conductor and sheath for 15 minutes.

For oil-filled cables the oil pressure at the highest position shall be adjusted to the minimum static pressure plus 50 kPa (0.5 bars).

Gas pressure cables may be tested without gas pressure if the cable manufacturer so desires.

3. TYPE TESTS

3.1 GENERAL

Type tests are made in order to qualify the design and the manufacturing of the cable system against the conditions of the intended application. The tests do not take into account any overload conditions. The tests are of such a nature that, after they have been made, they need not be repeated unless changes are made in either the material, design or process parameters outside the nominal tolerances, such that the resultant changes in dielectric, mechanical and/or thermal properties of the cable affect the lifetime of the cable

The tests listed in sections 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 are to be carried out in sequence.

The criteria for successful testing is that all tests are to be performed without breakdown of insulation in the test object.

In case of interruptions/deviations in test parameters during loading cycles/polarity reversal test or superimposed impulse voltage test the loading cycle/impulse in question should be repeated.

In case of a breakdown of insulation when testing several objects simultaneously the faulty object may be removed and the incident shall be treated as an interruption. The faulty object is considered to have failed and needs to be retested. Any fault within an extension to a test object, as defined in sub-clause 1.5, is considered to be associated with that test object only.

In case of an irregular external flashover of sealing ends during type-testing of sealing ends the flashover shall be treated as an interruption. Irregular flashover is usually related to unusual dust conditions or objects close to the termination.

3.2 PREPARATION OF TEST ASSEMBLIES

Cable and accessories may be tested separately if it is agreed between the purchaser and manufacturer. The assembly to be tested shall consist of at least 30 m of cable at relevant ambient conditions, and may include at least one sample of each of the cable accessories which will be required in the contract or foreseen for repair. The length of cable between the ends of adjacent accessories shall be at least 5 m for oil-filled and gas pressure cables and 8 m for mass impregnated cables.

The electrical tests of terminations are to be carried out at the minimum operating oil/gas pressure for all cable types. The cable sample in the test loop close to the termination shall be at the relevant maximum conductor temperature in the installation condition.

It is allowed during type testing to divide the test loop into separate test objects, provided that the requirements for cable lengths, as described above, are satisfied.

The purchaser and manufacturer shall agree on which part of the cable

manufacture shall be selected for incorporation in the cable test object.

Mass impregnated cable must be tested as if it had a long distance to sealing end and it should not experience axial oil flow during testing. The methods used to achieve this shall be as outlined in the Appendix or, of course, equivalent methods may be used.

The risk of overstressing the insulation during energising due to long polarisation time should be considered and taken into account if necessary.

3.3 TEST OBJECTS IN TYPE TESTING

The basis behind the selection of test objects is that the test objects incorporated in the test assemblies shall cover the different designs used for the different operating and ambient conditions — in ground, laid on or in the sea-bed as well as in air. As an example the following test objects are proposed:

Land cable, submarine cable, joints, sealing end.

3.4 AMBIENT CONDITIONS

The thermal conditions of the cable route must be used as the basis when selecting the ambient temperature during type testing. If there is a small difference between maximum and minimum temperature along the cable route and the cable behaviour does not change within this range, one temperature may be used as the basis for the type testing.

The temperature range must be agreed between the manufacturer and the purchaser. In general, if the cable behaviour does not change in the temperature range then one temperature can be used during testing.

3.4.1 Land cables

The land cable must be tested according to the relevant ambient temperatures for the cable route.

Mass impregnated cables

The following operating conditions are considered to be important:

Low ambient temperature and high ambient temperature and buried in the ground at the specified laying depth.

rant les objets à tester, à condition que les exigences concernant la longueur des câbles, telles qu'elles sont décrites ci-dessus, soient remplies.

Client et fournisseur doivent convenir de la partie du câble fabriqué qui sera sélectionnée pour être utilisée comme échantillon à tester.

Les câbles imprégnés à masse doivent être testés comme s'il y avait une longue distance jusqu'à l'extrémité étanche et ne doivent subir aucun flux d'huile axial pendant l'essai. Les méthodes utilisées pour y parvenir seront définies dans l'Annexe ; naturellement, on peut aussi employer des méthodes équivalentes.

Il convient de considérer et, au besoin, de prendre en compte le fait que l'isolation risque de subir une contrainte excessive lors de la mise sous tension en raison du long temps de polarisation.

3.3 ÉCHANTILLONS POUR LES ESSAIS DE TYPE

La raison qui motive le choix des échantillons est que ceux-ci, qui sont incorporés dans les ensembles de test, doivent être représentatifs des divers types d'installation employés dans les différentes conditions de service et de milieu ambiant : dans le sol, posé sur le fond de la mer ou ensouillé, ou en l'air. A titre d'exemple, les échantillons suivants sont proposés :

Câble terrestre, câble sous-marin, jonctions, extrémité étanche.

3.4 CONDITIONS AMBIANTES

Les conditions thermiques du tracé de la liaison doivent être utilisées comme base pour le choix de la température ambiante pendant les essais de type. S'il n'existe qu'une faible différence entre les températures minimale et maximale le long du trajet du câble et si le comportement du câble ne change pas dans cette plage, on ne peut utiliser qu'une seule température pour les essais de type.

Le fournisseur et le client doivent se mettre d'accord sur cette plage de température. En général, si le comportement du câble ne change pas dans cette plage de température, alors on ne peut utiliser qu'une seule température pour les essais.

3.4.1 Câbles terrestres

Les câbles terrestres doivent être testés en fonction des températures ambiantes adaptées en fonction du trajet des câbles.

Câbles imprégnés à masse

Les conditions suivantes de service sont considérées comme importantes :

Température ambiante basse, température ambiante élevée, et câble enterré dans le sol à la profondeur de pose spécifiée.

L'essai à basse température ambiante est similaire à l'essai sur le câble sous-marin dans les mêmes conditions ambiantes ; il peut être couvert par l'essai sur le câble sous-marin à condition que le câble sous-marin et le câble terrestre soient de conception identique.

Câbles pressurisés

Les conditions suivantes de service sont considérées comme importantes :

Température ambiante élevée, et câble enterré dans le sol à la profondeur de pose spécifiée.

3.4.2 Câbles sous-marins

Les câbles sous-marins doivent être testés en fonction des températures ambiantes adaptées selon le trajet des câbles.

Comme il existe différents types de câbles sous-marins, adaptés à la profondeur de l'eau, la pression externe lors des essais ne devra pas dépasser la pression correspondant à la profondeur la moins grande pour la section spécifique de la route du câble.

Câbles imprégnés à masse

Les sections suivantes de câble sont considérées comme importantes :

Température ambiante basse et, le cas échéant, câble entouré d'eau, et température ambiante élevée à la profondeur d'enfouissement spécifiée. L'essai à température ambiante élevée est similaire à l'essai pour le câble terrestre dans les mêmes conditions ambiantes ; il peut être couvert par un essai unique si câble sous-marin et câble terrestre sont de conception identique.

Si l'on trouve sur le même trajet une faible profondeur d'eau, une température ambiante élevée, des pentes abruptes et de grandes variations de niveaux, le fournisseur et le client peu-

vent convenir ensemble d'une boucle verticale.

Câbles pressurisés

Les sections suivantes de câble sont considérées comme importantes :

En cas de température ambiante élevée et d'enfouissement dans le sol marin, l'essai est similaire à l'essai pour le câble terrestre dans les mêmes conditions ambiantes ; il peut être couvert par l'essai sur le câble terrestre si câble sous-marin et câble terrestre sont de conception identique.

3.4.3 Jonctions

Les conditions ambiantes sont les mêmes que pour les sections de câble.

Les essais sur les jonctions peuvent être combinés avec les essais sur le câble terrestre ou sous-marin lorsque cela est approprié.

3.4.4 Extrémités étanches

On considère que la température ambiante pour les essais de type est comprise entre 5 et 35 °C.

3.5 CONDITIONS DE CHARGE

La reproduction du cycle thermique maximal expérimenté par une section de câble donnée dans les conditions d'installation est ce qui justifie les exigences suivantes.

La température à la surface du câble pour la section concernée devra être de $\pm 2,5$ K pour les câbles imprégnés à masse et de ± 5 K pour les câbles pressurisés.

Le cycle de chauffage durera 8 heures. La température maximale du conducteur, pour la section concernée, avec une tolérance de -0 à $+5$ K, sera maintenue à la fin de la période ci-dessus pendant au moins 1 heure. Ensuite, le chauffage sera arrêté et on laissera le câble refroidir pendant 16 heures.

Deux méthodes possibles pour cela sont proposées :

- Chauffage du câble par du courant pour obtenir une température maximale et avec un courant au moins égal à I_0 pour la dernière heure de chauffage.

- Chauffage du câble avec au moins I_0 et contrôle de la température de surface du câble pour maintenir le conducteur à une température maximale.

Test at low ambient temperature is similar to ambient conditions for submarine cable and can be covered by the submarine cable provided that the submarine cable and land cable are of identical design.

Pressurised cables

The following operating conditions are considered to be important:

High ambient temperature and buried in the ground at the specified laying depth.

3.4.2 Submarine cables

The submarine cable must be tested according to the relevant ambient temperatures for the cable route.

As submarine cables can have different designs, depending on the water depth, the external pressure during testing shall not exceed the pressure corresponding to the shallowest depth for the specific section of the cable route.

Mass impregnated cables

The following cable sections are considered to be important:

Low ambient temperature and if applicable surrounded by water and high ambient temperature at the specified burial depth. The test at high ambient temperature is similar to ambient conditions for land cable and can be covered by one test provided that the submarine cable and land cable are of identical design.

If shallow water, high ambient temperature, steep slopes and large differences in height are present on the same route, a suitable arrangement with a vertical loop shall be agreed between the manufacturer and the purchaser.

Pressurised cables

The following cable sections are considered to be important:

For high ambient temperature and buried in the sea-bed the test is similar to the ambient conditions for land cable and it can be covered by the land cable test provided that the submarine cable and land cable are of identical design.

3.4.3 Joints

Ambient conditions are the same as for cable sections.

The testing of joints may be combined with the testing of land or submarine cable where appropriate.

3.4.4 Sealing ends

The ambient temperature for the purpose of the Type Tests is taken as lying between 5 °C and 35 °C.

3.5 LOAD CONDITIONS

The reproduction of the maximal thermal cycle experienced by a given cable section in the installed conditions is the background for the following requirements.

The temperature at the cable surface for the section shall be within ± 2.5 K for mass impregnated cables and ± 5 K for pressurised cables.

The heating cycle shall last for 8 hours. The maximum conductor temperature, for the section, with a tolerance of $-0 - +5$ K shall be maintained at the end of the above period for at least 1 hour. Thereafter the heating shall cease and the cable shall be permitted to cool for 16 hours.

Two alternative methods for achieving this is proposed;

- Heating of cable by current to give maximum temperature and with a current not less than I_0 for the last hour of heating.
- Heating of cable with, at least, I_0 and controlling the cable surface temperature to give maximum temperature on the conductor.

The heating method used shall be conductor heating. It can be provided by either d.c. current or a.c. current giving the same conductor losses. However, it is of primary interest that the completed cable is tested, and the influence of armour on the internal pressure must be known and the cable must experience the correct internal pressure phenomena. If the armour, or parts thereof influences the internal pressure then it must be kept on.

The verification that the requirements above are fulfilled may be done through direct measurement of the conductor temperature on a piece of cable of the same design and under the same thermal condition as the test length either during the test or before the test starts.

3.6 MECHANICAL TESTS

3.6.1 Land cables and joints

A sample for the tests specified in sub-clauses 3.7, 3.8 and 3.9 shall be subjected to a bending operation according to the IEC Publication for a.c. cables having the same type of insulation as per sub-clause 1.4.

3.6.2 Submarine cables and joints

A sample for the tests specified in sub-clauses 3.7, 3.8 and 3.9 shall be subjected to a bending test carried out according to the latest CIGRE Recommendations for Mechanical Tests of Submarine Cables. Currently Electra No. 171 (April 1997) — Clause 3.2. When requested a coiling test shall be performed before the bending test (see Electra No.171, clause 3.1).

NOTE: If different designs are used on different sections along the cable route then the tensile force shall correspond to the deepest part of that section.

3.7 LOADING CYCLE TEST

The test object must have completed the mechanical testing according to section 3.6 before this loading cycle test.

Testing of sealing ends may be combined with testing of other objects.

The test installation shall be submitted to a total of 20 daily loading cycles as follows:

A loading cycle shall consist of 8 hours of heating with a heating current in the conductor to achieve the conditions in section 3.5, followed by 16 hours of cooling with no current.

The first 10 loading cycles shall be carried out with a positive d.c. voltage equal to U_T applied between conductors and sheath.

This will be followed by a rest period of at least 8 hours during which neither voltage nor current shall be applied and the conductor shall be connected to the sheath.

The second 10 loading cycles shall be carried out with a negative d.c. voltage equal to U_T applied between conductors and sheath.

This will be followed by a rest period of at least 8 hours during which neither

La méthode de chauffage sera un chauffage par le conducteur. Il pourra être obtenu par application soit d'un courant continu, soit d'un courant alternatif, produisant les mêmes pertes au niveau du conducteur. Toutefois, il est d'un intérêt primordial que le câble achevé soit testé, que l'influence de l'armure sur la pression interne soit connue, et que le câble soit soumis aux phénomènes corrects de pression interne. Si l'armure, ou des parties de celle-ci, influent sur la pression interne, alors elle doit pas être retirée.

La vérification que les exigences ci-dessus sont satisfaites peut se faire grâce à une mesure directe de la température du conducteur sur une section de câble de même type et dans les mêmes conditions thermiques que la longueur de test, soit pendant l'essai, soit avant que l'essai ne commence.

3.6 ESSAIS MÉCANIQUES

3.6.1 Câbles et jonctions terrestres

Un échantillon pour les essais spécifiés aux paragraphes 3.7, 3.8 et 3.9 sera soumis à une opération de pliage conformément à la publication CEI pour les câbles à courant alternatif dotés du même type de gaine isolante que celui décrit au paragraphe 1.4.

3.6.2 Câbles et jonctions sous-marins

Un échantillon pour les essais spécifiés aux paragraphes 3.7, 3.8 et 3.9 sera soumis à une opération de pliage conformément aux dernières recommandations CIGRE pour les essais mécaniques des câbles sous-marins. Voir Electra n° 171 (Avril 1997), paragraphe 3.2. Sur demande, un essai de lovage sera exécuté avant l'essai de pliage (voir Electra n° 171, paragraphe 3.1).

Remarque : Si des modèles différents sont utilisés sur différentes sections le long de la trajectoire du câble, alors la force de traction correspondra à la partie la plus profonde de cette section.

3.7 ESSAI DE CYCLE DE CHARGE

L'objet de test doit avoir subi intégralement l'essai mécanique conformément au paragraphe 3.6 avant cet essai de cycle de charge.

L'essai portant sur les extrémités étanches peut être combiné avec l'essai d'autres accessoires.

L'installation d'essai devra être soumise à un total de 20 cycles complets de charge par jour de la manière suivante :

Un cycle de charge consistera en 8 heures de chauffage avec un courant de chauffage passant dans le conducteur pour obtenir les conditions de la section 3.5, suivies de 16 heures de refroidissement sans courant.

Les 10 premiers cycles de charge seront exécutés avec une tension de courant continu positive égale à U_T appliquée entre les conducteurs et la gaine.

Ils seront suivis d'une période de repos d'au moins 8 heures pendant laquelle ni courant ni tension ne seront appliqués et le conducteur sera relié à la gaine.

La deuxième série de 10 cycles de charge sera exécutée avec une tension de courant continu négative égale à U_T appliquée entre les conducteurs et la gaine.

Ils seront suivis d'une période de repos d'au moins 8 heures pendant laquelle ni courant ni tension ne seront appliqués et le conducteur sera relié à la gaine.

3.8 ESSAI D'INVERSION DE POLARITÉ

L'échantillon doit avoir subi intégralement l'essai de cycle de charge conformément à la section 3.7 avant l'exécution de cet essai d'inversion de polarité.

L'installation d'essai devra être soumise à un total de 10 cycles complets de charge par jour de la manière suivante :

Un cycle d'inversion de polarité consistera en 8 heures de chauffage avec un courant de chauffage passant dans le conducteur pour obtenir les conditions définies dans la section 3.5, suivies de 16 heures de refroidissement sans courant.

Les 10 premiers cycles d'inversion de polarité seront exécutés avec une tension de courant continu positive égale à U_{TP} appliquée entre le conducteur et la gaine.

En commençant par une tension positive, la polarité de la tension sera inversée toutes les 4 heures et une inversion coïncidera avec l'arrêt du

courant de chauffage dans chaque cycle de charge.

Cela sera suivi d'une période de repos d'au moins 8 heures pendant laquelle ni courant ni tension ne seront appliqués et le conducteur sera relié à la gaine.

La durée recommandée pour une inversion de polarité est de 2 minutes.

3.9 ESSAI D'ONDE DE CHOC SUPERPOSÉE

Ces essais seront menés en fonction des surtensions attendues pour une installation donnée, découlant des chocs de foudre et/ou des chocs de manœuvre. Les autres surtensions sont normalement de courte durée et d'amplitudes relativement faibles, et peuvent donc être ignorées (article Electra, référence GTC 33.21.14-16, août 1994).

L'installation sera soumise à la fois à un essai de choc de manœuvre et à un essai de choc de foudre si cela est approprié.

Si le constructeur le demande, l'installation peut être raccourcie comme cela est décrit dans la section 3.2.

3.9.1 Essai de tenue aux chocs de manœuvre

L'échantillon doit avoir subi intégralement l'essai d'inversion de polarité conformément à la section 3.8 avant que cet essai de tenue aux chocs de manœuvre puisse être exécuté.

Cet essai sera effectué dans les mêmes conditions de charge que celles décrites dans la section 3.5 pour la partie régime établi du cycle de charge à la température ambiante la plus élevée.

Une tension continue négative égale à U_0 sera appliquée entre le conducteur et la gaine pendant au moins 2 heures. Après cela, et sans déconnecter la tension continue, dix chocs positifs de manœuvre, conformément à la Publication 230 de la CEI, seront superposés à la tension continue. Le circuit à tester sera identique à ou proche de celui représenté dans la figure 1-2.

Après avoir déchargé l'échantillon, on appliquera une tension continue positive égale à U_0 entre le conducteur et la gaine pendant au moins 2 heures. Après cela, et sans déconnecter la tension continue, dix chocs négatifs de manœuvre, conformément à la Publi-

voltage nor current shall be applied and the conductor shall be connected to the sheath.

3.8 POLARITY REVERSAL TEST

The test object must have completed loading cycle testing according to section 3.7 before this polarity reversal test is carried out.

The test installation shall be submitted to a total of 10 daily loading cycles as follows:

A polarity reversal loading cycle shall consist of 8 hours of heating with a heating current in the conductor to achieve the conditions in section 3.5, followed by 16 hours of cooling with no current.

The 10 polarity reversal loading cycles shall be carried out with a d.c. voltage equal to U_{TP} applied between conductor and sheath.

Starting with positive voltage, the voltage polarity shall be reversed every 4 hours and one reversal shall coincide with the cessation of loading current in every loading cycle.

This will be followed by a rest period of at least 8 hours during which neither voltage nor current shall be applied and the conductor shall be connected to the sheath.

The recommended time duration for a polarity reversal is 2 min.

3.9 SUPERIMPOSED IMPULSE VOLTAGE TEST

These tests shall be carried out according to the expected overvoltages for a given installation arising from lightning impulses and/or switching surges. Other overvoltages are normally of short duration and relatively low amplitudes and can be neglected (Electra paper, reference JWG 33/21/14-16, August 1994).

The installation shall be subjected to both switching surge impulse voltage test and lightning impulse voltage test if relevant.

If required by the manufacturer the installation may be shortened as described in section 3.2.

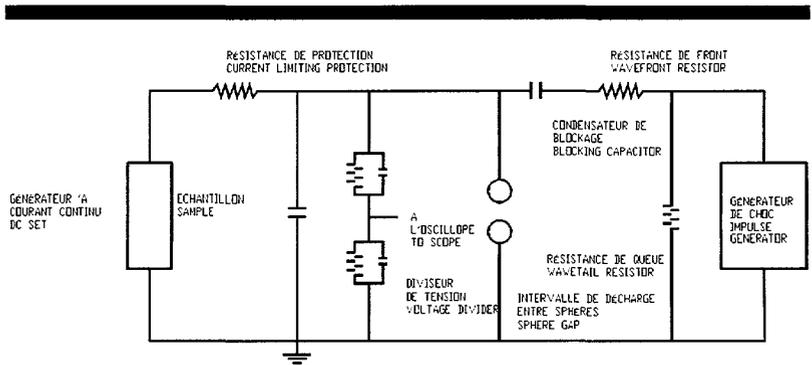


Figure 1. La superposition d'une onde de choc sur une tension continue s'obtient à l'aide d'un condensateur de blocage et d'une résistance de protection.

Figure 1. The superposition of an impulse wave on a d.c. voltage is obtained by using a blocking capacitor and a current limiting resistor.

3.9.1 Switching Surge Withstand Test

The test object must have completed polarity reversal test according to section 3.8 before this switching surge withstand test is carried out.

The test shall be carried out under the same loading conditions as in section 3.5 for the steady state part of the loading cycle at the highest ambient temperature.

A negative d.c. voltage equal to U_0 shall be applied between conductor and sheath for at least 2 hours. After this time and without disconnecting the d.c. voltage 10 positive switching surges according to Publication IEC 230 shall be superposed on the d.c. voltage. The test circuit shall be according to figures 1-2 or similar.

After deenergising the test object, a positive d.c. voltage equal to U_0 shall be applied between the conductor and sheath for at least 2 hours. After this time and without disconnecting the d.c. voltage 10 negative switching surges according to Publication IEC 230 shall be superposed on the d.c. voltage.

The impulses shall be such that the peak value measured from the cable conductor to ground is equal to UP_2 .

The time between each impulse shall not be shorter than 2 minutes.

No breakdown shall occur.

Test waveform

Time to crest: $T_{CR} = 250 \mu s \pm 20\%$

Time to half value: $T_2 = 2500 \mu s \pm 60\%$ where T_{CR} and T_2 are defined in IEC Publication 60 and 230.

3.9.2 Lightning Impulse Withstand Test

The test object must have completed polarity reversal test according to section 3.8 before this lightning impulse test is carried out.

The test shall be carried out under the same loading conditions as in section 3.5 for the steady state part of the loading cycle at the highest ambient temperature.

A negative d.c. voltage equal to U_0 shall be applied between the conductor and sheath for at least 2 hours. After this time and without disconnecting the d.c. voltage 10 positive lightning impulses according to Publication IEC 230 shall be superposed on the d.c. voltage. The test circuit shall be according to figures 1-2 or similar.

After deenergising the test object, a positive d.c. voltage equal to U_0 shall be applied between the conductor and sheath for at least 2 hours. After this time and without disconnecting the d.c. voltage 10 negative lightning impulses according to Publication IEC 230 shall be superposed on the d.c. voltage.

The impulses shall be such that the peak value measured from the cable conductor to ground is equal to UP_1 .

The time between each impulse shall not be shorter than 2 minutes.

cation CEI 230, seront superposés à la tension continue.

Les ondes de choc seront telles que la valeur crête mesurée depuis entre le conducteur du câble et la terre sera égale à U_{P2} .

L'intervalle entre deux ondes de choc sera au minimum de 2 minutes.

Il ne devra pas y avoir de claquage.

Forme du signal d'essai

Temps de montée jusqu'à la crête
 $T_{CR} = 250 \text{ ms} \pm 20 \%$

Temps jusqu'à mi-hauteur
 $T_2 = 2500 \text{ ms} \pm 60 \%$

où T_{CR} et T_2 sont définis dans les Publications 60 et 230 de la CEI.

3.9.2 Essai de tenue aux chocs de foudre

L'échantillon doit avoir subi intégralement l'essai d'inversion de polarité conformément à la section 3.8 avant que cet essai de tenue aux chocs de foudre puisse avoir lieu.

Cet essai sera mené dans les mêmes conditions de charge que celles décrites dans la section 3.5 pour la partie régime établi du cycle de charge à la température la plus élevée.

Une tension continue négative égale à U_0 sera appliquée entre le conducteur et la gaine pendant au moins 2 heures. Après cela, et sans déconnecter la tension continue, 10 chocs positifs de foudre, conformément à la Publication 230 de la CEI, seront superposés à la tension continue. Le circuit à tester sera identique à ou proche de celui représenté dans la figure 1-2.

Après avoir déchargé l'objet en essai, on appliquera une tension continue positive égale à U_0 entre le conducteur et la gaine pendant au moins 2 heures. Après cela, et sans déconnecter la tension continue, dix chocs de foudre négatifs, conformément à la Publication 230 de la CEI, seront superposés à la tension continue.

Les impulsions seront telles que la valeur crête mesurée depuis le

conducteur du câble jusqu'à la terre sera égale à U_{P1} .

L'intervalle entre deux ondes de choc sera au minimum de 2 minutes.

Il ne devra pas y avoir de claquage.

Forme du signal d'essai

Temps de montée jusqu'à la crête
 $T_1 = 1 - 5 \mu\text{s}$

Temps jusqu'à mi-hauteur
 $T_2 = 50 \mu\text{s} \pm 10 \mu\text{s}$

où T_1 et T_2 sont définis dans les Publications 60 et 230 de la CEI.

4. ESSAI APRES POSE

Le système de câble installé devra être soumis à une tension continue de polarité négative égale à la tension appliquée pendant l'essai d'inversion de polarité U_{TP} .

L'essai durera 15 minutes.

ANNEXE

1. INTRODUCTION

Cette annexe a pour but d'expliquer les raisons des modifications apportées ici à la Recommandation précédente du numéro 72 d'Electra. Seuls les points qui nécessitent une explication supplémentaire et qui ne sont pas traités dans le document principal sont abordés ici.

D'une manière générale, les modifications de l'article d'Electra 72 faites dans cette Recommandation révisée se basent sur l'expérience acquise dans le domaine de la technologie des câbles et sur l'avis du groupe d'experts qui ont constitué ce Groupe de Travail.

Les sections et paragraphes mentionnés de cette annexe font référence au document principal.

1.1 Historique

Le domaine d'application du GT 21.02 a été défini par le CE 21 en 1993. Sa tâche consistait à réviser la recommandation publiée dans le numéro 72 d'Electra (1980). « Car la combinaison

des contraintes électriques et des conditions électriques et mécaniques dans l'essai de cycle de charge et d'inversion de polarité ne reflète pas toujours les conditions réelles auxquelles le câble est soumis en service. » « Par ailleurs, la recommandation existante (1980) ne fournit aucune indication quant au niveau de la tension d'essai qui pourrait être appliquée concernant les surtensions transitoires. »

La tension a été portée à 800 kV. Les installations commerciales actuelles supportent des tensions nominales inférieures ou égales à 500 kV. Une tension assignée de 800 kV est déjà en cours de discussion pour les installations HTCC à venir. Si les développements de la gamme de tension jusqu'à 800 kV font apparaître la nécessité de modifier encore les essais, il est prévu de procéder à une nouvelle révision de la recommandation.

Le phénomène de vieillissement des câbles HTCC a été étudié en maintes occasions. Le meilleur moyen d'étudier

ce phénomène est d'examiner des câbles qui sont en service depuis plusieurs années. Plusieurs liaisons de câbles ont subi des détériorations mécaniques externes après installation et cela a entraîné des défaillances nécessitant des travaux de réparation. Des échantillons de câble récupérés à l'occasion de ces travaux de réparation ont été testés afin de déterminer s'ils ont subi un vieillissement électrique. Jusqu'ici, on n'a relevé aucun vieillissement électrique sur ces câbles. Il existe au moins deux rapports officiels à sujet : Gotland (Electra 21-302, 1992) et ICC 1992 Joseph Jue B.C. Hydro "Report on the test of a 260 kV HVDC submarine cable".

Le vieillissement du papier d'isolation des câbles est dû à une température excessive et/ou à des décharges d'amplitude suffisante pour transformer la cellulose en carbone, ce qui provoque un cheminement. Une excellente expérience du service à long terme ainsi qu'une meilleure compréhension des rapports entre contrain-

No breakdown shall occur.

Test waveform.

Time to crest: $T_1 = 1 - 5\mu\text{s}$

Time to half value: $T_2 = 50\mu\text{s} \pm 10\text{ s}$.

where T_1 and T_2 are defined in IEC Publication 60 and 230.

4. AFTER LAYING TEST

The installed cable system shall be submitted to a negative polarity d.c. voltage equal to the voltage during polarity reversal test U_{TP} .

The test duration shall be 15 min.

APPENDIX

1. INTRODUCTION

The purpose of this Appendix is to explain the reasons for the changes made in this Recommendation to the previous Electra 72. Only points that are in need of further explanation and not covered in the main document are contained in this Appendix.

Generally the changes to Electra 72 which have been made in the revised Recommendation are based on the developing experience in this area of cable technology and on the best opinion of the gathered group of experts who formed this Working Group.

The sections and sub-sections in this appendix refer to the main document.

1.1 Background

The WG 21.02 received its scope of work from SC 21 in 1993. The scope of work was to revise Electra 72 (1980). *"Since the combination of electrical stresses, thermal and mechanical conditions in the Loading Cycle and Polarity Reversal Test do not always comply with the real conditions to which the cable will be subjected to during service."* *"Also the existing recommendation (1980) does not give any guidance to the level of test-voltage which should be applied with respect to transient over-voltages."*

The voltage has been extended up to 800 kV. Current commercial installations have rated voltages up to and including 500 kV. A rated voltage of 800 kV is already under discussion for future HVDC installations. If developments in the voltage range up to 800 kV identify the need for further test

changes, it is expected a new revision of the Recommendation will be initiated.

The ageing phenomena of HVDC cables has been studied on several occasions. The best way of examining this phenomena is to examine cables that have been in service for several years. Several cable links have experienced external mechanical damage after installation and this has resulted in failures which has led to repair work. Samples of cable retrieved during repair work have been tested to establish if any electrical ageing had occurred. So far there has been no electrical ageing noted in these cables. At least two official reports are available, Gotland (Electra 21-302, 1992) and ICC 1992 Joseph Jue B.C. Hydro *"Report on the test of a 260kV HVDC submarine cable"*.

Ageing of cable insulating paper is caused by excessive temperature, and/or by discharges of sufficient magnitude to convert cellulose to carbon which leads to tracking. Excellent long term service experience, and improved understanding of the relationships between stress, temperature and internal pressure has provided a basis for adopting new test values.

The philosophy of type tests has been changed so as to perform the testing under conditions simulating the actual operating conditions. The test conditions proposed under this new Electra Recommendation are considered to give a safety margin at least equal to that in the previous Electra Recommendation (no. 72, 1980)

It should be noted that the ambient conditions may be more severe for MI

cables when tested at low temperature and there is a large difference in minimum and maximum temperature conditions.

1.2 Scope

This Recommendation covers type, sample and routine tests and does not cover development tests. It is assumed that development testing has been performed regarding materials, compatibility, process parameters, life time factors and critical electrical and mechanical design factors.

This Recommendation is not intended to take the place of a QA system. The QA system is important and should be the subject of separate negotiations between purchaser and manufacturer.

Partial discharge measurements are not included as a test requirement, but may be useful in development tests for engineering information purposes.

The type tests described are considered to be relevant to verify the cables ability to meet the intended application. If by the introduction of control algorithms in converter stations it is possible to achieve additional transmission capacity or increased safety margin the test conditions may be modified accordingly.

1.5 Definitions

In order to clarify the different test objects required during testing, definitions of the objects have been added in the revised document. More detailed explanation is given in sub-section 2.1 and 2.5

For type testing a clarification was also needed regarding the extent of a test

tes, température et pression interne ont servi de base pour l'adoption de nouvelles valeurs d'essai.

L'approche de ce type d'essais a été modifiée de manière à exécuter ces essais dans des conditions simulant les conditions réelles de service. Les conditions d'essai proposées dans cette nouvelle Recommandation Electra sont conçues pour offrir une marge de sécurité au moins égale à celle de la Recommandation précédente (Electra n° 72, 1980).

Soulignons que les conditions ambiantes peuvent être plus sévères pour les câbles au papier imprégné lorsqu'ils sont testés à basse température et qu'il existe un écart important entre température minimale et température maximale.

1.2 Domaine d'application

Cette recommandation traite des essais de type, sur échantillon et de routine, et ne traite pas des essais de développement. On part du principe que les essais de développement ont été réalisés concernant les matériaux, la compatibilité, les paramètres de processus, les facteurs de durée de vie et les facteurs théoriques électriques et mécaniques critiques.

La présente recommandation n'est pas destinée à remplacer un système d'Assurance Qualité (AQ). Le système AQ est important et doit être soumis à des négociations séparées entre client et fournisseur.

Les mesures de décharges partielles ne font pas partie des exigences d'essai, mais peuvent s'avérer utiles dans les essais de développement à des fins d'information technique.

Les essais de type décrits sont considérés comme appropriés pour vérifier la capacité des câbles à répondre à l'application prévue. Si l'introduction d'algorithmes de contrôle dans les stations de conversion permet d'augmenter la capacité de transport ou la marge de sécurité, les conditions d'essai peuvent être modifiées en conséquence.

1.5 Définitions

Pour clarifier les différents échantillons nécessaires lors des essais, une définition de ces échantillons a été ajoutée dans le document révisé. On trouvera des explications plus détaillées aux paragraphes 2.1 et 2.5.

Pour les essais de type, une clarification était également nécessaire concernant la zone d'un objet d'essai, notamment pour tester plus d'un objet dans un ensemble de test. Ainsi, par exemple, si une défaillance survient dans la partie câble d'une boucle de test qui contient une jonction, la défaillance est associée à la conception ou à la fabrication du câble et non à la jonction. Les définitions visent à garantir une même interprétation des zones de l'objet de test.

Le rapport entre les tensions d'essai, l'essai de routine et l'essai de cycle de charge, l'essai d'inversion de polarité et l'essai après pose a été conservé tel qu'il est défini dans le n° 72 d'Electra.

Les tensions d'essai ont été réduites dans la présente Recommandation par rapport à la précédente. Il est important de préciser que le Groupe de Travail considère que le régime d'essai pour un câble testé selon la nouvelle recommandation est en aucune manière inférieur au régime d'essai de l'ancienne recommandation, et cela pour les raisons suivantes :

- Aucun phénomène de vieillissement n'a été observé dans les câbles retirés du service jusqu'après 30 ans d'utilisation. En outre, il existe beaucoup de câbles HTCC en service continu sans défaillances électriques.

- On considère que les conditions d'essai les plus sévères (voir section 3.4) pour les câbles à pression sont les hautes températures ambiantes et, pour les câbles imprégnés à masse, les températures ambiantes aussi bien hautes que basses. Les essais sur les câbles à ces températures sont beaucoup plus contraignants que les conditions définies dans le n° 72 d'Electra (1980).

- Le nombre d'échantillons à essayer et le nombre d'essais sont, dans la plupart des cas, supérieurs et jamais inférieurs à ceux spécifiés dans la recommandation précédente.

- Les tensions d'essai d'onde de choc sont basées sur le rapport du GTC 33.21.14-16 (Electra Août 1994) et sont réputées refléter les conditions réelles de service.

Une surcharge signifiant que les spécifications sont dépassées n'est généralement pas acceptée et n'est pas couverte dans la présente recommandation. Une surcharge de câbles à courant continu a un impact différent

sur les contraintes induites par rapport à la surcharge sur les câbles à courant alternatif.

A partir d'une condition de faible charge, il peut être possible de charger temporairement le câble avec un courant supérieur à I_0 en cas d'accord préalable entre client et fournisseur. Si les contraintes induites dépassent les contraintes atteintes dans l'essai de cycle de charge décrit au paragraphe 3.7, on pourra convenir d'essais supplémentaires.

Pendant des périodes de températures ambiantes basses, il est possible de charger en continu le câble avec un courant supérieur à I_0 en cas d'accord préalable entre client et fournisseur. Un tel accord devra être basé sur des calculs utilisant un ensemble complet de paramètres ambiants et, en cas d'accord préalable, peut également servir de base pour les conditions d'essai.

1.6 Conditions d'essai

Toutes les conditions spécifiées dans les normes CEI le cas échéant.

1.7 Caractéristiques des câbles

Il s'agit d'un sujet important, et quelques caractéristiques supplémentaires ont été ajoutées aux définitions qui existaient déjà dans la recommandation du n° 72 d'Electra. La nouvelle liste de définitions a pour objectif de mettre en relief ces caractéristiques qui sont considérées comme importantes pour la conception et l'utilisation du câble ainsi que pour la spécification des paramètres des essais de type.

I_0 (courant assigné)

En cas d'accord sur un ensemble de paramètres (ou sur une fonction) de telle manière qu'il existe une capacité électrique inhérente supplémentaire dans des conditions thermiques (basses) définies, la capacité maximale du courant de charge continu sera définie et sera précisée en fonction de ces paramètres.

Température ambiante minimale et maximale et température du conducteur en °C dans les conditions d'installation

Ces paramètres sont nécessaires pour pouvoir concevoir et calculer les conditions d'utilisation extrêmes du réseau de câble.

object, particularly when testing more than one object in a test assembly. e.g. if a fault occurs in the cable part of a test loop which includes a joint the fault is related to the cable design/manufacturing and not the joint. The definitions are to ensure the same interpretation of test object extensions.

The ratio between the test voltages; Routine Test and Load Cycle Test; Polarity Reversal Test and After Installation Test have been kept the same as for Electra 72.

The test voltages have been reduced in this Recommendation when compared with Electra 72. It is important to state that the Working Group do not consider that the test regime for a cable tested under the new test Recommendation are in any way inferior to the test regime under the old test Recommendation for the following reasons:

- No ageing phenomena has been observed in cables retrieved from service after up to 30 years of operation. In addition there are many HVDC cables in continuous operation in service without electrical failures.

- It is considered that the most severe test conditions (see section 3.4) for pressurised cables is at high ambient temperatures and for mass impregnated cables both at high and at low ambient temperatures. Testing cables at these temperatures is more severe than the conditions stated in Electra 72 (1980).

- The number of test objects and tests will be in most cases increased and never less than those specified in the previous Recommendations.

- The impulse test voltages are based on the report by JWG 33/21/14.16 (Electra August 1994) and are considered to reflect actual operating conditions.

Overload meaning that design criteria are exceeded is normally not accepted and is not covered in this test recommendation. Overload of d.c. cables has a different impact on induced stresses than overload of a.c. cables..

From a low load condition it may be possible to temporarily load the cable with a current higher than I_o if agreed between the purchaser and the manufacturer. If the induced stresses exceed the stresses reached in the Load Cycle Test in sub-section 3.7, additional tests can be agreed upon.

During periods of low ambient temperatures it may be possible to continuously load the cable with a current higher than I_o if agreed between the purchaser and the manufacturer. Such an agreement would have to be based on calculations using a full set of ambient parameters and if agreed it may also be used as the base for the testing conditions.

1.6 Test Conditions

All according to IEC standards where applicable.

1.7 Characteristics of Cables

This is an important area and some additional characteristics have been added to the definitions which previously existed in Electra 72. The purpose of the new list of definitions is to highlight those characteristics which are considered important for the design/operation of the cable and for specification of the parameters for type testing.

I_o (rated Current)

If a set of parameters (or a function) are agreed upon in such a manner that there is an inherent additional power capacity under special (low) thermal conditions, the maximum continuous load current capacity is defined and should be given as a function of these parameters.

Minimum and maximum ambient and conductor temperatures in °C in installed condition

These parameters are needed to be able to design and calculate the extreme operating conditions of the cable system.

The maximum design electric field strength in kV/mm for engineering information.

2. ROUTINE TESTS

2.1 High-Voltage Test at Works

This test is performed on each manufacturing length (often performed immediately after the metallic sheathing). The delivery length normally consists of several manufacturing lengths joined together, this test is therefore optional since the manufacturing length is tested as part of the Factory Acceptance Test, see sub-section 2.5.

2.4 Power Factor Tests

Based upon experience, the lower values are considered more appropriate.

2.5 Factory Acceptance Test

The title Factory Acceptance Test is commonly accepted as the final test before shipment and is normally the take-over test for the laying company. This test is compulsory and is to ensure the integrity of both cable and joints.

3. TYPE TESTS

3.1 General

A test assembly may contain one or more test objects, i.e. cable, joints and termination.

A failure to one of the test objects or the connecting cable is recommended to be considered as an interruption only for the remaining test objects.

In principle, failures outside defined test objects shall not influence the judgement of the object in test. Proper evaluation of the cause shall be mandatory.

In the case of interruptions in testing the tests shall be continued with a repetition of non completed cycles when a sequence of tests is considered as an independent number of cycles/impulses.

3.2 Preparation of Tests

The difference from Electra 72 Recommendations is that the length of the cable test object has been increased to 30 meters. In addition definitions of test objects have been introduced, see section 1.5.

The reason behind the second paragraph in the new Recommendation is that due to limitations in capacity of the test equipment for the final impulse testing, a test loop consisting of more than one test object may have to be broken up into separate test objects. Each test object must still meet the requirements defined in section 1.5.

In a mass impregnated cable there is a pressure build-up during load conditions. For a short length of cable such as the cable test object during type testing, it is essential to introduce a "pressure sealing" at the ends such that the same pressure is maintained

La tenue maximale du champ électrique spécifiée en kV/mm à titre d'information technique.

2. ESSAIS DE ROUTINE

2.1 Essai à haute tension en usine

Cet essai est exécuté sur chaque longueur de fabrication (souvent immédiatement après l'application de la gaine métallique). La longueur de livraison est normalement constituée de plusieurs longueurs de fabrication raccordées ensemble ; cet essai est donc facultatif, car la longueur de fabrication est testée dans le cadre de l'essai de réception en usine (voir paragraphe 2.5).

2.2 Essais de facteur de puissance

Compte tenu de l'expérience, les valeurs inférieures sont considérées comme plus appropriées.

2.5 Essai de réception en usine

L'appellation « essai de réception en usine » désigne couramment l'essai final avant l'expédition et est normalement l'essai ultime avant la prise en charge par la compagnie de pose. Cet essai est obligatoire et vise à garantir l'intégrité à la fois du câble et des jonctions.

3. ESSAIS DE TYPE

3.1 Généralités

Un ensemble d'essai peut contenir un ou plusieurs objets en essai (câble, jonctions et extrémités).

Il est recommandé de ne considérer la défaillance de l'un de ces objets ou du câble de connexion que comme une interruption pour les autres objets en essai.

En principe, des défaillances hors des objets en essai ne devront pas influencer le jugement concernant l'objet mesuré. Une évaluation correcte de la cause est obligatoire.

En cas d'interruptions pendant les essais, il conviendra de poursuivre ceux-ci en répétant les cycles non terminés lorsqu'une séquence d'essais est considérée comme un nombre indépendant de cycles ou de chocs.

3.2 Préparation des essais

La différence avec les recommandations du n° 72 d'Electra est que la longueur de l'échantillon de câble a été portée à 30 mètres. En outre, des définitions des objets en essai ont été ajoutées (voir section 1.5).

L'existence du second paragraphe dans la nouvelle recommandation s'explique par les limites de la capacité du matériel d'essai pour l'essai de choc final ; il peut s'avérer nécessaire de diviser en objets séparés une boucle d'essai constituée de plusieurs objets. Chaque objet doit alors répondre aux exigences définies à la section 1.5.

Dans un câble imprégné à masse, il se produit une accumulation de pression pendant les conditions de charge. Si l'objet d'essai pour un essai de type est un câble de courte longueur, il est essentiel de placer un « joint étanche à la pression » aux extrémités de manière à conserver la même pression tout du long de l'objet de test. S'il y a un gradient de pression le long de l'échantillon, on aura un écoulement axial de l'huile et l'objet de test ne sera pas soumis aux dynamiques appropriées et correctes de pression interne. Quelques méthodes pour obtenir un « joint étanche à la pression » sont décrites ci-dessous.

- « Câble long »
- Joints d'arrêt
- Congélation du câble

« Câble long »

Si l'on teste un câble suffisamment long, il n'y aura pas d'écoulement axial de l'huile dans la partie centrale du câble qui constitue l'objet en essai. La longueur de câble nécessaire pour un câble long dépend : de la viscosité de l'imprégnant, de la température du câble, des types de papier, du type de conducteur et du type d'isolation.

Le constructeur doit démontrer l'absence d'écoulement axial de l'huile.

Extrémités étanches, joints d'arrêt

En plaçant des extrémités étanches sur le câble, capables de résister à la pression accumulée dans le câble. Le joint doit empêcher à la fois la fuite d'huile hors du câble et l'entrée d'huile dans le câble.

Le constructeur doit démontrer l'absence d'écoulement axial de l'huile.

Congélation du câble

La congélation doit être réalisée à une température adéquate et sur une distance telle que cela empêche l'imprégnant de s'écouler.

Le constructeur doit démontrer l'absence d'écoulement axial de l'huile.

3.4 Conditions ambiantes

L'actuelle révision de la recommandation CIGRE publiée dans le n° 72 d'Electra contient une option pour tester les câbles pour des profondeurs d'eau au-dessous de 150 m sous la forme d'un essai combinant contrainte mécanique maximale et surpression externe pendant les essais électriques, mais néanmoins avec θ_c maximum, $\Delta\theta_{ins}$ (et $\Delta\theta$ total).

Dans la présente révision, la réduction de la tension d'essai est combinée avec une proposition d'essai aux conditions réelles de service.

Pour un câble sous-marin, il peut exister un certain nombre de conditions ambiantes différentes le long de sa route. On distingue deux cas principaux, à savoir la ou les sections en eau profonde et la ou les sections en terre ferme ou en eau peu profonde.

3.5 Conditions de charge

Le courant pendant la charge doit refléter les conditions réelles de service ; il doit pour cela être défini à une valeur au moins égale au courant continu assigné pour toute l'installation du câble. Aucune condition de surcharge n'est prise en compte.

3.6 Essais mécaniques

Les essais mécaniques sont expliqués en détail dans la recommandation révisée du n° 171 d'Electra, d'avril 1997.

Explication de la Figure 2

La figure 2 du n° 72 d'Electra a été remplacée, car la construction d'un tel diviseur de tension n'est pas pratique.

Dans la nouvelle figure 2, l'échantillon testé est relié à un générateur de chocs en passant par un intervalle de décharge entre sphères, et le diviseur de tension est relié au côté du générateur de chocs de cet intervalle afin que le voltmètre qui mesure la valeur crête des chocs démarre à zéro.

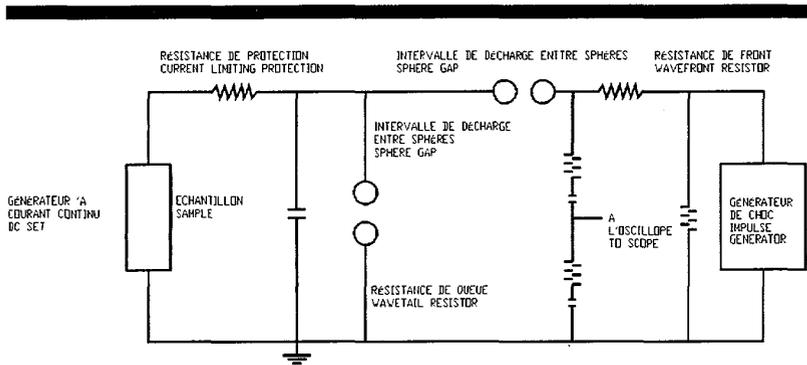


Figure 2. Dans ce circuit, le condensateur de blocage est remplacé par un intervalle de décharge entre sphères et le diviseur de tension est connecté du côté du générateur de chocs.

Figure 2. In this circuit the blocking capacitor is replaced by a sphere gap and the impulse voltage divider connected to the impulse generator side.

along the entire test object. If there is a pressure gradient along the test object there will be an axial oil flow and the test object will not experience the relevant and correct internal pressure dynamics. Some methods on how to accomplish a "pressure sealing" are outlined below.

- "Long cable"
- Stop joints
- Freezing of cable

"Long cable"

When testing a sufficiently long cable the axial oil flow will not be present in the centre part of the cable which forms the test object. The length of cable needed to for a long cable is dependent upon: viscosity of impregnant, temperature in cable, paper types, conductor and insulation design.

The manufacturer should demonstrate that the axial oil flow is not present.

Sealing ends, stop joints

By introducing sealing ends to the cable that can withstand the length pressure build up in the cable. The joint must prevent both draining of cable and feeding of oil into the cable.

The manufacturer should demonstrate that the axial oil flow is not present.

Freezing of cable

The freezing must be completed at an adequate temperature and over such a distance that the axial flow of impregnant is prevented.

The manufacturer should demonstrate that the axial oil flow is not present.

3.4 Ambient Conditions

The existing revision of CIGRE Recommendation Electra no 72 contains an option for testing of cable for water depths below 150 m as a test combining maximum mechanical stress with external over pressure during electrical testing but all the same with maximum θ_c , $\Delta\theta_{ins}$ (and total $\Delta\theta$).

In this revision, the reduction in test voltage is combined with a proposed testing at the actual conditions of the cable in operation.

For a submarine cable a number of different ambient conditions may exist along the route. There are two main cases e.g. deep water section(s) and landfall/shallow water section(s).

3.5 Load Conditions

The current during loading is to reflect real operating conditions by defining the load current to be not less than the designed continuous rated current for the entire cable installation. No overload conditions are considered.

3.6 Mechanical Tests

The mechanical tests are explained in detail in the revised Electra 171, April 1997.

Explanation of Figure 2

Figure 2 of Electra 72 has been replaced as it is not practical to construct such a voltage divider.

In the new Figure 2 the tested sample is connected to the impulse generator through a sphere gap and the divider is connected to the impulse voltage generator side of the sphere gap to ensure that the impulse peak voltmeter starts at zero voltage.

APPENDIX

1. INTRODUCTION

The purpose of this Appendix is to explain the reasons for the changes made in this Recommendation to the previous Electra 72. Only points that are in need of further explanation and not covered in the main document are contained in this Appendix.

Generally the changes to Electra 72 which have been made in the revised Recommendation are based on the developing experience in this area of cable technology and on the best opinion of the gathered group of experts who formed this Working Group.

The sections and sub-sections in this appendix refer to the main document.

1.1 Background

The WG 21.02 received its scope of work from SC 21 in 1993. The scope of work was to revise Electra 72 (1980). *"Since the combination of electrical stresses, thermal and mechanical conditions in the Loading Cycle and Polarity Reversal Test do not always comply with the real conditions to which the cable will be subjected to during service."* *"Also the existing recommendation (1980) does not give any guidance to the level of test-voltage which should be applied with respect to transient over-voltages."*

The voltage has been extended up to 800 kV. Current commercial installations have rated voltages up to and including 500 kV. A rated voltage of 800 kV is already under discussion for future HVDC installations. If developments in the voltage range up to 800 kV identify the need for further test

changes, it is expected a new revision of the Recommendation will be initiated.

The ageing phenomena of HVDC cables has been studied on several occasions. The best way of examining this phenomena is to examine cables that have been in service for several years. Several cable links have experienced external mechanical damage after installation and this has resulted in failures which has led to repair work. Samples of cable retrieved during repair work have been tested to establish if any electrical ageing had occurred. So far there has been no electrical ageing noted in these cables. At least two official reports are available, Gotland (Electra 21-302, 1992) and ICC 1992 Joseph Jue B.C. Hydro *"Report on the test of a 260kV HVDC submarine cable"*.

Ageing of cable insulating paper is caused by excessive temperature, and/or by discharges of sufficient magnitude to convert cellulose to carbon which leads to tracking. Excellent long term service experience, and improved understanding of the relationships between stress, temperature and internal pressure has provided a basis for adopting new test values.

The philosophy of type tests has been changed so as to perform the testing under conditions simulating the actual operating conditions. The test conditions proposed under this new Electra Recommendation are considered to give a safety margin at least equal to that in the previous Electra Recommendation (no. 72, 1980)

It should be noted that the ambient conditions may be more severe for MI

cables when tested at low temperature and there is a large difference in minimum and maximum temperature conditions.

1.2 Scope

This Recommendation covers type, sample and routine tests and does not cover development tests. It is assumed that development testing has been performed regarding materials, compatibility, process parameters, life time factors and critical electrical and mechanical design factors.

This Recommendation is not intended to take the place of a QA system. The QA system is important and should be the subject of separate negotiations between purchaser and manufacturer.

Partial discharge measurements are not included as a test requirement, but may be useful in development tests for engineering information purposes.

The type tests described are considered to be relevant to verify the cables ability to meet the intended application. If by the introduction of control algorithms in converter stations it is possible to achieve additional transmission capacity or increased safety margin the test conditions may be modified accordingly.

1.5 Definitions

In order to clarify the different test objects required during testing, definitions of the objects have been added in the revised document. More detailed explanation is given in sub-section 2.1 and 2.5

For type testing a clarification was also needed regarding the extent of a test

tes, température et pression interne ont servi de base pour l'adoption de nouvelles valeurs d'essai.

L'approche de ce type d'essais a été modifiée de manière à exécuter ces essais dans des conditions simulant les conditions réelles de service. Les conditions d'essai proposées dans cette nouvelle Recommandation Electra sont conçues pour offrir une marge de sécurité au moins égale à celle de la Recommandation précédente (Electra n° 72, 1980).

Soulignons que les conditions ambiantes peuvent être plus sévères pour les câbles au papier imprégné lorsqu'ils sont testés à basse température et qu'il existe un écart important entre température minimale et température maximale.

1.2 Domaine d'application

Cette recommandation traite des essais de type, sur échantillon et de routine, et ne traite pas des essais de développement. On part du principe que les essais de développement ont été réalisés concernant les matériaux, la compatibilité, les paramètres de processus, les facteurs de durée de vie et les facteurs théoriques électriques et mécaniques critiques.

La présente recommandation n'est pas destinée à remplacer un système d'Assurance Qualité (AQ). Le système AQ est important et doit être soumis à des négociations séparées entre client et fournisseur.

Les mesures de décharges partielles ne font pas partie des exigences d'essai, mais peuvent s'avérer utiles dans les essais de développement à des fins d'information technique.

Les essais de type décrits sont considérés comme appropriés pour vérifier la capacité des câbles à répondre à l'application prévue. Si l'introduction d'algorithmes de contrôle dans les stations de conversion permet d'augmenter la capacité de transport ou la marge de sécurité, les conditions d'essai peuvent être modifiées en conséquence.

1.5 Définitions

Pour clarifier les différents échantillons nécessaires lors des essais, une définition de ces échantillons a été ajoutée dans le document révisé. On trouvera des explications plus détaillées aux paragraphes 2.1 et 2.5.

Pour les essais de type, une clarification était également nécessaire concernant la zone d'un objet d'essai, notamment pour tester plus d'un objet dans un ensemble de test. Ainsi, par exemple, si une défaillance survient dans la partie câble d'une boucle de test qui contient une jonction, la défaillance est associée à la conception ou à la fabrication du câble et non à la jonction. Les définitions visent à garantir une même interprétation des zones de l'objet de test.

Le rapport entre les tensions d'essai, l'essai de routine et l'essai de cycle de charge, l'essai d'inversion de polarité et l'essai après pose a été conservé tel qu'il est défini dans le n° 72 d'Electra.

Les tensions d'essai ont été réduites dans la présente Recommandation par rapport à la précédente. Il est important de préciser que le Groupe de Travail considère que le régime d'essai pour un câble testé selon la nouvelle recommandation est en aucune manière inférieur au régime d'essai de l'ancienne recommandation, et cela pour les raisons suivantes :

- Aucun phénomène de vieillissement n'a été observé dans les câbles retirés du service jusqu'après 30 ans d'utilisation. En outre, il existe beaucoup de câbles HTCC en service continu sans défaillances électriques.

- On considère que les conditions d'essai les plus sévères (voir section 3.4) pour les câbles à pression sont les hautes températures ambiantes et, pour les câbles imprégnés à masse, les températures ambiantes aussi bien hautes que basses. Les essais sur les câbles à ces températures sont beaucoup plus contraignants que les conditions définies dans le n° 72 d'Electra (1980).

- Le nombre d'échantillons à essayer et le nombre d'essais sont, dans la plupart des cas, supérieurs et jamais inférieurs à ceux spécifiés dans la recommandation précédente.

- Les tensions d'essai d'onde de choc sont basées sur le rapport du GTC 33.21.14-16 (Electra Août 1994) et sont réputées refléter les conditions réelles de service.

Une surcharge signifiant que les spécifications sont dépassées n'est généralement pas acceptée et n'est pas couverte dans la présente recommandation. Une surcharge de câbles à courant continu a un impact différent

sur les contraintes induites par rapport à la surcharge sur les câbles à courant alternatif.

A partir d'une condition de faible charge, il peut être possible de charger temporairement le câble avec un courant supérieur à I_0 en cas d'accord préalable entre client et fournisseur. Si les contraintes induites dépassent les contraintes atteintes dans l'essai de cycle de charge décrit au paragraphe 3.7, on pourra convenir d'essais supplémentaires.

Pendant des périodes de températures ambiantes basses, il est possible de charger en continu le câble avec un courant supérieur à I_0 en cas d'accord préalable entre client et fournisseur. Un tel accord devra être basé sur des calculs utilisant un ensemble complet de paramètres ambiants et, en cas d'accord préalable, peut également servir de base pour les conditions d'essai.

1.6 Conditions d'essai

Toutes les conditions spécifiées dans les normes CEI le cas échéant.

1.7 Caractéristiques des câbles

Il s'agit d'un sujet important, et quelques caractéristiques supplémentaires ont été ajoutées aux définitions qui existaient déjà dans la recommandation du n° 72 d'Electra. La nouvelle liste de définitions a pour objectif de mettre en relief ces caractéristiques qui sont considérées comme importantes pour la conception et l'utilisation du câble ainsi que pour la spécification des paramètres des essais de type.

I_0 (courant assigné)

En cas d'accord sur un ensemble de paramètres (ou sur une fonction) de telle manière qu'il existe une capacité électrique inhérente supplémentaire dans des conditions thermiques (basses) définies, la capacité maximale du courant de charge continu sera définie et sera précisée en fonction de ces paramètres.

Température ambiante minimale et maximale et température du conducteur en °C dans les conditions d'installation

Ces paramètres sont nécessaires pour pouvoir concevoir et calculer les conditions d'utilisation extrêmes du réseau de câble.

object, particularly when testing more than one object in a test assembly. e.g. if a fault occurs in the cable part of a test loop which includes a joint the fault is related to the cable design/manufacturing and not the joint. The definitions are to ensure the same interpretation of test object extensions.

The ratio between the test voltages; Routine Test and Load Cycle Test; Polarity Reversal Test and After Installation Test have been kept the same as for Electra 72.

The test voltages have been reduced in this Recommendation when compared with Electra 72. It is important to state that the Working Group do not consider that the test regime for a cable tested under the new test Recommendation are in any way inferior to the test regime under the old test Recommendation for the following reasons:

- No ageing phenomena has been observed in cables retrieved from service after up to 30 years of operation. In addition there are many HVDC cables in continuous operation in service without electrical failures.

- It is considered that the most severe test conditions (see section 3.4) for pressurised cables is at high ambient temperatures and for mass impregnated cables both at high and at low ambient temperatures. Testing cables at these temperatures is more severe than the conditions stated in Electra 72 (1980).

- The number of test objects and tests will be in most cases increased and never less than those specified in the previous Recommendations.

- The impulse test voltages are based on the report by JWG 33/21/14.16 (Electra August 1994) and are considered to reflect actual operating conditions.

Overload meaning that design criteria are exceeded is normally not accepted and is not covered in this test recommendation. Overload of d.c. cables has a different impact on induced stresses than overload of a.c. cables..

From a low load condition it may be possible to temporarily load the cable with a current higher than I_o if agreed between the purchaser and the manufacturer. If the induced stresses exceed the stresses reached in the Load Cycle Test in sub-section 3.7, additional tests can be agreed upon.

During periods of low ambient temperatures it may be possible to continuously load the cable with a current higher than I_o if agreed between the purchaser and the manufacturer. Such an agreement would have to be based on calculations using a full set of ambient parameters and if agreed it may also be used as the base for the testing conditions.

1.6 Test Conditions

All according to IEC standards where applicable.

1.7 Characteristics of Cables

This is an important area and some additional characteristics have been added to the definitions which previously existed in Electra 72. The purpose of the new list of definitions is to highlight those characteristics which are considered important for the design/operation of the cable and for specification of the parameters for type testing.

I_o (rated Current)

If a set of parameters (or a function) are agreed upon in such a manner that there is an inherent additional power capacity under special (low) thermal conditions, the maximum continuous load current capacity is defined and should be given as a function of these parameters.

Minimum and maximum ambient and conductor temperatures in °C in installed condition

These parameters are needed to be able to design and calculate the extreme operating conditions of the cable system.

The maximum design electric field strength in kV/mm for engineering information.

2. ROUTINE TESTS

2.1 High-Voltage Test at Works

This test is performed on each manufacturing length (often performed immediately after the metallic sheathing). The delivery length normally consists of several manufacturing lengths joined together, this test is therefore optional since the manufacturing length is tested as part of the Factory Acceptance Test, see sub-section 2.5.

2.4 Power Factor Tests

Based upon experience, the lower values are considered more appropriate.

2.5 Factory Acceptance Test

The title Factory Acceptance Test is commonly accepted as the final test before shipment and is normally the take-over test for the laying company. This test is compulsory and is to ensure the integrity of both cable and joints.

3. TYPE TESTS

3.1 General

A test assembly may contain one or more test objects, i.e. cable, joints and termination.

A failure to one of the test objects or the connecting cable is recommended to be considered as an interruption only for the remaining test objects.

In principle, failures outside defined test objects shall not influence the judgement of the object in test. Proper evaluation of the cause shall be mandatory.

In the case of interruptions in testing the tests shall be continued with a repetition of non completed cycles when a sequence of tests is considered as an independent number of cycles/impulses.

3.2 Preparation of Tests

The difference from Electra 72 Recommendations is that the length of the cable test object has been increased to 30 meters. In addition definitions of test objects have been introduced, see section 1.5.

The reason behind the second paragraph in the new Recommendation is that due to limitations in capacity of the test equipment for the final impulse testing, a test loop consisting of more than one test object may have to be broken up into separate test objects. Each test object must still meet the requirements defined in section 1.5.

In a mass impregnated cable there is a pressure build-up during load conditions. For a short length of cable such as the cable test object during type testing, it is essential to introduce a "pressure sealing" at the ends such that the same pressure is maintained

La tenue maximale du champ électrique spécifiée en kV/mm à titre d'information technique.

2. ESSAIS DE ROUTINE

2.1 Essai à haute tension en usine

Cet essai est exécuté sur chaque longueur de fabrication (souvent immédiatement après l'application de la gaine métallique). La longueur de livraison est normalement constituée de plusieurs longueurs de fabrication raccordées ensemble ; cet essai est donc facultatif, car la longueur de fabrication est testée dans le cadre de l'essai de réception en usine (voir paragraphe 2.5).

2.4 Essais de facteur de puissance

Compte tenu de l'expérience, les valeurs inférieures sont considérées comme plus appropriées.

2.5 Essai de réception en usine

L'appellation « essai de réception en usine » désigne couramment l'essai final avant l'expédition et est normalement l'essai ultime avant la prise en charge par la compagnie de pose. Cet essai est obligatoire et vise à garantir l'intégrité à la fois du câble et des jonctions.

3. ESSAIS DE TYPE

3.1 Généralités

Un ensemble d'essai peut contenir un ou plusieurs objets en essai (câble, jonctions et extrémités).

Il est recommandé de ne considérer la défaillance de l'un de ces objets ou du câble de connexion que comme une interruption pour les autres objets en essai.

En principe, des défaillances hors des objets en essai ne devront pas influencer le jugement concernant l'objet mesuré. Une évaluation correcte de la cause est obligatoire.

En cas d'interruptions pendant les essais, il conviendra de poursuivre ceux-ci en répétant les cycles non terminés lorsqu'une séquence d'essais est considérée comme un nombre indépendant de cycles ou de chocs.

3.2 Préparation des essais

La différence avec les recommandations du n° 72 d'Electra est que la longueur de l'échantillon de câble a été portée à 30 mètres. En outre, des définitions des objets en essai ont été ajoutées (voir section 1.5).

L'existence du second paragraphe dans la nouvelle recommandation s'explique par les limites de la capacité du matériel d'essai pour l'essai de choc final ; il peut s'avérer nécessaire de diviser en objets séparés une boucle d'essai constituée de plusieurs objets. Chaque objet doit alors répondre aux exigences définies à la section 1.5.

Dans un câble imprégné à masse, il se produit une accumulation de pression pendant les conditions de charge. Si l'objet d'essai pour un essai de type est un câble de courte longueur, il est essentiel de placer un « joint étanche à la pression » aux extrémités de manière à conserver la même pression tout du long de l'objet de test. S'il y a un gradient de pression le long de l'échantillon, on aura un écoulement axial de l'huile et l'objet de test ne sera pas soumis aux dynamiques appropriées et correctes de pression interne. Quelques méthodes pour obtenir un « joint étanche à la pression » sont décrites ci-dessous.

- « Câble long »
- Joints d'arrêt
- Congélation du câble

« Câble long »

Si l'on teste un câble suffisamment long, il n'y aura pas d'écoulement axial de l'huile dans la partie centrale du câble qui constitue l'objet en essai. La longueur de câble nécessaire pour un câble long dépend : de la viscosité de l'imprégnant, de la température du câble, des types de papier, du type de conducteur et du type d'isolation.

Le constructeur doit démontrer l'absence d'écoulement axial de l'huile.

Extrémités étanches, joints d'arrêt

En plaçant des extrémités étanches sur le câble, capables de résister à la pression accumulée dans le câble. Le joint doit empêcher à la fois la fuite d'huile hors du câble et l'entrée d'huile dans le câble.

Le constructeur doit démontrer l'absence d'écoulement axial de l'huile.

Congélation du câble

La congélation doit être réalisée à une température adéquate et sur une distance telle que cela empêche l'imprégnant de s'écouler.

Le constructeur doit démontrer l'absence d'écoulement axial de l'huile.

3.4 Conditions ambiantes

L'actuelle révision de la recommandation CIGRE publiée dans le n° 72 d'Electra contient une option pour tester les câbles pour des profondeurs d'eau au-dessous de 150 m sous la forme d'un essai combinant contrainte mécanique maximale et surpression externe pendant les essais électriques mais néanmoins avec θ_c maximum $\Delta\theta_{ins}$ (et Δq total).

Dans la présente révision, la réduction de la tension d'essai est combinée avec une proposition d'essai aux conditions réelles de service.

Pour un câble sous-marin, il peut exister un certain nombre de conditions ambiantes différentes le long de sa route. On distingue deux cas principaux, à savoir la ou les sections en eau profonde et la ou les sections en terre ferme ou en eau peu profonde.

3.5 Conditions de charge

Le courant pendant la charge doit refléter les conditions réelles de service ; il doit pour cela être défini à une valeur au moins égale au courant continu assigné pour toute l'installation du câble. Aucune condition de surcharge n'est prise en compte.

3.6 Essais mécaniques

Les essais mécaniques sont expliqués en détail dans la recommandation révisée du n° 171 d'Electra, d'avril 1997.

Explication de la Figure 2

La figure 2 du n° 72 d'Electra a été remplacée, car la construction d'un tel diviseur de tension n'est pas pratique.

Dans la nouvelle figure 2, l'échantillon testé est relié à un générateur de chocs en passant par un intervalle de décharge entre sphères, et le diviseur de tension est relié au côté du générateur de chocs de cet intervalle afin que le voltmètre qui mesure la valeur crête des chocs démarre à zéro.

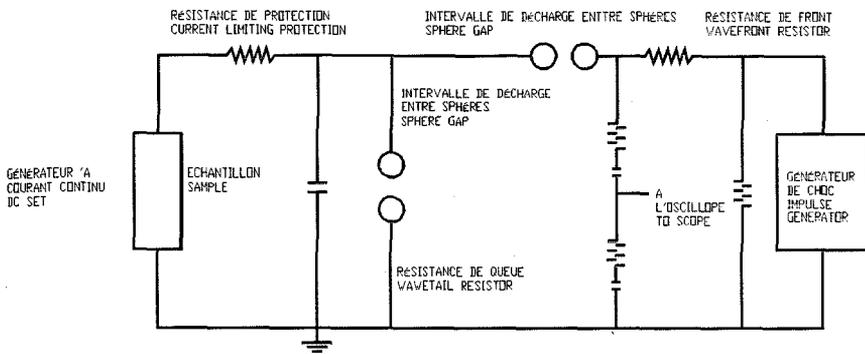


Figure 2. Dans ce circuit, le condensateur de blocage est remplacé par un intervalle de décharge entre sphères et le diviseur de tension est connecté du côté du générateur de chocs.

Figure 2. In this circuit the blocking capacitor is replaced by a sphere gap and the impulse voltage divider connected to the impulse generator side.

along the entire test object. If there is a pressure gradient along the test object there will be an axial oil flow and the test object will not experience the relevant and correct internal pressure dynamics. Some methods on how to accomplish a "pressure sealing" are outlined below.

- "Long cable"
- Stop joints
- Freezing of cable

"Long cable"

When testing a sufficiently long cable the axial oil flow will not be present in the centre part of the cable which forms the test object. The length of cable needed to for a long cable is dependent upon: viscosity of impregnant, temperature in cable, paper types, conductor and insulation design.

The manufacturer should demonstrate that the axial oil flow is not present.

Sealing ends, stop joints

By introducing sealing ends to the cable that can withstand the length pressure build up in the cable. The joint must prevent both draining of cable and feeding of oil into the cable.

The manufacturer should demonstrate that the axial oil flow is not present.

Freezing of cable

The freezing must be completed at an adequate temperature and over such a distance that the axial flow of impregnant is prevented.

The manufacturer should demonstrate that the axial oil flow is not present.

3.4 Ambient Conditions

The existing revision of CIGRE Recommendation Electra no 72 contains an option for testing of cable for water depths below 150 m as a test combining maximum mechanical stress with external over pressure during electrical testing but all the same with maximum θ_c , $\Delta\theta_{ins}$ (and total $\Delta\theta$).

In this revision, the reduction in test voltage is combined with a proposed testing at the actual conditions of the cable in operation.

For a submarine cable a number of different ambient conditions may exist along the route. There are two main cases e.g. deep water section(s) and landfall/shallow water section(s).

3.5 Load Conditions

The current during loading is to reflect real operating conditions by defining the load current to be not less than the designed continuous rated current for the entire cable installation. No overload conditions are considered.

3.6 Mechanical Tests

The mechanical tests are explained in detail in the revised Electra 171, April 1997.

Explanation of Figure 2

Figure 2 of Electra 72 has been replaced as it is not practical to construct such a voltage divider.

In the new Figure 2 the tested sample is connected to the impulse generator through a sphere gap and the divider is connected to the impulse voltage generator side of the sphere gap to ensure that the impulse peak voltmeter starts at zero voltage.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado, Nº 202202184, Fecha Visado: 20/05/2022, Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion, Cod.Ver: 91531979, Nº Colegiado: 18068, Colegiado: NICOLAS CIENCHA PRADILLO

622

Recommendations for Testing DC Transition Joints for Power Transmission at a Rated Voltage Up To 500KV

**Working Group
B1.42**

June 2015



RECOMMENDATIONS FOR TESTING DC TRANSITION JOINTS FOR POWER TRANSMISSION AT A RATED VOLTAGE UP TO 500KV

WG B1.42

Members

G. Evenset, **Convenor** (NO), B.Sonerud, **Secretary** (NO),

Marco Albertini (IT), Txús Correa (ES), Ivan Jovanovic (US) , Tae-Ho Lee (KR), Mohamed Mammeri (FR), Hiroshi Niinobe (JP), Peter Sunnegårdh (SE), Roman Svoma (GB), Minh Nguyen Tuan (FR), Volker Werle (DE)

Corresponding

Zheng-Zheng Chen (CH), Bruno Brijs (BE), Anders Jensen (DK), Pascal Streit (CH)

Copyright © 2015

“Ownership of a CIGRE publication, whether in paper form or on electronic support only infers right of use for personal purposes. Unless explicitly agreed by CIGRE in writing, total or partial reproduction of the publication and/or transfer to a third party is prohibited other than for personal use by CIGRE Individual Members or for use within CIGRE Collective Member organisations. Circulation on any intranet or other company network is forbidden for all persons. As an exception, CIGRE Collective Members only are allowed to reproduce the publication.”

Disclaimer notice

“CIGRE gives no warranty or assurance about the contents of this publication, nor does it accept any responsibility, as to the accuracy or exhaustiveness of the information. All implied warranties and conditions are excluded to the maximum extent permitted by law”.



ISBN : 978-2-85873-325-5

Recommendations for Testing DC Transition Joints for Power Transmission at a Rated Voltage up to 500kV

Table of Contents

EXECUTIVE SUMMARY	3
1 Introduction.....	3
1.1 Background	3
1.2 Scope.....	4
1.3 Condition assessment	4
2 Definitions.....	4
2.1 Definitions of tests	4
2.2 Test Cables and Transition Joint Characteristics	5
2.3 Definitions of Test voltages	6
2.4 Thermal cable design parameters.....	8
2.5 Thermal conditions for tests	8
2.6 Conditions for test.....	8
3 Development Tests	10
3.1 Electrical Development Tests	10
3.2 Non-Electrical Development Tests	10
4 Routine Test.....	10
4.1 Extruded Cable Side of the Transition Joint	10
4.2 Paper Cable Side of the Transition Joint.....	11
4.3 Test on external housing	11
5 Sample Test	11
6 Type Test	11
6.1 General.....	11
6.2 Range of Type Test Approval.....	12
6.3 Type Test Arrangement.....	12
6.4 Type Test Procedure	13
7 Prequalification Test.....	16
7.1 General and Range of Prequalification Test Approval	16
7.2 Summary of prequalification tests	16
7.3 Test arrangement	17
7.4 Long duration voltage test	17
7.5 Superimposed impulse voltage test (optional)	18
7.6 Examination	19
7.7 Success criteria, re-testing and interruptions	19
8 Electrical Test after Installation	19
References	20
Appendix A: Back-to-back Transition Joint with two insulators.....	22
Appendix B: Temperature distribution in transition joints with dissimilar cable insulation	23
Appendix C: Terms of Reference.....	26

EXECUTIVE SUMMARY

HVDC cables with lapped insulation systems have been in operation since the 1950s and this technology is still dominating for long cable circuits at the highest voltage levels. Most of the lapped cable systems are based on kraft paper impregnated with a high viscous mass, but self contained fluid filled cables are also in operation in HVDC systems. Polypropylene laminated paper impregnated with low viscous oil is also in service and mass impregnated PPL insulation systems are developed.

Extruded insulation systems have been gradually introduced in the market the last two decades. Starting at a voltage level of 80 kV in the late 90s this cable technology is today dominating for voltage levels up to 320 kV. Further development of the technology for higher voltage levels is expected.

The number of HVDC circuits in operation has increased significantly for many years and it is expected that joints between paper lapped cables and extruded cables will be required in the near future. Transition joints may be required in new systems using different cable technologies along the route or for rerouting/replacement of parts of existing cable systems.

This brochure gives recommendations on how transition joints between lapped insulation systems and extruded insulation systems shall be qualified. The tests are as far as applicable based on Cigre recommendations in TB496, TB415 and tests specified for lapped HVDC cables published in Electra No. 189. There is a large variation in the maximum conductor temperature for the different insulation systems which needs to be taken into account during system engineering and testing. Some of the insulation systems are limited to 50 °C operating temperature and others are designed to operate at 90 °C. The axial heat transfer in the transition joint may therefore be high and has to be considered. An example of such calculation is included in the brochure.

1 Introduction

1.1 Background

Mass Impregnated Paper Cables (MI) has been used predominantly in HVDC applications since the 1950s. Gas filled (GF) as well as Self Contained Fluid Filled (SCFF) HVDC cables were also used, however the widespread use of XLPE in AC transmission and distribution networks and further research and development in polymeric insulation has resulted in the use of XLPE also for HVDC applications. In the 1990s, interest in Polypropylene Laminate Paper (PPL) for use in SCFF cables resulted in the application of this technology not only for EHV AC, but also in HVDC. Mass impregnated PPL has also been developed specifically for HVDC applications.

Gradually over the last decade the voltage of the HVDC XLPE projects has increased and it is probable that interconnection between XLPE, MI and PPL MI will be necessary as the networks are reconfigured in the future, to form diversions or as part of a repair. New projects may use combinations of technologies depending on markets, voltage levels, manufacturing technologies and project risk profiles. The connection between the different cable systems is likely to be a complex prospect as some of the specified cable operating temperatures are different at this moment in time (50°-55°C for MI, 70°C-90°C for XLPE and 85°C-90°C for PPL/MI and fluid-filled). The cable systems may be type tested and qualified to operate for different HVDC converter technologies (VSC or LCC).

CIGRE set up WG B1.42 to review this subject and issue a brochure to include:

- A review of the existing recommendations and standards and the extent to which they cover the testing of transition joints.
- Installation considerations and how the testing and specification impact project applications
- Definition of test regimes for transition joints for routine, sample, type, prequalification and after installation tests.

The tests in this recommendation are mainly based on recommendations in TB 496 [1], TB 415 [2] and Electra No. 189 [3].

1.2 Scope

The purpose of these new recommendations is to give general guidance for tests on DC transition joints for power transmission. These recommendations are valid for transition joints between paper-insulated oil filled/mass impregnated cables, including PPL, and extruded insulation cables with rated voltage up to 500 kV. Pipe type and gas pressurized cables are not considered. Concentric cables with low voltage return insulation are considered, but not bi-pole concentric cables. Transition joints for single core and multi core cables (i.e. cables with individual metallic screen, but common armour) are covered. Both land and submarine transition joints are covered.

Different types of transition joints can be used to connect oil-filled/mass impregnated to extruded insulated HVDC cables, for example a back-to-back transition joint [4] [5] (see Appendix A). Each manufacturer may have different solutions. Y branched joints are not considered within these guidelines. Tests on joints between cables with similar type of insulation are not considered in this document (covered by TB 496), even if they are used between cables with different conductors or different screens [1].

Although the application of high voltage transition joints for interconnection of different cable systems is likely to increase, the quantity of transition joints compared to the quantity of standard accessories required will be low. There will also be a large variety of cable constructions which have to be connected using transition joints.

The number of type tests that can be performed may be limited due to the availability of suitable paper insulated cables, thus guidance is given in **6.1 General**.

Comments on the need for a prequalification test are also made.

1.3 Condition assessment

In some cases the existing paper cables on which a transition joint will be installed, have been in service for many years and hence diagnostic tests may be advisable to assess the cable condition. A review of applicable procedures is given in reference [6].

In the event that the cable is found to be in as-new condition then it would generally be considered unnecessary to carry out any special diagnostic tests after installation of a transition joint.

Practices for maintenance of HV cable circuits are described in reference [7, 8, 9] and are not considered further in this report.

2 Definitions

2.1 Definitions of tests

Where applicable, test definitions are in line with IEC 60840 [10] and IEC 62067 [11].

Development tests Tests made during the development of the cable system.

Prequalification test Test made before supplying on a general commercial basis a type of cable system covered by this recommendation, in order to demonstrate satisfactory long term performance of the complete cable system.

Note 1: *The prequalification test need only be carried out once unless there is a substantial change in the cable system with respect to material, manufacturing process, design or design electrical stress levels.*

Note 2: *A substantial change is defined as that which might adversely affect the performance of the cable system. The supplier should provide a detailed case, including test evidence, if modifications are introduced, which are claimed not to constitute a substantial change.*

Type tests Tests made before supplying on a general commercial basis a type of cable system covered by this recommendation, in order to demonstrate satisfactory performance characteristics to meet the intended application.

Note: *Once successfully completed, these tests need not be repeated, unless changes are made in the cable or accessory with respect to materials, manufacturing process, design or design electrical stress levels, which might adversely change the performance characteristics.*

- Routine tests** Tests made by the manufacturer on each manufactured component (length of cable or accessory) to check that the component meets the specified requirements.
- Sample tests** Tests made by the manufacturer on samples of complete cable or components taken from a complete cable or accessory, at a specified frequency, so as to verify that the finished product meets the specified requirements.
- Tests after installation** Tests made to demonstrate the integrity of the cable system as installed.

2.2 Test Cables and Transition Joint Characteristics

Where applicable, definitions are in line with IEC 60840 [10] and IEC 62067 [11].

- Cable system** A cable system consists of cables with installed accessories. Cable accessories are typically joints and terminations. There may be other types of accessories associated with a cable system (e.g. measuring devices or fixtures). These need only to be incorporated in the test objects to the extent that they are deemed to have an impact on the operational characteristics of the cable system.
- Test object** A test object is a cable length or an accessory to be subjected to testing.
- Return cable** A return cable is the low/medium voltage DC cable used for the return current in monopolar operation of HVDC schemes. The return cable can either be connected over the full length between the converters or only be connected for part of the length connecting a converter to an electrode station.
- Transmission cable** A transmission cable refers to the high voltage cable of a monopolar or bipolar scheme. The term is used in this document where appropriate to distinguish from the return cable.
- Integrated return conductor** A high voltage transmission cable with a coaxial return conductor and low voltage return conductor insulation.
- Test loop** A test loop is a combination of series connected test objects simultaneously under test (Figure 1).
- Test set-up** A test set-up is a combination of clearly separate test loops. A number of test loops may be simultaneously under test, possibly using same test equipment.
- LCC** A HVDC system using Line Commutated Converters. LCC is a converter that has the feature of changing voltage polarity on the cable system when the direction of power flow is reversed, IEC 60633 [12].
- VSC** A HVDC system using Voltage Source Converters. VSC is a converter that does not change the voltage polarity of the cable system when the direction of power flow is reversed, Cigré TB 289 [13].

Possible configuration of test objects in a test loop is shown in Figure 1. Special definitions are described hereafter.

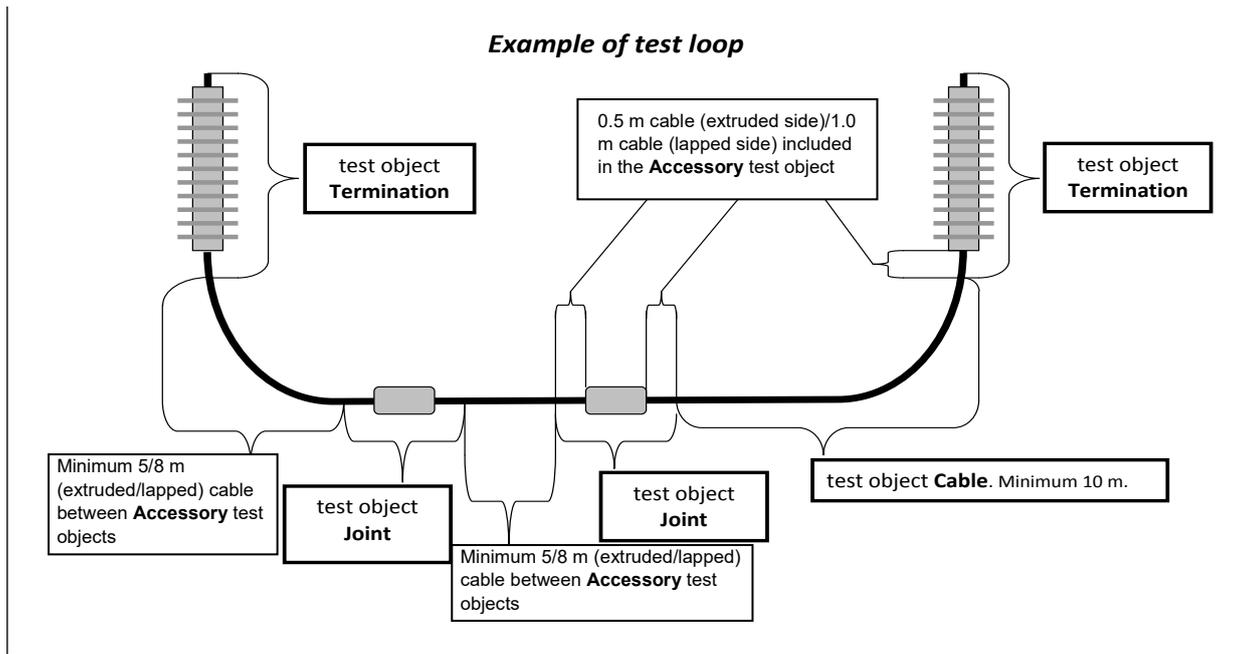


Figure 1: Possible configuration of test objects within a test loop

Transition joint A transition joint in the context of this recommendation is a joint between paper-insulated fluid filled/mass impregnated cables, including PPL, and extruded insulation cables.

2.3 Definitions of Test voltages

- U_0** is the rated DC voltage between conductor and core screen for which the cable system is designed.
- U_T** is the DC voltage during the type test and routine test. For the scope of this recommendation $U_T = 1.8 \times U_0$.
- U_{TP1}** is the DC voltage during the prequalification test (load cycle test), type test (polarity reversal test) and test after installation. For the scope of this recommendation $U_{TP1} = 1.4 \times U_0$.
- U_{TP2}** is the DC voltage during the prequalification polarity reversal test. For the scope of this recommendation $U_{TP2} = 1.25 \times U_0$.
- U_{P1}** is $1.15 \times$ the maximum absolute peak value (Figure 2) of the lightning impulse voltage, which the cable system can experience when the impulse has the opposite polarity to the actual DC voltage.
- $U_{P2,S}$** is $1.15 \times$ the maximum absolute peak value (Figure 2) of the switching impulse voltage, which the cable system can experience when the impulse has the same polarity as the actual DC voltage.
- $U_{P2,O}$** is $1.15 \times$ the maximum absolute peak value (Figure 2) of the switching impulse voltage which the cable system can experience when the impulse has the opposite polarity to the actual DC voltage.
- $U_{RC,AC}$** is the maximum voltage a return cable can be subjected to due to temporary damped alternating overvoltage. This voltage is typically induced by a commutation failure, and the value should be supported by the supplier's system calculations of the HVDC link. The

nature of the overvoltage depends upon the configuration of the HVDC link and needs to be calculated for each case

$U_{RC,DC}$ is the max DC voltage in normal operation of the return cable.

Note 1: The ripple content of the DC test voltages shall not be greater than 3 percent.

Note 2: Calibration shall be according to IEC 60060-1 [14].

Note 3: The transition joint may experience different impulse levels than stated above depending on the system design.

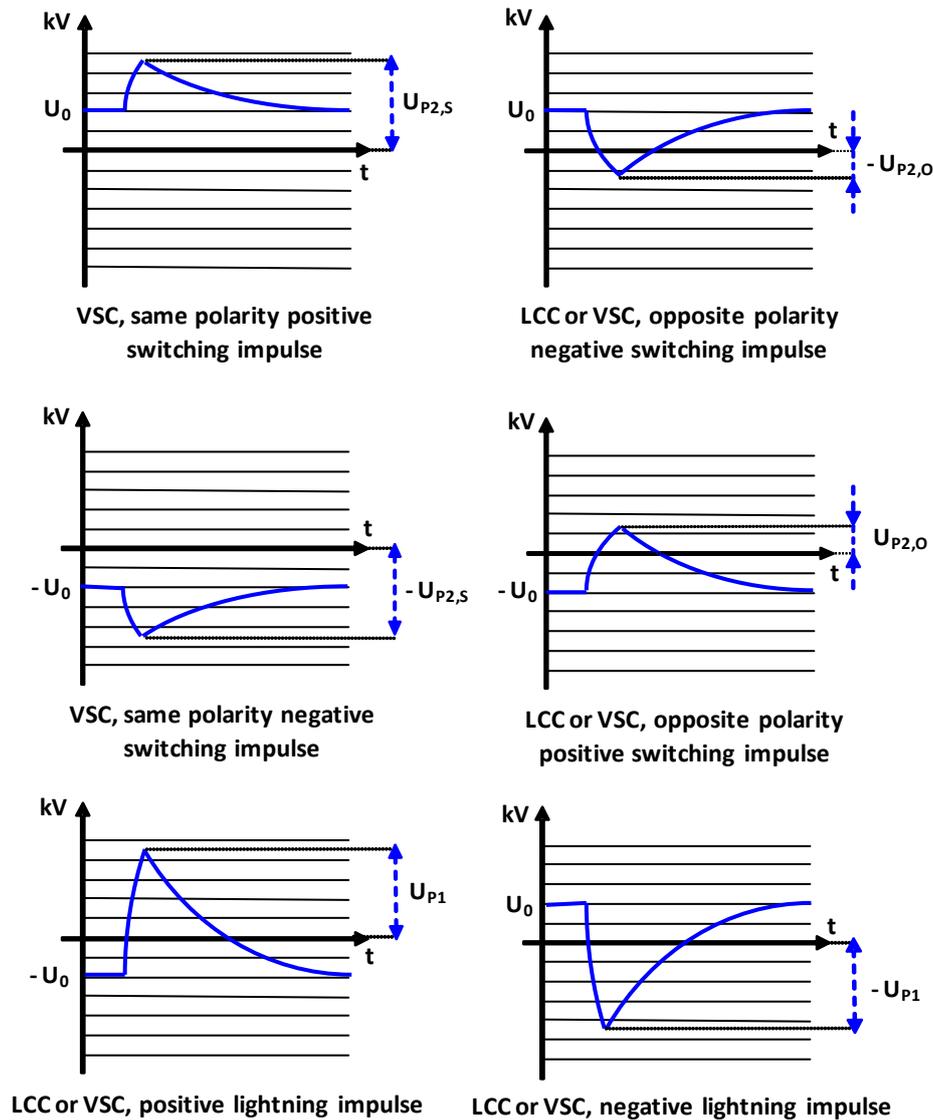


Figure 2: Schematic representations of the switching impulse and lightning impulse test voltages. Due to the constraints within the DC system design $U_{P2,S}$ does not necessarily equal $U_{P2,O}$, i.e. the same polarity impulse is limited by surge arresters, but the opposite polarity impulse may be limited by the converter.

2.4 Thermal cable design parameters

$T_{\text{cond,max}}$	is the maximum temperature at which the cable conductor is designed to operate. This value is to be stated by the supplier.
ΔT_{max}	is the maximum temperature difference over the cable insulation in steady state (not including semiconducting screens) at which the cable is designed to operate. This value is to be calculated and stated by the supplier, who shall also provide evidence of the correlation between this design value and data measured during testing.

2.5 Thermal conditions for tests

The heating method used shall be conductor heating. The heating may be achieved by either DC or AC current, possibly in combination with external thermal insulation or cooling/heating. The actual ΔT and T_{cond} during testing need to be demonstrated.

Load Cycles (LC)	<p>Load cycles consist of both a heating period and a cooling period.</p> <p>“24 hours” load cycles (for prequalification and type tests) consist of at least 8 hours of heating followed by at least 16 hours of natural cooling. During at least the last 2 hours of the heating period, a conductor temperature $\geq T_{\text{cond,max}}$ and a temperature drop across the insulation $\geq \Delta T_{\text{max}}$ shall be maintained for the cable with the lowest $T_{\text{cond,max}}$.</p> <p>“48 hours” load cycles (for type test only) consist of at least 24 hours of heating followed by at least 24 hours of natural cooling. During at least the last 18 hours of the heating period, a conductor temperature $\geq T_{\text{cond,max}}$ and a temperature drop across the insulation $\geq \Delta T_{\text{max}}$ shall be maintained for the cable with the lowest $T_{\text{cond,max}}$. 48 hour load cycles are only required as part of the type test procedure to ensure that electrical stress inversion is well advanced within the cycle.</p>
High Load (HL)	<p>High Load consists of a continuous heating period. Within the first 8 hours of the heating period conductor temperature $\geq T_{\text{cond,max}}$ and temperature drop across the insulation $\geq \Delta T_{\text{max}}$, both referring to the cable with the lowest $T_{\text{cond,max}}$, shall be achieved and maintained for the rest of the High Load test.</p>

NOTE: If, for practical reasons, the specified temperatures can not be reached within the first 8 hours, a longer time can be used. This additional time shall not be constituted as being part of the test period.

Zero Load (ZL)	No heating is applied.
Impulse Test	Referring to the cable with the lowest $T_{\text{cond,max}}$ the conductor temperature $\geq T_{\text{cond,max}}$ and temperature drop across the insulation $\geq \Delta T_{\text{max}}$ shall be reached minimum 10 hours before voltage impulses (superimposed impulse, switching, lightning) are applied and shall be maintained throughout the duration of the test
Ambient temperature	Unless otherwise specified in the details for the particular test, tests shall be carried out at an ambient air temperature of $(20 \pm 15) ^\circ\text{C}$.

2.6 Conditions for test

Polarity reversal test	The voltage and temperature conditions are defined in 2.3 Definitions of Test voltages and 2.5 Thermal conditions for tests respectively. Starting with positive voltage, the voltage polarity shall be reversed three times every “24 hours” load cycle (evenly distributed) and one reversal shall coincide with the cessation of loading current in every “24 hours” load cycle. The recommended time duration for a polarity reversal is within 2 minutes.
-------------------------------	--

NOTE: If, for practical reasons, polarity reversals cannot be achieved within 2 minutes, the duration for polarity reversals shall be agreed between customer and supplier.

Superimposed impulse voltage test

Prior to the first impulse of each test, the test object shall be heated so that the temperature conditions as defined in **2.5 Thermal conditions for tests** are achieved for at least 10 hours and the test object shall have been subjected to U_0 (of the relevant polarity) for at least 10 hours. These conditions have been selected to reflect the electrical dynamics present within extruded insulations used for HVDC. Superimposed impulse voltage shall be applied according to the procedure given in Electra 189 [3].

Check on insulation Prior to the electrical tests, the insulation thickness shall be measured by the method specified in IEC 60811-201 [15] on a representative piece of the length to be used for the tests, to check that the thickness is not excessive compared with the nominal value t_n declared by the manufacturer.

If the average thickness of the insulation on either cable does not exceed the nominal value by more than 5%, the test voltages shall be the values specified for the rated voltage of the cable.

If the average thickness of the insulation on either cable exceeds the nominal value by more than 5%, but not by more than 15%, the test voltage shall be adjusted by considering the following coefficient α to maintain the same level of average electric field, e.g., a 10% increase in average insulation thickness shall be accounted for by a 10% increase in the test voltage:

$$\alpha = \frac{t}{t_n}$$

t = measured average insulation thickness

t_n = declared nominal thickness

The cable lengths used for the electrical tests shall not have an average thickness exceeding the nominal value by more than 15%.

3 Development Tests

Development tests are carried out to prove the main electrical and non-electrical characteristics of the transition joint.

Details of such development tests shall be at the discretion of the manufacturer, examples of possible tests are given in the following clauses.

3.1 Electrical Development Tests

Electrical development tests can be adopted from the type test recommendations of this document, but may have increased test voltage levels. The duration of withstand tests as well as the number of impulses during impulse voltage test may be increased, too.

Examples for electrical development tests:

- An evaluation of the materials and processes employed. Such evaluations would normally include electrical resistivity assessments, breakdown tests and space charge measurements.
- An analysis of the electric stress distribution within the cable system insulation for a range of typical installation and loading conditions.
- An assessment of the long-term stability, possibly involving factory experiments to assess the ageing effects of various parameters, e.g., electrical stress, temperature, environmental conditions etc.
- An assessment of the sensitivity of the electric stress distribution to the expected variations in cable dimensions, material composition and process conditions (extrusion, post extrusion treatments and finishing).

If new types of conductor connections are used as part of the transition joint design, the necessity for development tests of such connections should also be considered.

Short circuit test on the sheath connection should be performed according to [16] [17]. The short circuit current and duration used need to be based on system calculations. This test could be omitted if the design has been tested at higher current and for longer duration.

3.2 Non-Electrical Development Tests

Non-electrical development tests are considered to demonstrate the sufficient tightness of the external transition joint housing as well as the pressure maintaining barrier insulators between the different insulating fluids.

During operation, joint housings and barrier insulators are subjected to hydraulic/gas pressure. Barrier insulators and related sealing systems may also be subjected to vacuum during the installation process. (Vacuum processing is often used during assembly work on paper-insulated cable accessories).

Examples for non-electrical development tests:

- Pressure test
- Vacuum leak test
- Thermo-mechanical test

4 Routine Test

4.1 Extruded Cable Side of the Transition Joint

The experience of using DC voltage for routine testing of accessories for DC cables is limited and the efficiency of DC testing for prefabricated accessories is arguable and has not been proven so far. It is the opinion of the WG that the DC test could be in principle a necessary test; however, it may not be sufficient to prove the quality of the

accessory, e.g. the presence of voids in the insulation after moulding. Testing with AC voltage could be considered as a supplementary test, provided that the material and design allows it.

Epoxy resin components are to be tested with AC voltage with PD detection according to procedures in IEC 62067/60840 [10, 11] at voltage levels corresponding to the size of comparable AC components.

The DC test voltage applied to the main insulation of each individual premoulded accessory shall be as specified under § 5.2 in TB 496 [1]. The following additional tests may be carried out according to the quality assurance procedures of the manufacturer:

- AC voltage test, if applicable
- PD measurement, if applicable

4.2 Paper Cable Side of the Transition Joint

The hydraulic tests specified in IEC 60141-1 shall be made on each accessory to which the relevant clauses apply [18]. For very high internal pressure (>20 bar) the test margin should be agreed between customer and manufacturer.

Epoxy resin components should be tested according to **4.1 Extruded Cable Side of the Transition Joint**. If there are premoulded components, these should be tested according to **4.1 Extruded Cable Side of the Transition Joint**. Testing of epoxy resin components may be performed in a separate test setup without the presence of MI cable.

4.3 Test on external housing

It is recommended to perform leakage test/vacuum drop, gas leak and hydraulic pressure test as specified in IEC 60141-1/60141-3 [18].

5 Sample Test

Due to the small numbers of transition joints which are expected to be supplied under single orders, sample tests will not normally be appropriate.

Note: In special cases sample tests may be agreed between manufacturer and customer.

6 Type Test

6.1 General

The tests specified in this clause are intended to demonstrate the satisfactory performance of transition joints.

The type test may be omitted:

- As defined in the Range of Type Test Approval (see **6.2 Range of Type Test Approval**) or
- If the transition joint is a combination of existing type tested accessories.

An example is a back-to-back transition joint.

Note 1: If suitable paper-insulated cable is unavailable, type testing will not be possible, thus approval of a transition joint design is dependent on agreement between manufacturer and customer, subject to consideration of any relevant test data.

Note 2: In the event that breakdown occurs in the paper-insulated cable or within the joint and the primary cause is attributable to the quality of the paper-insulated cable then approval of a transition joint design is dependent on agreement between manufacturer and customer, taking into account the extent of tests passed and any other relevant test data.

6.2 Range of Type Test Approval

When a type test has been successfully performed on a transition joint for connecting cables of specific conductor cross-sections and of specific rated voltage and construction, the type approval shall be considered as valid for a transition joint within the scope of these test recommendations with other conductor cross-sections, rated voltages and with other cables provided that all the conditions of a) to h) are met:

- a) The actual designs, materials, manufacturing processes and service conditions for the transition joint are in all essential aspects equal.
- b) All service voltages, U_0 , $UP1$, $UP2,S$ and $UP2,O$ (URC,AC and URC,DC in case of return cable), are less than or equal to those of the tested transition joint.
- c) The mechanical stresses for submarine transition joints to be applied during preconditioning are less than or equal to those of the tested transition joint.
- d) The temperature of the conductors on both sides shall be less than or equal to the tested transition joint cables.
- e) The maximum temperature drop across the insulation layer ΔT_{max} (excluding the semiconducting screens) on both cables is less than or equal to that of the tested transition joint cables.
- f) The actual conductor cross-section is not larger than that of the tested transition joint cables.
- g) The calculated Laplace electrical stress (using nominal dimensions) at the conductor and insulation screen is less than or equal to that of the transition joint cables.
- h) A transition joint qualified according to this recommendation for LCC is also qualified for VSC provided the switching impulse withstand tests at $\pm UP2,S$ voltage levels as specified in **6.4 Type Test Procedure - Switching impulse withstand test for cable system to be qualified for VSC** are carried out. A transition joint qualified according to this recommendation for VSC is not qualified for LCC.

A type test certificate signed by the representative of a competent witnessing body, or a report by the manufacturer giving the test results and signed by the appropriate qualified officer, or a type test certificate issued by an independent test laboratory, shall be acceptable as evidence of type testing.

6.3 Type Test Arrangement

The transition joint shall comply with the tests specified in **6.4 Type Test Procedure**. The minimum length of free cable between accessories shall be 5 m.

By definition, a transition joint includes 0.5 m of cable on the extruded side and 1 m of cable on the lapped side, as shown in Figure 1, measured from the point on the cables where no disassembling or dismantling for the purpose of installation of the joint has taken place.

As a minimum one sample of each transition joint type shall be tested.

The accessory shall be assembled on the cables in the manner specified by the manufacturer's instructions, with the grade and quantity of materials supplied, including lubricants and insulating fluids if any. There should be provision for measuring internal pressure of insulating fluid/gas during the test.

In units that are intended to operate with internal oil pressure, whether such pressure is from the cable system or a separate source, the maximum pressure during the test must not exceed the minimum design operating pressure +25% (as specified in IEC 60141-3 [18]). If the accessory includes a gas filled compartment then the gas pressure must be set so that at 20°C the pressure is no greater than the minimal functional pressure for insulation specified for the accessory +0.02MPa [2, 19].

Neither the cables nor the accessories shall be subjected to any form of conditioning not specified in the manufacturer's instructions, which might modify the electrical, thermal or mechanical performance.

During electrical tests specified in **6.4 Type Test Procedure**, it is advisable to test joints with their outer protection fitted. If it can be shown that the outer protection does not influence the performance of the joint insulation, e.g. there are no thermal or compatibility effects, the protection does not need to be fitted.

6.4 Type Test Procedure

Test Voltage Values

Test voltage factor for extruded and lapped HVDC cables in TB 496 and Electra 189 is different for the load cycle and polarity reversal tests, even though the difference is small. Based on Electra 189, $1.8U_0$ and $1.4U_0$ respectively are chosen for the load cycle and polarity reversal tests of transition joints in order not to overstress the lapped insulation.

Note: If suitable paper lapped cable of the required insulation thickness is not available then it is allowed to use a cable with a greater insulation thickness and to reduce the insulation thickness in the region where the joint is to be installed to the required level. As an alternative it is also allowed to adjust the test voltages in order to achieve the required electrical stress values.

Load cycle test

The load cycle test shall be performed on test objects that have been subjected to the appropriate mechanical preconditioning. For testing of land joints, mechanical preconditioning of the cable is not mandatory. Submarine transition joints need to be tested according to the recommendations in Electra 171, which will be replaced by work done in WG B1.43 – Recommendations for mechanical tests on submarine cables.

The temperature conditions are defined in **2.5 Thermal conditions for tests**.

The cable with the lowest $T_{con,max}$ should be at the maximum conductor temperature and temperature drop over insulation (ΔT_{max}). The conductor temperature of the cable with the highest $T_{con,max}$ should be measured and used as a design criteria for the joint installation conditions (Note that one cable system could be operating at much higher temperature and the thermal influence of this may be difficult to replicate under test conditions see Appendix B). This means that the cable on one side of the transition joint under test may not have been qualified in this test to its maximum conductor temperature or ΔT_{max} . It is recommended to perform the joint bay engineering prior to performing the type test in order to define the relevant temperature conditions for the test.

The type test procedure is based on single core cables where the lay-out of the joint bay can be made to take into account the thermal influence from the two cable types. For multi core cables the cable cores may have to be split out before the transition joint in order to control the longitudinal temperature influence. For concentric cables with low voltage return insulation, the return conductor may have to be split out before the transition joint.

Load cycle test for cable system to be qualified for LCC

The test objects shall be subjected to the following conditions (definitions of “24 hours” load cycles and “48 hours” load cycles are described in **2.5 Thermal conditions for tests**).

- Eight “24 hours” load cycles at negative polarity at U_T
- Eight “24 hours” load cycles at positive polarity at U_T
- Eight “24 hours” load cycles with polarity reversal cycles at U_{TP1}
- Three “48 hours” load cycles at positive polarity at U_T

A minimum rest period of 24 hours without voltage, but with heating, is recommended between blocks of different polarities. This does not apply to the individual polarity reversals in the polarity reversal test.

Load cycle test for cable system to be qualified for VSC

The test objects shall be subjected to:

Twelve “24 hours” load cycles at negative polarity at U_T

Twelve “24 hours” load cycles at positive polarity at U_T

Three “48 hours” load cycles at positive polarity at U_T

A minimum rest period of 24 hours without voltage, but with heating, is recommended between blocks of different polarities.

Superimposed impulse voltage test

The superimposed impulse voltage test is to be performed on test objects that have successfully passed the load cycle test.

The test procedure is described in **2.6 Conditions for test – Superimposed voltage test.**

Switching impulse withstand test for cable system to be qualified for LCC

the test object at U_0 , 10 consecutive impulses to $-U_{P2,O}$

the test object at $-U_0$, 10 consecutive impulses to $U_{P2,O}$

Switching impulse withstand test for cable system to be qualified for VSC

the test object at U_0 , 10 consecutive impulses to $U_{P2,S}$

the test object at U_0 , 10 consecutive impulses to $-U_{P2,O}$

the test object at $-U_0$, 10 consecutive impulses to $-U_{P2,S}$

the test object at $-U_0$, 10 consecutive impulses to $U_{P2,O}$

Lightning impulse withstand test

If the intended installation of the cable system is such that it is not exposed to lightning strikes (direct or indirect), these tests need not be done. For transition joints included in long cable systems, attenuation of lightning impulse voltages from terminations to the joint location may be considered when lightning impulse test voltage for the joint is determined [20].

the test object at U_0 , 10 consecutive impulses to $-U_{P1}$

the test object at $-U_0$, 10 consecutive impulses to U_{P1}

Subsequent DC test

After the successful completion of the impulse testing, the test object shall be subjected for 2 hours to a negative DC voltage of U_T , no heating.

A rest period prior to this test is acceptable.

Test of outer protection for joints

Cable joints intended for burial on land shall be subjected to the outer protection test specified in § 12.4 in IEC 62067 [11].

Examination

Examination of the transition joint, whenever possible, by dismantling, with normal or corrected vision without magnification, shall reveal no signs of deterioration which could affect the system in service operation (e.g. electrical degradation, corrosion, harmful shrinkage or leakage, in particular across any seal separating the extruded and oil filled cables).

Success criteria, re-testing and interruptions

The criteria for a successful outcome to the type test are that all tests have been performed without breakdown of that test object and that all other non-electrical requirements have been complied with.

After any interruption, for example an interruption caused by external factors, the test may be resumed. If the interruption is longer than 30 minutes, the specific lost load cycle shall be repeated. If the interruption is longer than 24 hours, the actual test block ("24 hours" load cycles block at negative or positive polarity, "24 hours" load cycles block with polarity reversals, "48 hours" load cycles block under positive polarity) shall be repeated.

In case of deviations in test parameters during load cycles or superimposed impulse voltage test, the load cycle or the superimposed impulse in question shall be repeated.

In case of a breakdown of insulation, when testing several objects simultaneously, the faulty object may be removed and the incident treated as an interruption. The faulty object is considered to have failed the test requirements. Any fault within the extension (0.5m/1.0m for extruded and lapped side respectively) of a transition joint is considered to be associated with that test object only.

Leak Test

The vacuum leak test is to be performed as per manufacturer's instructions when applicable.

Pressure Test

Apply 2 times rated internal pressure for 1 hour. For very high internal pressure (>20 bar) the test margin should be agreed between customer and manufacturer. Leakage shall be detected at the end of this period by visual examination of the test specimen and by pressure drop. This test may be performed at the end of the type tests.

No leak or rupture shall occur.

Radial Water Penetration Test for joints

This test is only intended for submarine transition joints.

Preparation

The joint sample has to be taken from the joint subjected to mechanical tests, (see 8.6.1 and 8.6.2 in TB 490 [21]) and at least 10 heating cycles shall be applied. Each heating cycle consists of at least 8 hours of heating followed by at least 16 hours of cooling. Current heating shall be used to give the declared maximum conductor temperature for the cable with the lowest $T_{con,max}$ for that specific installation. The temperature shall be kept at the stated value at least 2 hours in the end of each heating cycle.

The test is to be performed on the pressurised part of the joint and not necessary to the whole joint body for rigid joints. The joint sample shall be suitably sealed at the cable ends by means of caps. The test sample shall be placed inside a pressure vessel.

Test

The test object is submerged in pressurised water corresponding to the specified maximum laying depth. The test continues for 48 hours with a water temperature of 5 – 35 °C.

When the test time has elapsed, the test object is removed from the water.

No water ingress should be present under the water blocking barrier of the joint.

No appreciable shape irregularity in the metal sheath.

Examination

Examination of the transition joint, whenever possible, by dismantling, with normal or corrected vision without magnification, shall reveal no signs of deterioration which could affect the system in service operation (e.g. electrical degradation, corrosion, harmful shrinkage or leakage, in particular across any seal separating the extruded and oil filled cables).

7 Prequalification Test

7.1 General and Range of Prequalification Test Approval

The prequalification test is intended to indicate the long-term performance of the transition joint and should normally be completed after the development tests have been carried out. The prequalification test need only be carried out once, unless there is a substantial change in the transition joint with respect to materials, manufacturing processes, construction or design parameters. Substantial change is defined as that which might adversely affect the performance of the transition joint. The supplier shall provide a detailed case including test evidence if modifications are introduced, which are claimed not to constitute a substantial change.

NOTE: It is the opinion of the WG that the CIGRE TB 303 [22] can be regarded as a relevant document to assess the need for further prequalification testing or not. However, the HVDC extruded cable system technology is at present considered to be too immature to include the concept of "Extension of Qualification" in this document. As no prequalification test is required for the paper lapped side of the joint, the requirements below are focused only on the extruded side of the joint.

The prequalification test qualifies the manufacturer as a supplier of transition joints provided that the following conditions are fulfilled:

- a. The transition joint is a back-to-back joint (Appendix A) with prequalification tested extruded insulation accessories.
- b. The transition joint of the same design has been prequalified.
- c. U_0 is not more than 10% higher than that of the tested cable system.
- d. The calculated Laplace electrical stress at U_0 (using nominal dimensions) at the extruded cable insulation screen is less than or equal to that of the tested system.
- e. The maximum conductor temperature $T_{cond,max}$ is less than or equal to that of the tested extruded cable system.
- f. The maximum temperature drop across the insulation layer ΔT_{max} (excluding the semiconducting screens) is less than or equal to that of the tested extruded cable system.
- g. A cable system prequalified according to this recommendation for LCC is also prequalified for VSC. A cable system prequalified according to this recommendation for VSC is not prequalified for LCC.

A prequalification test certificate signed by the representative of a competent witnessing body, of a report by the manufacturer giving the test results and signed by the appropriate qualified officer, or a prequalification test certificate issued by an independent test laboratory shall be acceptable as evidence of prequalification testing.

Note 1: If suitable paper-insulated cable is unavailable, prequalification testing will not be possible, thus approval of a transition joint design is dependent on agreement between manufacturer and customer, subject to consideration of any relevant test data.

Note 2: In the event that breakdown occurs in the paper-insulated cable or within the joint and the primary cause is attributable to the quality of the paper-insulated cable then approval of a transition joint design is dependent on agreement between manufacturer and customer, taking into account the extent of tests passed and any other relevant test data.

7.2 Summary of prequalification tests

A minimum of 5 m of cable on each side of the joint with a dielectric design suitable for practical applications shall be tested. Appropriate mechanical preconditioning may be considered before starting the prequalification test.

The normal sequence of tests shall be as follows:

Long duration voltage test (see **7.4 Long duration voltage test**)

Superimposed impulse voltage test (see **7.5 Superimposed impulse voltage test (optional)**)

Examination (see **7.6 Examination**)

7.3 Test arrangement

Cable and accessories shall be assembled in the manner specified by the manufacturer's instructions, with the grade and quantity of materials supplied, including lubricants if any.

Note: *The main objective of the prequalification test is to satisfactorily demonstrate the insulation integrity during long time periods under DC, given the long dielectric time constants as compared to AC. It is however recognized that other aspects of a specific installation may be important, such as the thermo-mechanical effects due to the installation conditions. A rigid joint design should only be installed in rigid conditions to reproduce the net force effect resulting from different conductor cross sections at each side of the joint.*

Prior to the electrical prequalification test, the insulation thickness of both cables shall be checked as specified in **2.6 Conditions for test - Check on insulation.**

The minimum length of free cable between accessories shall be 5 m. One sample of each transition joint type shall be tested.

The accessory shall be assembled on the cables in the manner specified by the manufacturer's instructions, with the grade and quantity of materials supplied, including lubricants and insulating fluids if any. There should be provision for measuring internal pressure of insulating fluid in the lapped cable compartment during the test.

In units that are intended to operate with internal oil pressure, whether such pressure is from the cable system or a separate source, the maximum pressure during the test must not exceed the minimum design operating pressure + 25%. If the accessory includes a gas filled compartment then the gas pressure must be set so that at 20°C the pressure is no greater than the minimal functional pressure for insulation specified for the accessory +0,02 MPa.

Prequalification test done with a transition joint in rigid configuration qualifies the joint for use in rigid and flexible installation.

Neither the cables nor the accessories shall be subjected to any form of conditioning not specified in the manufacturer's instructions which might modify the electrical, thermal or mechanical performance.

7.4 Long duration voltage test

General: Minimum duration is 360 days.

Conductor temperature $T_{con,max}$ and temperature difference ΔT_{max} on the extruded side of the joint shall both be controlled to a level corresponding to the maximum current carrying capacity of the system. The temperature requirements of the lapped cable side might limit the current possible to apply in the test setup. If so, the conductor temperature and temperature difference of the extruded side should correspond to expected service conditions of the cable close to the transition joint (separation of the cables close to the transition joint will reduce the maximum operating temperature – see Appendix B). If possible, it is recommended to perform the joint bay engineering prior to performing the prequalification test in order to define the relevant temperature conditions for the test.

The sequence of tests for LCC and VSC are shown in the tables below.

Table 1: Line commutated converter, LCC

	LC	LC	LC+P R	HL	HL	ZL	LC	LC	LC+P R	S/IMP
--	----	----	-----------	----	----	----	----	----	-----------	-------

Number of cycles or days	30 cycles	30 cycles	20 cycles	40 days	40 days	120 Days	30 cycles	30 cycles	20 cycles	Not applicable
Test Voltage	+	-		+	-	-	+	-		$U_{P2,0} = 1.2 \times U_0$
	U_{TP1}	U_{TP1}	U_{TP2}	U_{TP1}	U_{TP1}	U_{TP1}	U_{TP1}	U_{TP1}	U_{TP2}	$U_{P1} = 2.1 \times U_0^*$

LC=Load Cycle, HL=High Load, PR=Polarity Reversal, ZL=Zero Load, S/IMP=Superimposed Impulse Test.

* If required

Table 2: Voltage source converter, VSC

	LC	LC	HL	HL	ZL	LC	LC	S/IMP
Number of cycles or days	40 cycles	40 cycles	40 days	40 days	120 days	40 cycles	40 cycles	Not applicable
Test Voltage	+	-	+	-	-	+	-	$U_{P2,0} = 1.2 \times U_0$
	U_{TP1}	U_{TP1}	U_{TP1}	U_{TP1}	U_{TP1}	U_{TP1}	U_{TP1}	$U_{P1} = 2.1 \times U_0^*$

LC=Load Cycle, HL=High Load, ZL=Zero Load, S/IMP=Superimposed Impulse Test.

* If required

Sections **2.5 Thermal conditions for tests** and **2.6 Conditions for test** provide guidance on test conditions.

Note: *Ambient conditions may vary during the test and this is not considered to have any major influence. In such cases, the conductor current shall be adjusted to maintain the conductor temperature and temperature drop across the insulation within the specified limits.*

The length and sequence of the thermal conditions were selected with regard to the particular electrical effects that can occur in extruded insulations when operated under DC voltage.

A minimum rest period of 24 hours without voltage, but with heating, is recommended between blocks of different polarities. This does not apply to the individual polarity reversals in the PR blocks of the LCC test scheme.

7.5 Superimposed impulse voltage test (optional)

It is the opinion of the WG that the prequalification test should not be evaluated on the basis of the impulse level. The aim of the superimposed impulse test after the long duration test is only to check the integrity of the insulation system. Evaluation of available specifications for different projects show that the values of $U_{P2,0}$ and U_{P1} vary between the different projects. In this respect, and based on the recorded experience, the impulse voltage values to be considered for the prequalification test have been defined as follows:

$$U_{P2,0} = 1.2 \times U_0$$

$U_{P1} = 2.1 \times U_0$ (if required). The voltage may be limited by the LIWL of the lapped cable. If so, U_{P1} should be adjusted accordingly.

Project specific requirements regarding impulse levels should be covered by the electrical type test (**6 Type Test**).

The temperature conditions are defined in **2.5 Thermal conditions for tests**.

The transition joint shall withstand without failure 10 positive and 10 negative superimposed switching impulses at the voltage levels $U_{P2,0}$.

If by agreement between supplier and customer a lightning impulse test is also to be performed, the transition joint shall withstand without failure 10 positive and 10 negative superimposed lightning impulses at the voltage level U_{P1} .

7.6 Examination

Examination of the transition joint, whenever possible, by dismantling, with normal or corrected vision without magnification, shall reveal no signs of deterioration which could affect the system in service operation (e.g. electrical degradation, corrosion, harmful shrinkage or leakage, in particular across any seal separating the extruded and oil filled cables).

7.7 Success criteria, re-testing and interruptions

The criteria for a successful outcome of the prequalification test are that all tests shall have been performed without breakdown of that test object and that the system examination is in accordance with **7.6 Examination**.

If there is a breakdown in a test object the complete prequalification test shall be repeated for that particular test object.

If a breakdown of a test object occurs, causing an interruption to the ongoing testing of connected test objects, the test may be resumed after the failed test object is removed. The actual load cycle or impulse during which the failure occurred shall be repeated for the remaining test objects. If breakdown occurs during a constant load period the time elapsed without voltage applied shall be added to the remaining test period.

After any interruption, for example an interruption caused by external factors, the test may be resumed. If the interruption is longer than 30 minutes, the specific lost load cycle shall be repeated. If the interruption occurs during a constant load period and is longer than 30 minutes, the day the interruption occurred shall be repeated.

8 Electrical Test after Installation

Tests on newly installed transition joints are carried out when the installation of the cable and its accessories has been completed.

If required, both sides of the transition joint may be tested separately according to the relevant standard before the transition joint is installed.

The test voltages recommended for general use should be limited to the lowest test voltage for the two cable system, $1.4U_0$ negative polarity for 15 minutes, however test regimes should be evaluated on an individual basis to take into account the condition of an existing cable system.

References

- [1] CIGRE Technical Brochure 496, Recommendations for Testing DC extruded Cables Systems for Power Transmission at Rated Voltage up to 500 kV, 2012.
- [2] CIGRE Technical Brochure 415, Test Procedures for HV Transition Joints for Rated Voltages 30 kV up to 500 kV, 2010.
- [3] CIGRE Electra 189, Recommendations for tests of power transmission dc cables for rated voltages up to 800 kV, 2000.
- [4] CIGRE Technical Brochure 89, Accessories for HV extruded cable. Types of accessories and terminology, 1994.
- [5] CIGRE Technical Brochure 177, Accessories for HV cables with extruded insulation, 2001.
- [6] CIGRE Electra 176, Diagnostic Methods for HV Paper Cables and Accessories, 1998.
- [7] Ongoing work, CIGRE WG B1.37, Guide for operation of fluid filled cable systems.
- [8] CIGRE Technical Brochure 279, Maintenance for HV Cables and Accessories, 2005.
- [9] CIGRE Technical Brochure 560, Guideline for Maintaining the Integrity of XLPE Cable Accessories, 2013.
- [10] IEC 60840, Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV ($U_m=36kV$) up to 150 kV ($U_m=170kV$) - Test methods and requirements, 2004.
- [11] IEC 62067, Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV ($U_m=170$ kV) up to 500 kV ($U_m=550$ kV) - Test methods and requirements, 2011.
- [12] IEC 60633, Terminology for high-voltage direct current (HVDC) transmission, 1988.
- [13] CIGRE Technical Brochure 269, VSC Transmission, 2005.
- [14] IEC 60060-1 Ed. 3, High-voltage test techniques. Part 1: General definitions and test requirements, 1989.
- [15] IEC 60811-201, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 20: General tests - Measurement of insulation thickness, 2012.
- [16] CIGRE Technical Brochure 446, Advanced design of metal laminated coverings: Recommendation for tests, guide to use, operational feedback, 2011.
- [17] IEC 61901, Development tests recommended on cables with a longitudinally applied metal foil for rated voltages above 30 kV ($U_m = 36$ kV), 2005.
- [18] IEC 60141, Tests on oil-filled and gas-pressure cables and their accessories, 1998.
- [19] IEC 60859, Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above - Fluid-filled and extruded insulation cables - Fluid-filled and dry type cable-terminations, 1999.
- [20] CIGRE Technical Brochure 268, Transient voltages affecting long cables, 2005.

- [21] CIGRE Technical Brochure 490, Recommendations for Testing Long AC Submarine Cables with Extruded Insulation for System Voltage above 30 (36) to 500 (550) kV, 2012.
- [22] CIGRE Technical Brochure 303, Revision of Qualification Procedures for HV and EHV AC Extruded Underground Cable Systems, 2006.

Appendix A: Back-to-back Transition Joint with two insulators

The transition joint as shown in Figure A-1 comprises either:

- a) Two GIS terminations in a common joint shell or
- b) two oil immersed terminations in a common joint shell.

The terminations are in back-to-back arrangement and connected with a short length of bus bar. In the case of GIS terminations the joint shell is filled by insulating gas (either with SF₆ gas or mixture of SF₆ gas and nitrogen). In the case of oil immersed terminations either cable oil, transformer oil or other insulating oil is used [4] [5].

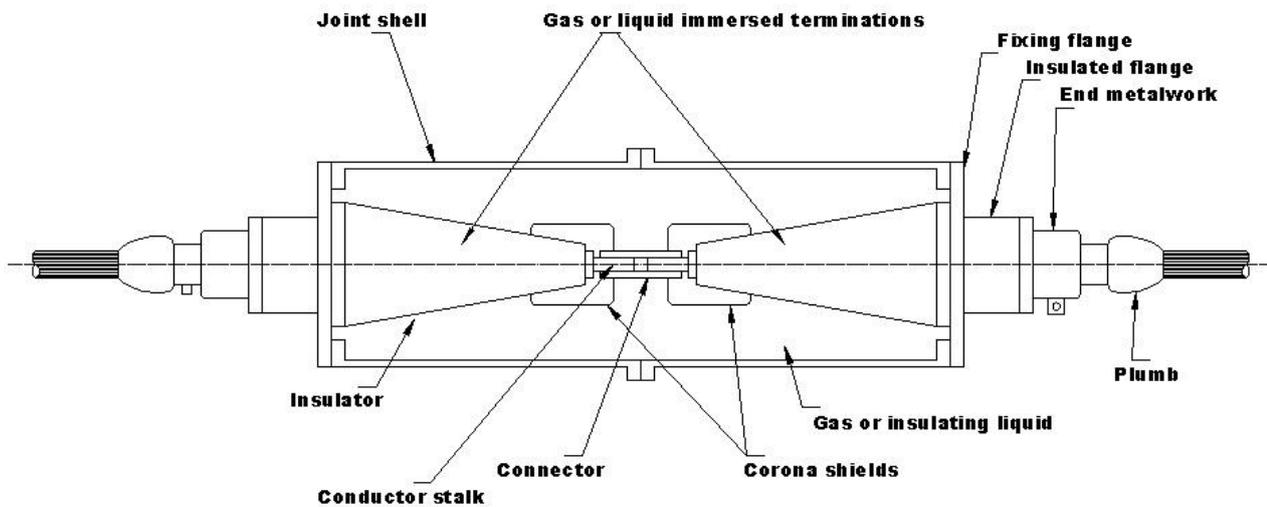


Figure A-1: Back-to-back transition joint with (2) insulators

Features

Extruded and lapped cable terminations are identical to terminations used in either SF₆ switchgear or transformer applications and therefore further approval testing should not be necessary.

Current carrying connection between two terminations may be specific to transition joint, in which case this may need separate evaluation.

The electrical field design in the central region may be specific to the transition joint, however this may be assessed by electric field calculations if adequate test data is available.

In the case of gas, a gas supply is required, and in case of oil the oil may be connected to the cable oil system or alternatively a header tank of some type could be used. Both systems would normally require some sort of fluid loss alarm.

In special cases, the bus bar connection can be designed so that the two cables may be disconnected allowing independent high voltage commissioning tests on the two cables.

Appendix B: Temperature distribution in transition joints with dissimilar cable insulation

The transition joints may be used to connect cables with XLPE or paper insulation operating at significantly different temperatures. To evaluate the likely distance over which the temperature may stabilize in a generic HVDC joint configuration a simplified model was built in a 2D axisymmetric configuration.

It is well known that heat flows from the point of high temperature to a point of low temperature along a uniform conducting bar with homogeneous material properties. Cable rating is fully covered in IEC60287 although joint bay ratings are not and are further complicated by sections of higher thermal radial resistance at the joint positions leading to localized increase in temperature.

The diagram below represents an HVDC transition joint bay with two identical cable poles.

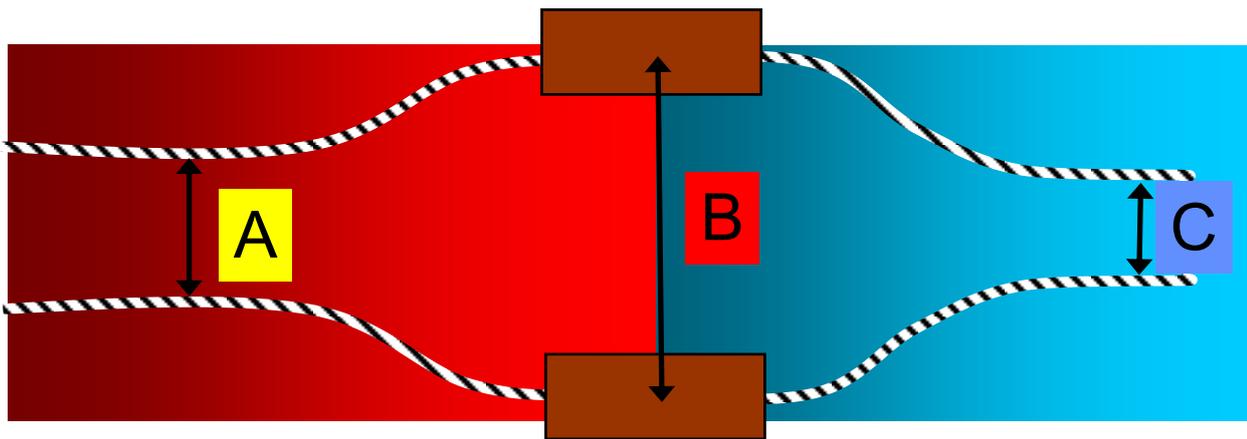


Figure B-1 : HVDC Joint bay layout

This configuration can be further simplified by removing the mutual heating element due to the second cable which can be reconstituted by temperature superposition. The distance between the cables has direct impact on the operating temperature. The type approval test has to replicate the maximum temperature conditions, the cable on

<p>If A is a cable system operating at a higher temperature than C</p>	<p>It therefore follows the spacing has to be adjusted so that by the time the cables are at B, the temperature is as for C plus a further temperature drop for the joint insulation TR</p>	<p>The temperature at B should already be the same as at C</p>
--	---	--

Table B-1: Zones in Figure B-1

site has to match these conditions or the spacing has to be increased to confine the conditions to what is within the specification. For example an XLPE cable system at position A may be able to operate at 90 °C whereas an MI cable system at B could have a maximum operating temperature of 50 °C. It is uncertain how the longitudinal heat flow would affect the temperature distribution and over what distance.

A series of models was run using Finite element software to evaluate the longitudinal heat flow based on volumetric heat generated in the conductor and adjusted to match the maximum operating temperature of the cables.

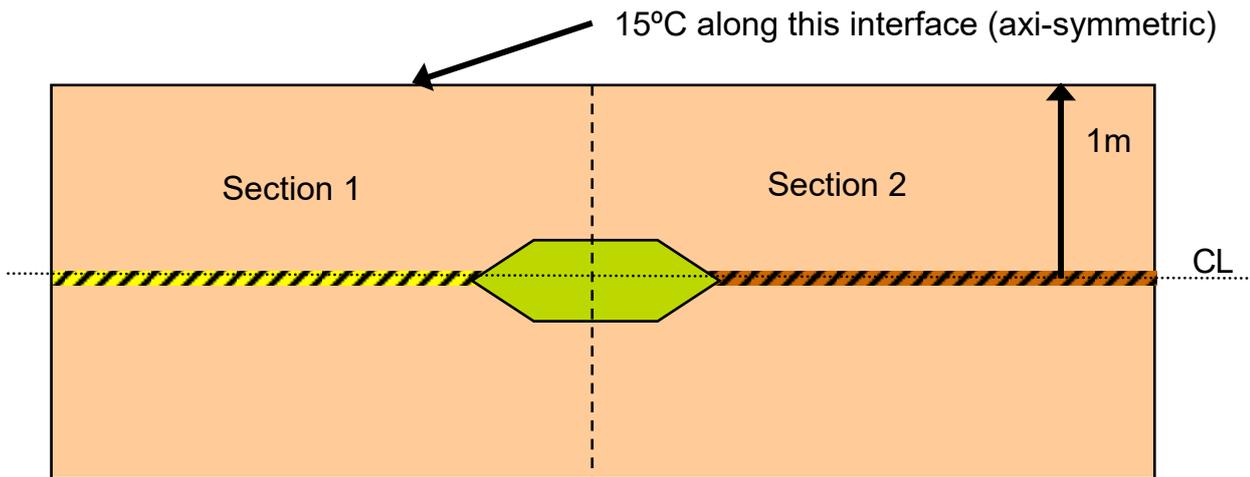


Figure B-2: Individual HVDC cable and joint FEA model

The other key parameters for the model are:

- Subsea Transition simulated at 1000mm depth and @1K.m/W
- Armour stripped off
- Epoxy Resin joint body
- Length of model 10m
- 1000sqmm Cu to 1600sqmm Cu transition shown
- On approach cable temperatures at maximum (but would be lower due to increased spacing)
- Joint centre at 5m

The following scenarios were modelled:

Section 1 (1000sqmm)	Section 2 (1600sqmm)
XLPE (70°C)	MI (50 °C)
XLPE (90 °C)	MI (50 °C)
PPL MI (85 °C)	XLPE (70°C)

Table B-2: FEA section parameters

The Figure B-3 shows the results of the model applied to a XLPE to MI transition. The XLPE cable outside of the joint bay will be operating at almost maximum conductor temperature, this is at the point A of Figure B-1. The

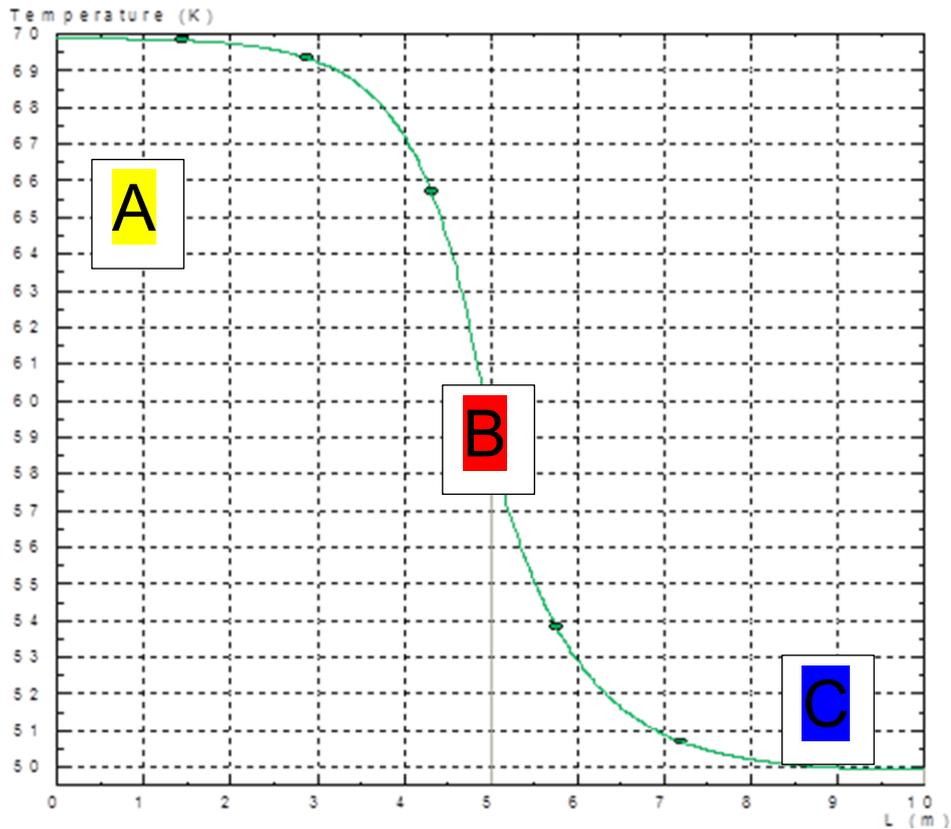


Figure B-3 : Example figure XLPE (70 °C) connected to MI (50 °C)

temperature drops as the spacing between the two phases is increased but in this instance due to the longitudinal flow from the smaller XLPE conductor (1000mm² Cu) to a much bigger MI conductor (1600mm² Cu). Small increase in temperature is also expected in the middle of the joint due to the extra radial thermal resistance but in this instance the size of the conductors negates this effect. The temperature on the MI side of the joint from the 5m point onwards fall off to the 50 °C as the heat flux is redistributed further up the MI cable.

In a full 3D rating, the phase separation would be increased to further reduce the temperature at the centre of the joint to a maximum of 50 °C. The FEA was able to demonstrate that within 5-9m the longitudinal flow stabilises the temperature to within acceptable levels for mainstream conductor sized but specific 3D ratings will always be necessary to confirm the exact site situation.

Appendix C: Terms of Reference

WG* N° B1.42	Name of Convenor : Gunnar Evenset (NORWAY) E-mail address: Gunnar.Evenset@Powercc.no	
Technical Issues # (2): 3	Strategic Directions # (3): 1	
The WG applies to distribution networks (4): No		
Title of the Group: TESTING OF TRANSITION JOINTS BETWEEN HVDC CABLES WITH LAPPED AND EXTRUDED INSULATION UP TO 500 KV		
Scope, deliverables and proposed time schedule of the Group :		
Background :		
<p>Although the extruded HVDC cable technology is developing very fast, lapped HVDC cables will still be on the market for many years. There are projects that consider mass-impregnated cables for the submarine part of the route and extruded cables for the land part of the route. There is a need to define test specifications for how to qualify transition joints between these two technologies.</p>		
Scope :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Review relevant test recommendations for testing of HVDC cables 2. Review relevant test recommendations for testing of transition joints for AC cables 3. Prepare a Technical Brochure on testing of transition joints between lapped and extruded HVDC cables 4. Prepare report for Electra 5. Prepare a tutorial 		
Deliverables : Technical brochure with summary in Electra and tutorial		
Time Schedule : start : August 2012		Final report : 2014
Comments from Chairmen of SCs concerned :		
Approval by Technical Committee Chairman :		
Date :		

623

RECOMMENDATIONS FOR MECHANICAL TESTING OF SUBMARINE CABLES

Working Group
B1.43

June 2015



RECOMMENDATIONS FOR MECHANICAL TESTING OF SUBMARINE CABLES

WG B1.43

Members

M. JEROENSE (CONVENER) (SE), G. CLASEN (SECRETARY FIRST HALF) (NO), S. KRÜGER OLSEN (SECRETARY SECOND HALF) (DK), S. ANTON (DE), M. BOEDEC PART OF TIME REPLACED BY D. DUBOIS (FR), C. BRADLEY (GB), J. BUSBY (US), G. GEORGALLIS (GR), D. ISUS (ES), T. KOUTI (FI), A. MACPHAIL (CA), G. MIRAMONTI PART OF TIME REPLACED BY R. DE GASPARI (IT), J. PRIETO MONTERRUBIO (ES), TAKENORI NAKAJIMA (JP), R. STOLAN (NO), K. SUNG-YUN (KR), A. TYRBERG (SE)

INVITED EXPERTS

N. BOUDINET (FR), L. GUIZZO (IT), G. LAVECCHIA (IT), L. THEODULE (FR)

CORRESPONDING MEMBERS

E. BERGIN (IE), C. JIANKANG (CN)

Copyright © 2015

"Ownership of a CIGRE publication, whether in paper form or on electronic support only infers right of use for personal purposes. Are prohibited, except if explicitly agreed by CIGRE, total or partial reproduction of the publication for use other than personal and transfer to a third party; hence circulation on any intranet or other company network is forbidden".

Disclaimer notice

"CIGRE gives no warranty or assurance about the contents of this publication, nor does it accept any responsibility, as to the accuracy or exhaustiveness of the information. All implied warranties and conditions are excluded to the maximum extent permitted by law".



ISBN: 978-2-85873-326-2

Recommendations for mechanical testing of submarine cables

Table of Contents

1	INTRODUCTION	5
1.1	Background.....	5
1.2	Terms of Reference.....	5
1.3	Scope.....	6
2	DEFINITIONS	7
3	MECHANICAL HANDLING OF SUBMARINE CABLES.....	10
3.1	Risk of Mechanical Damage during a Cable's Life Cycle.....	12
3.2	Submarine Cable Loading and Transportation.....	12
3.3	Submarine Cable Laying	13
3.4	Submarine Cable Protection Techniques.....	20
3.5	Submarine Cable Operation and Maintenance	27
3.6	Submarine Cable Repair	30
3.7	Dynamic Submarine Cables.....	31
4	GENERAL ASPECT OF MECHANICAL TESTING.....	35
4.1	Summary of Type Tests	35
4.2	Test Conditions.....	38
4.3	Characteristics of Cable Design / Installation Methods.....	38
4.4	Test Tension	39
5	TYPE TESTS.....	42
5.1	Coiling Test.....	42
5.2	Tensile Bending Test.....	44
5.3	Pressure and Water Penetration Tests on Paper Lapped Cable Types	48
5.4	Pressure and Water Penetration Tests on Extruded Cable Types	49
5.5	Tensile Test	51
5.6	Full Scale Fatigue Test – Dynamic Cables	52
6	PROJECT SPECIFIC TESTS AND SPECIAL TESTS	54
6.1	Introduction	54
6.2	Bending Test Without Tension	55
6.3	Crush Test	55
6.4	Crush Test for Long Term Stacking.....	57
6.5	Sidewall Force Test.....	57
6.6	Impact Test.....	60
6.7	Pulling Stocking Test.....	63
6.8	Handling Test for Rigid Joint	64
6.9	Sea Trial	65
6.10	Tensile Characterisation Test	66
6.11	Friction Coefficient Test	67
7	BIBLIOGRAPHY / REFERENCES.....	69

ANNEXES	71
ANNEX 1 – CALCULATION OF TEST FORCES.....	71
1 INTRODUCTION	71
2 BACKGROUND.....	71
3 CHANGES COMPARED TO ELECTRA 171.....	72
3.1 Water Depth 0 – 500 m	72
3.2 Water Depth > 500 m	73
4 BACKGROUND TO EQUATIONS	75
4.1 Equation 1.....	75
4.2 Equation 2.....	76
4.3 Dynamic Tension.....	76
5 COMPARING CALCULATED TENSION WITH MEASUREMENTS.....	81
5.1 Very Deep Installation	81
5.2 Moderate Installation Depth.....	82
6 COMPARING CALCULATED TENSION WITH NUMERICAL SIMULATIONS.....	83
6.1 Vertical Velocity of Sheave.....	83
6.2 Bottom Tension.....	85
6.3 Water Depth.....	85
ANNEX 2 – CATENARY EQUATION.....	87
1.1 Catenary Parameters	87
ANNEX 3 – CABLE ROUTE SURVEY	89
1.1 Desktop Study	89
1.2 Marine Survey.....	89
1.3 Inspection Techniques during Laying.....	92
1.4 Maintenance Checks.....	92

EXECUTIVE SUMMARY

Introduction

This technical brochure covers a set of informative chapters that describe an overview of the mechanical handling of the submarine cables throughout their life cycle as well as a set of normative chapters that describe the tests that are recommended or may be considered. The scope of the recommendation are cable systems intended to be used in AC and DC power transmission systems with rated voltages above 30 (36) kV AC or 60 kV DC. It is the opinion of the WG that the TB can also be used for voltages down to 6 (10) kV AC or 10 kV DC.

The technical brochure is applicable for extruded cable systems, MI cable systems as well as oil-filled cable systems. The brochure has not been written specifically for gas-filled cables, although it cannot be stated that all or certain parts of the brochure are non-applicable in that case. The technical brochure covers both shallow and deep sea installations.

The aim of the work was to improve the Electra 171 recommendation in the light of increased experience, increased maximum installation depth and increased number of application areas of submarine cable systems. The work has mainly been based on the following recommendations and brochures:

- Electra No. 171 article, Recommendations for mechanical tests on submarine cables
- CIGRE Technical Brochure, TB 490, Recommendations for Testing of Long AC Submarine Cables with Extruded Insulation for System Voltage above 30 (36) to 500 (550) kV

Introduction of New Tests

The reader who is familiar with Electra 171 will recognize tests in this brochure that are recommended under type test conditions, e.g. coiling test, tensile bending test, etc. This brochure has added a chapter with additional tests that can be considered because of the following reason.

If experienced design values are exceeded or there are major differences in conditions with regards to; loading, installation, operation, repair or cable handling, then special considerations and/or additional tests may be required.

It is only in specific cases that one or more project specific tests and special tests for engineering purposes may be needed. It is not the intention that project specific tests and special tests are automatically part of testing regime for all submarine cable systems. These tests are more the exception to study and are performed to address project specific issues, or for engineering information.

Examples of additional tests, or as it is defined in this brochure – project specific tests and special tests are:

- Crush test
- Sidewall force test
- Impact test
- Pulling stocking test

Conclusions

The working group has been in service for a little more than 3 years. The work started with analysing existing recommendations as published in Electra 171, CIGRE technical brochure TB 490 and other related standards and identifying areas that were not fully covered or needed to be amended. The result is this brochure which has both a descriptive and a normative (test) part. In addition to the type tests a new set of tests were added to be considered in special installation cases. The means of calculations of forces has

been thoroughly analysed using analytical methods, FEM based calculations for verifications purposes and some measured forces from actual installations.

All parts of the submarine cable system were considered. Tests were defined reflecting mechanical aspects during the whole life cycle of the cable system.

1 Introduction

This brochure is divided into two principal parts: one part describes the general background of mechanical handling of cables throughout the life cycle and the general aspects of testing in relation to handling (chapters 3 and 4); the other part describes the tests that are recommended or may be performed (chapters 5 and 6).

1.1 Background

Several documents concerning recommendations for tests on submarine cables have been issued over the years under the responsibility of the CIGRE Study Committee B1. In 1980 the document titled “Recommendations for mechanical tests on sub-marine cables” was published in Electra No 68 [1]. The field of application was defined as a rated voltage U_0 of higher than 36 kV AC or 100 kV DC. It was also stated that the recommendations were primarily meant for single or 3-core paper-insulated cables for AC voltages. For DC cables it was mentioned that the reader should refer to the CIGRE document as published in Electra No 32, 1974 [2]. This document describes the test procedures for DC cables. The reference to the mechanical tests was very briefly confined in a note: “Note: in the case of submarine cables, special mechanical tests may be agreed upon.”

After 1980, several deep sea and large submarine cable links were installed and as a consequence the experience of cable installations was increased. At that time it was recognised that the computed test forces according to the Electra No 68 document differed in some cases from the actual tension during laying and recovery. For these reasons the SC 21 (as the SC B1 was named at that time) decided in the Sydney meeting in 1993 to revise the recommendations. The work was done in the WG 21.02 and resulted in the document published in the Electra No. 171 article in April 1997 [3], titled “Recommendations for mechanical tests on sub-marine cables”. The field of applications in terms of voltages remained the same, although the limitation to paper-insulated cables was removed in this version. And the use of the recommendations for both AC and DC cables was explicitly stated.

The number and scope of submarine cable installations has increased ever since and it is expected to increase even more in the future. It was also judged that the application areas are diversifying (offshore wind farms, floating platforms, etc.) and that the maximum installation depth is also increasing. These facts were recognised by SC B1 during the late 2000’s, subsequently initiating preparation of terms of reference for a new WG to update the Electra No. 171 document. Preparation of the terms of reference for the new WG was carried out by a Task Force within WG B1.27 and resulted in WG B1.43 being set up.

This technical brochure is a result of the work of WG B1.43. The TB is divided into two parts, a descriptive part and a test part. The descriptive part aims to give the reader some basic background information. For further reading the TB 610 from WG B1.40 titled “Offshore generation cable connections” [4] is recommended. The test part has revised the tests recommended by the Electra 171 document, makes references to the TB 490 for certain tests on extruded cables and proposes a set of tests for special projects and for information purposes.

1.2 Terms of Reference

Within the Working Group B1.27 “Recommendations for testing of long AC submarine cables with extruded insulation for system voltages above 30(36) to 500(550) kV” [5], the Terms of Reference of the WG B1.43 that resulted in this technical brochure were defined. These Terms of Reference were as outlined below and it is the conclusion of Working Group B1.43 that all issues have been covered by this new technical brochure.

Terms of Reference:

1. Cover both impregnated paper cables and extruded cables (AC and DC) including a review of cable installation methods and cable protection for submarine cables
2. Examination of relevant IEC standards, CIGRE recommendations and standards from the offshore industry (e.g. umbilical testing)

3. Assess the risk for mechanical damage during installation and cable protection
4. Assess the risk for mechanical damage after installation (anchoring, drag-net fishing, pile driving)
5. Calculation of tensile tests to be updated and a more detailed background to be described to the selected factors (security factors and torsion as well as dynamic forces)
6. Propose test methods to cover:
 - a. Dynamic cable system installations
 - b. Very deep sea installations (including extruded cables)
 - c. Impact tests
7. Consider the heat cycling influence on the metallic sheath and evaluate possible test methods
8. Update/introduce mechanical tests for rigid joints
9. Consider tests with for free-spans, strumming
10. Consider tests for the cable interaction with e.g. J-tubes, bend restrictors etc.

The WG should not specifically consider umbilicals but should look in general at umbilical power cables.

1.3 Scope

This technical brochure applies to cable systems intended for use in AC and DC power transmission systems with rated voltages above 30 (36) kV AC or 60 kV DC. It is the opinion of the WG that the TB can be used even for voltages down to 6 (10) kV AC or 10 kV DC.

The technical brochure is applicable for extruded cable systems, MI cable systems and fluid-filled cable systems. The brochure has not been written specifically for gas-filled cables, although it cannot be stated that all or certain parts of the brochure are non-applicable in that case.

2 Definitions

In this section definitions of some commonly used terminology are provided and are in agreement with TB490, "Recommendations for testing of long AC submarine cables with extruded insulation for system voltage above 30 (36) to 500 (550) kV" [5]. Test definitions are also in agreement with IEC 60840 [6] and IEC 62067 [7].

Submarine cable system

An AC or DC, HV or EHV submarine cable system may consist of submarine cable(s), termination(s) and different type of joints.

Dynamic cable

Cable designed for dynamic loads during the operational life of the cable. The dynamic loads result directly or indirectly from wind, waves and current. A dynamic cable is designed to ensure that the cable has sufficient fatigue life. Typically, a dynamic cable is hanging from a host facility down to the seabed.

Static cable

Cable designed for static application after installation. The loads induced by wind, waves and current will not introduce significant dynamic response in a static cable during operation.

Factory Joint

A factory joint is manufactured prior to the armouring operation so that the section of cable containing the joint is continuously armoured without any discontinuity of the armour wires in the vicinity of the joint. The factory joint is generally fully flexible with the same handling restrictions as the original cable.

Field Joint

A field joint is a joint made on board a cable laying vessel or barge or in the beach area, between cable lengths which have been armoured. They are generally used to connect two delivery lengths offshore. The design principles of field joints are the same as for repair joints and are treated as such.

Repair Joint

A repair joint is a joint between cable lengths that have been armoured. They can be used for repairing a damaged submarine cable or for jointing two delivery lengths offshore or in the factory. A repair joint can be either flexible or rigid.

Flexible joint

A flexible joint can be handled with the ordinary cable handling machinery and has the same limitations on bending radius and tension as the cable.

Flexible joint with some mechanical restrictions

A joint that can be bent to the same or greater bending radius as the cable and/or with reduced tension.

Rigid joint

A rigid joint is a joint between two cable lengths that have been armoured. The rigid joint is normally performed as a field joint. The rigid joint cannot undergo bending and cannot be handled with the ordinary cable handling machinery. It must be deployed with special equipment such as a crane or similar. Bend stiffeners or bend restrictors are normally used to protect the cable from over bending at the interface to the rigid joint housing.

Internal Design of Joint

Whether the joint is rigid or flexible, single-core or three-core, it has an electrical function based on the design principles of transferring the current, of controlling and withstanding the electrical stresses, of screening the joint electrically and protecting the insulation system from moisture ingress. These design principles are attributed to the internal design of the joint.

External Design of Joint

Whether the joint is rigid or flexible, single-core or three-core; it has a mechanical function based on the design principles of withstanding the impact from the surroundings, of withstanding (in some designs) the mechanical bending, and of withstanding the mechanical tension and torsion during laying and operation. These design principles are attributed to the external design of the joint.

Manufactured Length

A manufactured length is a complete production run or a part thereof. It normally does not contain any factory joints, but during a failure in routine testing, a factory joint may be part of the manufactured length. A manufactured length has normally not any armour but may contain armour.

Delivery Length

A delivery length may be one or more manufactured lengths joined with factory joints. A delivery length is typically the intended shipping length of the submarine cable.

Long Length

The definition of what constitutes a 'Long' length is somewhat subjective. In general, underground cables are supplied on individual delivery lengths of a thousand metres, which are easily transportable. The manufactured or delivery lengths of submarine cables can be more than one hundred kilometres, which are beyond the capacity of individual transportable drums. They are commonly moved from the factory production line directly onto a very large turntable outside the factory, or onto a cable laying vessel. The considerably greater manufactured or delivery lengths of submarine cables imposes a range of practical difficulties on the testing of such submarine cables in accordance with current IEC standards for HV and EHV underground cables.

For the purposes of this document, a 'long' length is considered to be:

- a cable delivery length which includes one or more factory joints, or
- a cable delivery length for which the electrical characteristics make the carrying out of high voltage tests and partial discharge tests strictly in accordance with IEC 60840 [6]/IEC 62067 [7]/IEC 60885-3 [8] impractical in factory test facilities or on site, or
- a cable delivery length which cannot be accommodated on an individual transportable drum suitable for moving around the factory to the appropriate test facilities

Routine tests

Tests made by the manufacturer on all manufactured components (length of cable or accessory) to check that the component meets the specified requirements.

Sample tests

Tests made by the manufacturer on samples of complete cable or components taken from a complete cable or accessory, at a specified frequency, so as to verify that the finished product meets the specified requirements.

Type tests

Tests made before supplying on a general commercial basis a type of submarine cable system in order to demonstrate satisfactory performance characteristics to meet the intended application. Once successfully completed, these tests need not be repeated, unless changes are made in the cable or accessory with respect to materials or design or manufacturing process, which might change the performance characteristics.

Project specific tests and special tests

Tests that may be performed, if experienced design values are exceeded or there are changes in the conditions related to for instance handling, installation or operation that are not covered by the type tests. The tests can also be a characterisation test, which is performed to measure specific properties of the cable system. The results of the characterisation test are used for engineering purposes and are not subjected to acceptance criteria.

Factory Acceptance Test (FAT)

Tests made by the manufacturer on the completed cable to check that each length meets the specified requirements. These tests are often carried out in the presence of the customer.

Electrical tests after installation

Tests made to demonstrate the integrity of the cable system as installed.

Significant wave height, H_s

Parameter used to describe the wave height in a stationary irregular sea state. Traditionally defined as the average wave height (trough to crest) of the highest third of the waves.

3 Mechanical Handling of Submarine Cables

In this chapter general information and recommendations are supplied on typical loading, transport, laying, protection, operation and repair. This information serves as an introduction to the physical effects and parameters for the testing and calculation parts of this technical brochure.

Cable parameters like maximum pulling tension, minimum bending radius, minimum coiling height and diameter, maximum sidewall pressure and maximum crush force must not be exceeded.

In the following Table 1 typical mechanical forces and other factors that apply to submarine cable are listed. It is important to note that the phenomena mentioned in Table 1 are not necessarily a threat to the cable system, as it may already have been considered in the design of the cable system, in the installation methods and in the protection system adopted.

Table 1 Informative overview over mechanical phenomena and their occurrence.

MECHANICAL PHENOMENON	Reference in this technical brochure	LOADING	INSTALLATION				OPERATION								REPAIR			
		Loading and/or storage	Shore landing and entrance to platform	Main cable lay with laying equipment	Movement of vessel when laying is stopped	Cable protection and crossings	Entrance to platform	Anchors / fishing	Cables with free spans	Crossings	Cable in normal operation	Movement of cable induced by wave or current	Movement of seabed	Dynamic cable	Ice and earthquake	Pull up	Uncovering	Movement of vessel during repair
Torsion (e.g. during coiling and laying)	5.1	X	X	X									X		X			X
Tensile bending	5.2		X	X	X										X		X	X
Radial water pressure/penetration	5.3, 5.4									X			X					X
Longitudinal water penetration	5.4							X										
Tensile force	5.5, 6.10		X	X	X		X	X		X		X	X	X	X		X	X
Bending without tension	6.2	X				X							X					X
Crush (radial squeeze), short term or long term	6.3, 6.4	X		X	X									X	X			
Sidewall force	6.5	X	X	X	X						X				X		X	X
Impact (mechanical, external)	6.6					X		X		X				X		X		
Bending fatigue	3.3.6, 5.6				X						X		X				X	
Abrasion (sharp point, sand/water, during friction, tug boat lines)	3.5.5	X	X	X		X				X	X	X	X	X	X	X	X	
Friction	6.11	X	X	X		X							X					
Creep	3.5.3, 3.7.2												X					
Corrosion	3.4.7, 3.4.14, 3.5.5, 3.7.2						X			X	X							
Thermal fatigue	3.5.3										X							
Kinks / minimum bottom tension	3.3.3		X	X	X										X		X	X
High or low temperature	3.2	X	X	X	X		X			X	X		X		X		X	

3.1 Risk of Mechanical Damage during a Cable's Life Cycle

Generally cables undergo a significant amount of mechanical handling during production, loading onto a cable vessel, laying, protection, operation and finally potential recovery and repair.

Damage to cables can occur at all stages of a cable systems life cycle:

- Damages during installation is typically caused by mishandling, for instance due to break down of machinery or due to bad weather.
- Damage that occurs before the cable goes into service is generally less critical, yet can be very costly.
- Damage that occurs during active service is the most critical, because it is more expensive to repair and it affects system availability.

The simplest way of installing submarine cables is to lay the cables on the seabed. This method leaves the cables unprotected against third party damage which is an acceptable risk if the probability and consequences of damage are low. The issue of third party damage to cables is extensively discussed in CIGRE Technical Brochure TB 398 [9]. TB 398 concludes that failure statistics demonstrate that the risk of third party mechanical damage is three to five times higher than the risk of internal failures. This alone may make it necessary to protect the submarine cables. For lower voltages and/or in sheltered areas it is possible that, based on a cost/risk analysis, less protection may be acceptable.

A typical way of protecting submarine cable is to cover the cables. This may be done in soft soils by post lay jetting or in harder seabed materials by installing the cable in a pre-excavated trench. Naturally a narrow trench will yield a higher level of protection than a wide open trench. This is also true for jetting, but note that jetting may also leave the cable unprotected if the soil is blown away by high water pressure. Other methods are also used such as ploughing, vertical injection, concrete mattresses, rock placement, sand bags, steel/HDPE pipes or split-pipe mechanical protectors, and many more. However, they all have the same purpose of protecting the cables from third parties and the environment, in the form of a cover.

As described in CIGRE Technical Brochure TB 379 [10], the annual failure rate for submarine cables is significantly lower compared to underground cables. However, the repair of submarine cables is significantly more costly and time consuming. A typical failure on a submarine cable system can take weeks up to months to repair, while a failure on an underground cable can be handled in the order of days or weeks.

3.2 Submarine Cable Loading and Transportation

Submarine cables are loaded on turntables, normal or extra size drums or coiling basket/tanks using roller ways and a linear machine or a capstan wheel. Transportation is done by a vessel, a barge, a train or sometimes on truck. Sometimes an additional intermediate transport by a barge, cargo vessel or train is needed e.g. between cable factory and harbour or laying site.

Before loading and transportation it is recommended to carefully study all mechanical parameters of the operations together with the cable information. Mechanical parameters are typically tensile force, tensile force with bending, sidewall pressure, bending radii, crush forces (height of stacking and caterpillar design), torsion and temperature. The duration and number of cable handlings shall be taken into account. The cable information is for example cable type, cable length, cable diameter, cable weight and minimum bending radii.

Low temperatures may increase bending stiffness or cause cracking of bitumen layers of the cable. High temperature may cause melting and sweating of bitumen, particularly in tropical climates.

In order to connect the cable to a pulling rope or wire, pulling heads or woven grips are installed at the cable ends. This has to be designed according to the required pulling forces expected in the following loading and installation processes.

Figure 3-1 and Figure 3-2 below shows examples of operations related to intermediate transport.



Figure 3-1. Coiling of cables on a train set.



Figure 3-2. Storing cable on a turntable placed on a vessel.

3.3 Submarine Cable Laying

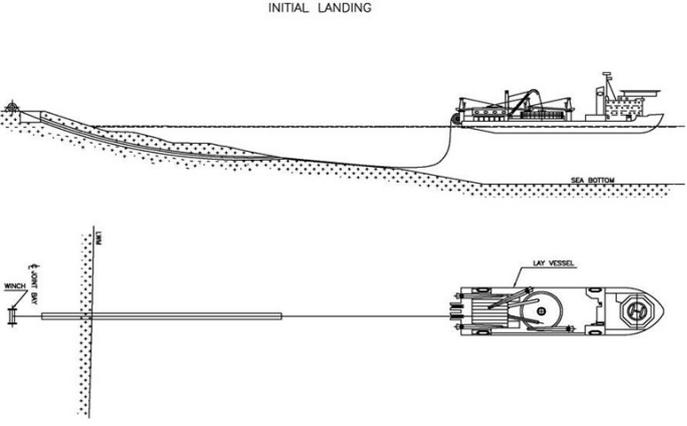
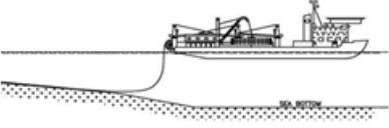
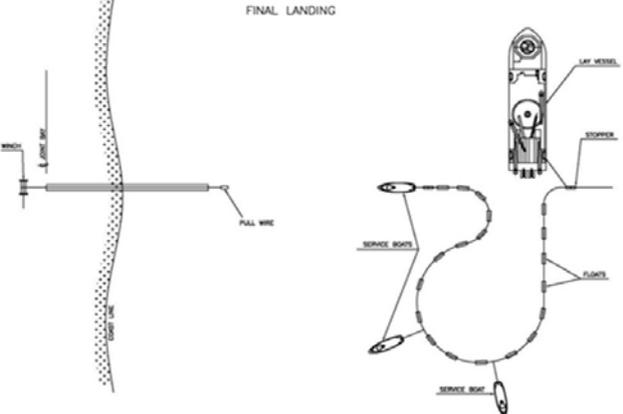
The laying of the submarine cables is one of the most significant steps in the installation of submarine cables.

3.3.1 Typical Installation Sequence with Shore Landing

Table 2 and Figure 3-3 illustrate a typical installation sequence of a submarine cable from shore to shore, where both ends of the cable are pulled into a pipe at the shore landings.

In case of a trenched installation at the first landing point the cable head is typically fed from the vessel, put on floats and pulled to the shoreline by a boat. At the shoreline the cable head is connected to a wire and the cable is pulled onto shore to the final position by a winch. The floats are then removed by divers, starting from the shoreline. After removal of all floats, the cable main laying may commence. At the second landing point, the sequence is typically according to Table 2, Phase 3 – 5, except that the cable head is pulled to the shoreline instead of the outer end of the pipe.

Table 2 Typical installation of submarine cable from shore to shore.

<p>FIRST LANDING POINT Phase 1: Cable laying vessel is positioned close to the first landing point with cable pay-out side facing to shoreline.</p> <p>The pulling wire is pulled through a pipe and connected to the cable head.</p> <p>The connection may be done at the vessel if vessel is near the outer end of the pipe. Alternatively if the vessel is further away the cable head may be floated close to the outer end of the pipe for connection to the pulling wire.</p> <p>The cable is pulled through the pipe by a winch on-shore to the final position. Helper caterpillars may be used in case of long on-shore trench. During the pulling operation the cable is paid out from the vessel. If necessary the cable may be put on floats between the vessel and the pipe.</p>	<p style="text-align: center;">INITIAL LANDING</p> 
<p>CABLE MAIN LAYING Phase 2: The vessel moves along the cable route while the cable is paid out and laid on the seabed.</p> <p>The cable is paid out under tension control and speed is adjusted considering various parameters.</p> <p>The vessel position during installation operations is typically controlled by a DGPS system</p>	<p style="text-align: center;">CABLE MAIN LAYING</p> 
<p>SECOND LANDING POINT Phase 3: The vessel is arriving at the final landing point while laying the submarine cable.</p> <p>Close to the landing point the vessel turns around and stops as close as possible to the outer end of the pipe.</p> <p>The exact quantity of cable needed to reach the final position is defined. The length is measured on the cable on board. This amount of cable is paid out from the vessel, floated and arranged in suitable manner by boats and divers.</p>	<p style="text-align: center;">FINAL LANDING</p> 

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: Nº 202202184, Fecha Visado: 20/05/2022, Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M., Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/Verificacion>, Cod. Ver: 91531979, Nº Colegiado: 18068, Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

<p>Phase 4:</p> <p>The cable head is connected to a pre-installed wire at the outer end of the pipe.</p> <p>The cable is pulled by a winch through the pipe to the final position.</p> <p>Excessive bending have to be avoided.</p>	
<p>Phase 5:</p> <p>All floats are removed by divers starting from the main cable lay side of the cable. At the same time the cable is kept tight by the winch.</p>	



Figure 3-3. Submarine cable carried on floats from the cable laying vessel to shore.

When the route length is too long compared to the load capacity of the cable laying vessel or for example when the cable type is changed from deep water cable to shallow water cable, it is necessary to leave the cable end on the seabed for later recovery and for an offshore jointing operation. The cable jointing is typically made like an in-line joint or as an omega joint (also see section 3.6).

3.3.2 Installation at Offshore Platforms

Offshore platforms (see Figure 3-4 and Figure 3-5) with fixed foundations are usually equipped with J-tubes or I-Tubes. The tube is made of steel or polymeric materials, reaching from the seabed up to the platform deck. The tube is open at the top and has a bell-mouth at the bottom end in order to guide the cable from the seabed into the tube.



Figure 3-4. Illustration of a transformer platform with J-tube connections for submarine cables.

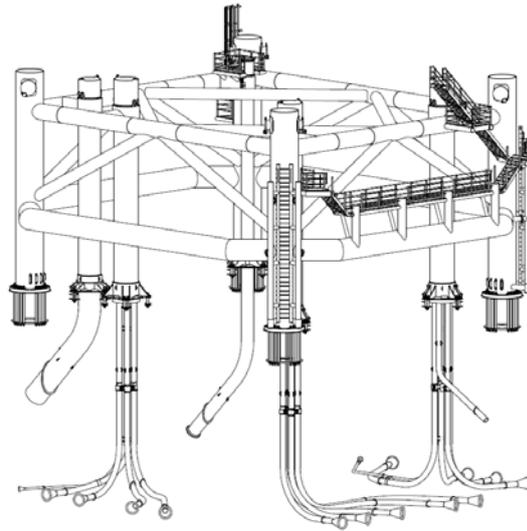


Figure 3-5. Illustration showing a number of J-tubes.

A J-tube normally ends close to the sea bed level. It can also be partly buried to match the bottom of a cable trench and be able to facilitate cable entrance. It can also be extended prior to the installation of platform scour protection, permitting the cable to run under the scour protection and therefore providing enhanced protection against possible impact damage from dropped objects and permitting pull-in of cable at a later stage.

I-tubes end a few metres above the sea bottom and the cable makes a gentle curve from vertical orientation in the I-tube to horizontal orientation in sea bottom.

Tubeless hang-offs are also possible when attaching cables to platforms with fixed foundations. This facilitates ease of pulling in the cables and needs suitable cable protection systems to reduce dynamic stress during service life of the cable.

During installation the first cable end is pulled through a pipe with a steel wire and a winch. The winch is located on the offshore structure above the tube or on the cable laying vessel. Depending on water depth and sea bottom soil conditions, the cable end can be also be laid on the seabed in an omega or S loop near the bell-mouth, prior to the pull-in. During the pulling operation the cable is typically paid out from a cable laying vessel appropriately positioned near the offshore structure. Monitoring of the bottom bell-mouth during the pull-in operation is recommended.

At the bottom end of the tube bend restrictors may be installed to restrict excessive bending and/or strumming of the cable.

3.3.2.1 Pull-in Head

The pull-in head is a device used for terminating the end of a cable so that it can be loaded/offloaded from a vessel and pulled through an HDD, I- or J-tube. The pull-in head is designed to withstand installation loads, such as:

- Tension during lay-down and pull-in (including increase in tension due to friction within the I- or J-tube)
- Bending over chute/laying wheel, entrance to I- or J-tube and within J-tube

The size of the pull-in head is designed based on the topside interface envelope (size of I-tube, J-tube, bends, landfall etc.). Available space within the platform during pull-in has to be considered when deciding the length of the pull-in head.

A pull-in head contains and protects the cable power cores which are sealed against water ingress. The pull-in head is temporary and is removed after the pull-in operation. The pull-in head is connected to the cable armour wires, through welding, moulding or clamping.

3.3.2.2 Hang-off

The hang-off assembly transfers cable loads to the platform structure. This is achieved by termination of load bearing elements (armour wires) in a strain termination (bounding epoxy mould, welded termination or clamping of armour wires). The loads are transferred from this anchor block to the platform structure via a split flange.

For dynamic riser applications, the hang-off assembly is designed for the load variations given in the dynamic analysis. For static applications, the hang-off is designed to handle the service load.

3.3.3 Vessel and Machines Positioning

Most cable laying vessels are equipped with Differential Global Positioning System (DGPS) which provides good positioning accuracy.

Additional accuracy in cable laying is achieved if the cable laying vessel is equipped with a Dynamic Positioning (DP) System. Using information obtained from DGPS, the DP system moves vessel along the predefined route and keeps vessel in the given position and on the defined heading even if there are disturbing forces from wind, current and wave action. Many cable installations have been done using vessels and barges with tugboats without a DP system, particularly in MV applications and in long cable landings where the sea bed is shallow and affected by tide. In these cases the cable laying vessel or barge may be kept in position with warp anchors or with hydraulic jacks.

For non-torque balanced cables, e.g. single armoured cables, it is important at all times during laying to control the minimum bottom tension to avoid formation of loops and kinks. Therefore, it is important to control the vessel movement in relation to the pay-out speed of the submarine cable. The maximum bottom tension should not be too large in order to facilitate post lay protection such as jetting and to minimise free spans.

3.3.4 Remotely Operated Vehicle (ROV)

The most common use of ROVs is for touch down monitoring during laying. Monitoring by ROV may be preferred in situations such as:

- Irregular/uneven morphology of the seabed, which requires a visual check of the touch down distance in order to control the residual tension and in order to avoid free spans.
- Cable laying along steep sections.
- Cable laying at crossings with other in-service utilities.
- Cable laying in deep water, where the laying angle from vertical is close to zero and laying tensions are high.

If an ROV is used for touchdown monitoring, it is possible to stop, recover the cable and re-lay it in a more preferable location, if necessary due to unforeseen bottom conditions being unacceptable.

3.3.5 Laying of Bundled Cables

Depending on installation constraints and system design, two or more submarine cables can be laid simultaneously in a bundled configuration. A typical situation is to install the fibre optic cable bundled to a power cable or laying two cable poles in an HVDC bipolar system.

Typically, for a bundled lay a multiple set of cable storage and handling equipment is required, depending on the number of cables to be bundled. The cables run from their storage tanks to the ship pay-out area and before entering the laying sheave or wheel, they are guided into a bundle. They are fixed together by wrapping ropes, tapes or plastic straps. Accurate speed and tension control is required for each cable to ensure that the same lengths of the different cables in the bundle are paid off and no differential movement/stresses arise.

Since the different cables may have a different diameter and weight per meter their elongation under tension might be different. For that reason a theoretical study is recommended to ensure that the length difference of the cables after their relaxation on the sea bottom will not create loops or twists due to trapped mechanical constraints between them. Here care needs to be taken for non-torque balanced cables, e.g. single armoured cables.



Figure 3-6. The photo shows the pull-in to shore of bundled cables, where the fibre optical cable is strapped to the power cable. A fibre optic cable is visible on the left side of the power cable.

3.3.6 Fatigue During Installation and Jointing

During a jointing operation or during a temporary halt during laying the cable will be exposed to repeated bending cycles, primarily due to wave induced ship movements. This variation in cable curvature will result in cyclic strain variations in the cable components which can result in fatigue damage. Of the metallic components in a high voltage power cable the lead sheath is generally the component that is most sensitive to fatigue damage.

The largest curvature variations occur at the departure point from the vessel and in the touch down region. At the top, where the cable is supported by a chute or lay wheel, the cable is alternatively bend against the chute/lay wheel and alternatively straightened over a short distance. At the touch down point the curvature variations are smaller, but are spread out over a longer distance of the cable.

During normal laying the cable is gradually fed out, preventing any accumulation of fatigue damage. A jointing operation can take several days, during which normal feeding of the cable onto the sea bed is halted. To verify that the accumulated fatigue damage due to the ship movement during a jointing operation or temporary halt is acceptable, a fatigue analysis may be performed. The fatigue life can be analysed for different weather conditions (wave heights, periods and directions) in order to provide guidance on weather limitations for the jointing operation or for temporary halts, where the cable is suspended from the ship.

The following process may serve as a guide to evaluate the fatigue accumulated during a jointing operation or temporary halt:

- First evaluate the global bending conditions of the cable based on the environmental conditions, vessel response characteristics and the shape of the chute/lay wheel or hang off arrangement. This

can either be performed as a dynamic analysis with special purpose software or by simplified conservative assumptions, for instance neglecting the effect of cable bending stiffness.

- Then translate the global bending conditions of the cable into strain variations in the fatigue sensitive components. For a single core cable, the strain, ε , in the lead sheath is given by:

$$\varepsilon = r \cdot \kappa_C$$

Where r is the radius of the sheath and κ_C is the curvature of the cable. For a three core cable, frictional stresses resulting from stick-slip of the cores, see chapter 3.7, should also be evaluated.

- The accumulated fatigue damage in the lead sheath can be calculated under the assumption of linear cumulative damage (Palmgren-Miner rule), where the accumulated fatigue damage, D , is given by:

$$D = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{N_i}$$

where k is the number of strain blocks, n_i the number of strain cycles in block i and N_i the number of cycles to failure at a constant strain range of ε_i . The S/N fatigue curve for the lead sheath is used to calculate N_i . Fatigue failure is usually assumed to occur when the fatigue damage reaches 1.0. The accumulated fatigue damage, D , can be viewed as the fraction of life consumed during the analysed fatigue loading. A safety factor shall be applied on the calculated damage to reduce the probability for failure, where the accumulated damage times the safety factor shall be less than 1.0. The safety factor shall be agreed upon between the customer and manufacture.

If installation conditions or cable design go beyond what has previously been verified and/or a fatigue analysis is not considered sufficient, a more detailed investigation may be performed after agreement between the costumer and the manufacturer.

3.4 Submarine Cable Protection Techniques

3.4.1 Route Survey

The aim of a route survey is to find a route enabling safe installation and operation considering various factors such as environmental impact, archaeology, etc. For more details, see Annex 3.

3.4.2 Choosing of Cable Route and Protection Techniques

Statistics from CIGRE Technical Brochure TB 379 [10] indicate that 82% of the faults occurred at sea depths up to 50m and that over 50% of faults occurred on unprotected cables with the comment that buried cables are well protected against fishing gear, but can still be damaged by large sized anchors penetrating deeply into the seabed.

When the route survey (seabed survey, fishing and shipping risk, etc.) has been performed and the cable route has been decided, the protection plan can be finalised. Cable protection is made either along the entire cable route or at selected areas like shore landings, shallow water areas, soft soil areas, crossings of shipping channels, crossings of other infrastructures, fishing areas, etc.

When the burial of the cable in seabed along the whole cable route or over certain high risk areas is proposed as the optimal protection solution, then a burial assessment survey must be included in the route survey in order to define adequate burial spread and target burial depth.

In shore landings protection is typically handled with a pre-excavated trench or pre-installed pipe (Steel/HDPE). Pipes are also used for lake crossings, connecting islands to the mainland, etc. The protection level adopted is a compromise between the effectiveness of the protection method, the risks during installation of the protection method, cost, available technologies, repair possibilities and time.

In areas with rock on the seabed the cable may be protected by rock placement, concrete mattresses, fixing the cable to the seabed or the route may have been prepared by rock blasting prior to laying.

In areas with softer soils post-lay jetting of the cable into the seabed is common. If the seabed consists of compacted sand or for instance hard clay, trenches may be made beforehand.

Burial depth must also be chosen as a compromise between protection level and the possibility for the power cable to dissipate heat. In sand a typically burial depth is 1-2 metres. However, local circumstances may lead to other choices. In harder soil areas more shallow burial depth may be sufficient.

Protection of cables in shipping lanes should be chosen taking into consideration the size of the ships and their anchors combined with the knowledge of the inherent protection level of the seabed against anchor penetration.

Magnetic fields and temperature rise in the seabed may also play a role in choosing cable route, burial depth and the protection level.

Special precautions are needed in areas with a dynamic seabed (sand waves or with a dynamic shoreline). In these cases cables may be protected in seabed during one period and exposed during another period. Repeated protection may be a needed or initially cables may be laid deep in the seabed.

A more detailed explanation on cable protection is given in “Offshore Electrical Cable Burial for Wind Farms: State of the Art, Standards and Guidance & Acceptable Burial Depths, Separation Distances and Sand Wave Effect” prepared for Bureau of Ocean Energy Management, Regulation & Enforcement - Department of the Interior, US, November 2011 [11].

3.4.3 Ploughing



Figure 3-7. Cable plough.

Ploughing is a cable protection method by direct burial of the cable into the seabed, and is normally done simultaneously with cable laying. The cable is guided through the plough into a narrow self-closing furrow cut by a sea plough towed by a surface vessel.

Different plough designs are available to suit various seabed conditions. The traditional plough-share is well suited for muddy substrates. Sandy sediments may require a plough equipped with water jets, thus reducing the required mechanical power, to cut a trench into which the cable is placed. Burial in more consolidated substrates may result only partial closure of the furrow. A plough can bury cables up to about 4 m in soft or sandy soils.

Ploughs are often used for installation and protection of telecom cables and light weight power cables. It is also possible to use a large plough to install and protect larger power cables. This method entails some risks, if it is not both designed and handled with great care. In addition, if the seabed soil is inhomogeneous, or if the plough hits boulders, logs or other large embedded objects, the plough can lurch, make a sudden sideways move and may result in damaging the cable.

3.4.4 Water jetting

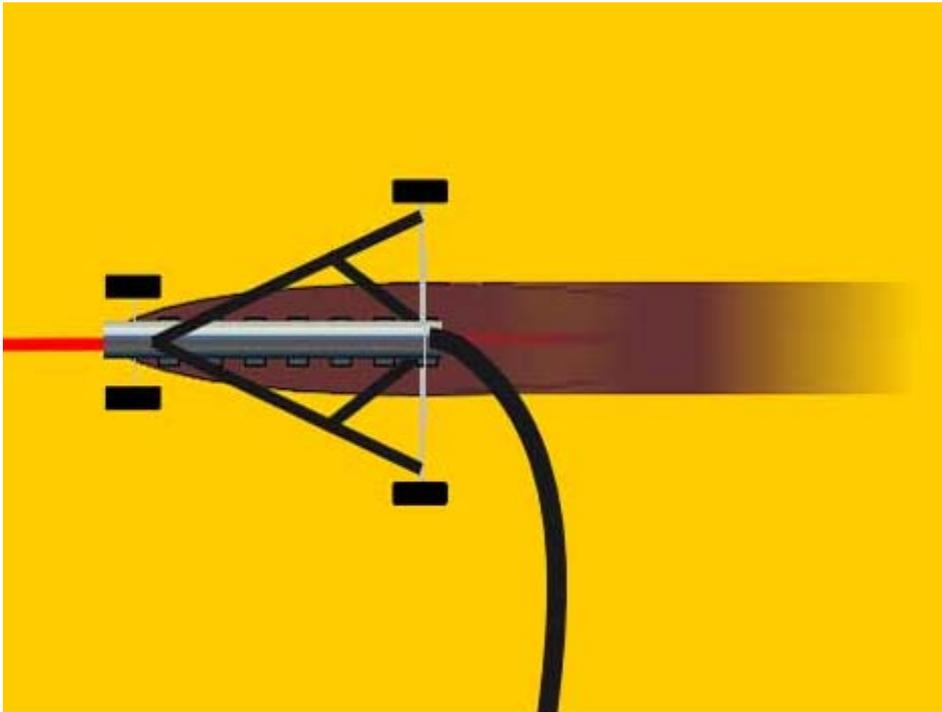


Figure 3-8. Schematic illustration of a jetting machine.

Water jetting is a cable protection method in which an underwater machine (usually a ROV) equipped with water jets liquefy the sediment below the cable, allowing it to sink to a specified depth (dependent on the penetrating length of the swords), after which coarse sediments are deposited. The water jets are fed by high power water pumps.

There are different types and sizes of jetting equipment. Some small water jetting machines usually have surface water pumps and need assistance from divers and they are typically used in shallow waters. Larger jetting machines with on-board water pumps are often remote-controlled and are capable of operating in deep waters.

Water jetting has become an extensively used power cable protection method. Typically after having been first laid down on the seabed, the submarine cable is post-lay buried by water jetting. This means that it is also used to rebury repaired sections or old cables, which need protection. Post-lay burial has the advantage that cable laying operations are not delayed if difficult burial conditions are encountered. On the other hand, cables can be exposed to third party damage in the time between they are laid and finally buried. This time should be minimised.

Water jetting is an effective method where the seabed consists of a thick layer of soft sediments (silt) and/or sand. Jetting can be used for shallow and deep waters (1000 m already achieved) or through areas with steep slopes.

The effectiveness of the cable protection depends not only on burial depth, but also on the amount of material that will be removed from the trench. The best protection is obtained, if the trench is narrow and is filled with the original material immediately after the jetting operation. In some areas an open trench will be filled in a few days or weeks because of the natural current and tide and the transport of material in the waters. It is important to avoid a situation where the cable is jetted down to the desired depth, but is lying exposed in a wide open trench, without any protection, because all material near the cable has been jetted away.

3.4.5 Vertical Injector (Jetting Assisted Plough)

The vertical injector (jetting assisted plough) consists of a jetting head / sword with water nozzles on the leading edge. The cable is routed through the jetting head and thus the laying and protection is done in one operation. The method is widely used in Asia and in some European countries.

The method is well suited for deep installation in the sea bed in jettable soils, where the water depth is relatively shallow. The method is suitable for deep installation in the sea bed of a cable near shipping lanes and in harbours. However, the method is time consuming and to some extent vulnerable to changes in weather. In case of severe weather the jetting head can be left in the seabed while the cable ship or barge is riding out the storm.

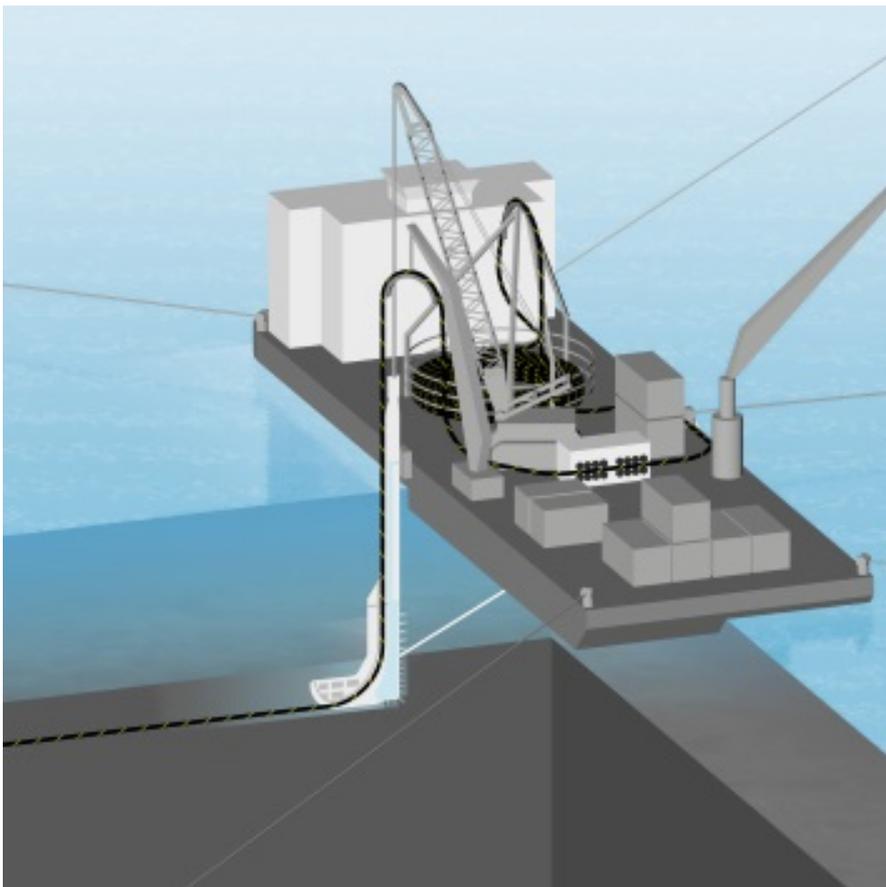


Figure 3-9. Vertical injector.

3.4.6 Trenching



Figure 3-10. Chain saw trenching machines.

Trenching is a cable protection technique using an underwater vehicle equipped with a trenching wheel or saw to cut a narrow trench on the seabed. It is usually operated from the deck of a support vessel. It is used where seabed is composed of very hard clay or rock (and thus is also known as rock trenching), and also in mixed soils with gravel/stones.



Figure 3-11. Example of a wheel trencher.

Trenching can be a time consuming activity. It may be a pre-laying or a post-laying activity. Pre-trenching is preferable in terms of risk for the cable system, although problematic for later accurately laying the cable into the open trench.

Trenching after laying has the inherent risks already explained for ploughing; operating heavy equipment in contact with the cable.

3.4.7 Pipes at Landings

In some cases pre-installed high density polyethylene (HDPE) or steel pipes are used in shore landings, including horizontal directional drilling (HDD) operations. Often a bell-mouth is installed in the end of the pipe in order to protect the cable against damage during cable installation. Extra pipes may be needed for filling the pipe with some slurry mixture like bentonite. The reason for filling the pipe is to improve heat transfer from the power cable or to reduce internal corrosion in the splash zone of the pipe. If ends of the pipes are sealed, chemical inhibitors, biocides and oxygen scavengers may be periodically introduced from the top, to discourage bio-fouling and prevent growth of corrosive sulphide reducing bacteria in stagnant water within the pipe annulus.

The cable is normally pulled in with a winch located on shore and with a wire pulled through the pipe fixed to the cable end by a pulling eye or a pulling stocking.

3.4.8 Excavation

In case of hard soils such as stiff clay or compacted sand a trench can be made beforehand. The cable is laid in the trench and the trench is filled afterwards. Backfilling operation may be critical to avoid mechanical damages to the cable depending on the depth and width of the trench and the seabed conditions. The initial backfilling material on top of the cable is recommended to be either small grain size material or placed carefully by divers or crane to avoid cable damage. Final backfilling may be done for example with the excavated material, with gravel or stones or just leave as it is and wait natural backfilling. Larger size of final backfilling material may give better protection but may need more care during installation.

Excavation is suitable for shallow water installations (typically <20 m) and may be done off a barge or during low water periods.

3.4.9 Pre-Sweeping

In areas with large sand waves on the seabed, such as the English Channel where 10 m high migrating sand waves exist, it may be desirable to remove the sand wave peaks just before cable laying and burial. This can be done using conventional dredging equipment or mass excavation methods. The result is reduced cable exposure when sand waves eventually migrate. The changing of the burial depth may have an impact on cable rating.

3.4.10 Rock Placement

Rock placement (rock covering) as a protection method consists of covering the cable with mid-size regular rocks forming a properly designed berm. This application is widely used for submarine pipes.

Depth, wave action, sea current, rock size, berm side slope and height are the most important variables to design appropriate cable protection with rock placement. Rock size has to be small enough and rock placement method gentle enough to avoid cable damage and large enough to give suitable long term protection. It is important to check the impact withstand properties of the cable as part of the rock covering design.

Over-the-side rock placement vessels sail to their destination, where shovels put the rock overboard at a steady pace. This rock placement method is typically used in shallow water. Flexible fall-pipe vessels are used in deep water (down to 2000 m), bringing large amounts of rock in their holds. The rocks are dumped through a long and flexible fall-pipe and a ROV ensures accurate placement of the rocks.

This protection method is often used also to make a mechanical separation between cable systems or between pipelines and cables. Rock placement may also be used to make the sea bed more flat in uneven areas, with partly buried cables or locally for free-span corrections.

3.4.11 Mattress Coverings

Concrete mattresses are composed by single concrete blocks, linked to each other. They can be fabricated in different dimensions and thickness. Usually they are rectangular, a few meters in length, a couple meters in width, 20-50 cm in thickness, and each weighing a few tons in air.

Cobbled-filled mattresses may be used instead of flexible concrete mattresses. They are generally comprised of a coarse metal mesh container, approximately in the shape and size of a bed mattress. The container is filled with locally available, partially rounded cobbles, each about 50 to 150 mm in diameter.

The resistance of the cable to the crushing force is an important consideration, particularly where mattresses are to be placed over cables on a hard seabed. In such cases it may be advisable to pre-install split conduits around the cables as a cushioning layer. See also Figure 3-12.



Figure 3-12. Left: split PE pipes ready for fitting around cable prior to covering with the cobble-filled gabion mattresses in a sub-tidal area with a hard seabed material. Right: cobble-filled gabion mattresses ready for placing over split PE pipes.

Mattresses are used by installing them on top of the cable. They are used where burial is not feasible. The most frequent situations of mattress installation are in areas of hard soil, irregular seabed, areas of crossing of other live services or cable repair bights with relatively tight bends. For this application to be effective, special attention has to be kept for the accuracy of the mattresses deployment centred on the cable.

The protection by mattresses can be applied from a support vessel in any kind of water depth. Usually the main equipment necessary for mattress installations are a ROV to carry out the pre- and post-installation survey and visually follow the underwater activity, an automatic frame to transport the mattresses to the seabed and properly release them on the cables and lifting equipment.

In shallow water more simple methods like divers and more simple tools may be used.

Since they are normally used on hard seabed and because of the ropes at the mattress sides, it is not unusual for mattresses to become entangled with trawler gears during fishing operations after mattress installation.

An alternative to deploying flexible mattresses is using fabric mesh bags filled with cobbles or gravel. They can be lowered to the seabed to cover cables, or installed beneath them at long free span locations.

3.4.12 Split-pipe Articulated Cable Protectors

Split-pipe articulated cable protectors can be used for additional cable protection in the following circumstances:

- In high wave energy areas in sub-tidal and tidal zones.
- In areas with high water currents where lateral cable movement and abrasion can arise.
- In sub-tidal or tidal areas where sediment mobility may expose previously buried cables and present a hazard to the public.
- As a replacement for cable burial where they pass over exposed hard seabed materials.
- At the bottom of J-tube or I-tube risers at offshore pylons or platforms, where scouring can periodically expose previously buried cables.

Typically protectors are made of cast iron or polymeric material. For particular applications the protectors can be applied as pre or post installation.



Figure 3-13. Split-pipe articulated cable protectors installed on cables placed in a trench.

3.4.13 Other Complementary Protection Techniques

Sand, cement and sand/cement bags are often used in limited areas to give local additional cable protection.

In case of solid rock, other similar environment or in steep areas, cable anchoring or clamping may be used to prevent movement of the cable.

3.4.14 Protection of Cables at Crossings

It is recommended that the owner who will install his cable on top of existing cables, pipelines or similar, makes agreement with the owners of all the existing services to be crossed. The eventual mechanical protection should be agreed in common. It is also recommended to check on the possibility of corrosion and excessive heat in crossings.

Even if there is not a high risk of mechanical damage at cable crossings, it is recommended that some mechanical protection be introduced between the existing service and the new cable. Cement bags, gravel, concrete mattresses or similar may be used before cable laying. During cable laying it may be possible to install protective shells around the new cable at chosen positions along the cable route.

Crossing protocols are available for example by the International Cable Protection Committee's Recommendation No. 3 "Criteria to be Applied to Proposed Crossings Between Submarine Telecommunications Cables and Pipelines/Power Cables" [12].

Caution is advised when placing hard objects, such as concrete mattresses on soft seabed materials because of the possibility of scouring of the soft soil after years. Therefore it is recommended that the installations are frequently inspected.

3.5 Submarine Cable Operation and Maintenance

3.5.1 Possible Hazards for Cables in Operation

The possible hazards for submarine cable connections have been partly described earlier in this document. The most common reasons for submarine cable damages and failures are due to external causes (CIGRE Technical Brochure TB 398) [9] as below:

- Anchors
- Ocean dumping of dredged material or garbage
- Other installations including pipes, telecommunication cables etc.
- The influence of other existing cables
- Trawling

Automatic Identification System (AIS) monitoring technology is being employed in a number of cases to assist in mitigating potential external damage to subsea assets from shipping or fishing activities.

3.5.2 Vortex-Induced Vibrations, Strumming

Vortex-induced vibration or strumming is a physical phenomenon caused by the turbulent flow of water around a freely suspended cable. A free-span can occur at locations with large variations in the sea bed profile or if the cable is freely suspended from a J-tube to the sea bed.

Vortex-induced vibration is a resonance phenomenon, where the energy of the water flow may be transferred to the cable. When the frequency of vortex shedding approaches the natural frequency of the cable span's own vibration modes, energy is transferred from the water flow to the cable and so called locked-in vibration is established. This vibration results in flexion of the cable, which will induce fatigue loading on the metallic layers of the cable. At the end of the free spans the cable is supported and the combination of high contact pressure and vibrations can result in abrasion damage to the outer protective sheath in these locations.

The main parameter deciding whether a suspended cable will vibrate or not is the local water velocity at right angle to the cable in combination with the parameters of the free span; length and shape of free span, cable tension, cable diameter, bending stiffness, structural damping and mass.

The risk for vortex-induced vibrations in a temporary or permanent free span can be assessed by checking if there is a risk for onset of in-line or cross flow oscillations according to the methodology described in DNV-RP-F105 [13], Free Spanning Pipelines. The bending stiffness and structural damping of a power cable are frequency and temperature dependent, especially due to the bitumen used on the armour wires. This is significantly different compared to a steel pipe and should be considered when utilizing DNV-RP-F105.

If the risk for vortex-induced vibrations cannot be excluded a fatigue calculation can be performed to ensure that the accumulated fatigue damage due to vibrations is acceptable. This can be performed based on the methodology outlined in DNV-RP-F105 [13]. Special purpose software can be used for more detailed analysis of the response of the cable. The fatigue assessment is performed by translating the curvature variations induced by vortex-induced vibrations to strain in the lead sheath and performing linear damage accumulation (Palmgren-Miner rule) based on the S/N fatigue curve for the lead sheath, see also chapter 3.3.6.

Where possible, it is advisable to select the cable route so that rapid changes of the sea bed profile are avoided and the risk of free spans is eliminated. When this is not feasible, the bottom tension should be reduced as much as possible. This way the cable can closely follow the seabed and free spans lengths are reduced and it is also easier to protect the cable, as described in chapter 3.4, Submarine cable protection techniques.

3.5.3 Thermal Fatigue

When a cable is thermally loaded by the current flowing through the conductor, the insulation will expand radially due to thermal expansion of the insulation and conductor. The sheath surrounding the insulation will be forced to expand radially, resulting in a circumferential strain in the sheath. The most commonly used metallic sheath for high voltage cables consists of an extruded lead alloy sheath. When the thermal load diminishes the conductor and insulation cool and will thereby contract. For moderate depths the water pressure will not be sufficient to push the lead sheath back to its initial state, whereas for increasing water depths the water pressure will induce a negative strain in the sheath as it is pushed back towards the contracting insulation. In the latter case the sheath can expand and contract numerous times during the cables service life as a function of the varying load. These strain variations result in fatigue that eventually could result in cracks in the sheath if the strain variations and number of cycles are too large.

Since heating and cooling are relatively slow processes the thermal time constants are important and need to be considered; a load change with short duration will not result in as large temperature variation as compared to the same load variation with longer duration. The fatigue life of the lead sheath depends on

the environmental conditions, especially the frequency of the alternating strain. The fatigue life of lead decreases with decreasing frequency due to creep-fatigue interaction which also needs to be considered.

Due to these factors there exists no established method for full scale fatigue testing of cable systems with regards to fatigue induced from thermal cycling. The frequency dependency of the fatigue life of lead in combination with the thermal time constants involved reduce the possibilities for accelerated testing. Realistic full-scale tests would therefore result in test durations that are unacceptable long.

Notwithstanding this, lead is judged to be a very stable sheath. In CIGRE Technical Brochure TB 490 section 3.4 "Recommendations for Testing of Long AC Submarine Cables with Extruded Insulation for System Voltages above 30 (36) to 500 (550) kV" [5] the following is stated:

"The suitability of lead alloys sheaths against fatigue resistance issues has been demonstrated by decades of long experience on HV and EHV submarine cables with laminated insulation and more recently on extruded insulation land cables and on HV extruded insulation submarine cables. The CENELEC standard EN 50307-2002 "Lead and lead alloys - Lead and lead alloy sheaths and sleeves of electric cables" is a good illustration of this fact and the mastering gained in the metallurgical successful control of the lead alloys morphology."

3.5.4 Repeated Protection

Based on survey results, performed on cables during their service life, appropriate additional or repeated protection or other remedial actions may be required (e.g. dredging for removal of excessive height of sand dunes over the installed cable if applicable, rock placement to reduce risk of strumming in free span situations or tubular protection to improve seabed stability, impact, scouring and abrasion resistance etc.).

3.5.5 Abrasion

Unless submarine cables are completely buried during initial installation, and remain so during their entire service life, they will be exposed to some form of abrasion. The severity is mainly dependent on the local water velocity and direction, as well as seabed composition and morphology. Examples of the causes of submarine cable abrasion are:

- Sandblasting by water borne granular particles
- Vertical and axial cable oscillatory movement at the touchdown points of free spans experiencing vortex induced vibration
- Lateral oscillatory cable movement at the touchdown points of free spans, caused by tidal action
- Lateral displacement of cables caused by tidal action and storms
- Ice movement against cables in shallow water

The effects on cables can also vary, depending on the above influences. The first line of protection is the outer serving which protects the corrosion protection layers (zinc, bitumen) of the armour from abrasion. If the outer serving is damaged, corrosion and abrasion of the armour wires can take place resulting in a reduction of the armour cross section. In the extreme case, the core(s) are left unprotected and exposed to abrasion. Local abrasion/corrosion can also result in a local reduction of the cable bending stiffness and cable movement can become concentrated at weakened points, thereby increasing the risk of fatigue damages.

Measures to reduce the risk for abrasion damage are to protect the cable in shallow water and areas with high water currents, see chapter 3.4, and to minimize free spans to avoid vortex-induced vibrations. A larger weight to diameter ratio of the cable will increase the lateral stability of the cable on the sea bed.

An extruded polymeric sheath is sometimes used as outer serving to increase the abrasion resistance and reduce friction of the cable, for instance during installation in long J-tubes.

3.6 Submarine Cable Repair

A repair joint is made on the complete cable and the jointing is usually performed on board a repair vessel or barge. The first criterion for selection of a repair vessel is that the chosen vessel has to be able to keep the required position and heading and to move in a well-controlled manner to avoid mechanical damage to the cable. The type of cable repair vessel and equipment to be installed on board depends on cable and environmental conditions (i.e. location, water depth and availability) in which the repair must be done.

Deck arrangements of the vessel need to be engineered carefully. The jointing of high-voltage submarine cables requires a jointing house with air-conditioning, air-drying facilities, hoisting, and cable handling equipment. Outside the jointing house, space is required for spare cable, cable handling equipment, storage etc. No over-bending or over-tensioning must occur. An ROV is often recommended to be used in cable repair operations to control the different steps (cable recovery, cable support hanging from the ship, cable placement after repair) as best as possible.

During repair where each jointing operation may take several days, the cable experiences mechanical handling and stresses such as repeated bending, pulling forces, abrasion, etc.

In the following section a typical sequence is given for a hairpin (omega) repair. In this repair two joints are installed. The sequence starts with the damaged cable in the seabed and the spare cable on deck of the repair vessel. An inline joint is a joint that is made in the end of the spare cable on the vessel. Variations on this theme can exist especially if the repair is to be done close to shore or other location.

1. De-bury and cut the cable, which has a fault (if not done in advance).
2. Take up the first cable end on board.
The cable end is fixed to a pulling wire by means of an ROV or diver and then the necessary length is retrieved onto the repair vessel. The cable must be brought onto the vessel deck safely. Fix the cable end properly by a pulling stocking or similar. During the lifting operation the position of the vessel, tension on board, catenary angle and touchdown point, etc. is kept under control.
3. Install the first repair joint.
Cut back to undamaged fresh cable. Due to the risk of bad weather, it is recommended to have the spare cable end prepared already in advance. Make the first repair joint between the first cable end and the spare cable on board.
4. Lay down the first joint (as an in-line joint).
5. Lay spare cable.
Proceed to the location of the second cable end on the sea bed.
6. Bring up the second cable end on board.
For preparation of the hairpin joint, both cable ends are pulled up to the vessel aft deck simultaneously during the repair vessel travels backwards along the spur route. One cable is being pulled up over the ordinary stern wheel, the other over a provisional wheel or chute. Fix both cable ends properly by a pulling stocking or similar.
7. Make the second repair joint between the second cable end and the spare cable.
8. Lay down the second joint (see Figure 3-14).
The lay down is normally done by a crane with a steel arc (quadrant) keeping the correct bending radius fixed on the cable.
9. Make the eventual cable protection after repair. The same methods are used as for normal cable protection after a repair as for installation. Since the repaired section often is quite short, its protection may differ from the protection of the main cable route.

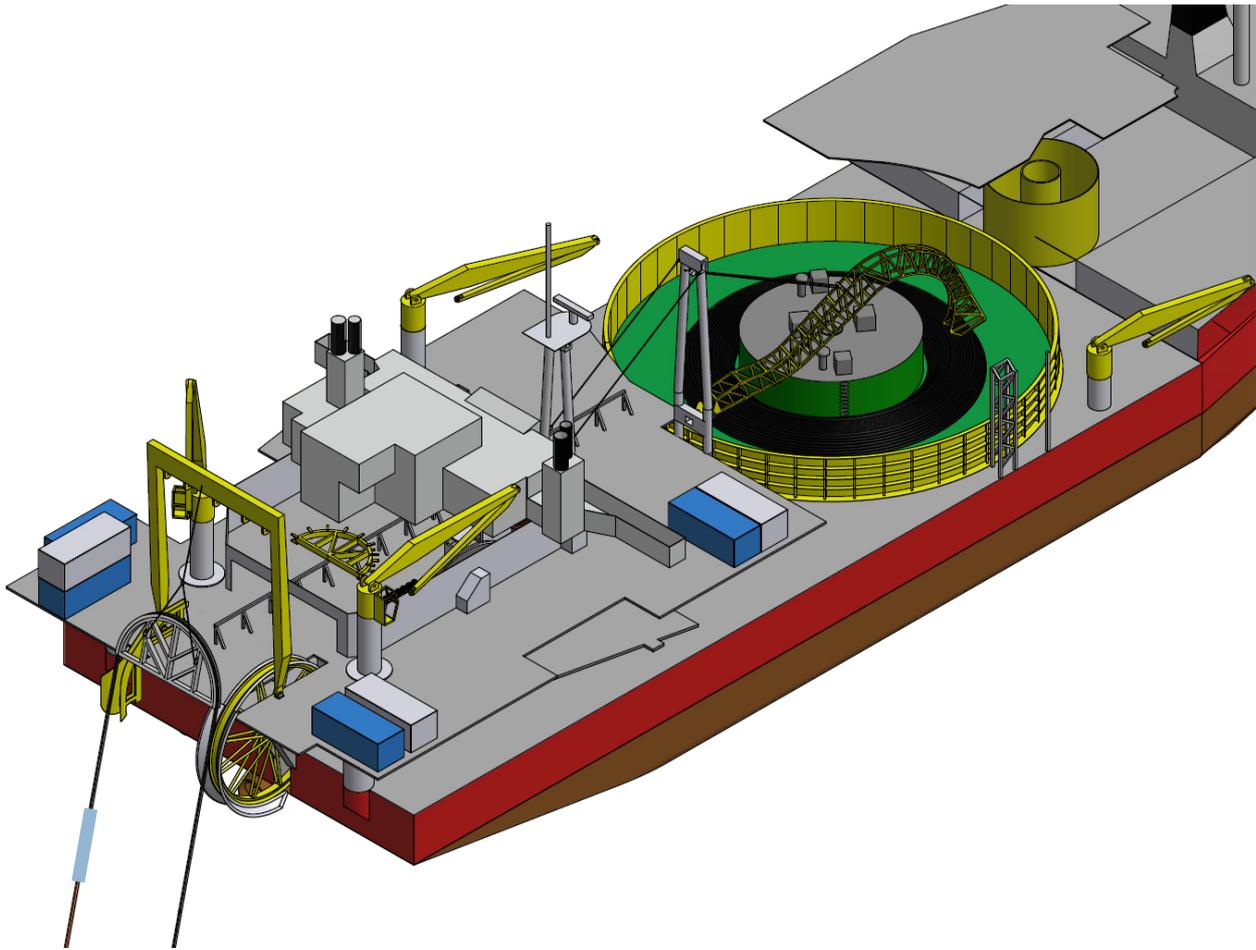


Figure 3-14. Laying of hairpin/omega joint.

3.7 Dynamic Submarine Cables

Submarine cables are labelled dynamic when they experience continuous dynamic loads throughout their service life. Typically, these cables types are hanging from host facilities down to the seabed and are not laid on the seafloor or in trenches.

Dynamic cables are primarily used for connections to floating platforms, for instance:

- To provide power from shore to off-shore oil and gas platforms, where the dynamic cable connects the floating platform to a static cable which is connected to the onshore power grid.
- To provide power to subsea installations, e.g. subsea pumps, from a floating oil and gas production platform.
- To export power from floating marine renewable energy systems such as floating wind turbines or wave energy converters.

A free hanging cable from a static platform can also be considered dynamic if it is exposed to wave induced dynamic loading during its service life.

Since dynamic power cables are permanent installations, the cable must survive the environmental loads resulting from extreme weather conditions. Dynamic cables will also be exposed to fatigue loading due to waves, currents and movement of the floating platform. The fatigue and extreme loads experienced during the life cycle of the cable needs to be considered in the design of the cable. Therefore additional mechanical testing, primarily with regards to fatigue, is performed on a dynamic cable.

Imposed loads can partially be reduced by optimising the cable configuration in the water column (e.g. free hanging catenary or lazy wave configuration) in conjunction with appropriate accessories (e.g., buoyancy modulus, tether anchor and bend stiffener).

3.7.1 Extreme Load Effect and Fatigue Analysis

The extreme load effect and fatigue analysis are an integral part of the design and qualification of a dynamic cable and are therefore briefly covered in this chapter. More details on the load effect analysis can be found in Annex F of ISO13628-5:2009 [14], Subsea Umbilicals.

The analysis consists of global load effect analysis, local structural analysis and fatigue damage accumulation, as outlined in Figure 3-15.

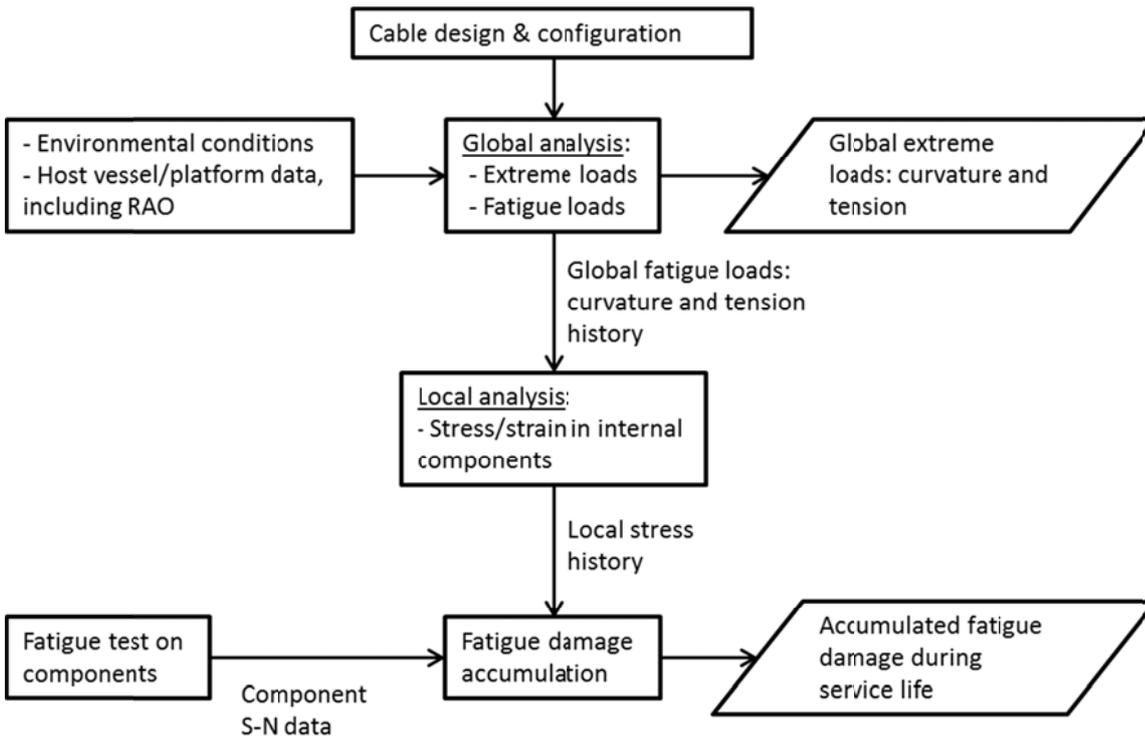


Figure 3-15. Schematic flow chart of extreme and fatigue analysis

The aim of the global analysis is to establish the extreme loads and the cyclic fatigue loads acting on the cable in operation due to the combined effect of both environmental loads and the floating device motion. The global analysis is normally performed as a nonlinear time-domain FE analysis in special purpose software. Response amplitude operators (RAO) are used to describe the host vessel/platform response as a function of the wave direction and period of the waves.

The objective of the local analysis is to translate the global loads into resulting stress/strain in the cable internal components. Cable local structural analysis can be based on either analytical or FEM approaches. A power cable is a mechanically complex structure with many helical components, several materials and contact where friction plays an important role in the response during bending. When assessing the stress/strain in the helix components during cable bending the non-linear stick/slip effect due to friction needs to be considered, further explained below.

Figure 3-16 illustrates the hysteresis shaped stress-curvature relationship resulting from the stick-slip behaviour of a helix component. For moderate curvatures the component will be in the stick regime resulting in a friction stresses in addition to the pure bending stress (1). As the curvature increases the frictional resistance is overcome and the component will be in the slip regime (2). The stress build up is now the result of the local bending stress in the component. As the bending direction is reversed, the component

is in the stick regime (3) until the frictional resistance is overcome (4) and the component once again is in the slip regime. The dotted line shows the linear bending stress when no friction is applied.

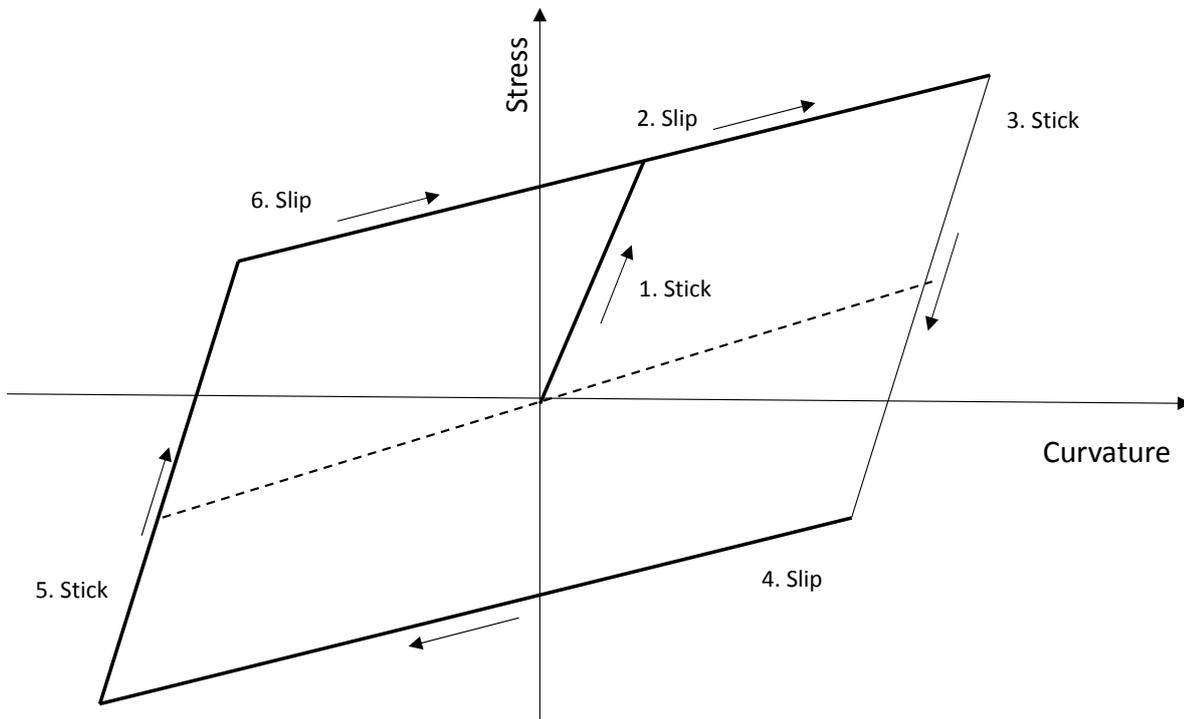


Figure 3-16. Illustration of the hysteresis shaped stress-curvature relationship for a helix component during cable bending.

The frictional stress varies along the helical component; being zero at the neutral axis and reaching maximum/minimum values at the top and bottom positions normal to the bending axis. The friction stress will increase with increasing cable tension due to larger contact forces between the different helical layers.

The accumulated fatigue damage in the cable components can be calculated under the assumption of linear cumulative damage (Palmgren-Miner rule) utilizing the S/N curves, relating the expected number of cycles to failure (N) to the applied stress or strain range (S), of the fatigue sensitive cable components. Fatigue testing is performed on the individual components to establish the S/N data.

3.7.2 Accessories

Special accessories are used on dynamic cable to reduce and control the extreme loads and fatigue loads applied onto the cable. The most important accessories are the bend stiffener and the buoyancy modules which are described in more detail below.

3.7.2.1 Bend Stiffener

The most critical and demanding combinations of tension and bending normally exist where the dynamic cable leaves the vessel/platform I-tube or balcony. Bend stiffeners are used to provide an increase and transition in bending stiffness at the rigid interface to the platform.

The bend stiffener performance is critical and should be subjected to detailed dynamic analysis in conjunction with the cable itself. Its design parameters include:

- Top tension and – deflection angle envelopes (extreme)
- Operating temperature envelope
- Cable bending stiffness
- Cable minimum bending radius

Other design concerns include:

- Interface loads (bending moment and shear loads) onto the bend stiffener connection and the platform during operation
- Interface materials, for the design of corrosion protection system

The bend stiffener usually comprises a polyurethane moulded cone bonded to an internal steel arrangement and a mounting flange. It is a clearance fit to the cable, allowing the cable to slide through the bend stiffener if necessary during installation.

The size of a bend stiffener will depend on the operational conditions and subjected to detailed design. For a dynamic power cable the length of the stiffener can be in excess of 8 m.

3.7.2.2 Buoyancy Modules

Buoyancy modulus can be mounted onto the cable to accomplish a configuration with a more beneficial behaviour considering the offset and dynamic behaviour of the platform.

Static and dynamic analyses are used to design the global configuration and hence determine the magnitude of the buoyancy required, the spacing and position along the cable and the cable section length over which it is to be distributed.

Normally, the buoyancy modules are clamped at frequent intervals along the cable. The attachment device needs to be designed to ensure sufficient clamping pressure during the entire service life of the cable. The maximum allowed clamping pressure onto the cable and the reduction of the clamping pressure over time needs to be considered.

4 General aspect of mechanical testing

4.1 Summary of Type Tests

Submarine cable systems require large investments and are costly to repair on the rare occasion that they need to be repaired. Therefore submarine cable system designs must be of high quality and qualified by proper testing of which the type test is an integral and important part. Depending on the cable type the cable system will be subjected to an electrical type test according to CIGRE Technical Brochure TB 490 [5], TB 496 [15], Electra 189 [16] or similar. The type tests shall comprise the appropriate mechanical and electrical tests on the complete cable and accessories. In addition suitable pressure related tests must be performed in order to guarantee the water tightness and pressure withstand capabilities of the cable system design.

NOTE: Type tests which have been successfully performed according to Electra 171 are valid.

4.1.1 Static Cables

The flow charts in this section summarize the tests that have to be performed in the scheme of a type test, see Figure 4-1 -

Figure 4-3.

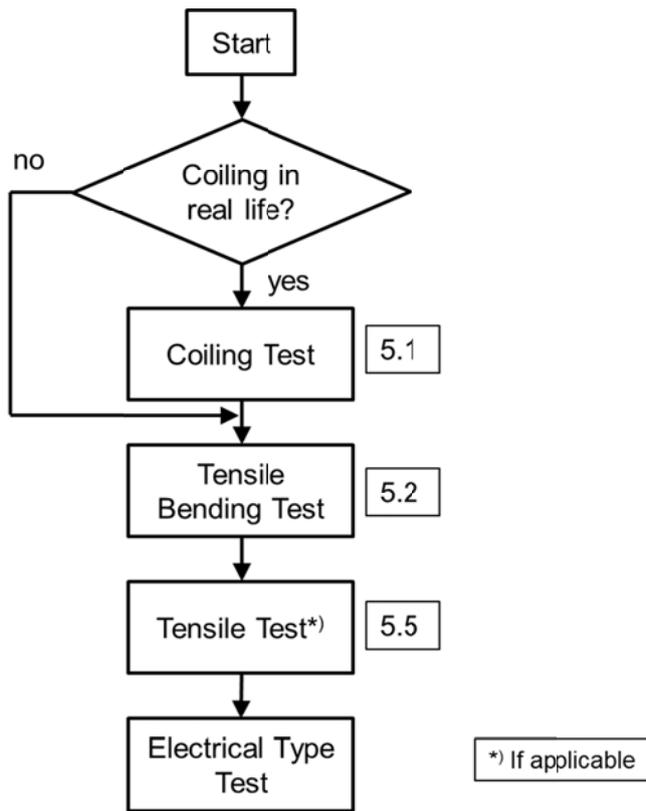


Figure 4-1. Flow chart of the test sequence of mechanical and electrical type test.

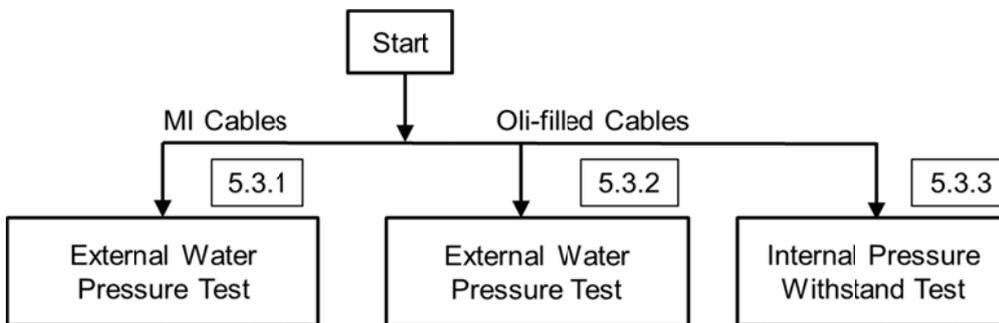


Figure 4-2. Test flow for pressure related test for paper lapped cable types.

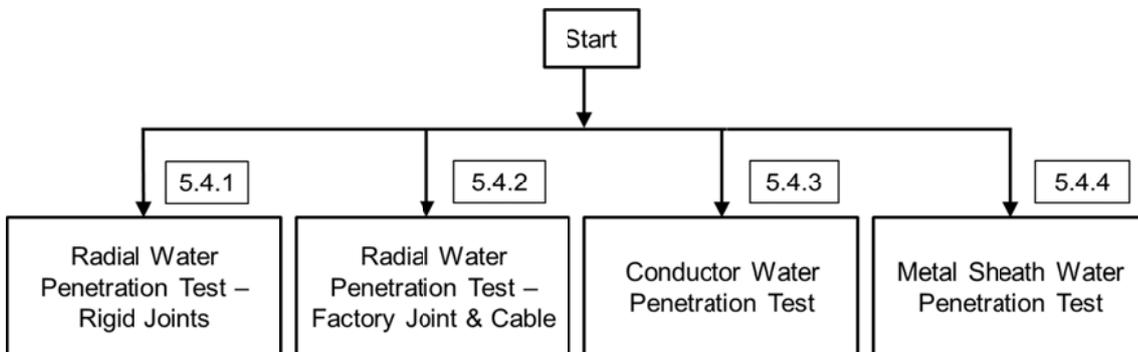


Figure 4-3. Flow chart of the pressure related tests for extruded cable types.

Note that conductor water penetration and metal sheath water penetration tests are not required for MI and oil-filled cables.

This is justified for oil-filled cables as follows. As the oil pressure in the hollow core is larger compared to the water pressure penetrating into the conductor, there is no risk to have water longitudinal penetration in the case of a fault. This is in fact an important criterion of the design of the oil feeding system. Hence it means that it is necessary to maintain the oil pressure along the cable after it is severed and during the repair (see Electra no. 89, “Transient pressure variations in submarine cables of the self-contained oil filled type” [17]).

The justification for MI cables is as follows. The mass-impregnation of the conductor and the papers gives a good longitudinal water tightness of the cable; the cold impregnant becomes very viscous and will stop the penetration of water. It means that it is necessary to have a good impregnation of the conductor, which is normally the case. If not, it will be detected in the electrical test.

For MI and oil filled cables joints are not included in the external water pressure test. The reason for this is that experience has shown that the tensile bending test followed by the electrical test is sufficient to capture any deficient quality in the joint. In addition the external water pressure test might not be appropriate to identify water leakage that occurs at a very slow rate or through diffusion. To verify water tightness of specific components of the joint, such as soldering and PE jacket, complementary component tests can be considered depending on previous experience of the jointing method and/or testing performed. Any complementary component testing should be agreed between the purchaser and manufacturer.

There is no need of heat cycling preconditioning for the external water pressure test for MI and oil-filled cables, because in actual installations this is not the sequence in which the cable system will see duties. The cable system will first see the water pressure duty.

4.1.2 Dynamic Cables

The range of loading conditions acting on dynamic cables may vary significantly depending on environmental conditions, installation configuration and the host platform dynamic characteristics. Testing is performed to confirm that the cable design can withstand all loads expected during the cable’s service life.

The mechanical testing of a dynamic cable is outlined below and summarised in Figure 4-4:

- In order to demonstrate that the cable can meet the largest expected installation or operational tension (whichever is the greatest) and bending load combination, a tensile bending test according to Section 5.2 shall be performed.
- If the expected tensile force without bending, during operation or installation is larger when compared to the tensile force used in the tensile bending test, a tensile test according to chapter 5.5 shall also be performed.
- After the Tensile Bending test and the Tensile test the cable test length shall be submitted to an electrical type test according to the applicable standard or recommendation.
- To demonstrate that the dynamic cable can withstand the expected fatigue damage during the service life a full scale fatigue test should be performed according to chapter 5.6. This test is performed on a separate cable sample different from the ones used in the tensile bending and tensile tests. After completion of the fatigue loading, the sample should be submitted to an electrical routine test according to the applicable standard or recommendation for the actual cable type. The electrical resistance of the conductor and the metal screen should also be measured prior to start of the fatigue loading.

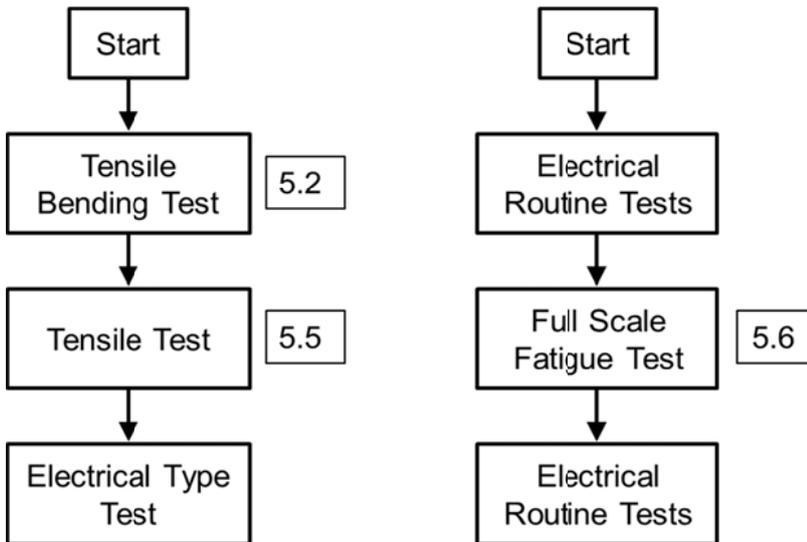


Figure 4-4. Flow chart of the test sequence of mechanical and electrical tests on dynamic cables.

Joints in the static section of the dynamic cable, such as a transition joint to a static cable, can be included in the qualification test if applicable. Joints shall normally not be included in the dynamic section and will therefore not be included in the dynamic cable fatigue test.

For engineering purposes, a tensile characterisation test, see Section 6.10, may be performed in conjunction with the tensile test to establish axial stiffness and torsional balance of the dynamic cable. Alternatively, the tensile characterisation test may be performed on the cable sample used in the full scale fatigue test prior to start of the fatigue loading.

For dynamic cables additional tests can be considered, for instance to verify the performance of accessories and the interaction with the cable, such as:

- Buoyancy modules
- Bend stiffener
- Hang off
- Tether clamp

These tests will be project specific and the test package should be agreed between the manufacturer and the customer.

4.2 Test Conditions

Unless otherwise specified in the details for the particular test, tests shall be carried out at an ambient temperature of $(20 \pm 15) ^\circ\text{C}$. Any deviation from this temperature range should be agreed upon by the manufacturer and the customer.

4.3 Characteristics of Cable Design / Installation Methods

For the purpose of carrying out and recording the tests described in this brochure, at least the following characteristics must be known or declared:

- Material and construction of metal armour, e.g. material, number, pitch and diameter of wires
- Designed maximum permitted tensile force
- Designed minimum permitted bending radius at zero tension and at maximum tension
- Method for preventing longitudinal water penetration in conductor and under metal screen / sheath (in case of extruded cables)
- Ability of the cable to be coiled including coiling test parameters
- List the objects that are under test including special components such as bend stiffeners, etc. if applicable

4.4 Test Tension

The tensile force used in the test of the cable shall be chosen on the basis that the test tension is larger than the tensile force that will be experienced during all steps of the installation (and repair if applicable). The equations in the chapters below covers the tensile forces experienced during cable laying or repair where the cable is suspended from a vessel. If applicable, the tensile force required during pull-in operations in J-tubes or pipes at landing, should also be analysed. Chapter 4.2.1 of CIGRE Technical Brochure TB 194 [18] contains equations which can be used to calculate the force required during a pull-in operation.

The maximum expected tension during cable laying can be established through a dynamic installation analysis where the vessel response and weather limitation of the operation are taken into account. A safety factor should be added according to chapter 4.4.2.2 (Safety factors). If a dynamic installation analysis has not been performed the equations in the chapters below can be used to determine the test force for the tensile-bending test and the tensile test covered in chapters 5.2 and 5.5. The background to the equations can be found in Annex 1.

Potential increases in maximum installation tensions during deployment of rigid joints or other accessories should be considered when establishing the maximum expected installation tension. The increase in tension due to friction when performing recovery over a fixed chute or similar should also be considered.

4.4.1 Water Depth 0 - 500 m

The test tension, T , is calculated using the following equation:

$$\text{Equation 1: } T = 1.3 \cdot w \cdot d + H$$

where:

w – submerged weight of 1 m cable [N/m]

d – maximum laying depth [m]

H – maximum expected bottom tension during installation. The value of H shall not be taken as less than $40 \cdot w$ [N].

Prerequisites for using Equation 1 is that the weather conditions during the operation are restricted to a significant wave height, $H_s \leq 2$ m. The factor of 1.3, accounting for dynamic forces and including safety factors, may not be sufficiently large in adverse weather. For these cases the test tension should be established based on taking the actual movement of the laying sheave into account. The equations applicable for water depth > 500 m, in chapter 4.4.2, can be used to calculate the test tension.

The test tension, T , is to be rounded up to the nearest 1 kN. The applied test tension shall be at least equal to the calculated test tensions.

4.4.2 Water Depth > 500 m or when dynamic vessel characteristics are known

4.4.2.1 Calculation of maximum installation tensile force

For water depths larger than 500 m, or for projects where the vessel characteristics and laying conditions are known the expected maximum installation tension, T_E , can be derived through a detailed dynamic installation analysis or calculated according to the following equation:

$$\text{Equation 2: } T_E = w \cdot d + H + D$$

where,

w – submerged weight of 1 m cable [N/m]

d – maximum laying depth [m]

H – maximum expected bottom tension during installation. The value of H shall not be taken as less than $40 \cdot w$ [N]

D – is the dynamic tension [N].

The dynamic tension, D , is given by the force resulting from the cables inertia, D_I , and the drag force, D_D , acting on the cable according to the following equation:

$$\text{Equation 3: } D = \sqrt{D_I^2 + D_D^2}$$

The inertia force, D_I , is calculated with the following formula:

$$\text{Equation 4: } D_I = 1.1 \cdot \frac{1}{2} \cdot b_h \cdot m \cdot L_0 \cdot \omega^2$$

where,

b_h - the maximum vertical movement, crest to crest, of the laying sheave [m]

m – mass of 1 m cable, including the mass of sea water inside the cable during installation [kg/m]

$\omega = 2\pi/t$, circular frequency of the movement of the laying sheave [1/s]

L_0 – is the length of the catenary, and is given by $L_0 = d \sqrt{1 + 2 \frac{H}{w \cdot d}}$ [m]

t – movement period [s].

The drag force onto the cable catenary is calculated based on a semi-empirical relationship according the following equation:

$$\text{Equation 5: } D_D = 500 \cdot OD \cdot R^{0.9} \cdot (b_h \cdot \omega)^{1.8}$$

where,

OD – outer diameter of cable [m]

R – Bending radius at touch down point, given by $R = \frac{H}{w}$ [m]

The vertical movement of the sheave and the period should be established based on the actual installation vessel and the worst weather conditions permitted during the operation. If the ship movement details are not known, some guidance for choosing b_h can be found in Appendix 1. The maximum vertical displacement of the sheave, b_h , should be based on the maximum expected wave height H_{max} . The following relationship can be used to estimate the maximum wave height $H_{max} = H_s \cdot 1.9$, where H_s is the significant wave height.

4.4.2.2 Safety Factors to Establish the Test Tension

The expected installation tension, T_E can be derived through a detailed dynamic installation analysis or calculated based on the equations in chapter 4.4.2.1. The test tension, T , is established by applying a safety factor on the derived expected maximum installation tension, according to:

$$T = 1.1 \cdot T_S + 1.3 \cdot T_D$$

where

T_S – is the static tension

T_D – dynamic tension

If the expected installation tension, T_E is calculated based on Equation 2 the static and dynamic tensions are defined according to:

$$T_S = w \cdot d + H$$

$$T_D = D$$

5 Type Tests

Factory and repair (flexible) joints shall be included in the test sample if it is a part of the delivery for the tests described in Sections 5.1 Coiling Test and 5.2 Tensile bending test. If rigid joints are planned both as a field joints or repair joints they must be tested mechanically according to the mechanical handling expected during installation before the electrical testing as described in Section 5.5 Tensile Test.

5.1 Coiling Test

5.1.1 Purpose / Applicability

This test applies only to cables which are coiled during manufacturing, storage, transport or laying and does not apply to cables which are simply wound on drums or turntables. During a coiling operation the cable experiences torsion. It is therefore important to check the cable construction after the coiling test.

5.1.2 Preparations / Conditions

The coiling test shall be carried out on a cable of suitable length which forms at least six complete turns of the coil.

The cable shall include at least one factory joint and a flexible repair joint if applicable. The number of joint(s) and the distance(s) between them are determined in accordance with the following principles:

- **Single core cable**

A minimum of two complete turns of the coil shall be kept between the joint end and the nearest end of test cable length. If two or more joints are included in the test cable length, the distance between adjacent joint ends shall be at least two complete turns of the coil.

- **Three core cable**

The number of phase joints included in the test cable depends on the cable construction. The outer diameter of the armour layer(s) is normally increased over the phase joints due to a larger outer diameter of the joint compare to the unjointed core. This section of the cable, with increased outer diameter of the armour, is considered as a “mechanically special part”. Also see Figure 5-1.

Two “mechanically special parts” are considered to be mechanically independent if the distance between them is at least one lay length of the outer armour layer, see Figure 5-1 (a). Two mechanical independent sections will not affect each other during a coiling operation. If all “mechanically special parts” on the delivery cable will be sufficiently separated to ensure mechanical independence, the number of phase joints in the test cable and the distances between the phase joints can be determined in accordance with the same principle as for single core cables.

If several (normally three) phase joints are installed in one continuous “mechanically special part”, or if the separation between two “mechanically special parts” is less than one lay length of the outer armour layer, the phase joints shall be considered as “mechanically dependent”, see Figure 5-1 (b). In this case, the number of phase joints in the test cable shall be at least the same as the number of phase joints that are mechanically dependent in the delivery cable. The distance between the phase joints shall be representative for the minimum distance between the phase joints in the delivery cable. For example, if three phase joints are installed in one continuous “mechanically special part” in delivery cable, at least three phase joints shall be included in the test cable.

The number of phase joints can be reduced by replacing some of the joints with dummy phase joint(s), if the joint(s) are not to be used in the testing. A dummy phase joint is a section of the cable that has been built up, through taping or moulding, creating an arrangement with similar shape and mechanical properties as a normal phase joint.

A minimum of two complete turns of the coil shall be kept between the end of a “mechanically special part” and the nearest end of the test cable length. If two or more “mechanically special parts” are included in the test cable length, the distance of the adjacent part ends shall be at least two complete turns of the coil.

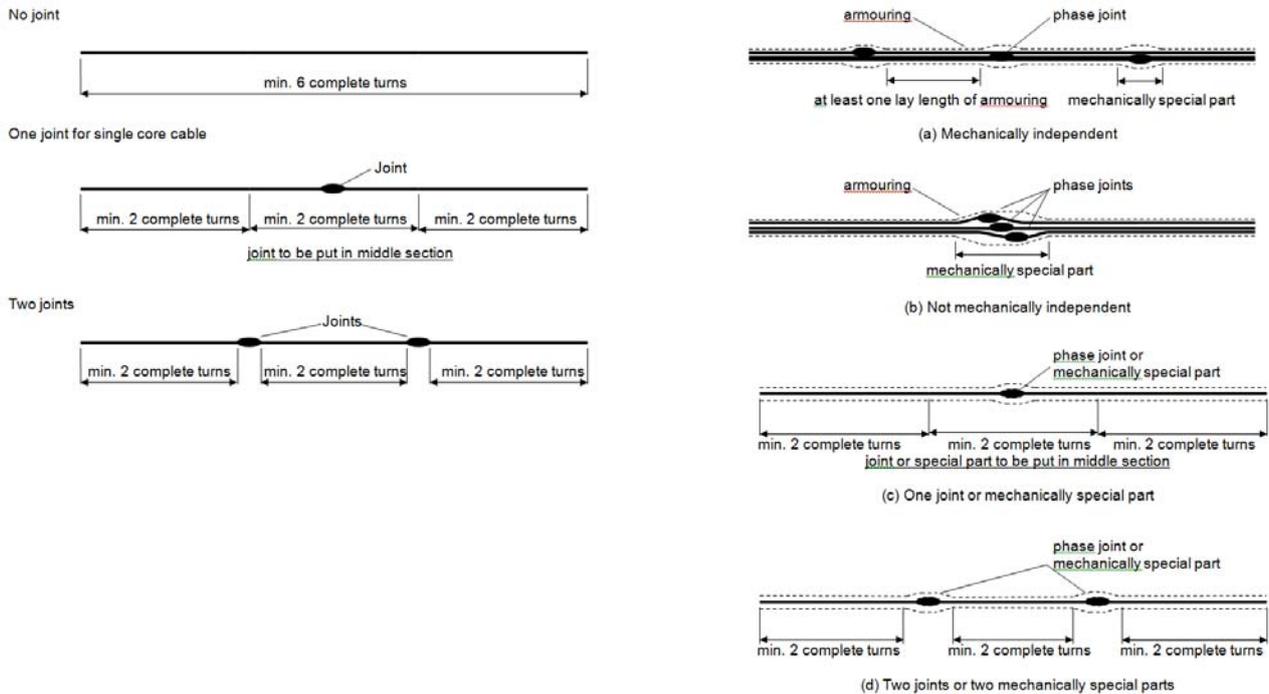


Figure 5-1. Test cable length for coiling test. In the figure a) and b) are referring to three cores cables while c) and d) are referring to single core cables.

The manufacturer shall specify the minimum radius and the direction of coiling to be similar to that envisaged during any coiling operation. The test shall be performed in accordance with the specified radius and direction. The actual radius at the position of the joint(s) shall be recorded, the test qualifies the joints for coiling down to this minimum coil radius.

Before starting the coiling a line parallel to the cable axis shall be marked on the cable in order to check the uniformity of twist in the cable during coiling operations.

The height of the jockey above the top layer of the coiled cable shall not exceed that to be used during any envisaged coiling operation.

If the cable contains optical fibre cable(s), at least one optical cable factory splice shall be included in the coiling test, if the optical cable contains factory splices.

5.1.3 Test

With both ends held in order to prevent rotation, the cable shall be coiled with a minimum coiling diameter equal to the value specified by the manufacturer.

After coiling, the cable shall be rewound onto the storage facility. This cycle of operations shall be performed at least the number of times as expected for the cable during manufacturing, storage, transport or laying.

During the coiling operation the cable twist shall be substantially uniform, as assessed from the previously applied marker line.

5.1.4 Requirements / Discussion

Visual Inspection

After the coiling test the test cable including a joint are to be inspected visually for deformation of the outer layers. A complete visual inspection shall be performed after the mechanical and electrical tests have been completed.

The purpose of the visual inspection is to ensure that the mechanical testing, covered by this Technical Brochure, has not caused any harmful damages to the cable system. It is not possible to specify objective acceptance criteria for all possible deformations and changes that can be encountered during a visual inspection. The visual inspection will therefore always contain some degree of subjectivity. The overall purpose is to check for signs of deterioration which could affect the system in service operation. In some cases it can be helpful to have an untreated cable sample as a reference for the visual inspection.

A sample taken from the central part of the test cable length, and if applicable, also including one of the joints or “mechanically special part”, shall be subjected to the visual inspection. Examination of the samples with normal or corrected vision without magnification shall not reveal any of the following, but not limited to:

- Break, crossing or permanent bird caging of armour wires
- Harmful indentations in the cable core(s); for example resulting in indentations or cracks in lead sheath, sharp indentations of the semi-conductive screen into the insulation.
- For paper cables: breaks in the reinforcing tapes, tears in the insulating papers or harmful creasing in insulation papers.
- For polymeric cables: cracking or damages to the insulation
- Damages to conductor which could have a detrimental effect on the cable performance.

Particular attention should be paid to the same components in the joint including metallic sheath connections.

5.2 Tensile Bending Test

5.2.1 Purpose / Applicability

This test is designed to take into account the forces that apply to cables during laying and normal recovering. The tensile bending test is applicable for cables which are intended to be installed, recovered or repaired with a method that comprises simultaneous bending under tension, e.g. laying over lay wheels, lay chutes or around capstan wheels.

A rigid joint may also be part of the test length if the test cable is sufficiently long such that the rigid joint is not passed around the wheel during the test. See also Tensile test, section 5.5.



Figure 5-2. Tensile bending test.

5.2.2 Preparations / Conditions

Factory and flexible repair joints shall be included in the test sample, if they are a part of the cable system. If applicable, the tensile bending test shall be performed on a sample taken from the cable tested according to chapter 5.1, Coiling Test. If the cable has earthing connections between metallic sheath and armour, the test cable shall also include one of these connections.

The length of the sample shall be at least 30 m. The sample shall be wound on a drum having a radius not larger than the smallest radius of the pay-off wheel, capstan or chute, installed on the cable laying vessel. The length of the cable in contact with the test drum shall not be less than half the circumference of the test drum.

For all mechanical tests all the conductor and armouring shall be bonded together at both ends of the cable by means of an anchoring head which prevents them from longitudinal movement and relative rotation inside it. The cable heads should be installed in a way that the resulting forces on the different cable components far from the ends are equivalent to the distribution of forces during laying. One way to achieve this is to have separate anchoring devices for the armouring and cable core(s) where the relative load sharing can be controlled by a screw device or similar, an example is shown in Figure 5-3. Before the test a small tensile load is applied to the cable and the core anchoring position is adjusted, relative to the armouring anchoring, to ensure that the core is also loaded.

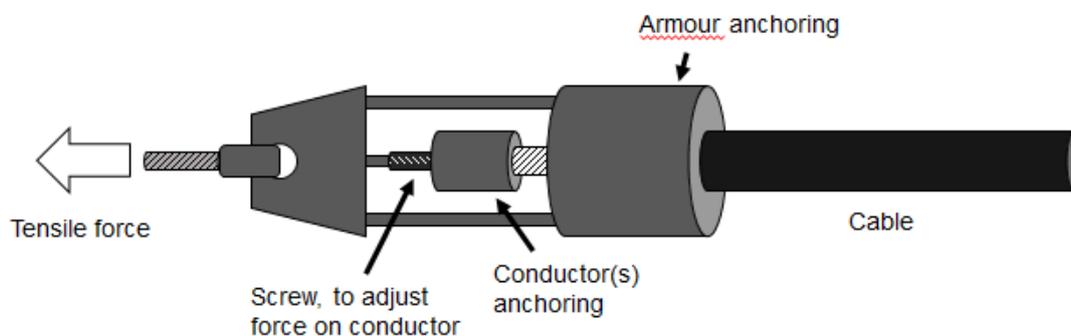


Figure 5-3. Illustration of an example of an anchoring head where relative load sharing between conductor and armour can be controlled.

One head shall be free-rotating and one shall be fixed. The distance from a cable end to a flexible joint shall be at least 10 m or 5 times the lay length of the outer armour layer, whichever is greater.

If the cable contains optical fibre cable(s), at least one optical cable factory splice shall be included in the tensile bending test if the optical cable contains factory splices.

Establishing the Test Forces

The test force, T , used in the test shall be established based on the maximum expected tension during laying or recovery. Recommendation for establishing the test force can be found in Section 4.4.

5.2.3 Test

The tension in the cable shall be brought up to the established test tension, T . By means of suitable equipment, the cable sample including joints, if applicable, shall be wound and unwound on the drum for three times consecutively without changing the direction of bending. Figure 5-4 shows an example of a device suitable for carrying out the test.

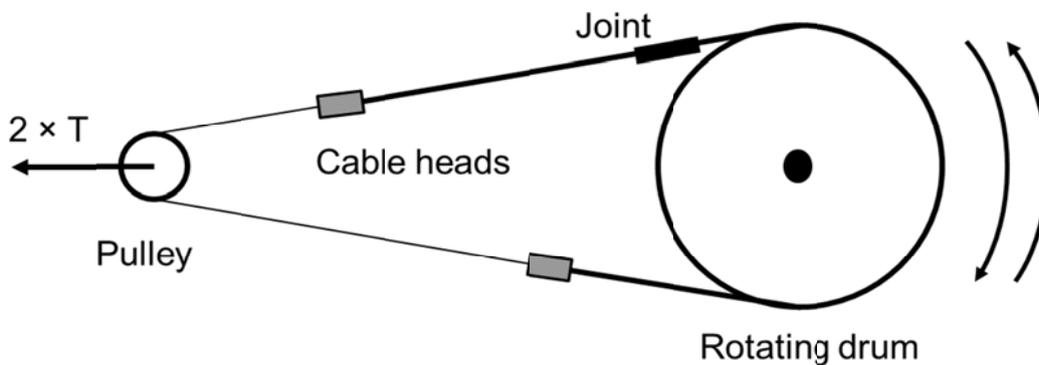


Figure 5-4. Example of set up for tensile bending test with a flexible or factory joint.

For the joints, the wind and unwind on the drum can be achieved in two ways:

1. The joint is wound onto the drum from a straight position on one side and unwound to a straight position on the opposite side of the wheel. This is repeated three times as shown in Figure 5-5.

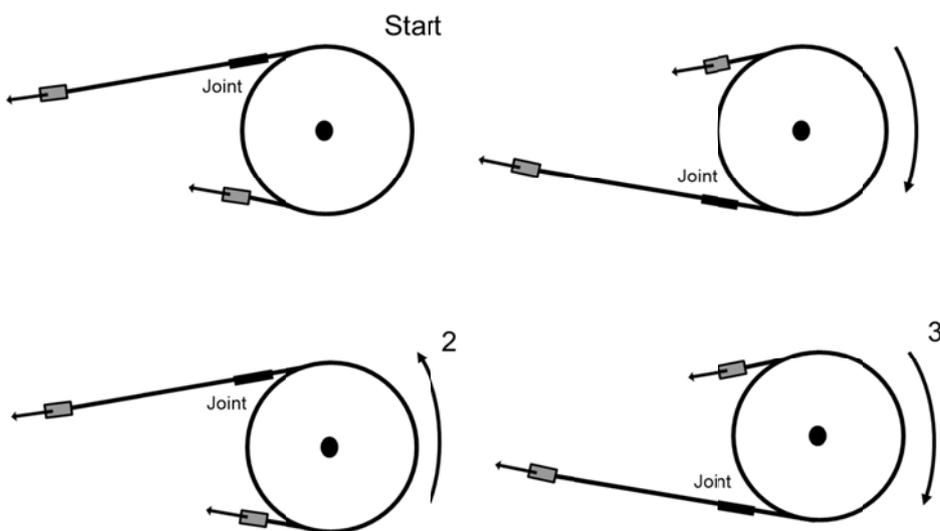


Figure 5-5. Illustration of method to wind and unwind joint during tensile bending test.

2. The joint is wound onto the drum from a straight position, along at least one quarter of the wheel (from position A to position B in Figure 5-6) and the joint is unwound back on the initial side to a straight position (from position B to position A). This is repeated three times as shown in Figure 5-6.

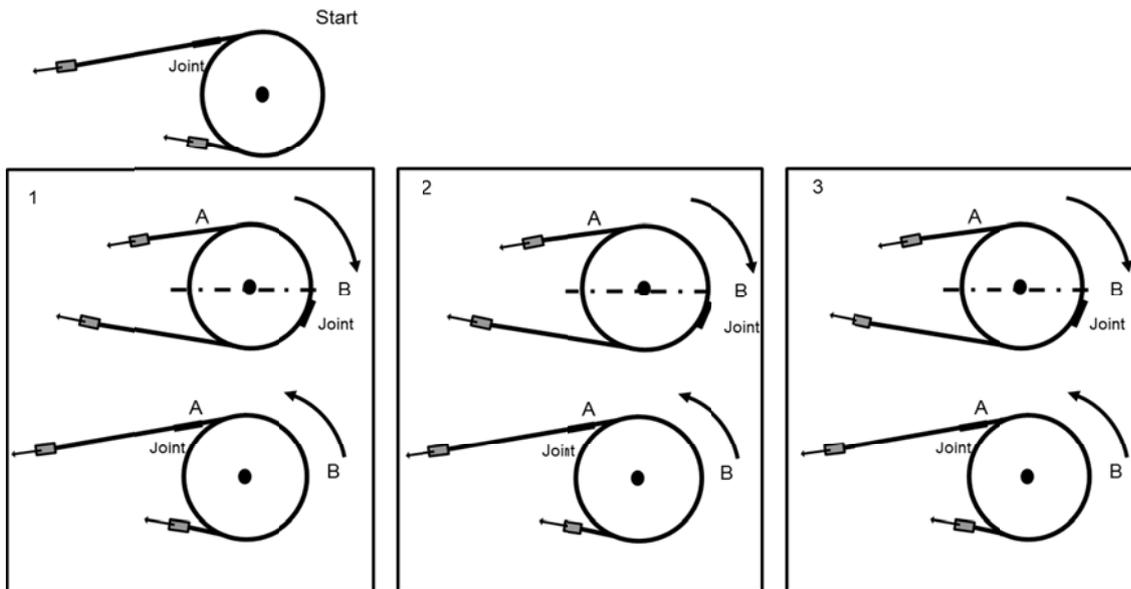


Figure 5-6. Illustration of alternative method to wind and unwind joint during tensile bending test.

The applied load to the cable shall be continuously monitored during the test.

5.2.4 Discussion / Requirements

Electrical Tests

After the Tensile Bending Test the cable test length and its accessories shall be submitted to an electrical type test according to the applicable standard or recommendation for the actual cable type.

Optical Fibre (if applicable)

Experience shows that it is difficult to measure change of attenuation on short lengths. Therefore, after the Tensile Bending test the integrity of the optical fibre shall be verified through a continuity check.

Visual Inspection

After the electrical test; a sample, including a flexible joint if applicable, shall be submitted to visual inspection. The sample shall meet the requirement outlined in section 5.1 Coiling.

5.3 Pressure and Water Penetration Tests on Paper Lapped Cable Types

5.3.1 External Water Pressure Tests – Mass-Impregnated Cables

5.3.1.1 Purpose / Applicability

The external water pressure withstand test is performed to simulate the maximum external water pressure that the cable will experience.

If the cable has conductive connections between metallic sheath and armour, a cable sample including one such connection shall be tested to verify that the connection does not leak when submitted to the maximum water pressure.

5.3.1.2 Preparations / Conditions

If the cable will be coiled during manufacturing, storage, transport or laying, the sample shall be subjected to a coiling test according to Section 5.1 of this Recommendation.

The sample shall be subjected to a tensile bending test according to Section 5.2 of this Recommendation.

5.3.1.3 Test

A cable sample of approx. 5 m, suitably sealed at the ends by means of caps, shall be introduced into a pressure tube and submitted for 48 hours to an external water pressure corresponding to the maximum depth + 50 m for depths up to 500 m and maximum depth + 100 m for depths over 500 m.

5.3.1.4 Discussion / Requirements

After performing the test, a sample neglecting 0.5 m at both ends, shall be submitted to visual inspection. The sample shall meet the requirements in section 5.1 coiling.

Furthermore, the test shall not give rise to the following:

- a) water penetration through the radial watertight barrier shall not be accepted
- b) water leaks in conductive connections, if any have been included in the test sample

5.3.2 External Water Pressure Tests – Oil-filled Cables

5.3.2.1 Purpose / Applicability

An external water pressure withstand test is performed to simulate the maximum external water pressure that the cable is to be subjected to.

If the cable has conductive connections between metallic sheath and armour, a cable sample including one such connection shall be tested to verify that the connection does not leak when submitted to the maximum water pressure.

5.3.2.2 Preparations / Conditions

If the cable will be coiled during manufacturing, storage, transport or laying, the sample shall be subjected to a coiling test according to Section 5.1 of this Recommendation.

The sample (including a joint in the case it is flexible) must be subjected to a tensile bending test according to Section 5.2 of this Recommendation.

5.3.2.3 Test

A cable sample of approx. 5 m, suitably sealed at the ends by means of caps, shall be introduced into a pressure tube and submitted to a test pressure for 48 hours. The cable shall be internally filled with oil, maintained at atmospheric pressure during the test.

The test pressure to which the metallic sheath is exposed shall be the maximum pressure difference at the maximum depth + 50 meter for depths up to 500 m and the maximum pressure difference at the maximum depth + 100 m for depths over 500 m.

5.3.2.4 Discussion / Requirements

After performing the test the cable sample shall be inspected, neglecting 0.5 m at both ends. Before dissecting oil filled cable samples may be pressurised to the minimum operating pressure difference.

The sample shall meet the requirements of Section 5.3.1.4.

5.3.3 Internal Pressure Withstand Test – Oil-filled Cables

5.3.3.1 Purpose / Applicability

The purpose of this test is to verify the design with respect to the internal oil pressure.

5.3.3.2 Preparations / Conditions

It is recommended to add a tensile bending test as preconditioning test for single armoured cables when a coiling test is not performed.

A sample of approx. 10 m of finished cable shall be used. Both cable ends shall be fixed in order to prevent any rotation. In the sample under test the tapes of the mechanical reinforcement shall include at least one manufacturing joint of the type normally used by the manufacturer (welded or soldered).

5.3.3.3 Test

The sample shall be submitted for 24 hours to an internal pressure:

$$p' = 1,5 P'_0 + 5 \times 10^5 \quad (\text{Pa})$$

where:

P'_0 being the maximum pressure difference, in Pascal, to which the metallic sheath will be subjected in service.

5.3.3.4 Discussion / Requirements

After performing the test; a sample neglecting 1 m at both ends shall be submitted to visual inspection. The sample shall meet the requirement in section 5.1 coiling. Furthermore, the test shall not give rise to leaks in the sheath.

5.4 Pressure and Water Penetration Tests on Extruded Cable Types

5.4.1 Radial Water Penetration Test – Rigid Joint

5.4.1.1 Purpose / Applicability

Refer to CIGRE Technical Brochure TB 490 clause 8.7.1 [5].

5.4.1.2 Preparations / Conditions

Refer to CIGRE Technical Brochure TB 490 clause 8.7.4. The tensile test is performed according to sub-clause 7.5 of this Recommendation.

5.4.1.3 Test

Refer to CIGRE Technical Brochure TB 490 clause 8.7.4.

5.4.1.4 Discussion / Requirements

Refer to CIGRE Technical Brochure TB 490 clause 8.7.4.

5.4.2 Radial Water Penetration Test – Factory Joint & Cable

5.4.2.1 Purpose / Applicability

Refer to CIGRE Technical Brochure TB 490 clause 8.7.1 [5].

If the cable has conductive connections between metallic sheath and armour, a cable sample including one such connection shall be tested to verify that the connection does not leak when submitted to the maximum water pressure.

5.4.2.2 Preparations / Conditions

If the cable will be coiled during manufacturing, storage, transport or laying, the sample shall be subjected to a coiling test according to Section 5.1 of this Recommendation.

The sample shall be subjected to a tensile bending test according to Section 5.2 of this Recommendation.

5.4.2.3 Test

A cable sample of approx. 5 m, suitably sealed at the ends by means of caps, shall be introduced into a pressure tube and submitted for 48 hours to an external water pressure corresponding to the maximum depth + 50 m for depths up to 500 m and maximum depth + 100 m for depths over 500 m.

5.4.2.4 Discussion / Requirements

After performing the test, a sample neglecting 0.5 m at both ends, including a factory joint if applicable, shall be submitted to visual inspection. The sample shall meet the requirements in section 5.1 coiling.

Furthermore, the test shall not give rise to the following:

- a) water penetration through the radial watertight barrier
- b) water leaks in conductive connections, if any have been included in the test sample

5.4.3 Conductor Water Penetration Test

5.4.3.1 Purpose / Applicability

Refer to CIGRE Technical Brochure TB 490 clause 8.7.1 [5].

5.4.3.2 Preparations / Conditions

If the cable will be coiled during manufacturing, storage, transport or laying, the sample shall be subjected to a coiling test according to Section 5.1 of this Recommendation.

The test object shall be subjected to a tensile bending test according to Section 5.2 of this Recommendation.

The test object shall be preconditioned by heat cycles as described in CIGRE Technical Brochure TB 490 clause 8.7.2.

5.4.3.3 Test

Refer to CIGRE Technical Brochure TB 490 clause 8.7.2.

5.4.3.4 Discussion / Requirements

Refer to CIGRE Technical Brochure TB 490 clause 8.7.2.

5.4.4 Metal Sheath Water Penetration Test

5.4.4.1 Purpose / Applicability

Refer to CIGRE Technical Brochure TB 490 clause 8.7.1 [5].

5.4.4.2 Preparations / Conditions

The test object shall be preconditioned by heat cycles as described in CIGRE Technical Brochure TB 490 clause 8.7.3.

5.4.4.3 Test

Refer to CIGRE Technical Brochure TB 490 clause 8.7.3.

5.4.4.4 Discussion / Requirements

Refer to CIGRE Technical Brochure TB 490 clause 8.7.3.

5.5 Tensile Test

5.5.1 Purpose / Applicability

The purpose of this test is to verify the performance of the cable and joints when exposed to an axial tensile force without bending. The tensile test shall be performed if:

- A rigid joint is included in the cable system. A separate tensile test is not required, if the rigid joint is included in the tensile bending test but not passed around the wheel. This qualifies the rigid joint up to the test tension, T , used in the tensile bending test.
- The expected axial tensile forces during the cable installation and/or service life are larger than the test tension, T , used in the tensile bending test. This could for instance be during a pull-in operation, if a vertical laying spread is used or during operation of a dynamic cable. The test tension, T_s , shall be evaluated according to the specific project.

Factory joints and flexible repair joints shall be included, if they are to be qualified for an axial force, T_s , larger than the test tension T used in the tensile bending test Section 5.2, *Tensile bending test*, during straight pull.

For engineering purposes, a tensile characterisation test, see Section 6.10, may be performed in conjunction with the tensile test to establish axial stiffness and torsional balance of the cable.

5.5.2 Preparations / Conditions

The length of the cable used for this test shall be at least 5 times the lay length of the outer armour layer. If a tensile bending test has been performed then this test may be performed on a sample taken from the cable tested according to Section 5.2 (*Tensile bending test*).

The distance from the cable end to any joints shall be at least 10 m or 5 times the lay length of the outer armour layer, whichever is the greater. The cable heads shall be installed in a way that the resulting forces on the different cable components far from the ends are equivalent to the distribution of forces during laying operations – according to section 5.2.2.

One head shall be free-rotating and one shall be fixed.

If the cable has earthing connections between metallic sheath and armour, the test cable shall also include one of these connections.

If the cable contains optical fibre cable(s), at least one optical cable factory splice shall be included in the tensile test if the optical cable contains factory splices.

5.5.3 Test

The tension in the cable shall be gradually increased up to the specified tension, T or T_s . The load shall be held for a minimum of 30 minutes.

The applied load shall be continuously monitored during the test.

5.5.4 Discussion / Requirements

Electrical Tests

After the Tensile Test the cable test length shall be submitted to an electrical type test according to the applicable standard or recommendation for the actual cable type.

Optical Fibre (if applicable)

Experience shows that it is difficult to measure change of attenuation on short lengths. Therefore, after the Tensile test the integrity of the optical fibre shall be verified through a continuation check.

Visual Inspection

After the electrical test (if required), a sample including a joint (if applicable) shall be submitted to visual inspection. The sample shall meet the requirements set out in Section 5.1, Coiling.

5.6 Full Scale Fatigue Test – Dynamic Cables

5.6.1 Purpose/Applicability

The main purpose of the test is to verify that the dynamic cable can withstand the expected fatigue loads experienced during service life. The test is intended for dynamic cables, which will experience reoccurring bending and tension variations during operation.

5.6.2 Preparations/Conditions

The full scale fatigue test shall be according to a project specific test procedure, taking into account installation and operational service parameters. To demonstrate the required service life, the test program shall be designed so that the accumulated fatigue damage during the test is greater than or equal to the accumulated fatigue damage during operation.

The fatigue damage during operation is established through analysis as outlined below:

- Global analysis, where the tension and curvature distribution during service life is established.
- Local analysis, where the global loads are related to stresses/strains in the internal cable components.
- Fatigue damage accumulation, where the component stress/strains are transformed into fatigue damage based on S-N data for the cable components.

Prior to application of the fatigue loading an electrical test is performed on the test length to verify the cable integrity. The electrical test should be performed as a routine test according to the applicable standard or recommendation for the actual cable type.

If the cable contains optical fibre cable(s), continuity of the fibres shall be verified before the test.

The test sample should have end fittings attached at both cable ends where the armour and cores are anchored. A bend stiffener, bell mouth or similar is utilised in the test setup to control the cable curvature

The test sample shall be sufficiently long to allow electrical testing after completion of the fatigue loading. The distance from the end fitting to the top of the bend stiffener or bell mouth shall be at least one pitch length of the outer armour wires, unless the bend stiffener is mounted at a shorter distance from the end termination in service. The distance from the fatigue loaded section of the cable to the other end fitting should be sufficiently long to minimise end effects, as a minimum a distance of one pitch length of the outer armour wires is recommended.

5.6.3 Test

The cyclic bending of the cable is divided into a number of blocks, typical 5-7, each with different bending radius and number of cycles. The total number of cycles in all blocks should be at least 1.5×10^6 for a test representing 20 years of dynamic operation. The bending radius and number of cycles for each block shall be chosen to achieve a similar distribution of fatigue damage between small and large cycles as experienced during service life. The number of cycles within each block is adjusted to achieve total accumulated fatigue damage equal or greater than the expected fatigue damage during service life.

A constant tensile force, representative of the tensile force experienced during fatigue loading, is applied onto the cable during the bending cycles.

The frequency of the bending cycles should be chosen such that unacceptable temperature increase is avoided during the test due to friction between the internal components.

5.6.4 Discussion / Requirements

After completion of the fatigue loading the cable test length shall be submitted to an electrical routine test according to the applicable standard or recommendation for the actual cable type. Acceptance criteria for electrical test and resistance measurement shall be in accordance with the applicable standard or recommendation for the actual cable type.

All optical fibres (if included) shall be checked for continuity. No fibre breaks shall be detected.

After the electrical test the cable shall be dissected and subjected to visual inspection. A cable that has undergone a fatigue test simulating the entire service life can be expected to suffer some wear and layer degradation. The overall purpose of the inspection is to check for signs of deterioration which could affect the system in service operation. Examination shall not reveal any of the following:

- Cracks or holes in the outer sheath
- Permanent bird caging or break of more than two armour wires per layer.
- Cracks or holes in the core sheath.
- Cracking or damages to the insulation
- Damages to conductor which could have a detrimental effect on the cable performance.

The metallic sheath from one core shall be subjected to a dye penetration examination as a mean to find any fatigue induced cracks. The test shall not reveal any cracks or holes that penetrates through the metallic sheath.

6 Project Specific Tests and Special Tests

6.1 Introduction

Type tests are normally sufficient to verify the design of cable and accessories. However, if experienced design values are exceeded or there are changes in the conditions related to for instance handling, installation or operation then special considerations may be required. In specific cases one or more project specific test(s) for engineering or development purposes and/or qualification may be needed.

It is not intention that all tests described in chapter 6 are automatically part of testing regime for submarine cable systems, but more an exception to study and/or address project specific issues or for engineering information.

Examples of specific issues that may need to be considered either by engineering means or by project specific tests are:

- Deeper water depth, different climate or different environments like seabed conditions
- New type of cable storages, roller ways, pulling or breaking devices or other equipment
- New type of laying, installation, protection or repair method or configuration

This chapter gives examples of tests. Other tests may also be considered. The intention of many of the tests is to verify that equipment or special conditions together with the cable system design give acceptable results.

Table 3: Overview of project specific tests and special tests

Item that can be tested	Cable	Cable joint and earthing connection	Cable reel, roller way, cable basket, chute	Cable handling equipment	Vessel	Environment	Final installation (backfilling, duct installation, J-tubes etc.)
6.2 Bending test without tension	X	X	X				X
6.3 Crush test	X	X		X			
6.4 Crush test for long term stacking	X	X	X				
6.5 Sidewall force test	X	X	X	X			
6.6 Impact test	X						X
6.7 Pulling stocking test	X			X			
6.8 Handling test for rigid joint	X	X		X			
6.9 Sea trial	X	X	X	X	X	X	
6.10 Tensile characterisation test	X			X			
6.11 Friction Coefficient test	X			X			X

6.2 Bending Test Without Tension

6.2.1 Purpose / Applicability

The purpose of the test is to verify the integrity of the cable when being bent to a small bending radius without tension. The test is recommended to be performed when the relative bending radius during handling of the cable is smaller compared to what has previously been verified with a similar cable design.

A smaller bending radius could for instance be required for deliveries on drum or in storage of a spare cable on a drum or basket.

6.2.2 Preparations / Conditions

Factory joint and earthing connection should be included in the test sample, if they will be handled on the same bending radius as the cable.

The test can be performed on a complete armoured cable or on a sheathed cable core depending on where in the production or installation phase the bending to small bending radius will be performed.

6.2.3 Test

It is recommended that the test is based on the bending test method described in IEC60840 [6] or IEC62067 [7]. However, the number of bending repetitions and the bending radius should reflect the expected conditions during cable handling.

6.2.4 Discussion / Requirements

Electrical Test

After completion of the bend test it is recommended that an electrical routine test is performed according to the applicable standard or the recommendation for the actual cable type.

Visual Inspection

After the electrical test, the sample shall be submitted to visual inspection. The sample should meet the requirements set out in Section 5.1.4 for the condition of the cable after the coiling test.

6.3 Crush Test

6.3.1 Purpose / Applicability

The purpose of the test is to verify that the cable can withstand the expected crush loads during installation or repair. This test replicates the crush loads experienced by the cable during installation with a linear tensioner system where traction is achieved by squeezing the cable between two or more tracks. The tracks can consist of tires, belts or pads.

The test is recommended if the crush loads are more severe than that previously tested with a similar cable design. For tensioners, the shape and material of the pads will affect the maximum crush capacity of the cable. A crush test is also recommended if the design (shape or material) of the tensioner pads have been significantly changed compared with the previously verified design.

The contribution of radial force from the armour wires when the cable is in tension should also be considered. This can be performed by applying the maximum installation tension, see Section 4.4, to the cable simultaneously as the crush load is applied. Alternatively, the crush load can be increased to compensate for the additional radial forces resulting from the armour wires when the cable is exposed to the maximum installation tension.

6.3.2 Preparations / Conditions

The test set-up should represent the tensioner system installed on the cable laying vessel; the number of tracks and the wheel, pad or belt geometry and the material should be comparable.

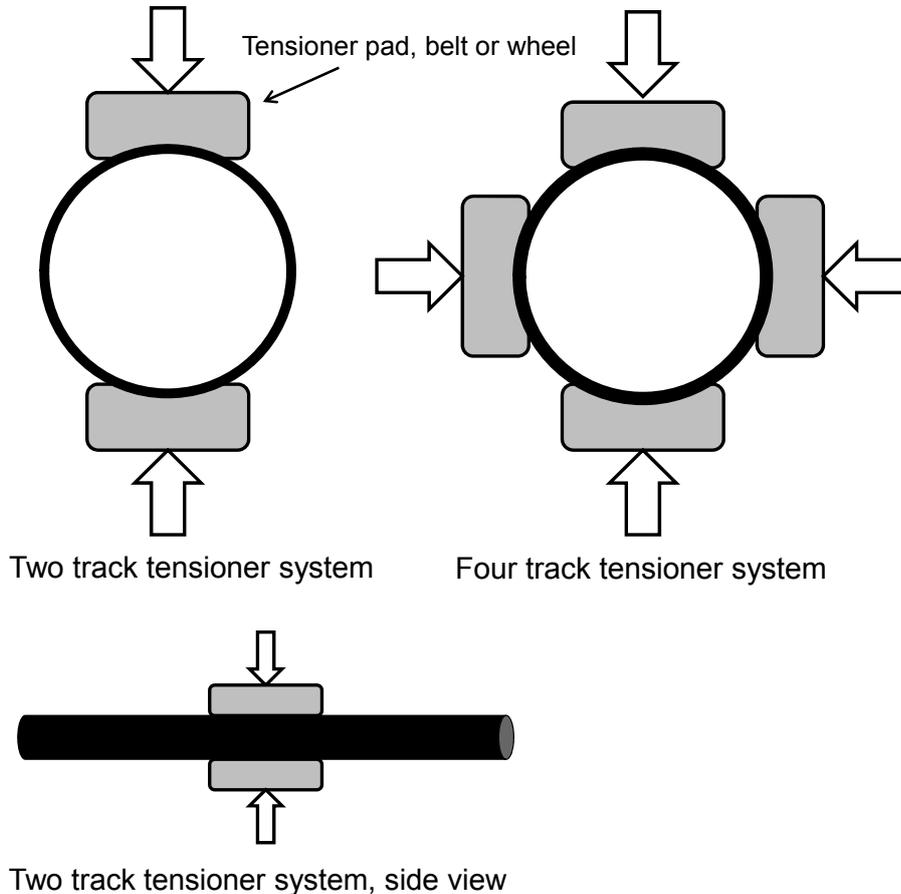


Figure 6-1. Tensioner systems.

Factory joints and flexible repair joints should also be tested if they will experience a crush load.

6.3.3 Test

The crushing load is gradually increased from zero up to the specified load. It is recommended that the load is held for a minimum of 1 h.

6.3.4 Discussion / Requirements

Visual Inspection

After the crush test the sample shall be submitted to visual inspection. The sample shall meet the requirements set out in Section 5.1.4 for the condition of the cable after the coiling test. Particular attention should be paid to harmful indentations in the cable core(s).

Optical Fibre

If the sample contains an optical fibre, the integrity of the optical fibre should be verified through a continuation check.

6.4 Crush Test for Long Term Stacking

6.4.1 Purpose / Applicability

The purpose of this test is to verify that the cable can withstand long term crush loads representative for stacking during storage, transportation or operation.

The test is recommended if the crush loads are more severe than that previously verified with a similar cable design.

6.4.2 Preparations / Conditions

The cable(s) is placed on a flat surface, representative of the actual conditions during stacking. If applicable, at least one cable shall include a factory joint. A constant load is applied to the cable(s) by means of weights or other mechanical devices. Figure 6-2 shows an example of test setup using weights.

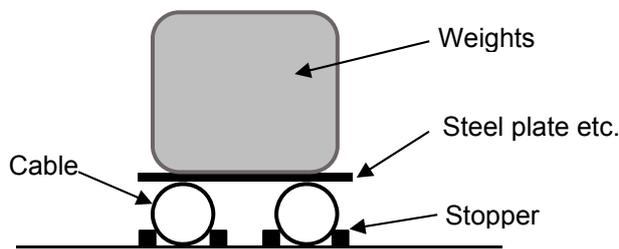


Figure 6-2. Test arrangement example.

6.4.3 Test

The cable diameter should be measured prior to the test and should be continuously monitored during the test by a suitable device. The diameter may change over time due to the applied load. The load should be applied for at least 7 days.

6.4.4 Discussion / Requirements

After the long term crush test the sample shall be submitted to visual inspection. The sample shall meet the requirements set out in Section 5.1.4 for the condition of the cable after the coiling test. Particular attention should be paid to harmful indentations in the cable core(s).

6.5 Sidewall Force Test

6.5.1 Purpose / Applicability

The purpose of the test is to verify that the cable can withstand the sidewall forces that the cable will be exposed to during installation or operation. Sidewall forces are radial forces that arise when a cable is in tension simultaneously as it is bent against another object. This may for instance occur when pulling the cable over rollers or pulling the cable over a fixed metallic curve like a chute or J-tube.

In the tensile bending test a sidewall force, representative of a capstan wheel or chute during installation, is applied to the cable. This test is intended to cover other situations, which might result in larger sidewall forces or large point loads from rollers or similar. The test is recommended if the expected sidewall force during the cable installation is more severe than that previously verified with a similar cable design. The test may be performed as a destructive test for information.

The interaction between the cable and the item of contact for the cable decides the character of the sidewall force and can be divided into the following three situations:

Distributed Contact Force per Unit Length

A force per unit length will be exerted onto the cable when it is in contact over an arc of a bend. This force is also often referred to as *Sidewall bearing pressure*. This loading situation is also tested as part of the Tensile bending test.

The resulting contact force has the unit N/m.

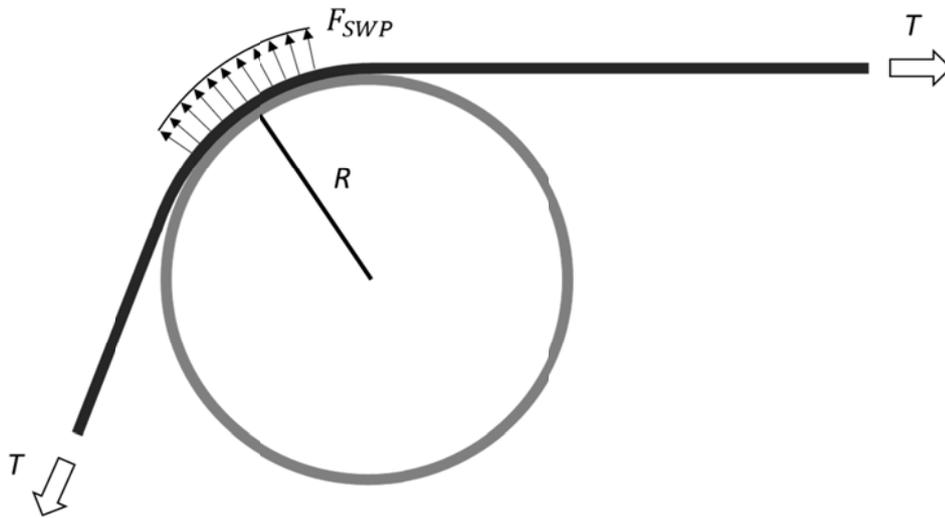


Figure 6-3. Distributed contact force per unit length, illustration.

The force per unit length, F_{SWP} , is given by:

$$F_{SWP} = \frac{T}{R}$$

Where

T – is the cable tension

R – is the bending radius of the curve

Distributed Point Contacts

If the cable is pulled around a bend built up of rollers this will result in a contact force between each roller and the cable. The sidewall force per unit length is divided between the rollers and has the unit N. The bending radius of the cable is the same as the bending radius of the curve built up by the rollers.

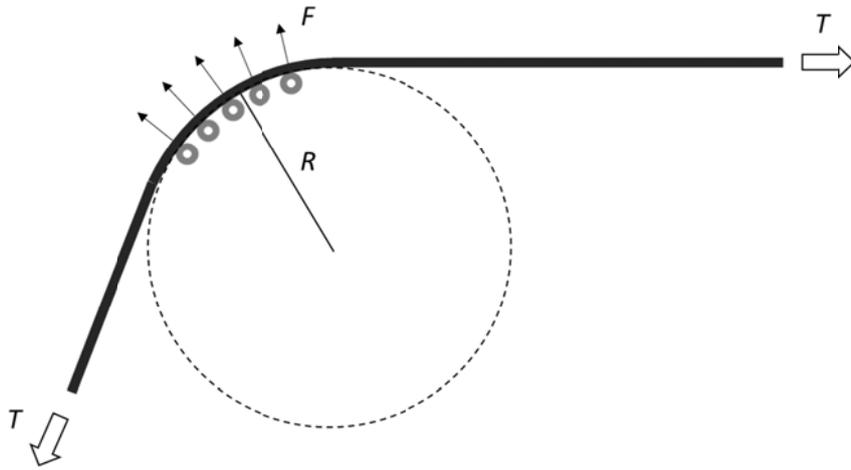


Figure 6-4. Distributed point contacts, illustration.

The force between each roller and the cable is given by:

$$F = \frac{T \cdot d}{R}$$

where,

d – is the distance between each roller [m].

R – is the bending radius of the curve built up by the rollers [m]

Point Contact

A third situation arises if the cable is bent over an object but the bend stiffness of the cable prevents it from following the radius of the object. The bending radius of the cable is larger compared to the radius of the object. This will result in a contact force between the object and the cable with the unit N.

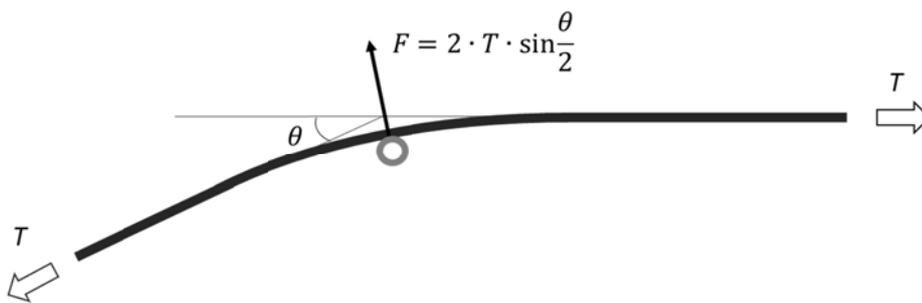


Figure 6-5. Side wall pressure due to point contact.

The sidewall force, F , onto the cable is given by:

$$F = 2 \cdot T \cdot \sin \frac{\theta}{2}$$

where

θ – is the angle between the directions of pulling

6.5.2 Preparations / Conditions

The test set-up should represent the actual installation conditions with regards to shape and size of object(s) in contact with the cable, the loading arrangement (see 6.5.1) and the applied tension.

6.5.3 Test

The tension in the cable is gradually increased up to the specified tension. While in tension the cable is pulled around the specified object(s).



Figure 6-6. Example of simulation of cable moving against a guiding plate of a capstan wheel.



Figure 6-7. Example of destructive test in which a 3-core cable is moving against rollers which are too far away from each other. In the picture the rollers apply a sidewall force to the cable which is too high.

6.5.4 Discussion / Requirements

After the side wall force test the sample shall be submitted to visual inspection. The sample shall meet the requirements set out in Section 5.1.4 for the condition of the cable after the coiling test.

6.6 Impact Test

6.6.1 Purpose / Applicability

The test is primarily performed for information to establish the impact capacity of the cable and to give an indication of the effect of a typical impact. Impact damage may for example result from accidentally dropped objects.

Rock placement may be used as a protection method where the rock size is chosen to be small enough to avoid cable damage and large enough to give suitable long term protection. An impact test to simulate rock placement is recommended if the expected impact energy from the rocks is larger compared to what has previously been verified to be acceptable with a similar cable design and installation.

6.6.2 Preparations / Conditions

The cable sample length depends on the number of impact positions. The minimum distance from the end to the impact location of the cable should be at least 0.5 m.

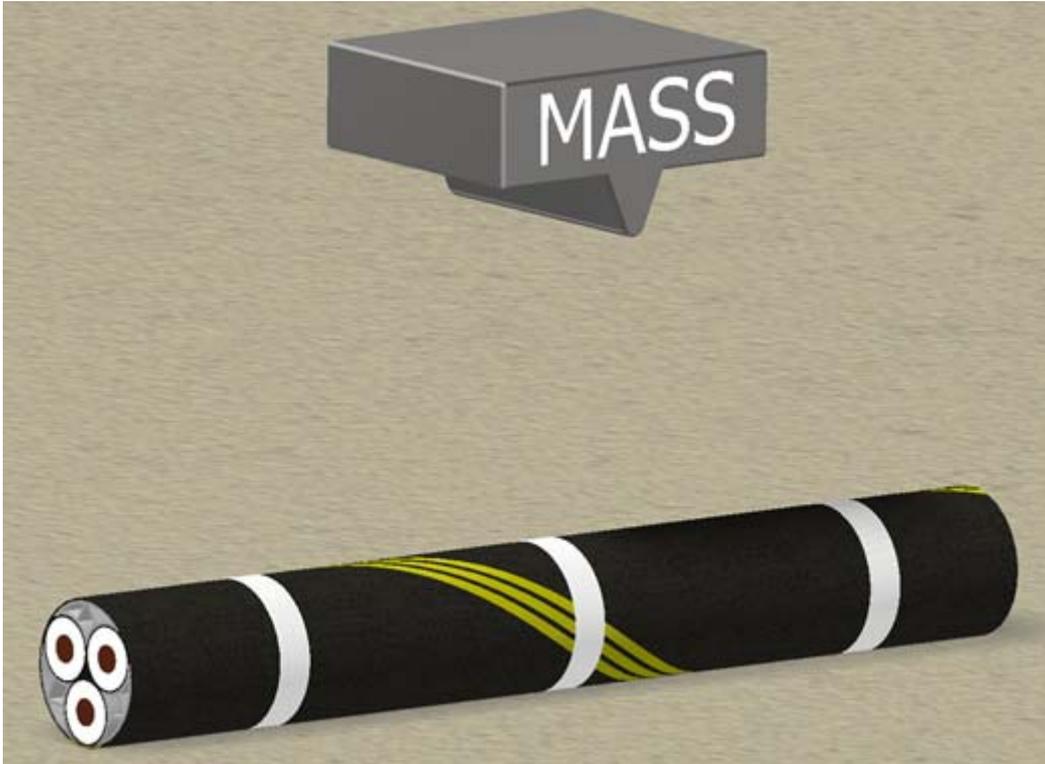


Figure 6-8. Schematic illustration of an impact test setup.

The cable is placed on a flat surface representative of the actual soil conditions; this can for example be a sand bed. If a rigid support is used, the impact energy transferred to the cable will increase compared to a soft support. Tests performed on a rigid support will therefore provide a conservative estimate of the impact capacity of the cable applicable for all sea bed types.

6.6.3 Test

The impact test is performed by dropping a hammer with a certain mass from a specific height. The shape of the front of the hammer should reflect the expected impacting object.

The impact energy in the test can be calculated as a function of drop height and hammer mass according to:

$$E = m \cdot g \cdot \Delta h$$

where:

E – impact energy [J]

m – mass of hammer [kg]

g – gravitational constant [m/s^2]

h – drop height [m].

For a three core cable, the orientation of the cores with respect to the impact location can affect the severity of the impact. It is therefore recommended that the test is performed for different orientations to find the most severe orientation. Examples of impact locations are directly over a core or on top of a filler profile containing an optical fibre as shown in Figure 6-9.

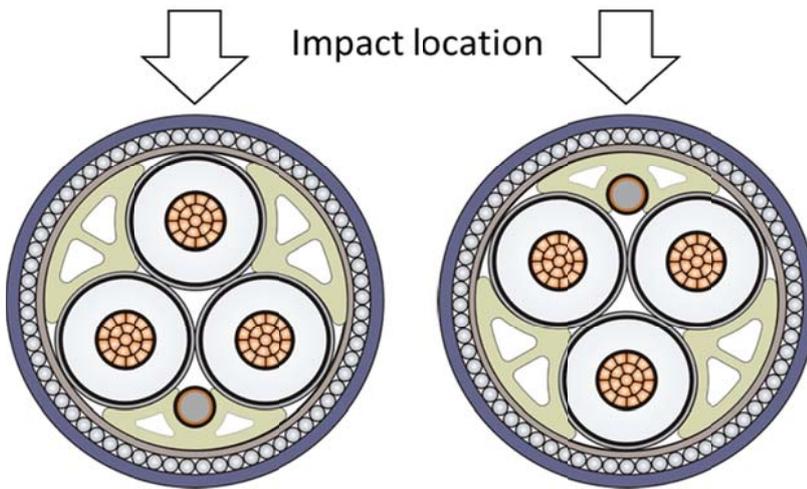


Figure 6-9: Illustration of impact location on three core cable

The test is repeated with gradually increasing impact energy. The cable is moved between each impact and a distance of at least 0.5 m should be used between each impact location.

Example of Typical Impact Test Procedure

1. Mark the impact locations on the cable.
2. Position the cable in the test rig at the first drop location.
3. Adjust drop mass and/or height to achieve specified energy level at location.
4. Execute impact.
5. Remove impact hammer and mark actual impact location for future identification.
6. Execute FO continuity check
7. Repeat steps 2, 3, 4, 5 and 6 for all specified drop locations.
8. Perform visual inspection.

6.6.4 Discussion / Requirements

Visual Inspection

After completion of the impact test the sample shall be submitted to visual inspection. The sample should meet the requirements set out in Section 5.1.4 for the condition of the cable after the coiling test. During impact testing the energy may be transferred to the core(s) and cause damage to the inner semiconductor while still leaving the metallic sheath intact and without physically damaging the outer semiconductor.

Optical Fibre

If the sample contains an optical fibre, the integrity of the optical fibre should be verified through a continuation check.



Figure 6-10. Photo of three core armoured cable after impact test.

6.7 Pulling Stocking Test

6.7.1 Purpose / Applicability

This test is performed to verify the integrity of the cable after being held by a pulling stocking. The test procedure is also applicable for other cable holding devices that grip the cable through friction by applying a radial force onto the cable.

During laying, jointing and lifting operations, the cable may be attached to the vessel by a pulling stocking (sometimes referred to as a Chinese finger). During these operations, the cable is suspended and undergoes cyclic tensile forces.

This test is recommended to be performed if the design of the pulling stocking, cable design or tensile loads differ from what has previously been verified to be acceptable. If the pulling stocking is applied to an end that will be removed the test is normally not necessary.

6.7.2 Preparations / Conditions

The length of the cable should be at least 10 m or 5 times the lay length of the outer armour layer, whichever is greater.

The cable is fastened by the pulling stocking in one end and a cable head is installed on the other end. The cable head should be installed in such a way that the resulting forces on the different cable components are equivalent to the distribution of forces during laying operations – according to section 5.2.2.

Factory joints do not need to be tested, if they are not intended to be supported by the pulling stocking.

6.7.3 Test

The cable, fastened by the pulling stocking, should undergo a cyclic tensile test. The mean tensile force, the tensile force amplitude and number of cycles should be representative for dynamic conditions during which the pulling stocking is used.

6.7.4 Discussion / Requirements

Electrical Test

After completion of the bend test it is recommended an electrical routine test is performed according to the applicable standard or recommendation for the actual cable type.

Visual Inspection

After the electrical test, the sample shall be submitted to visual inspection. The sample should meet the requirements set out in Section 5.1.4 for the condition of the cable after the coiling test.

6.8 Handling Test for Rigid Joint

6.8.1 Purpose / Applicability

The purpose of the handling test is to verify the ability of the rigid joint, together with cable, to withstand the expected handling during off-shore installation.

If mechanical supports such as bend stiffeners or bend restrictors are used, these should be included in the test.



Figure 6-11. Example of handling test on rigid joint with bend restrictors.

6.8.2 Preparations / Conditions

The test is performed on a rigid joint including at least 10 m of free cable length on both sides of the joint. If mechanical supports such as bend stiffeners or bend restrictors are used, these should be installed on the cable.

Depending on the purpose of the test, core joints may be excluded, for example if the primary purpose is to verify the bending radius of the cable and the interaction with the bend protection system outside the joint.

6.8.3 Test

The test object shall be moved according to the planned handling situation off-shore. The load is applied to the test object either by lifting the joint and cable or by applying a tension on the cable in relation to a joint that has been fixed by clamping or similar. Cable bending radius should be monitored during the test.

The test procedure shall be repeated the same number of times as is expected during the actual installation and laying situations.

6.8.4 Discussion / Requirements

The cable bending radius on both sides of the rigid joint shall not be less than the minimum bending radius of the cable without tension.

After the test the cable and the rigid joint shall be visually inspected according to Section 5.1.4.

6.9 Sea Trial

6.9.1 Purpose / Applicability

A sea trial is a very costly test and should only be performed in exceptional cases. The focus of the sea trial test is the interaction between the submarine cable and the installation equipment. In special cases, where for example installation conditions are close to the operational limits of the laying spread, if the installation and protection techniques utilised significantly differ from established practice, a sea trial may be a required to confirm the overall installation capability.

A sea trial can include the laying vessel, but it can also focus on other aspects of the installation such as post lay protection.

Mechanical tests covered in this Technical Brochure are intended to reproduce actual installation conditions as far as possible. The benefit of performing laboratory test is that the test loads (anticipated during installation) are controlled and safety factors can be introduced.

A sea trial test is not meant as a qualification test of the cable system design. Changes in the mechanical construction of a cable will not normally give grounds for a sea trial.

6.9.2 Preparations / Conditions

The object under test depends on the issues to be tested during the sea trial. Accessories such as repair joints, field joints, factory joints and earthing connections between metallic sheath and armour are only included if relevant for the test.

6.9.3 Test

The laying spread, equipment used, installation conditions and cable system shall be representative of the actual conditions for the cable installation.

6.9.4 Discussion / Requirements

The tests to be performed after the sea trial test will depend on the issues to be investigated. The following tests are recommended:

Electrical Test

After the Sea Trial Test the cable test length shall be submitted to an electrical test as a minimum corresponding to an after laying test. Additional or alternative electrical test can be agreed.

Visual Inspection

After the electrical test, the sample shall be submitted to visual inspection with the aim of discovering significant damage and water leaks.

Optical Fibre

If the sample contains an optical fibre, the integrity of the optical fibre shall be verified after the sea trial test.

Acceptance criteria and other additional tests can be agreed between the customer and the manufacturer.

6.10 Tensile Characterisation Test

6.10.1 Purpose / Applicability

The test is performed for engineering information to establish axial stiffness, torsional balance and rotational characteristics of the cable. These characterisation measurements can be performed during the Tensile Test, section 5.5, if applicable.

Axial stiffness, EA , is a measure of the axial elongation of the cable as a function of the applied tensile load. The axial stiffness can be computed as:

$$EA = \frac{T}{\varepsilon}$$

Where T is the applied axial tension and ε is the cable strain, given by the change in length Δl per unit of the original length l according to:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

The induced twist per unit length as a function of the applied tension is a measure of the torsional balance and rotational characteristics of the cable. By measuring the rotation angle at two positions along the cable, ϕ_1 and ϕ_2 , which are separated by a distance, l , the twist per unit length can be calculated from:

$$\frac{\Delta\phi}{l} = \frac{\phi_1 - \phi_2}{l}$$

6.10.2 Preparations / Conditions

The length of the cable used for this test should be at least five times the lay length of the outer armour layer. The cable heads should be installed in a way that the resulting forces on the different cable components remote from the ends are equivalent to the distribution of forces during laying operations. One head shall be free-rotating and one shall be fixed.

The cable should be as straight as possible during the test in order to avoid introducing effects from straightening of the cable when the tensile load is applied. This can be achieved by placing the cables on rollers or similar.

Cable elongation is measured over a distance of the cable using elongation sensors. Rotation can be measured by monitoring the angular rotation of the free rotating head or by measuring the relative rotation at two positions, at a defined distance along the cable, using angular sensors.

6.10.3 Test

The tension in the cable shall be gradually increased up to the specified maximum tensile tension, T_s . The load application should be sufficiently slow to avoid introduction of dynamic effects. This maximum tension should be maintained for a minimum of 15 min. The tension should then be decreased down to the minimum tension, T_0 .

The minimum tension, T_0 , should be chosen so that the cable is maintained straight during the load cycles. A recommended value is:

$$T_0 = w \cdot L$$

where:

w = weight of 1 m cable in Newtons

L = length of cable used for the test

The tension T_0 is equal to the weight of the total cable length under the test, and represents roughly the tension required to keep the cable straight with the aid of suitable supports (eliminating in this way any catenary).

The load cycle should be repeated three times or until stable elongation and rotation readings are achieved. Applied load, elongation and rotation should be recorded throughout the test.

6.10.4 Discussion / Requirements

The evaluation of the parameters should be performed based on stable readings because initial setting and straightening of the cable can occur during the first load cycles.

To separate straightening of the cable from elongation it is recommended to have two sets of elongation sensors, facing each other on opposite sides of the cable. Axial elongation is calculated as the average of the two recordings. Alternatively, the effect of straightening can be reduced by ensuring that the cable is straight and measuring elongation over a long section of the cable.

6.11 Friction Coefficient Test

6.11.1 Purpose / Applicability

Existing information on submarine cable pulling forces, friction coefficients and friction forces is often of value. If new conditions, equipment or cable design is planned, then it may be reasonable to make friction tests to get engineering information about friction of these submarine cables in different conditions.

Changes in installation conditions can also have an impact on the friction coefficient, for instance:

- Static or dynamic conditions
- Temperature
- Rough or smooth surface
- Water, oil, lubricant, mud, sand, ice, tape, sheet or other third material or agent in contact with the cable surface
- Properties of cable material in a caterpillar belt or rubber wheel
- Edges and bending radius
- Radial force or pressure
- Change of material properties due to wear or ageing
- Deformation of a cable or deformation of contact material

Places where friction plays some role are:

- Cable sliding against a sheave, chute, caterpillar contact surfaces, capstan wheel or other laying equipment on a cable laying vessel
- Cable sliding in pulling grips (Pulling Stockings) or in clamps/ropes and in buoyance units
- Cable sliding against a wall of a straight or curved pipe, hole or cable support during installation
- Cable sliding in cable clamps during cable operation

6.11.2 Preparations / Conditions

Test conditions should reflect actual conditions. Some safety margin in test conditions or in analysing the test results may be applied if necessary. Several samples and repeated test will give some information on the variation of values. Tests may also be done also to reflect real conditions. In all tests suitable representative pieces of submarine cable are needed. In the following the basic test methods are described. The test rig can change depending on the situation it is required to represent.

6.11.3 Test

To measure static friction a cable is pulled in test conditions or in real conditions and a dynamometer is used to register the maximum force, which is needed to make the cable start moving. The coefficient of friction is calculated by dividing the pulling force by the weight of the test object. Another way to measure the static friction is to place a cable sample on a horizontal surface of the material which is being tested.

Then the surface will be inclined slowly until the cable starts to slide. The angle where the cable starts sliding is registered and the coefficient of friction is calculated from the inclination angle. The coefficient of friction, μ , is given by;

$$\mu = \tan \alpha$$

where α is the inclination angle where cable starts to slide.

To measure dynamic friction the cable is moved with a realistic speed against the test surface. The pulling force is measured. Normally the pulling force has some variation and it is recommended to register several values to get an average value and variation of values.

6.11.4 Discussion / Requirements

If a static and/or dynamic friction test is done, it is done for engineering information. There are no requirements for coefficient of friction.

7 Bibliography / References

- [1] ELECTRA 68, 1980, CIGRE Working Group 21.06, "Recommendations for mechanical tests on submarine cables"
- [2] ELECTRA 32, 1974, "Recommendations for tests on DC cables for a rated voltage up to 550 kV"
- [3] ELECTRA 171, April 1997, CIGRE Working Group 21.02, "Recommendations for mechanical tests on submarine cables"
- [4] CIGRE TB 610, 2015, Working Group B1.40, "Offshore Generation Cable Connections"
- [5] CIGRE TB 490, 2012, Working Group B1.27, "Recommendations for testing of long AC submarine cables with extruded insulation for system voltages above 30(36) to 500(550) kV"
- [6] IEC 60840 Ed.2, February 1999 and Ed.3, April 2004, "Power Cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV (Um= 36 kV) up to 150 kV (Um= 170 kV) – Test methods and requirements"
- [7] IEC 62067 Ed.1, October 2001, "Power Cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV (Um= 170 kV) up to 500 kV (Um= 550 kV) – Test methods and requirements"
- [8] IEC 60885-3 Ed.2.0, April 2015, "Electrical test methods for electric cables - Part 3: Test methods for partial discharge measurements on lengths of extruded power cables"
- [9] CIGRE TB 398, 2009, Working Group B1.21, "Third Party Damage to Underground and Submarine Cables"
- [10] CIGRE TB 379, 2009, Working Group B1.10, "Updating of Service Experience of HV Underground and Submarine Cable Systems"
- [11] "Offshore Electrical Cable Burial for Wind Farms: State of the Art, Standards and Guidance & Acceptable Burial Depths, Separation Distances and Sand Wave Effect" prepared for Bureau of Ocean Energy Management, Regulation & Enforcement - Department of the Interior, US, November 2011.
- [12] International Cable Protection Committee (ICPC) Recommendation No. 3, 2002, "Criteria to be Applied to Proposed Crossings Between Submarine Telecommunications Cables and Pipelines/Power Cables"
- [13] DNV recommended practice DNV-RP-F105, 2006, "Free spanning pipelines"
- [14] ISO 13628-5:2009, "Petroleum and natural gas industries -- Design and operation of subsea production systems -- Part 5: Subsea umbilicals"
- [15] CIGRE TB 496, 2003, Working Group B1.32, "Recommendations for testing DC extruded cable systems for power transmission at a rated voltage up to 500 kV"
- [16] ELECTRA 189, April 2000, CIGRE Working Group 21.02, "Recommendations for long AC submarine cables with extruded insulation for system voltage above 30(36) to 150(170) kV"
- [17] ELECTRA 89, 1983, "Transient pressure variations in submarine cables of the self contained oil filled type"
- [18] CIGRE TB 194, 2001, Working Group 21.17, "Construction, laying and installation techniques for extruded and self-contained fluid filled cable systems"
- [19] DNV recommended practice DNV-RP-C205, 2010, "Environmental conditions and environmental loads"

- [20] International Cable Protection Committee (ICPC) Recommendation No. 9, 2012, “Minimum Technical Requirements for a Desktop Study”

Annexes

Annex 1 – Calculation of Test Forces

1 Introduction

The tensile force used in the test of the cable shall be chosen on the basis that the test tension is larger than the tensile force that will be experienced during all steps of the installation (and repair if applicable). A set of equation are provided in chapter 4.4 which can be used to estimate the maximum tensile force during installation. Chapter 4.4.2.2 also gives recommendation on the safety factors that should be applied when establishing the test tension.

According to the terms of reference for WG B1.43:

Calculation of tensile tests to be updated and a more detailed background to be described to the selected factors (security factors and torsion as well as dynamic forces).

This Appendix gives a more detailed background to the presented formulas where the overall aim has been to present a set of relatively simple equations that can be used to provide a conservative estimate of the expected tension during cable laying. The dynamic tension during cable laying is complex and affected by many parameters, some which are project specific such as weather conditions, vessel response characteristics and position of laying sheave/chute. It therefore requires a balance to present a set of equations that are conservative for a broad set of installation conditions, but at the same time not over-conservative.

Better estimates of the top tension can be established through a dynamic analysis utilising special purpose software, where the vessel response characteristics and weather limitations of the operation are taken into account. The test tension should be established based on the best estimate available, either a detailed dynamic analysis or, if not available, the formulas presented in chapter 4.4.

The equations in this Appendix cover the tensile forces experienced during cable laying or repair where the cable is suspended from a vessel. If applicable, the tensile force required during pull-in operations in J-tubes or pipes at landing, should also be analysed. Chapter 4.2.1 of CIGRE Technical Brochure TB 194 [18] contains equations, which can be used to calculate the force required during a pull-in operation.

2 Background

To investigate the suitability of the Electra No. 171 [3] formulas with respect to test forces the initial plan was to compare the formulas with measurements from installations or sea trials. Practical measurements of top tension, weather conditions and vessel response during laying were generally not available. However measured top tension were available from the following two installations and were included in the analysis:

- SAPEI cable, installation at 1600 m water depth
- Installation of cable in Japan at 190 m water depth

To provide additional input and investigate the influence of different parameters on the top tension, an extensive set of dynamic analyses were performed with a commercially available FE software for dynamic analysis of offshore marine systems.

Based on experience from the group, the two sea trials and the dynamic analyses the following observations were made:

Water depth 0 – 500 m

- For Electra No. 171, the factor of 1.3 to account for dynamic forces (including drag force) would be too low in case of large vertical movements of the laying sheave, i.e. adverse weather conditions.
- The relative contribution from hydrodynamic drag force increases with decreasing water depth and lower cable mass to diameter ratio. The drag force is related to cable diameter and is independent of the cable mass. This is not captured with the existing Electra No. 171 formula.

Water depth > 500 m

- Electra No. 171 predictions of static tension are very accurate
- Electra No. 171 dynamic tension is underestimated with increasing bottom tension
- Electra No. 171 formula can overestimate bottom tension for large water depths. The bottom tension is normally chosen independently of the water depth.

Based on these findings some modifications of the Electra No. 171 formula have been introduced in this Technical Brochure. The proposed changes are presented and explained in the chapters below.

Also, in accordance with the terms of reference, a set of safety factors have been proposed which are applied onto the calculated expected top tension to establish the required test tension. In the Electra 171 formula the safety factors were not explicitly stated.

3 Changes Compared to Electra 171

3.1 Water Depth 0 – 500 m

3.1.1 Formulas in Electra No. 171

The formulas used to calculate the test tension for water depths 0- 500 m in Electra No. 171 [3] are presented below:

$$\text{Formula 1: } T = 1.3 * w * d + H$$

where:

w = weight of 1 m cable, in Newtons, minus the weight of an equal water volume, in Newtons/m

d = max. laying depth, in meters

H = max. allowable bottom tension, in Newtons

$$\text{Formula 2: } = 0.2 * w * d ,$$

where the minimum value of d is defined to be 200 m.

3.1.2 Revised formula and text in Section 4.4.1 in this TB

The test tension, T , is calculated using the following equation:

$$\text{Equation 1: } T = 1.3 * w * d + H$$

where:

w – submerged weight of 1 m cable [N/m]

d – maximum laying depth, [m]

H – maximum expected bottom tension during installation. The value of H shall not be taken as less than $40 \cdot w$. [N]

Prerequisites for using Equation 1 is that the weather conditions during the operation are restricted to a significant wave height, $H_s \leq 2$ m. The factor of 1.3, accounting for dynamic forces and safety factors, may not be sufficiently large in adverse weather. For these cases the test tension should be established based on taking the actual movement of the laying sheave into account (where the computed heave, pitch and roll RAOs for the vessel are combined with the cable departure point position). The formulas applicable for water depth > 500 m can be used.

The main changes, compared to Electra No. 171 [3], are that the bottom tension is selected independent of water depth and that a limitation on weather has been introduced for Equation 1.

The residual tension during installation is normally chosen independently of the installation depth and as low as possible; especially if the cable will be buried and to minimise free spans.

A limitation to the weather has also been introduced. Equation 1 can only be used if the significant wave height is less than or equal to two meters, $H_s \leq 2$. This is due to the fact that the factor of 1.3 might not be conservative for larger sea states and the actual movement of the vessel needs to be accounted. The formulas described in chapter 4.4.2 can be used for water depth 0-500 m, if the installation vessel characteristics and laying conditions are known.

Electra 171 recommended an additional tension of 5 – 20 kN for recovery directly from a trench without uncovering the cable first. This text has been removed in the current Technical Brochure, primarily since recovering from a trench without uncovering does not reflect common practice. In addition the proposed values seemed very uncertain.

3.2 Water Depth > 500 m

3.2.1 Electra 171 Formula

The formulas used to calculate the test tension for water depth > 500 m in Electra No. 171 [3] are presented below.

$$\text{Formula 3: } T = w * d + H + 1.2 * |D|$$

where:

w = weight of 1 m cable, in Newtons, minus the weight of an equal water volume, in Newtons/m

d = max. laying depth, in meters

H = max. allowable bottom tension, in Newtons

1.2 = Safety factor of dynamic forces

D = dynamic tension, in Newtons

$$\text{Formula 4: } \pm \frac{1}{2} * b_h * m * d * \omega^2$$

where:

b_h = the vertical movement, crest to crest, of the laying sheave in meters

m = mass of cable, in kg/m

$\omega = 2 * \pi / t$, circular frequency of the movement of the laying sheave, in 1/sec

t = movement period, in seconds

3.2.2 Revised formula and text in Section 4.4.2 of this TB

For water depths larger than 500 m, or for projects where the vessel characteristics and laying conditions are known the expected maximum installation tension, T_E , can be derived through a detailed dynamic installation analysis or calculated according to the following equation:

$$\text{Equation 2: } T_E = w \cdot d + H + D$$

where,

w – submerged weight of 1 m cable, [N/m]

d – maximum laying depth, [m]

H – maximum expected bottom tension during installation. The value of H shall not be taken as less than $40 \cdot w$ [N].

The dynamic tension, D , is given by the force resulting from the cables inertia, D_I , and the drag force, D_D , acting on the cable according to the following equation:

$$\text{Equation 3: } D = \sqrt{D_I^2 + D_D^2}$$

The inertia force, D_I , is calculated with the following formula:

$$\text{Equation 4: } D_I = 1.1 \cdot \frac{1}{2} \cdot b_h \cdot m \cdot L_0 \cdot \omega^2$$

where,

b_h - the maximum vertical movement, crest to crest, of the laying sheave, [m]

m – mass of 1 m cable, including the mass of sea water inside the cable during installation, [kg/m]

ω – $2\pi/t$, circular frequency of the movement of the laying sheave, [1/s]

L_0 - is the length of the catenary, and is given by $L_0 = d \sqrt{1 + 2 \frac{H}{w \cdot d}}$, [m]

t – movement period, [s]

The drag forces onto the cable catenary are calculated based on a semi-empirical relationship according the following equation:

$$\text{Equation 5: } D_D = 500 \cdot OD \cdot R^{0.9} \cdot (b_h \cdot \omega)^{1.8}$$

where,

OD – outer diameter of cable [m]

R – Bending radius at touch down point given by $R = \frac{H}{w}$ [m]

Vertical movement of the sheave and period should be established based on the actual installation vessel and the worst weather conditions permitted during the operation. The maximum vertical displacement of the sheave, b_h , should be based on the characteristic wave given by $H_{max} = H_s \cdot 1.9$.

The main changes compared to Electra171 [3] are:

- Dynamic tension includes contribution from drag force.
- New formula for estimating drag force acting on the catenary.
- Bottom tension is independent of water depth.

- The force resulting from the cables inertia is calculated based on the length of catenary instead of the depth.
- Clarified that the vertical displacement of the sheave should be calculated based on the characteristic wave, i.e. expected maximum wave height.

More details on the formulas can be found in chapter 4.

4 Background to Equations

4.1 Equation 1

Equation 1 can be used to calculate the test force for water depths from 0 – 500 m when the significant wave height is less than or equal to two meters.

The static tension, T_s , given by the catenary equation (please see Appendix 2) according to;

$$T_s = w \cdot d + H$$

The factor of 1.3 is thus added to account for dynamic tension and safety factors.

The minimum bottom tension, H shall not be taken as less than $40 \cdot w$. The static minimum bending radius, R_{min} , at the touch down is given by:

$$R_{min} = \frac{H}{w}$$

The requirement that H shall not be taken as less than $40 \cdot w$ implies a minimum bending radius of 40 m at the touch down point. This is in line with Formula 2 in Electra 171; where $H = 0.2 \cdot w \cdot d$. With $d = 200$ the minimum bending radius becomes:

$$R_{min} = \frac{H}{w} = 0.2 \cdot 200 = 40$$

If a larger bottom tension is used during the installation, this bottom tension shall be used in the calculation of test tension.

4.1.1 Dynamic tension and safety factor when using Equation 1

Equation 1 has not been changed compared to Formula 1 in Electra 171 [3]. The equation has the benefit of being simple and well recognised. A drawback with Equation 1 is that the safety factors and dynamic tension are lumped together into the 1.3 figure and therefore it is not possible to separate calculation of dynamic tension from application of safety factor.

Since the dynamic tension will vary, for instance depending on vessel characteristics and weather conditions, the size of the applied safety factor will vary, being large when the dynamic tension is small and small if the dynamic tension is large.

Chapter 4.4.2.2 specifies safety factors that should be applied to the calculated expected installation tension when performing a detailed dynamic analysis or using Equation 2.

If the same safety factors are applied when using Equation 1, the maximum dynamic tension can be assessed. Equation 1 states that

$$T = 1.3 * w * d + H$$

The static tension is given by:

$$T_s = w \cdot d + H$$

Application of safety factors according to chapter 4.4.2.2;

$$T = 1.1 T_S + 1.3 \cdot T_D$$

Combining these three equations and solving for the dynamic tension;

$$T_D = \frac{1}{1.3} (0.2 \cdot w \cdot d - 0.1 \cdot H)$$

This can be further simplified if assuming that $H = 0.2 \cdot w \cdot d$. This implies that

$$T_S = 1.2 \cdot w \cdot d$$

and the following relationship between dynamic tension and static tension can be established:

$$T_D = \frac{1}{1.3} 0.22 \cdot w \cdot d = \frac{1}{1.3} 0.22 \cdot \frac{T_S}{1.2} = 0.141 \cdot T_S$$

The Dynamic Amplification Factor (DAF) is defined as (Dynamic Load + Static Load)/Static Load. If the safety factors of chapter 4.4.2.2 are applied; Equation 1 assumes a maximum dynamic application factor of approximately $DAF = 1.14$ during the laying operation. Due to this a limitation in weather conditions has been introduced in the new Technical Brochure for when Equation 1 can be used, since more severe weather can result in larger DAF. If a DAF of 1.14 is suspected to be too small then a more detailed analysis should be performed to establish the dynamic tension; either a dynamic analysis or based on the equations in chapter 4.4.2.1.

4.2 Equation 2

Equation 2 can be used to calculate the test force for water depths larger than 500 m and for projects where the vessel characteristics and laying conditions are known.

Equation 2, consist of two parts; the static tension, T_S , given by the catenary equation and the dynamic tension D as described in paragraph 4.3 below.

4.3 Dynamic Tension

The dynamic tension is calculated based on a simplified model where the cable departure point is assumed to follow a simple harmonic motion with amplitude given by the vertical movement of the lay sheave b_h and the angular frequency ω according to:

$$y(t) = \frac{b_h}{2} \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

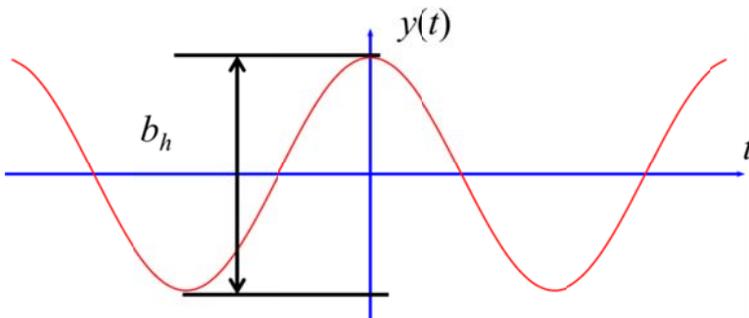


Figure A1-1. Assumed simple harmonic motion of lay sheave.

Based on this assumption the velocity and acceleration of the cable departure point can be computed according to:

$$v = \frac{dy}{dt} = -\frac{b_h}{2} \cdot \omega \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

$$a = \frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{b_h}{2} \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

The relationship between wave height and vertical displacement of the sheave will depend on the vessel dynamic response characteristics and the location of the cable departure point.

The significant wave height, H_s , corresponds to the average height of the 1/3 largest waves. This means that larger waves will be encountered. The vertical displacement of the sheave should be calculated based on the maximum expected wave height, H_{max} . The following relationship can be used to estimate the maximum crest-to-trough wave height based on the significant wave height,;

$$H_{max} = 1.9 \cdot H_s$$

4.3.1 Dynamic Load due to Inertia, Equation 4

The maximum dynamic force resulting from inertia, D_I , is given by the inertial mass of the suspended catenary times the maximum acceleration.

The inertial mass of the suspended cable is computed based on the mass of the cable and the length of the suspended catenary, L_0 , see Appendix 2. To account for the added mass from the surrounding water that moves with the cable a factor of 1.1 has been included. This gives the following expression for dynamic tension resulting from the inertia:

$$D_I = 1.1 \cdot m \cdot L_0 \cdot a_{max} = 1.1 \cdot \frac{b_h}{2} \cdot \omega^2 \cdot m \cdot L_0$$

which is the same as Equation 4.

4.3.2 Dynamic Loads due to Drag Force, Equation 5

The drag force, F_D , onto an object moving in water is given by:

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D \cdot A_p \cdot v_r^2$$

Where ρ is the density of the fluid, C_D is drag coefficient, A_p is the cross-sectional area of the object perpendicular to the flow direction and v_r is the velocity between water and the object. The drag force acting on a cable catenary will thus depend on:

- The diameter of the cable
- The shape of the catenary, where an increase in lay back distance results in an increased project area.
- The relative velocity between cable and water.

The relative velocity between water and the cable will vary along the catenary. In addition, the shape of the catenary changes due to the induced drag load. Numerical integration along the catenary would therefore be required to calculate the total drag force effecting the top tension. This can be performed with special purpose software for dynamic analysis.

To provide an empirical expression that can be used to estimate the tensile force induced by drag, a set of parametric studies has been performed in a FE software for dynamic analysis to investigate how the drag induced tension is affected by influential parameters. The following parameters were investigated:

- Cable diameter
- Cable mass
- Bottom tension
- Installation depth
- Wave height and period

The simulations were performed assuming a simplified vessel where the cable departure point follows the surface elevation of the waves, where the waves are modelled as regular Airy waves. This implies that the cable departure point follows a simple harmonic motion in line with the assumption made in the calculations of the dynamic force according to paragraph 4.3. In the simulations a constant drag coefficient of $C_D = 1.2$ has been used. This will provide conservative estimates of the drag force, see for instance DNV-RP-C205 [19] chapter 6.7.

The shape of the catenary is governed by the depth, weight in water of cable and the bottom tension. The study showed that the depth had very little influence on the drag force. Instead good correlation was found between the drag force and the mean bending radius at touch down, R . Increasing the bending radius results in a longer lay back distance and thereby a longer cable length moving through the water perpendicular to the cable axis.

Based on the parametric study the following semi-empirical expression was established for the drag induced maximum force;

$$D_D = 500 \cdot OD \cdot R^{0.9} \cdot (b_h \cdot \omega)^{1.8}$$

Which is the same as Equation 5 in chapter 4.4.2.1. This expression has large similarities to the equation for drag force, F_D , onto a moving object in water;

- The force is linearly related to the cable diameter
- The bending radius at touch down is almost linearly related to the projected length of the catenary moving perpendicular to the cable axis through the water.
- Since $v \propto b_h \cdot \omega$, the maximum drag force is thus close to proportional to the square of the maximum vertical velocity of the sheave. The reason for the not fully quadratic relationship is believed to be due to the velocity varying along the catenary.

The three constants (500, 0.9 and 1.8) in the expression for D_D have been empirically determined to ensure that the prediction of drag force is on the conservative side for a large set of parameter variations.

4.3.3 Combining Inertia and Drag Forces, Equation 3

The time varying dynamic tension is the sum of the time varying forces resulting from cable inertia and drag. The force due to cable inertia is proportional to the vertical acceleration of the sheave and the drag force to the velocity. Since the velocity and the acceleration are 90 degrees out of phase the maximum total dynamic force can be calculated based on superposition of the two force components according to:

$$D = \sqrt{D_I^2 + D_D^2}$$

This is the same as Equation 3 in 4.4.2.1.

4.3.4 Vertical Movement of Laying Sheave, b_h

The vertical movement of the sheave will depend on the weather conditions, vessel response characteristics and the position of the sheave.

The vessel response characteristics for the installation vessel are normally described by a set of Response amplitude operators (RAO), which are established through model testing or special purpose software. The RAO defines the vessel response in the basic six degrees of freedom (three translations and three rotations) as a function of the wave direction and period of the waves.

The position of the sheave/chute in relation to the centre of rotation will also affect the vertical movement. For a sheave or chute placed centrally in the aft of the vessel; the pitch rotation and the vertical distance from the centre to the position are important for the vertical displacement. For a side mounted sheave or chute, the roll rotation in combination with the distance from the centre to the side of the vessel is important for the vertical displacement.

In Electra 171 [3] it is stated that *“If the ships movement details are not available, then the actual wave height and period should be used in the calculation of D . This latter calculation will be on the safe side”*. This implies that the vertical sheave movement always will be less than the wave height. To investigate the applicability of this statement, and also to provide some guidance on how a conservative value of b_h can be selected if the installation vessel details are not known, a study was performed.

In the study the RAO for five different installation vessels, used for cable and umbilical installations, were investigated. The vessels are relatively large in size, four vessels being approximately 100 m and one vessel approximately 145 m and the draft ranging from 5.5 to 7 m. For all five installation vessels the sheave was assumed to be located at the vessel centre line, the roll response has therefore not been investigated. The wave direction is from the front of the vessel which will result in the largest pitch response and the largest vertical displacement of the sheave.

To investigate the effect of the sheave position, the analysis was performed for different chute positions, where the horizontal distances, d_s , from the centre of gravity of the vessel (mid ship) to the position of the chute/sheave was varied. For a vessel with length 100 m, $d_s = 50$ m represents a chute in the aft of the vessel and $d_s = 0$ m a chute in the centre of the vessel.

The analysis was performed in a commercially available software for dynamic analysis of offshore marine systems, with regular Airy waves and the maximum vertical displacement, b_h , was extracted as a function of d_s .

Two wave conditions were analysed:

- Wave height $H = 8$ m and period $T_p = 12$. Representative for severe weather conditions where the wave height approximately corresponds to the maximum wave height during a sea state with significant wave height $H_s = 4$ m.
- Wave height $H = 4$ m and period $T_p = 10$. Representative for less severe weather conditions where the wave height approximately corresponds to the maximum wave height during a sea state with significant wave height $H_s = 2$ m

Figure A1-2 and Figure A1-3 below shows the results, where b_h is presented as a function of d_s , for the five different installation vessels.

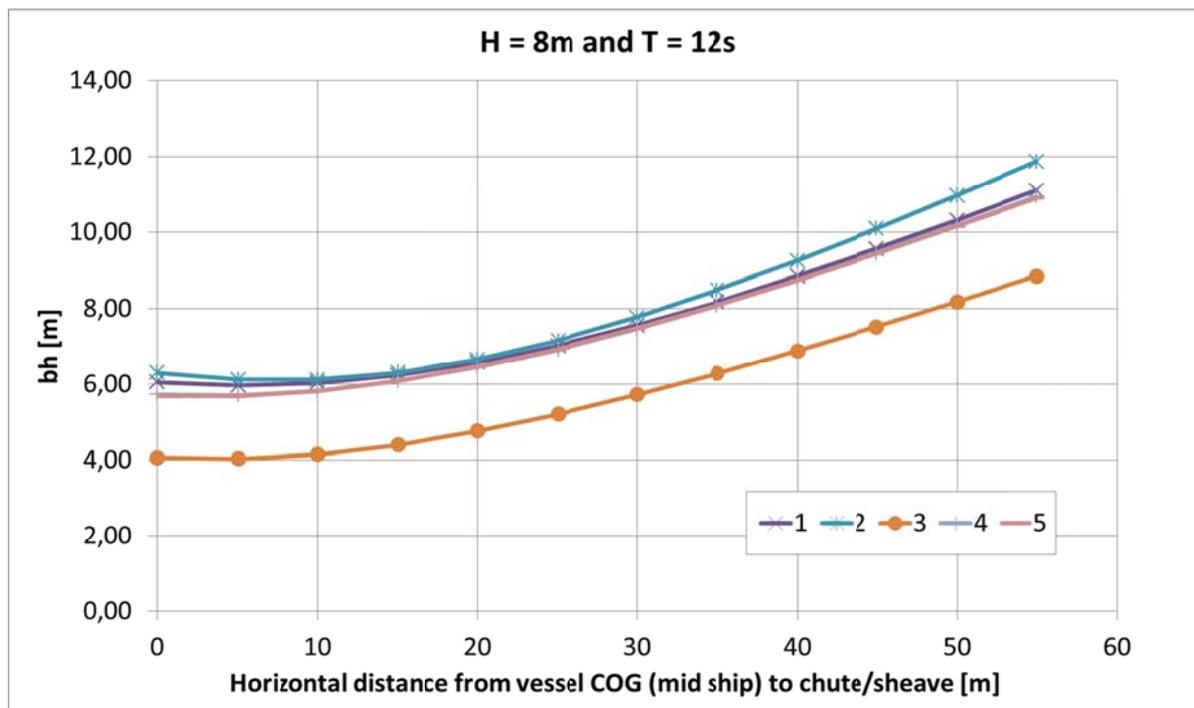


Figure A1-2. Vertical displacement of sheave as a function of horizontal distance from vessel centre of gravity, for five different installation vessels and $H = 8$ m and $T_p = 12$ s.

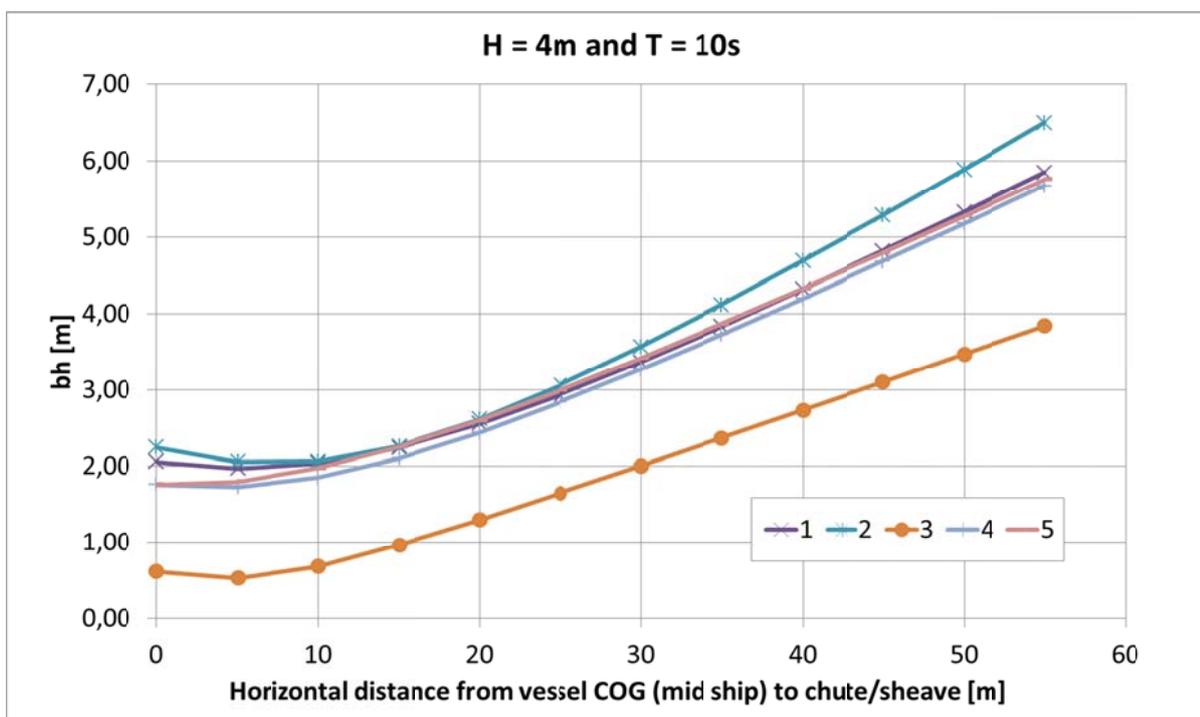


Figure A1-3. Vertical displacement of sheave as a function of horizontal distance from vessel centre of gravity, for five different installation vessels and $H = 4$ m and $T_p = 10$ s.

Vessel 1, 2, 4 and 5 are approximately 100 m long. For these vessels $d_s \approx 50$ m corresponds to a sheave/chute in the aft of the vessel. For both wave conditions it can be seen that vertical displacement of the sheave is larger than the wave height, implying that the statement in Electra 171 [3] might not be conservative for all installation conditions.

Based on the analysis of five different installation vessels it can be concluded that $b_h = 1.5 \cdot H_{max}$ will provide a conservative estimate of the vertical displacement of the sheave. This is on the basis of a chute/sheave placed along the vessel centre line in the aft and maximum pitch-induced vertical displacement.

It can also be seen that the response will depend on the vessel size and wave period. Therefore it is recommended the vertical movement of the sheave should be established based on the actual installation vessel and the worst weather conditions permitted during the operation, once the installation vessel details become available.

5 Comparing Calculated Tension with Measurements

5.1 Very Deep Installation

The top tension was measured during the sea trial of the SAPEI cable at 1600 m water depth as showed in Figure A1-4.

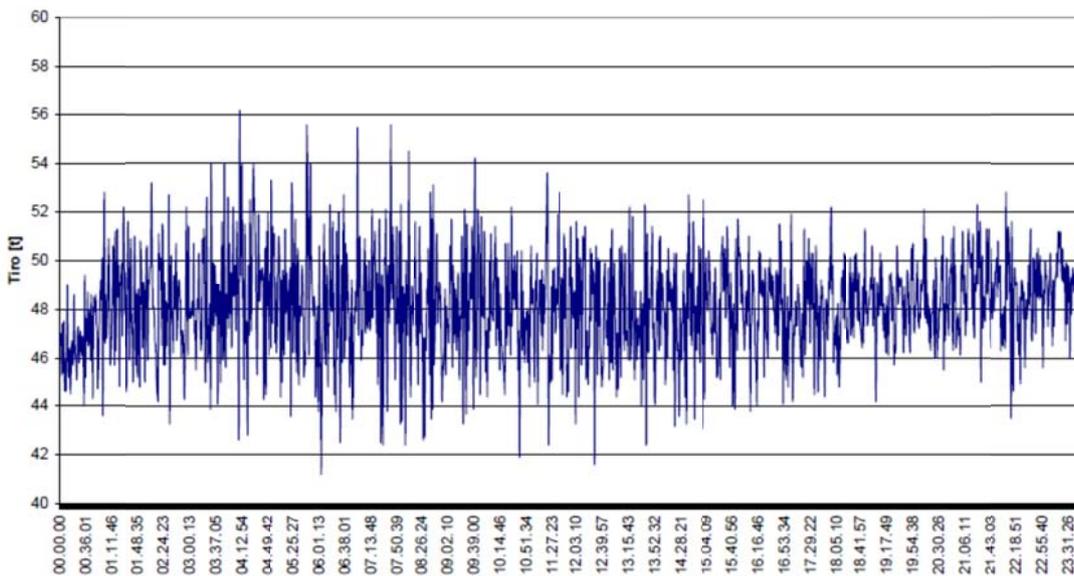


Figure A1-4. Top tension measured during sea trial of the SAPEI cable.

The measured top tension was 56 tons. The static average tension is slightly varying during the installation. At the locations of peaks the average tension is approximately 49 tons, resulting in a peak dynamic tension of 7 tons.

Details of the cable and the installation condition can be found in Table 4. Please note that the b_h value has not been measured, it is calculated based on the significant wave height during the trial and a vessel transfer function (relating the wave height to the vertical movement of laying sheave) of 0.6. The latter figure is considered to be a bit uncertain.

Table 4: SAPEI cable sea trial data

	Depth [m]	Dry mass [kg/m]	Wet weight [N/m]	Outer diameter [mm]	bh [m]	Tp [s]	Bottom tension [kN]
SAPEI Sea trial	1600	37	256	119	3*	8	60-70

*Significant wave height $H_s = 2.5$, stated vessel transfer function = 0.6 and $H_{max} = 1.9 \cdot H_s$

Based on the values in Table 4 and a bottom tension of $H = 70$ kN the measured tension is compared to the calculated tension according to the equations presented in this TB. For comparison the corresponding tensions calculated according to Electra No. 171 [3] are included in the table.

Table 5: Calculated test tension compared to measured tension, SAPEI sea trial

	Static tension [kN]	Dynamic tension [kN]	Total tension [kN]	Test tension [kN]
Measured, Sea Trial	481	69	550	
According to chapter 4.4.2	480	77	557	628
Electra No. 171	492	62	554	554

It can be seen that the equations presented in this TB result in a static tension close to the measured and a dynamic tension slightly larger. The recommended test tension, which includes safety factors, is approximately 15 % larger when compared to the measured peak tension.

The tension calculated with the Electra 171 formula is also in good agreement with the measurements and the new set of equations. For large water depths the dynamic force is dominated by the inertia term and the contribution from drag force is small and the equations for dynamic tension are then similar. The test tension according to Electra 171 will not contain any safety factor compared to the measured tension.

5.2 Moderate Installation Depth

The tension was measured during a cable installation performed in Japan at 190 m water depth.

The weather conditions during the installation were very good and the average vertical displacement of the laying sheave was 0.31 m. The tension at 190 m water depth varied from 96 to 101 kN. The details of the installation are presented in Table 6.

Table 6: Installation in Japan, cable installation data

	Depth [m]	Dry mass [kg/m]	Wet weight [N/m]	Outer diameter [mm]	bh [m]	Tp [s]	Bottom tension [kN]
Japan Installation	190	61.5	442	143	0.6*	6.5	5-10

*Average vertical movement of laying sheave $b_h = 0.31$, assuming a maximum value $H_{max} = 1.9 \cdot H_{average}$

The water depth is less than 500 m and the significant sea state is less than 2 m and therefore Equation 1 can be used. This will provide the same tension as with Electra 171 [3]. Table 7 shows the measured tension compared to the calculated tension.

Table 7: Calculated test tension compared to measured tension, Japan installation

	Static tension [kN]	Dynamic tension [kN]	Total tension [kN]	Test tension [kN]
Measured, Sea Trial	99	2	101	
Equation 1 and Electra 171			127	127
According to chapter 4.4.2	102	4	106	117

The dynamic tension is very low in this case. Equation 1 gives the same recommended test tension as with Electra No. 171 which is approximately 25% higher when compared to the measured value. With the equations in chapter 4.4.2, and where the actual movement of the sheave is taken into account, the calculated dynamic tension is close to the measured and the resulting test tension is approximately 15% larger when compared to the measured tension.

6 Comparing Calculated Tension with Numerical Simulations

In this chapter some of the results from the numerical FE simulation are presented and compared to the calculated tension using the equations in chapter 4.4.

The simulations were performed assuming a simplified vessel where the cable departure point follows the surface elevation of the waves. The waves are modelled as regular airy waves and a constant drag coefficient of $C_D = 1.2$ has been used.

Since the static tension is very accurately predicted, the results presented in this chapter are focused on the dynamic tension.

6.1 Vertical Velocity of Sheave

The velocity of the sheave is proportional to the ratio of $\frac{b_h}{T_p}$. Figure A1-5 compares the dynamic tension from the numerical analysis for different values of this ratio with the dynamic tension calculated according to the equations in chapter 4.4.2. The analysis was performed for a typical doubled armour AC cable at 50 m water depth with $m = 55$ kg, OD =150 mm and $R = 40$ m.

Figure A1-6 shows the same results but for a cable with the same mass but a larger outer diameter.

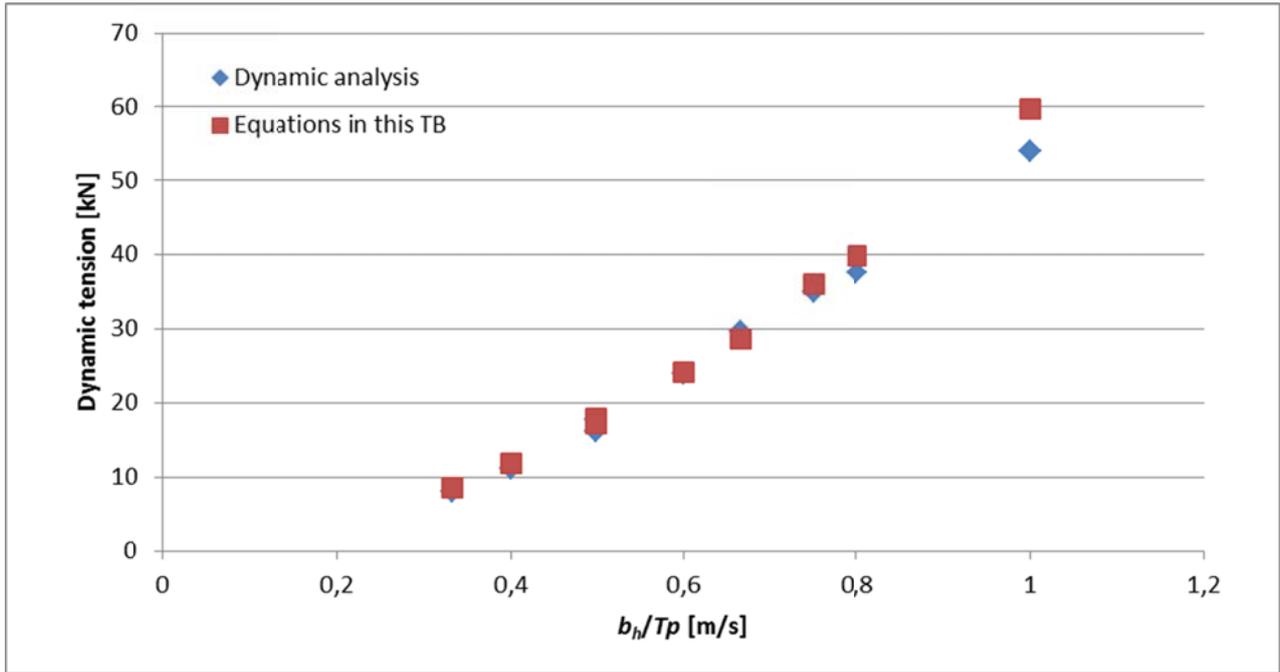


Figure A1-5. Dynamic tension as a function of $\frac{b_h}{T_p}$, for $m=55$ kg, $OD=150$ mm, $d=50$ m, $R=40$ m.

The predicted dynamic tension using the equations in this Technical Brochure is in good agreement with the dynamic tension from the numerical simulations over a wide range of sheave velocities.

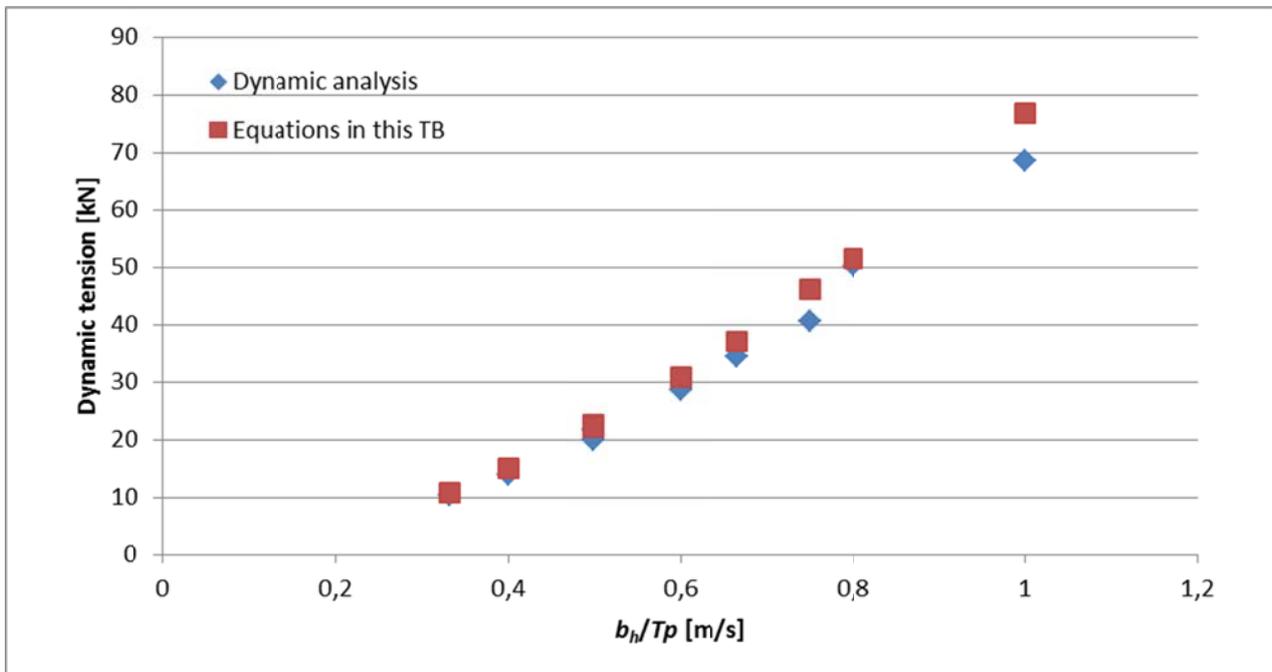


Figure A1-6. Dynamic tension as a function of $\frac{b_h}{T_p}$, for $m=55$ kg, $OD=200$ mm, $d=50$ m, $R=40$ m.

The agreement between the equations in this Technical Brochure and the numerical analysis is good also for a cable with larger outer diameter. Compared to Figure A1-5 the dynamic tension is now approximately 30 % higher which corresponds to the increase in diameter from 150 to 200 mm.

6.2 Bottom Tension

In Figure A1-7 the effect of bottom tension is investigated for a typical doubled armour AC cable at 50 m water depth with $m = 55$ kg, OD = 150 mm, and $b_h = 6$ and $T_p = 10$.

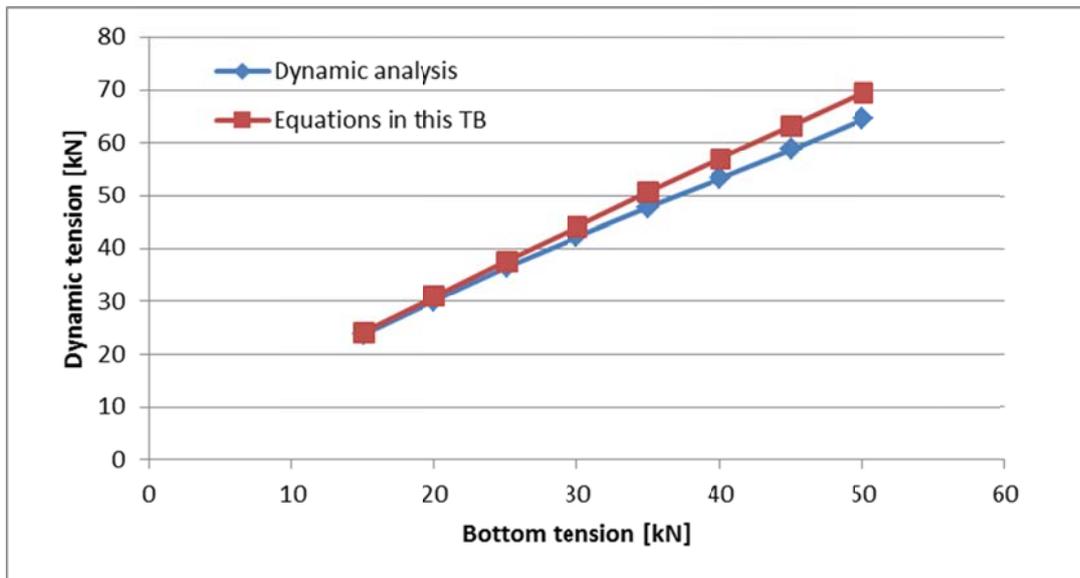


Figure A1-7. Dynamic tension as a function of bottom tension, $m = 55$ kg, OD = 150 mm, $d = 50$ m, and $b_h = 6$ and $T_p = 10$.

An increase in bottom tension results in an increase in the dynamic tension primarily due to increased drag force.

6.3 Water Depth

Figure A1-8 shows the dynamic tension as a function of the water depth for a typical double armoured AC cable.

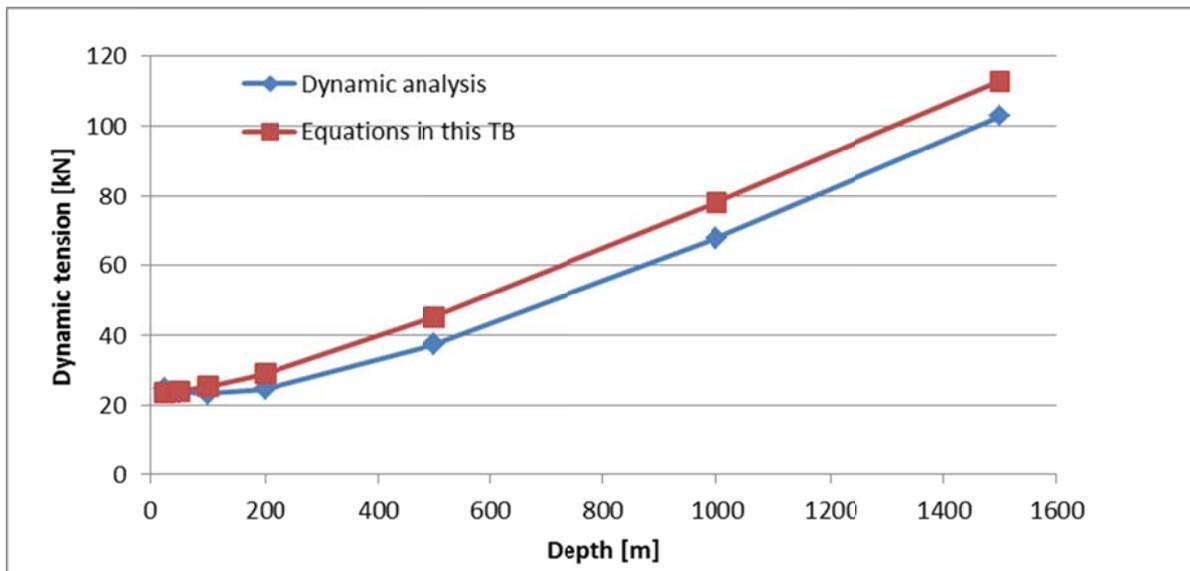


Figure A1-8. Dynamic tension as a function of water depth, $m = 55$ kg, OD = 150 mm, $d = 50$ m, and $b_h = 6$ and $T_p = 10$.

For low water depths up to 200 m the drag forces dominates. As the water depth increases, the dynamic force due to acceleration of the mass of the suspended catenary starts to dominate over the drag force and the dynamic force increases with increasing water depth.

Annex 2 – Catenary Equation

1.1 Catenary Parameters

In static condition, considering a ship speed equal to zero and disregarding the wave motion, the cable between the output of the installation sheave or wheel and the seabed has a mathematical configuration called a “catenary”. Cable bending stiffness is also neglected and the cable unit weight is assumed to be uniform.

The qualitative shape of the catenary is shown in Figure A2-1. A Cartesian reference system (X, Y) is assumed, where the axis origin is placed in the projection of the sea bottom at the point where the cable leaves the installation sheave or wheel. The seabed is assumed to be flat, which is usually not the case. The main aspects are described below:

- w [N/m]: Cable unit weight/meter in the water. It is equal to the cable unit weight in air minus the weight of a volume of water occupied by a meter of cable, taking into account water infiltration into spaces between armour wires, servings and bedding layers.
- H [N]: Bottom tension. This is the force applied at the catenary foot point ($X=X_p$, $Y=0$). The “catenary foot” is the point where the cable makes first contact with the seabed.
- x_p [m]: Distance of the catenary foot from the installation wheel on the ship ($X=0$, $Y=d$);
- R [m]: Minimum radius of curvature between installation sheave and the catenary fot.
- d (m): Depth of the sea at the point where the cable leaves the installation wheel, i.e. vertical distance from centre of wheel and sea bottom
- T_0 [N]: Catenary tangent tension at its output (top extremity). Neglecting the cable bending stiffness and the cable friction on the installation sheave or wheel, the tension T_0 is equal to the pull on the ship in the direction of the cable axis.

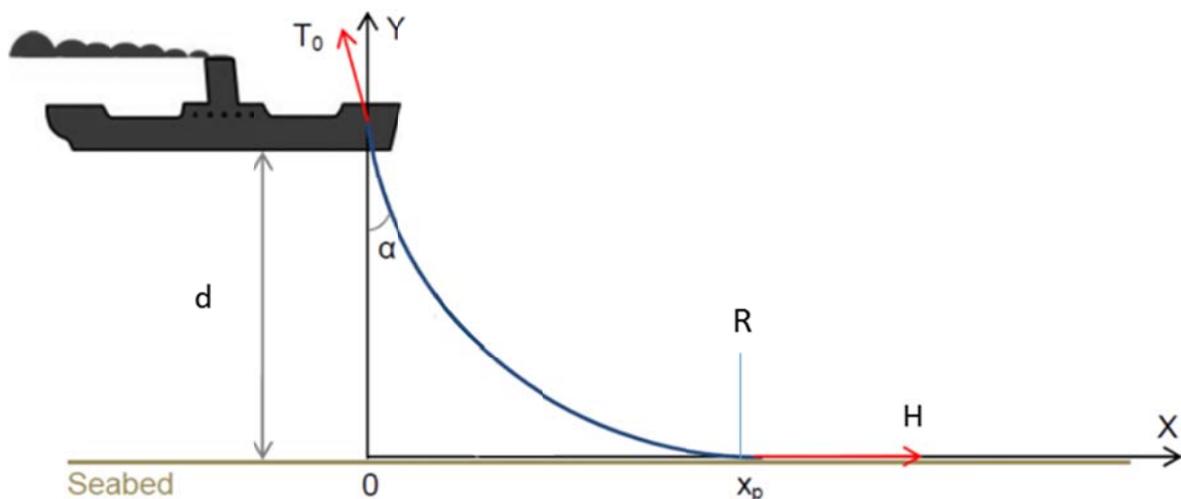


Figure A2-1. Catenary made by the laying submarine cable.

The total top tension at the ship can be showed to be equal to the following equation:

$$T_0 = w \cdot d + H$$

Knowing the bottom tension H , it is possible to calculate the following magnitudes:

- The distance x_p of the catenary foot from the vertical axis Y ($X=0$);

$$x_p = \frac{H}{w} \cdot \operatorname{arcosh} \left(1 + \frac{w}{H} \cdot d \right)$$

- The catenary length L_0 from the installation sheave or wheel on the ship to the catenary touchdown point on the seabed;

$$L_0 = d \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot \frac{H}{w \cdot d}}$$

- The minimum radius of curvature at the catenary foot;

$$R = \frac{H}{w}$$

- The angle of the cable leaving the wheel, α .

$$\alpha = \frac{\pi}{2} - \arctan \left(\frac{w}{H} \cdot L_0 \right)$$

Annex 3 – Cable Route Survey

1.1 Desktop Study

The target of a desktop study is to:

- Gather basic information about the possible cable route(s)
- Produce recommendations on the possible corridors for the cable route(s)
- Produce recommendations for the preliminary cable burial needs and protection methods
- Produce recommendations on the extent of the marine survey to be done by a survey vessel

Ambient conditions like local weather conditions, sea water temperature and salinity should be studied. One of the route objectives is to avoid eventual abrasion and damage caused by waves, tide, sea current, moving sea bottom, near shore marine activities, other services, ice etc.

It may be necessary to study some alternative cable corridors in difficult areas to find the best possible route. It is often necessary to select a cable route, which may not be the shortest alternative in order to have a feasible cable route.

As a rule of thumb a distance between parallel cables of 100-200 meters or twice the water depth will significantly lower the risk of damage to more than one cable by one event. This should reduce the risk of multiple cable damage and allow some space for eventual cable repair, if required. However, there are often limitations in available space and in right-of-way constraints.

The target is to identify all risks to the cable and to find as smooth a sea bed as possible and to avoid:

- Rough sea bottom which may cause free spans, abrasion or sidewall pressure on the cable
- Steep slopes (less than 15-20 % is recommended)
- Natural and manmade obstacles like boulders, ammunition, wrecks, scrap, under water construction, navigational objects
- Very soft soil where the cable can sink too far into the soil and this may also have an effect on the thermal rating of the cable
- Chemically, volcanically or seismically active areas
- Areas where waves, high water currents, high tidal range, soil movements or ice may cause problems
- Cable crossings and other cables or services nearby
- Too shallow water depth for cable laying, protection and repair
- Too hard or too soft sea bed if the plan is to embed the cable in the sea bed
- Areas of past, existing and future marine activities like shipping channels, fishing areas, petrochemical activities, dredging areas and military areas
- Environmental, archaeological or cultural areas

The output of the desk top study is the preliminary cable route position and information that will be used as a basis for the marine survey. Further information on a desktop study is available in “International Cable Protection Committee ICPC Recommendation No. 9, Minimum Technical Requirements for a Desktop Study” [20].

1.2 Marine Survey

The target of the marine survey is to

- Complete and check information which has been collected in the desk top study
- Provide information on the area near the landing points
- Provide information for selection of the cable route within the studied cable corridor(s)

- Provide final route position list
- Provide information for the decision of cable embedding and the protection methods in the seabed
- Provide information for the cable laying vessel about the seabed within the surveyed cable corridor and to give some tolerance in cable laying
- Provide information about the seabed for the cable design

As the cable is normally protected at least in shallow waters near the landing points (typically up to 5 – 15 m), a high resolution survey is recommended to be performed in the near shore area in order to optimise the cable route and the cable protection.

It is generally advisable to perform a high resolution bathymetric survey on a cable corridor. The width of the corridor depends on the water depth, the number of cables and the seabed morphology. The width should generally be not less than 4 times the water depth.

When different geophysical survey methods are combined they provide good information on the sea bottom. It is recommended that a marine survey should at least use side scan sonar and echo sounder. The side scan sonar gives image showing the shape of the sea bed indicating boulders, rock outcrops, other cables, pipes and other obstacles. The echo sounder gives basic information about water depth.

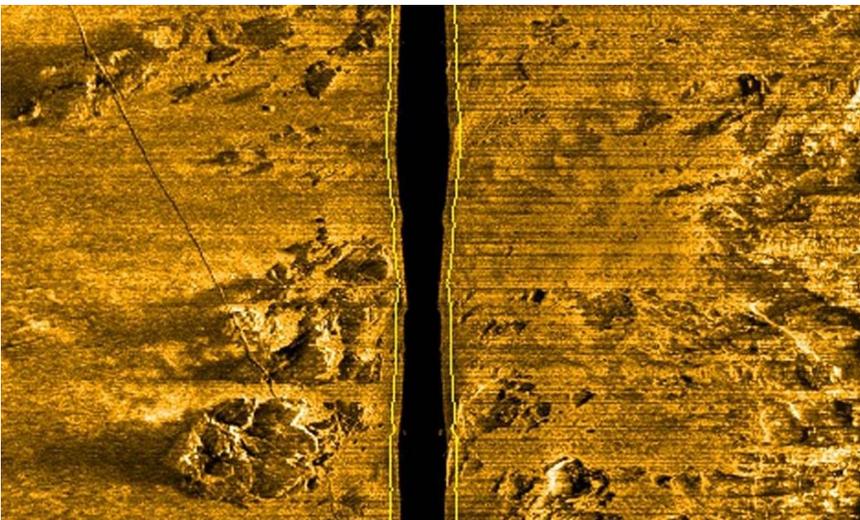


Figure A3-1. Example of a side-scan sonar image, showing a flat sea bottom, rock outcrops, coarse sea bottom and an existing cable with short free spans at rock outcrops. Black area in the middle is an area which the side scan sonar is not able to monitor.

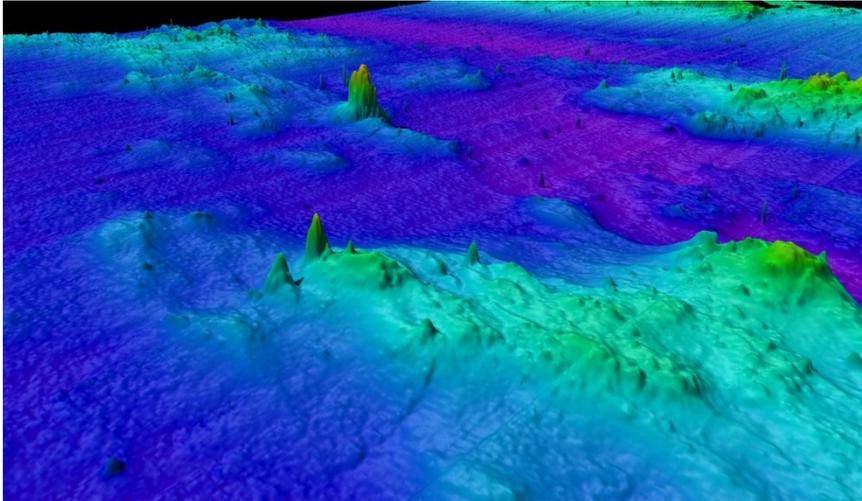


Figure A3-2. Example of an image from a multi beam echo sounder. The vertical scale exaggerates differences in altitude six times. The area in the picture is 1x1 km. The high peaks are rock outcrops.

In most cases it is recommended that a multi beam echo sounder is used. A multi-beam echo-sounder provides a bathymetric chart of the sea bottom. This is a very useful tool together with side scan sonar and with other available information for selecting the final cable route within the cable corridor. In order to improve the accuracy of cable route data, it is also possible to make a detailed survey by ROV on the entire route or on part of the route.

If a cable is planned to be embedded in sea bottom, it may be useful to use a sub bottom profiler and to make geotechnical investigations. Sub bottom profiler gives information on how hard or soft the soil is under the surface of the sea bottom.

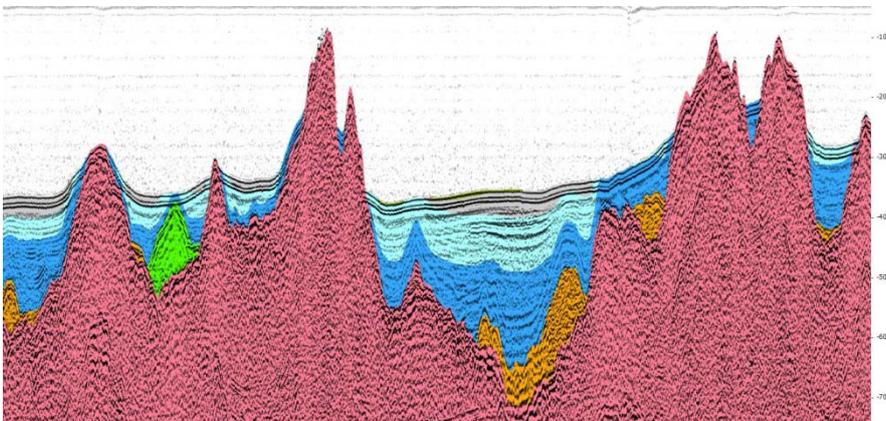


Figure A3-3. Example of a sub bottom profiler, showing rock on the bottom, and with some areas with moraine and gravel and clay on the top. The rock outcrops are the highest peaks. The vertical scale exaggerates differences in altitude.

In geotechnical investigations samples are taken. Samples are taken in a limited number of places. The burial assessment survey may be performed by e.g. coring (vibrocoring and gravity cores), jet probing and/or cone using a penetration test. The route is generally sampled at defined intervals, for example every 1 km.

These studies give information on the possibilities for cable burial and information on the thermal resistivity of the sea bottom for the cable rating.

1.3 Inspection Techniques during Laying

During cable laying the touchdown point can be monitored using a ROV or by monitoring the laying angle and/or tension of the cable and calculating touchdown point in real-time with catenary equations.

After laying the cable, the as-laid location can be monitored by video, divers, side scan sonar, multi-beam sonar or similar. This is especially important if the cable is supposed to be installed in a pre-excavated trench.

In the following illustration the video-still is taken from a camera mounted on an excavator grab. It can be seen that the cable is in the trench, but also that a boulder has fallen into the trench preventing the cable from falling into the bottom of the trench. In this case the trench is supposed to be filled with excavated material after laying. However it is clear that the boulder will need to be removed before this can be done.



Figure A3-4. Submarine Cable laying on a boulder that has dropped into a pre-excavated trench.

From the multi-beam survey image below it may be concluded that the cable is in the trench. Thereby the filling of the trench with excavated material can commence.

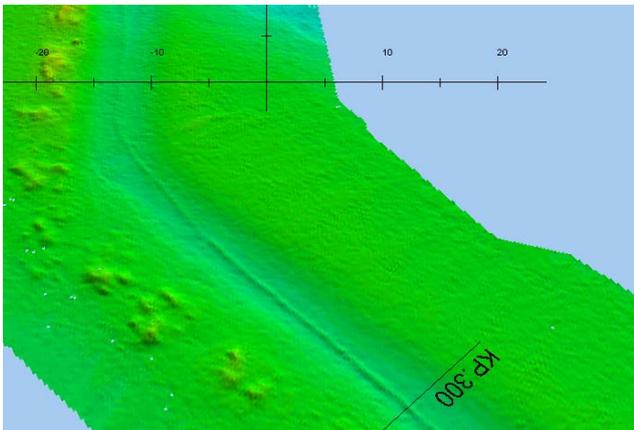


Figure A3-5. Multi-beam survey showing a cable in a trench. It can be seen that the cable is in the trench which makes it possible to finish the work with jetting and filling of the trench with excavated material without the risk of damaging the cable.

1.4 Maintenance Checks

As a submarine cable may continue to operate for a long time even if it is heavily damaged, it is recommended to periodically survey the cable condition and the condition of the protection. This is essential for important cable connections. In this way the eventual cable repair, if required, may be performed in a well planned way and during the optimum time period.

If periodical survey is not feasible, it may be possible to survey cable and protection one or two years after cable laying to check if any damage has arisen or is likely in the future. Good practice is also to survey the most critical sections like shore landings, areas of human activity, moving soil areas and ends of the tubes/pipes. Inspection methods are described more in chapter in 4.3.16. Also CIGRE Technical Brochure TB 398 [9] provides information on various types of surveys that can be useful.

The survey of a cable route provides valuable information on possible phenomena which may occur at the sea bottom. This helps considerably when planning future cable connections.

There are also other ways to check cable condition. Damage of an optical fibre element of the cable may indicate partial cable damage. Leakage in oil-filled cable may be noticed, if oil level lowers at the end terminations. Damage in the plastic jacket may be detected by sheath voltage test, if the cable jacket is not conductive or equipped with earthing connections. Distributed Temperature Sensing (DTS) systems are also used for monitoring of the cable temperature profile. It identifies hotspots, but may also provide an indication of change in cable burial depth due to sea bottom material mobility.

According to the questionnaire in Appendix 2 of CIGRE Technical Brochure TB 398 over 40% of installed cables are surveyed, on average every four years.

TÍTULO:	REFERENCIA: ET044.	EDICIÓN: 3 / 27.07.09	PÁGINA: 1 DE: 10
Cables dieléctricos de fibra óptica con protección antirroedores para subestaciones	CANCELA A: ET044	EDICIÓN: 2 / 25.11.03	
	AFECTA A: Dirección General de Transporte		
	EDICIÓN Y CONTROL: Dirección de Responsabilidad Corporativa y Relaciones institucionales		APROBACIÓN Y FECHA: 18.09.2009 Dirección General de Transporte
	DIRECCIÓN RESPONSABLE: Dirección de Mantenimiento de Instalaciones		

DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO

La presente especificación es aplicable a los cables de fibra óptica con protección mecánica antirroedores, destinados a la red de telecomunicaciones de REE para su instalación en subestaciones eléctricas.

Estos cables, por sus características mecánicas, se tenderán directamente sobre los canales de cables, galerías, bandejas,...etc, sin necesidad de utilizar subconductor para su instalación.

Se utilizarán tanto para la terminación de los enlaces de fibras ópticas sobre líneas de alta tensión, como en las redes locales de fibras ópticas en subestaciones para interconexión de otros equipos o sistemas (control, protecciones, etc.). En cada caso, será especificada previamente la composición del cable en cuanto al número y tipo de fibras ópticas.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS, AMBIENTALES, TÉCNICAS, GEOMÉTRICAS, ÓPTICAS Y DE TRANSMISIÓN

1. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

El cable estará constituido por un núcleo óptico que a su vez estará formado por un elemento central de naturaleza dieléctrica, alrededor del cual se cablearán los tubos que contienen las fibras con protección holgada; los tubos irán rellenos con un compuesto antihumedad. Este componente cumplirá la norma IEC 60794 en cuanto a densidad, viscosidad y penetración del cono.

El conjunto descrito estará preparado de modo que evite la penetración/propagación del agua por el interior del cable y la acción de los iones de hidrógeno y estará protegido por una cubierta plástica.

Encima de esta cubierta se colocarán cintas o capas resistentes, de materiales de protección, que actúen como barrera ante la acción de los roedores. Las cintas o capas podrán ser dieléctricas.

Sobre el conjunto así formado se extruirá una cubierta exterior de material termoplástico.

El cable estará garantizado contra la no propagación del agua bajo la primera cubierta, es decir, la cubierta del núcleo óptico, según CEI 794-1.



TÍTULO: REFERENCIA: **ET044** EDICIÓN: **3 / 27.07.09** PÁGINA: **2** DE: **10**

Cables dieléctricos de fibra óptica con protección antirroedores para subestaciones

CANCELA A: **ET044** EDICIÓN: **2 / 25.11.03**

Las cubiertas del cable cumplirán las normas:

No propagación de la llama UNE - EN 50265-2-1

No propagación del incendio UNE - EN 50266-2-4

Baja emisión de humos escasos opacos UNE-EN50268 (para una transparencia mayor o igual al 50%)

Libre de halógenos: UNE - EN 50267-2-1

Baja corrosividad de los gases emitidos: UNE - EN 50267-2-2

CÓDIGO DE COLORES:

Los cables podrán ser de 12, 24, 48, 42+6, 96 y 84+12 fibras ópticas monomodo y 24 para multimodo.

Las normas generales que se deben cumplir para estos tipos de cables son:

- Se seguirá el código alfabético Castellano en el orden de los tubos y de las fibras.

TUBOS	COLOR	CÓDIGO
1	AZUL	AZ
2	BLANCO	BL
3	ROJO	RO
4	VERDE	VE

- Para identificar los tubos, las letras se pondrán siempre en mayúsculas.
- Se seguirá el código alfabético Castellano en el orden de las fibras dentro de cada tubo.

FIBRAS	COLOR	CÓDIGO
1	amarillo	am
2	azul	az
3	blanco	bl
4	gris	gr
5	marrón	ma



TÍTULO:

REFERENCIA: **ET044**

EDICIÓN: **3 / 27.07.09**

PÁGINA: **3** DE: **10**

Cables dieléctricos de fibra óptica con protección antirroedores para subestaciones

CANCELA A: **ET044**

EDICIÓN: **2 / 25.11.03**

6	naranja	na
7	negro	ne
8	rojo	ro
9	rosa	ro
10	turquesa	tu
11	verde	ve
12	violeta	vi

- Para identificar las fibras, las letras se pondrán siempre en minúsculas.
- Cuando el tubo tiene entre 13 y 18 fibras, se repetirán las siguientes fibras tintadas con 1 anillo de color negro cada 50 mm:

FIBRAS	COLOR	CÓDIGO	ANILLOS
13	amarillo	am	1
14	blanco	bl	1
15	naranja	na	1
16	rojo	rj	1
17	rosa	ro	1
18	turquesa	tu	1

- Cuando el tubo tiene entre 19 y 24 fibras, se repetirán las siguientes fibras tintadas con 2 anillos de color negro cada 50 mm:

FIBRAS	COLOR	CÓDIGO	ANILLOS
19	amarillo	am	2
20	blanco	bl	2
21	naranja	na	2
22	rojo	rj	2



TÍTULO: REFERENCIA: **ET044** EDICIÓN: **3 / 27.07.09** PÁGINA: **4** DE: **10**

Cables dieléctricos de fibra óptica con protección antirroedores para subestaciones

CANCELA A: **ET044** EDICIÓN: **2 / 25.11.03**

23	rosa	ro	2
24	turquesa	tu	2

- Las fibras del tipo G655 siempre se ordenarán las últimas del último tubo.
- Los cables multimodo estarán formados en su totalidad por fibras del tipo G.651.
- Para cables formados con fibras monomodo y multimodo “mixtos” se acordará con el fabricante la distribución de fibras y el código de colores.

Para cada cable tendremos en cuenta las siguientes condiciones particulares:

- Cables de fibras ópticas monomodo:
 - Cable 12 f.o. (12 fibras G.652).
Primera opción, cable con dos tubos
Número de fibras por tubo: 6
Segunda opción, cable con cuatro tubos
Número de fibras por tubo: 3
 - Cable 24 f.o. (24 fibras G.652).
Primera opción, cable con dos tubos
Número de fibras por tubo: 12
Segunda opción, cable con cuatro tubos
Número de fibras por tubo: 6
 - Cable 48 f.o. (48 fibras G.652).
Número de tubos: 4
Número de fibras por tubo: 12
 - Cable 42+6 f.o. (42 fibras del tipo G.652 y 6 fibras del tipo G.655).
Número de tubos: 4



TÍTULO: REFERENCIA: **ET044** EDICIÓN: **3 / 27.07.09** PÁGINA: **5** DE: **10**

Cables dieléctricos de fibra óptica con protección antirroedores para subestaciones

CANCELA A: **ET044** EDICIÓN: **2 / 25.11.03**

Número de fibras por tubo: 12

- Cable 96 f.o. (96 fibras del tipo G.652).

Número de tubos: 4

Número de fibras por tubo: 24

- Cable 84+12 f.o. (84 fibras del tipo G.652 y 12 fibras del tipo G.655).

Número de tubos: 4

Número de fibras por tubo: 24

- Cables de fibras ópticas multimodo:

- Cable 24 f.o. (24 fibras G.651).

Primera opción, cable con dos tubos

Número de fibras por tubo: 12

Segunda opción, cable con cuatro tubos

Número de fibras por tubo: 6

2. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

- Humedad relativa
 - Mínima 65% hasta 55°C
 - Máxima 93% hasta 40°C
- Temperatura
 - Funcionamiento $-20^{\circ}\text{C} \leq t \leq 70^{\circ}\text{C}$
- Instalación: Intemperie o bajo canalización



TÍTULO: REFERENCIA: **ET044** EDICIÓN: **3 / 27.07.09** PÁGINA: **6** DE: **10**

Cables dieléctricos de fibra óptica con protección antirroedores para subestaciones

CANCELA A: **ET044** EDICIÓN: **2 / 25.11.03**

3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

CABLE COMPLETO

- Diámetro externo ≤ 16 mm
- Peso ≤ 200 kg/km
- Radio mínimo de curvatura < 300 mm
- Resistencia a la tracción > 160 kg
- Resistencia a la compresión ≥ 30 kg/cm

PROTECCIÓN ANTIRROEDORES

Como se ha dicho anteriormente, entre la cubierta del núcleo óptico (primera cubierta) y la cubierta exterior, se colocarán cintas o capas de materiales de protección contra los roedores. Estas capas deberán ser dieléctricas.

Capas dieléctricas antirroedores. Se utilizarán materiales de conocido efecto repulsivo para la acción de los roedores.

CUBIERTA EXTERIOR

- La cubierta exterior del cable será de color negro y llevará marcado el año de fabricación, el tipo de cable, el anagrama de REE, el metraje, si el cable es Monomodo "SM" y si el cable es Multimodo "MM".
- La cubierta garantizará el comportamiento del cable frente a los rayos ultravioleta.
- El espesor de la cubierta exterior será: $\geq 1,3$ mm

(Desviaciones según UNE 21123)

NÚCLEO ÓPTICO

- Número de fibras:.....Hasta 96
- Disposición del elemento resistente.....Central
- Elemento central.....Dieléctrico
- Material tubo contenedor fibras.....Plástico



TÍTULO: REFERENCIA: **ET044** EDICIÓN: **3 / 27.07.09** PÁGINA: **7** DE: **10**

Cables dieléctricos de fibra óptica con protección antirroedores para subestaciones

CANCELA A: **ET044** EDICIÓN: **2 / 25.11.03**

- Disposición de las fibras en tubo.....Holgada
- Relleno del tubo.....Componente antihumedad
- Primera cubierta.....Material Termoplástico

El suministrador describirá las propiedades físicas y químicas del recubrimiento primario de las fibras ópticas y la mejor forma de eliminarlo cuando fuera necesario.

FIBRAS ÓPTICAS

TIPO DE FIBRA

a. Fibras multimodo

En el caso de utilización de fibras multimodo, serán de índice gradual 50/125 μm y cumplirán la recomendación G.651 de la UIT-T.

b. Fibras monomodo

Para los cables que se construyan con fibras del tipo monomodo, podrán utilizarse tanto fibras que cumplan la recomendación G.652 como la G.655 de la UIT-T.

Como criterio general, las fibras G.652 estarán optimizadas para su uso con una longitud de onda de 1310 nm, pudiéndose utilizar también a 1550 nm.

4 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y ÓPTICAS

a) Fibra multimodo (G.651)

- Diámetro del núcleo $50 \pm 3\mu\text{m}$
- Diámetro del revestimiento $125 \pm 3\mu\text{m}$
- Error de concentricidad núcleo/revestimiento $< 3\mu\text{m}$
- No circularidad del revestimiento ≤ 2 (%)
- Diámetro del recubrimiento de acrilato $250 \pm 15\mu\text{m}$

b) Fibra monomodo según (G.652)

- Longitud de onda de corte (nm) 1100-1280
- Radio de curvatura mínimo (mm) 50
- Proof test (%) ≥ 1



TÍTULO: REFERENCIA: **ET044** EDICIÓN: **3 / 27.07.09** PÁGINA: **8** DE: **10**

Cables dieléctricos de fibra óptica con protección antirroedores para subestaciones

CANCELA A: **ET044** EDICIÓN: **2 / 25.11.03**

5 CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN

a. Fibra multimodo (G.651)

- Atenuación a 850 nm ≤ 3 dB/km
- Atenuación a 1310 nm ≤ 1 dB/km
- Apertura numérica 0,18 a $0,24 \pm 0,02$
- Ancho de banda a 850 nm ≥ 450 MHz.km
- Ancho de banda a 1300 nm ≥ 1000 MHz.km

b. Fibra monomodo según G.652

- Atenuación $\lambda = 1310$ nm $\leq 0,36$ dB/km
- Atenuación $\lambda = 1550$ nm $\leq 0,24$ dB/km
- Dispersión total $\lambda = 1310$ nm $\leq 3,5$ ps/km.nm
- Dispersión total $\lambda = 1550$ nm ≤ 20 ps/km.nm
- El valor del PMD de las fibras será: $\leq 0,20$ ps/ \sqrt{km}
- El valor del PMD en cable instalado será: $\leq 0,4$ ps/ \sqrt{km}

c. Fibra monomodo según recomendación G.655

- Atenuación para $\lambda = 1550$ nm $\leq 0,25$ dB/km
- Atenuación para $\lambda = 1625$ nm $\leq 0,27$ dB/km
- Dispersión total $\lambda = 1550$ nm ≤ 8 ps/km.nm
- El valor del PMD de las fibras será: $\leq 0,20$ ps/ \sqrt{km}
- El valor del PMD en cable instalado será: $\leq 0,4$ ps/ \sqrt{km}

PRUEBAS Y ENSAYOS

Los ensayos a realizar se recogen en la instrucción que regula los ensayos de recepción en fábrica de cables de fibra óptica (ver apartado de normativa aplicable), salvo en el caso de que exista un acuerdo



TÍTULO: REFERENCIA: **ET044** EDICIÓN: **3 / 27.07.09** PÁGINA: **9** DE: **10**

Cables dieléctricos de fibra óptica con protección antirroedores para subestaciones

CANCELA A: **ET044** EDICIÓN: **2 / 25.11.03**

de calidad concertada entre REE y el suministrador del cable, en cuyo caso los ensayos se acordarán entre ambos.

Las características de la cubierta del cable se podrán garantizar con el correspondiente certificado.

- No propagación del agua bajo 1ª cubierta según CEI 794-1.
- Para las fibras ópticas monomodo el valor del PMD a 1550 nm. se podrá garantizar mediante certificado del fabricante de las fibras.

Una vez construido el cable, el valor del PMD de las fibras ópticas a 1550 nm. será garantizado por el suministrador del cable mediante certificado. No obstante, Red Eléctrica podrá solicitar su medición.

NORMATIVA APLICABLE

Los cables y ensayos recogidos en esta especificación deberán cumplir los requisitos que se detallan en las siguientes normas:

- **IT027** "Ensayos de recepción en fábrica de cables de fibra óptica".
- **IT029** "Homologación de cables de fibra óptica"

Red Eléctrica entregará junto a esta especificación dichas normas.

DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR POR EL SUMINISTRADOR

El proveedor entregará a Red Eléctrica una relación detallada de los ensayos a realizar al cable en las recepciones, así como una relación de los ensayos tipo y de homologación realizados, las normas utilizadas, los resultados y los certificados correspondientes. Asimismo, entregará como mínimo, los datos de características técnicas que se soliciten en esta especificación, así como una descripción detallada de la estructura y construcción del cable.

CONDICIONES DE TRANSPORTE, EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO

Las bobinas de cable se cargarán y descargarán mediante una grúa adecuada para el peso de las mismas.

El embalaje se realizará en bobinas que se adecuarán a lo descrito en la Norma UNE 21-045, para el



TÍTULO: REFERENCIA: **ET044** EDICIÓN: **3 / 27.07.09** PÁGINA: **10** DE: **10**

Cables dieléctricos de fibra óptica con protección antirroedores para subestaciones

CANCELA A: **ET044** EDICIÓN: **2 / 25.11.03**

tipo que se elija, dependiendo de las curvaturas del cable óptico recomendadas.

Se verificará que los dos extremos del cable son accesibles y que están asegurados firmemente con abrazaderas, de modo que no se produzcan desenrollados accidentales y protegidos eficazmente contra la entrada de agua y cuerpos extraños.

El almacenamiento prolongado, más de 1 mes, de las bobinas se realizará a cubierto de las inclemencias del tiempo, en particular de la humedad.

Cada bobina llevará una placa de identificación de intemperie en su exterior con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de cable.
- Longitud del cable.
- Nº de pedido.
- Nº del carrete, nº bobina.
- Fecha fabricación.
- REE.
- Sentido de desenrollado.

REGISTROS DE CALIDAD

El suministrador entregará los registros de calidad firmados y sellados.

Se consideran registros de calidad:

- Modelo **T021** "Medidas de atenuación con OTDR".
- Modelo **T022** "Ciclos térmicos" (cuando proceda).
- Modelo **T019** "Carga/Alargamiento/Atenuación" (cuando proceda).
- Relación de bobinas con nº de matrícula y longitudes reales.

GARANTÍAS

El proveedor garantizará la existencia de repuestos, durante un mínimo de 10 años después del suministro. El cable estará garantizado contra cualquier defecto de fabricación después del suministro o un año después de su puesta en servicio.

TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Suministro de tubos corrugados de doble pared para líneas subterráneas

Código:
ET140

Edición:
2/ 15.11.12

Cancela a:
ET140 Ed.1/20.09.04

Unidades implicadas: **Dirección General de Transporte**

GESTIÓN DE LA NORMA:

Responsabilidad:
Dirección de Ingeniería y Construcción

Aprobación:
Dirección General de Transporte

Difusión y control:
Dirección Corporativa de Comunicación y Responsabilidad Corporativa

Firma:

Firma:

Firma y fecha: **20.12.12**

DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO

Fijar las condiciones técnicas y de suministro que deben cumplir los tubos rígidos corrugados de doble pared, destinados a la protección mecánica de los cables aislados, y que Red Eléctrica de España utilizará en sus líneas eléctricas subterráneas construidas mediante sistema de banco de tubos.

Las Condiciones Generales de Contratación serán las establecidas con carácter general por REE para regular la adquisición de bienes o prestación de servicios.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y MECÁNICAS**1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

El tubo estará fabricado en polietileno de alta densidad y sus dimensiones serán las indicadas en el anexo 2: "Dimensiones".

La superficie interior lisa deberá estar exenta de asperezas, rebabas o defectos de superficie susceptibles de dañar los conductores o los cables aislados o de causar heridas a instaladores. Por lo tanto, deberá resultar lisa al tacto admitiéndose ligeras ondulaciones propias del proceso de extrusión. Además, presentará el color blanquecino natural del polietileno.

La superficie exterior del tubo será corrugada, uniforme y no presentará deformaciones acusadas, estando coloreada en el proceso de extrusión, no admitiéndose el pintado posterior por imprimación. El colorante empleado en la fabricación del tubo deberá llevar en su composición aditivos que lo protejan de la exposición a la luz y a la intemperie durante el periodo de almacenamiento anterior a la instalación.

No se admitirán superficies con burbujas, rayas longitudinales profundas, quemaduras ni poros.

El material empleado en la fabricación de los tubos deberá ser polietileno virgen no estando permitida la utilización de materias primas recicladas.

La unión de los tubos se realizará mediante manguitos de unión, de forma que la unión entre tubos se realice de forma rápida y sencilla, sin necesidad de utilizar herramientas especiales.

**Suministro de tubos
corrugados de doble
pared para líneas
subterráneas**Código:
ET140Edición:
2 /15.11.12Cancela a:
ET140 Ed.1/20.09.04

Fig. 1: Manguito de unión

2. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

- Temperatura de utilización en régimen permanente: -5 °C a 100 °C.
- Resistencia a la compresión superior a 450 N, para una deflexión del 5%.
- Resistencia al impacto: Normal (Código N). Cumplirá con los valores de la tabla 102 “Valores de energía de ensayo de impacto” de la Norma UNE-EN 61386-24.
- Temperatura de reblandecimiento VICAT: mayor o igual que 120 °C.

ENSAYOS DE TIPO

Los ensayos de tipo deben efectuarse con el fin de demostrar que las características de los tubos cumplen satisfactoriamente con los requerimientos de la presente especificación. Una vez que estos ensayos se han realizado exitosamente, no es necesario repetirlos, a menos que se introduzcan modificaciones en los materiales del tubo, o en los procesos de diseño o fabricación que pudieran modificar sus características.

Un certificado de ensayos de tipo firmado por el representante de una entidad competente, o un informe del fabricante mostrando los resultados del ensayo y firmado por el responsable habilitado, o un certificado de ensayo de tipo de un laboratorio de ensayos independientes, serán aceptados como verificación de la ejecución de los ensayos de tipo.

Todos los equipos de Inspección, Medición y Ensayo utilizados por el suministrador para demostrar la conformidad del producto con los requisitos especificados deberán ser calibrados. La selección de dichos equipos asegurará que la tolerancia de la medida será al menos tres veces superior a la incertidumbre del equipo.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 3 de 6

Suministro de tubos corrugados de doble pared para líneas subterráneas

Código:
ET140

Edición:
2 /15.11.12

Cancela a:
ET140 Ed.1/20.09.04

Se realizarán los ensayos de tipo que se indican en la siguiente tabla:

Ensayo	Muestra para ensayo	Método	Valores
Aspecto y marcas	1 longitud de tubo	Visual	Apdo. "Características técnicas" y Apdo. "Marcas" de la presente especificación
Dimensional diámetros	1 trozo de tubo	Calibre	Anexo 2: "Dimensiones"
Dimensional espesores	1 trozo de tubo	Calibre	Anexo 2: "Dimensiones"
Peso	1 trozo de tubo		El peso por metro deberá estar comprendido entre: + 6 % valor ficha técnica fabricante según Anexo 4. - 0% valor ficha técnica fabricante según Anexo 4.
Compresión	1 trozo de tubo	Apdo. 10.2 UNE EN 61386-24	> 450 N para una deflexión del 5%
Impacto	1 trozo de tubo	Apdo. 10.3 UNE EN 61386-24	Normal (Código N) Tabla 102 UNE EN 61386-24
Temperatura de reblandecimiento VICAT	1 trozo de tubo	Anexo 3	≥ 120 °C
Durabilidad de las marcas	1 trozo de tubo	Apdo. 7.5 y 7.6 UNE EN 61386-1	Apdo. 7.5 y 7.6 UNE EN 61386-1

ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Se realizarán los ensayos de recepción que se indican a continuación sobre el 1% del lote de fabricación, con un mínimo de 5 tubos:

- Aspecto y verificación de marcas (examen visual).
- Dimensional de los diámetros según Anexo 2: "Dimensiones".
- Dimensional de los espesores según Anexo 2: "Dimensiones".
- Peso:

El peso por metro deberá estar comprendido entre:

- + 6 % del valor de la ficha técnica del fabricante según Anexo 4.
- - 0 % del valor de la ficha técnica del fabricante según Anexo 4.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 4 de 6

Suministro de tubos corrugados de doble pared para líneas subterráneas

Código:
ET140

Edición:
2 /15.11.12

Cancela a:
ET140 Ed.1/20.09.04

- Ensayo mecánico de compresión.

Se realizará el ensayo según el Apdo. 10.2 UNE EN 61386-24 teniendo que ser la fuerza aplicada superior a 450 N, para una deflexión del 5%.

- Ensayo mecánico de impacto.

Se realizará el ensayo según el Apdo. 10.3 UNE EN 61386-24. Deberá cumplir con los valores de la tabla 102 “Valores de energía de ensayo de impacto” para el caso Normal (Código N).

Criterio de aceptación

Podrá rechazarse el lote completo si tan solo una de las muestras ensayadas no cumple con los ensayos indicados anteriormente. En tal caso se dará al fabricante la opción de efectuar una selección del lote a presentar de nuevo a recepción.

CONDICIONES DE TRANSPORTE, EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO

Salvo especificaciones en contra en el pedido, los tubos se suministrarán en tramos rectos de 6 m de longitud con un único manguito en uno de los extremos.

Cada tramo de tubo se suministrará con un tapón en el extremo opuesto al manguito de unión, cuya única misión será evitar que se introduzca suciedad durante el montaje.

Estos tapones no precisarán estar coloreados con las características especificadas para los tubos en el anexo 2: “Dimensiones”.

El diseño de estos tapones deberá ser tal que sea imposible unir dos tramos de tubo sin previamente haber quitado el tapón correspondiente.



Fig. 2: Tapón de cierre

El transporte de los tubos se realizará en palets de madera adecuadamente embalados.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 5 de 6

**Suministro de tubos
corrugados de doble
pared para líneas
subterráneas**

Código:
ET140

Edición:
2 /15.11.12

Cancela a:
ET140 Ed.1/20.09.04

Cada palet dispondrá de una etiqueta con caracteres indelebles, que indique:

Red Eléctrica de España

Pedido N°:

Línea:

N° de palet:

N° tubos/palet:

Dimensiones:

Peso bruto:

Mes y año de fabricación:

MARCAS

Los tubos corrugados objeto de esta especificación deberán llevar marcado a lo largo de su longitud completa, de forma clara y visible, como mínimo la siguiente información:

- REE
- Nombre o marca del fabricante.
- Tipo de material.
- Diámetro nominal.
- UNE-EN 61386-24.
- Código clasificación resistencia: 450.
- Uso normal: Sigla N.
- Año de fabricación

La altura de la letra del texto de inscripción deberá ser 10 mm.

La distancia entre dos marcas sucesivas será preferentemente de un metro, no superando en ningún caso los tres metros de separación.

Los manguitos de unión llevarán una marca completa con la misma información que los tubos que están uniendo.

En los tapones sólo se marcará el nombre del fabricante o marca de fábrica.

Las marcas deberán ser indelebles, duraderas y fácilmente legibles.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 6 de 6

**Suministro de tubos
corrugados de doble
pared para líneas
subterráneas**

Código:
ET140

Edición:
2 /15.11.12

Cancela a:
ET140 Ed.1/20.09.04

INFORMACIÓN A ENTREGAR POR EL SUMINISTRADOR

1. DOCUMENTACIÓN PARA LA OFERTA

El suministrador adjuntará toda la documentación que considere oportuna para una definición lo más exacta posible de los tubos ofertados, incluyendo como mínimo la que se indica a continuación:

- Fichas Técnicas adjuntadas en el anexo 4 de este documento, debidamente cumplimentadas.
- Memoria o folleto descriptivo del tubo ofertado.
- Certificado de calidad AENOR según norma UNE EN 61386-24.
- Certificado de ensayos tipo.
- Condiciones de suministro y embalaje para el tubo ofertado (dimensiones y peso del palet, número de tubos de 6 m por palet, etc...).
- P.P.I.: Programa de puntos de inspección.
- Instrucciones de manipulación e instalación segura.
- Plazo de entrega, a partir de la petición de suministro.
- Condiciones de garantía.
- Lista de excepciones a la especificación, debidamente justificadas.

2. DOCUMENTACIÓN FINAL

El suministrador, entregará a la recepción del material por Red Eléctrica de España, la documentación que garantice la idoneidad de los materiales y de los procesos utilizados como:

- Certificados de calidad de origen de materia prima. No se permitirá la utilización de materias primas recicladas para la fabricación de los tubos.
- Certificados de los ensayos realizados por el suministrador, tanto de la materia prima como durante el proceso de fabricación.
- Certificados de ensayos de recepción.



ANEXO 1:

DATOS DE CONTROL:

Página 1 de 1

Normativa aplicable

Código:
ET140

Edición:
2/ 15.11.12

Cancela a:
ET140 Ed.1/20.09.04

NORMATIVA APLICABLE

En la presente especificación, serán de aplicación, en cada caso, las siguientes Normas y Especificaciones Técnicas, siempre referidas a su última edición.

Código de la norma	Título de la norma
UNE-EN 61386-1	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 61386-24	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 24: Requisitos particulares. Sistemas de tubos enterrados bajo tierra.
UNE-EN ISO 306	Plásticos. Materiales termoplásticos. Determinación de la temperatura de reblandecimiento VICAT (VST).



Dimensiones

Código:
ET140

Edición:
2/15.11.12

Cancela a:
ET140 Ed.1/20.09.04

Las dimensiones del tubo corrugado de doble pared objeto de esta especificación serán las indicadas en la tabla siguiente:

Diámetro nominal (mm)	Diámetro exterior (mm)	Tolerancia diámetro exterior (mm)	Diámetro mínimo interior (mm)	Espesor pared exterior corrugada (mm)	Tolerancia espesor pared exterior corrugada (mm)	Espesor pared interior lisa (mm)	Tolerancia espesor pared interior lisa (mm)	Color	Utilización
110	110	+ 2,0 - 0,0	90	Valor declarado por el fabricante según ficha técnica anexo 4	± 0,10	Valor declarado por el fabricante según ficha técnica anexo 4	± 0,10	Verde	Telecomunicaciones y cables de tierra
160	160	+ 2,9 - 0,0	136		± 0,15		± 0,15	Rojo	Cables A.T.
200	200	+ 3,6 - 0,0	169		± 0,15		± 0,15	Rojo	Cables A.T.
250	250	+ 4,5 - 0,0	218		± 0,15		± 0,15	Rojo	Cables A.T.
315	315	+ 5,7 - 0,0	273		± 0,20		± 0,20	Rojo	Cables A.T.

La verificación de los diámetros interior y exterior se realizará mediante la medición de dos diámetros perpendiculares en la misma sección y calculando el valor promedio. La medición del diámetro exterior se realizará mediante un calibre de anillo o cualquier otro método adecuado.

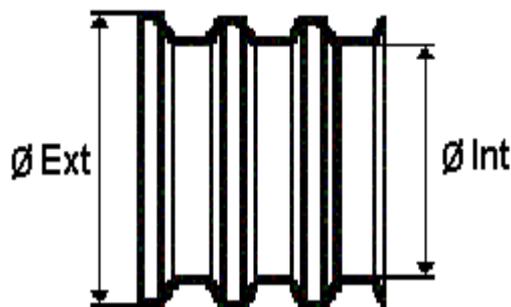


Fig. 3: Tubo rígido corrugado.

DimensionesCódigo:
ET140Edición:
2/15.11.12Cancela a:
ET140 Ed.1/20.09.04

La determinación de los espesores de la capa exterior e interior del tubo se realizará de la siguiente forma:

- Capa exterior corrugada

Con un calibre o cualquier otro método adecuado se toman medidas del espesor de la capa exterior en la raíz y en la cresta de la corruga en cuatro sitios, aproximadamente igualmente espaciados, alrededor de los 360 ° del tubo y se calcula el valor medio tal como sigue:

$$E_c = \text{Valor medio medido espesor capa exterior corrugada} = \frac{\sum_1^4 (a + b)}{8}$$

- Capa interior lisa

Con un calibre o cualquier otro método adecuado se toman medidas del espesor de la capa interior en cuatro sitios, aproximadamente igualmente espaciados, alrededor de los 360 ° del tubo y se calcula el valor medio tal como sigue:

$$E_i = \text{Valor medio medido espesor capa interior lisa} = \frac{\sum_1^4 c}{4}$$

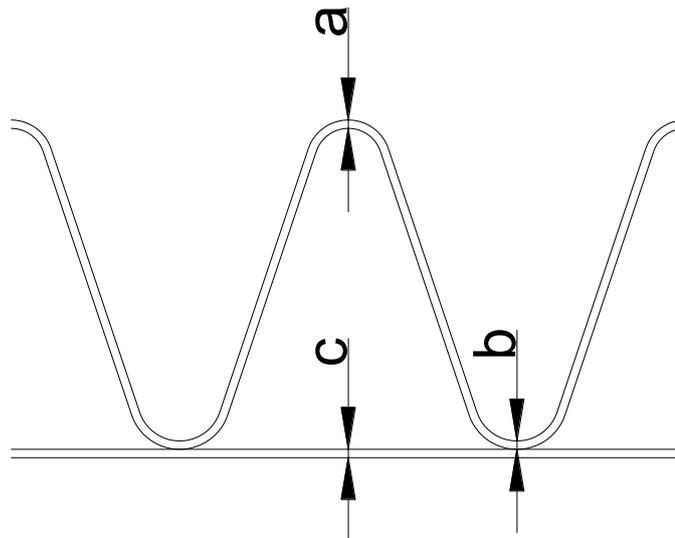


Fig. 4: Detalle medida espesores de las capas del tubo corrugado.

El valor medio medido de la capa exterior corrugada (E_c) y el valor medio medido de la capa interior lisa (E_i) deben cumplir con el valor declarado por el fabricante según la ficha técnica del anexo 4 considerando las tolerancias indicadas en la tabla de dimensiones del presente anexo.



ANEXO 3:

DATOS DE CONTROL:

Página 1 de 1

Determinación de la temperatura de reblandecimiento vicat.

Código:
ET140

Edición:
2/15.11.12

Cancela a:
ET140
Ed.1/20.09.04

Este ensayo se realizará según la Norma UNE-EN ISO 306:1997.

Las dimensiones de las probetas serán como mínimo de 10 mm x 10 mm, y el espesor entre 3 y 6 mm.

Cuando el espesor de pared del tubo o del accesorio a ensayar sea superior a 6 mm, deberá reducirse dicho espesor hasta alcanzar un valor comprendido entre 3 y 6 mm, debiendo mecanizarse únicamente la superficie exterior utilizando la herramienta apropiada.

Si el espesor de la probeta es inferior a 3 mm, ésta deberá estar formada por dos o más trozos de material superpuestos, de manera que se obtenga un espesor total de, como mínimo, 3 mm; el trozo inferior de material servirá de base y deberá ser aplanado, para lo que se recomienda calentarlo a 140 °C durante 15 minutos, colocando sobre él una placa metálica hasta conseguir la forma deseada. El trozo superior deberá dejarse tal y como se cortó.

La punta de penetración del aparato de ensayo deberá estar situada, como mínimo, a 3 mm de los bordes de la probeta.

Todas las medidas se realizarán por duplicado.

En el caso de los accesorios, se ensayarán dos probetas extraídas por corte de la pared de la zona de unión con el tubo, cuidando que la probeta esté libre de líneas de soldadura.



Fichas técnicas

Código:
ET140

Edición:
2 /15.11.12

Cancela a:
ET140 Ed.1/20.09.04

TUBO CORRUGADO VERDE 110 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO RÍGIDO CORRUGADO VERDE 110 MM

2. Características constructivas:

- Longitud
- Color
- Diámetro exterior
- Diámetro interior
- Espesor pared exterior corrugada
- Espesor pared interior lisa
- Temperatura de utilización en régimen permanente
- Temperatura VICAT
- Resistencia a compresión
- Resistencia al impacto (Tipo N)
- Peso

	6 m
	Verde
	110 mm
	≥ 90 mm
	mm
	mm
	-5 °C a 100 °C
	≥ 120 °C
	≥ 450 N
	≥28 J
	g/m

3. Características de suministro:

- Número de tubos por palet
- Dimensiones de palet
- Peso bruto palet

	m
	kg

Colección de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: Nº 2022/2184, Fecha Visado: 20/05/22, Firmado Electrónicamente por el: O.L.L.M. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/verificacion>, Cod. Ver: 91531979, No Colegiado: 38068, Colegiado: NICOLAS CUENCA RODRILLO



Fichas técnicas

Código:
ET140Edición:
2 /15.11.12Cancela a:
ET140 Ed.1/20.09.04

TUBO CORRUGADO ROJO 160 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO RÍGIDO CORRUGADO ROJO 160 MM

2. Características constructivas:

- Longitud
- Color
- Diámetro exterior
- Diámetro interior
- Espesor pared exterior corrugada
- Espesor pared interior lisa
- Temperatura de utilización en régimen permanente
- Temperatura VICAT
- Resistencia a compresión
- Resistencia al impacto (Tipo N)
- Peso

	6 m
	Verde
	160 mm
	≥ 136 mm
	mm
	mm
	-5 °C a 100 °C
	≥ 120 °C
	≥ 450 N
	≥40 J
	g/m

3. Características de suministro:

- Número de tubos por palet
- Dimensiones de palet
- Peso bruto palet

	m
	kg



Fichas técnicas

Código:
ET140Edición:
2 /15.11.12Cancela a:
ET140 Ed.1/20.09.04

TUBO CORRUGADO ROJO 200 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO RÍGIDO CORRUGADO ROJO 200 MM

2. Características constructivas:

- Longitud
- Color
- Diámetro exterior
- Diámetro interior
- Espesor pared exterior corrugada
- Espesor pared interior lisa
- Temperatura de utilización en régimen permanente
- Temperatura VICAT
- Resistencia a compresión
- Resistencia al impacto (Tipo N)
- Peso

	6 m
	Verde
	200 mm
	≥ 169 mm
	mm
	mm
	-5 °C a 100 °C
	≥ 120 °C
	≥ 450 N
	≥40 J
	g/m

3. Características de suministro:

- Número de tubos por palet
- Dimensiones de palet
- Peso bruto palet

	m
	kg



Fichas técnicas

Código:
ET140

Edición:
2 /15.11.12

Cancela a:
ET140 Ed.1/20.09.04

TUBO CORRUGADO ROJO 250 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO RÍGIDO CORRUGADO ROJO 250 MM

2. Características constructivas:

- Longitud
- Color
- Diámetro exterior
- Diámetro interior
- Espesor pared exterior corrugada
- Espesor pared interior lisa
- Temperatura de utilización en régimen permanente
- Temperatura VICAT
- Resistencia a compresión
- Resistencia al impacto (Tipo N)
- Peso

	6 m
	Rojo
	250 mm
	≥ 218 mm
	mm
	mm
	-5 °C a 100 °C
	≥ 120 °C
	≥ 450 N
	≥40 J
	g/m

3. Características de suministro:

- Número de tubos por palet
- Dimensiones de palet
- Peso bruto palet

	m
	kg

Colo: Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: Nº 2022/2184, Fecha Visado: 20/05/22, Firmado Electrónicamente por el: C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <https://www.coim.es/verificacion>, Cod. Ver: 91531979, No Colegiado: 38068, Colegiado: NICOLAS CUENCA RODRILLO



Fichas técnicas

Código:
ET140Edición:
2 /15.11.12Cancela a:
ET140 Ed.1/20.09.04

TUBO CORRUGADO ROJO 315 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO RÍGIDO CORRUGADO ROJO 315 MM

2. Características constructivas:

- Longitud
- Color
- Diámetro exterior
- Diámetro interior
- Espesor pared exterior corrugada
- Espesor pared interior lisa
- Temperatura de utilización en régimen permanente
- Temperatura VICAT
- Resistencia a compresión
- Resistencia al impacto (Tipo N)
- Peso

	6 m
	Rojo
	315 mm
	≥ 273 mm
	mm
	mm
	-5 °C a 100 °C
	≥ 120 °C
	≥ 450 N
	≥40 J
	g/m

3. Características de suministro:

- Número de tubos por palet
- Dimensiones de palet
- Peso bruto palet

	m
	kg

TÍTULO:

REFERENCIA: **ET141**
CANCELA A:EDICIÓN: **1 / 20.09.04**
EDICIÓN:

PÁGINA: 1 DE: 3

**Cinta de polietileno
para señalización
subterránea de cables
enterrados**AFECTA A: **Dirección General de Transporte**EDICIÓN Y CONTROL:
**Dirección de Responsabilidad Corporativa y
Relaciones Institucionales**APROBACIÓN Y FECHA:
Dirección General de TransporteDIRECCIÓN RESPONSABLE:
Dirección de Ingeniería**OBJETO**

Fijar las condiciones técnicas y de suministro que deben cumplir las cintas de polietileno utilizadas para señalar la presencia de cables eléctricos enterrados, y que RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA empleará en sus líneas eléctricas subterráneas en zanja.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y MECÁNICAS**1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

El material empleado en la fabricación de la cinta para la señalización de cables enterrados será polietileno.

La cinta será opaca, de color amarillo naranja vivo B 532, según la norma UNE 48103.

El ancho de la cinta de polietileno utilizada para la señalización de cables enterrados será de 150 ± 5 mm y su espesor será de 0.1 ± 0.01 mm.

2. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

La cinta tendrá una resistencia mecánica mínima a la tracción de 100 kg/cm^2 en la sección longitudinal y de 80 kg/cm^2 en la sección transversal.

MARCAS

La cinta llevará una impresión indeleble a tinta negra, por una cara, de los dibujos, anagramas e indicaciones que se representan en la siguiente figura. El lado del triángulo de riesgo eléctrico será de $10,5 \pm 0,3$ cm.

**CONDICIONES DE SUMINISTRO Y EMBALAJE**

La cinta de polietileno se suministrará en rollos de 500 metros.



TÍTULO:

REFERENCIA: **ET141**
CANCELA A:

EDICIÓN: **1 / 20.09.04**
EDICIÓN:

PÁGINA: **3 DE: 3**

Cinta de polietileno para señalización subterránea de cables enterrados

DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR POR EL SUMINISTRADOR

1. DOCUMENTACIÓN PARA LA OFERTA

El suministrador adjuntará toda la documentación que considere oportuna para una definición lo más exacta posible de la cinta señalizadora, incluyendo como mínimo la que se indica a continuación:

- Memoria o folleto descriptivo de la cinta de señalización ofertada.
- Condiciones de suministro y embalaje de la cinta ofertada: Longitud, peso y dimensiones de cada rollo, etc...
- Plazo de entrega, a partir de la petición de suministro.
- Condiciones de garantía.
- Lista de excepciones a la especificación, debidamente justificadas.

2. DOCUMENTACIÓN FINAL

El suministrador, entregará a la recepción del material por Red Eléctrica de España, la documentación que garantice la idoneidad de los materiales y de los procesos utilizados como:

- Certificados de calidad de origen de materia prima. No se permitirá la utilización de materias primas recicladas para la fabricación de los tubos.
- Certificados de los ensayos realizados por el suministrador, tanto de la materia prima como durante el proceso de fabricación.
- Certificados de ensayos finales.

TÍTULO:**Cajas de empalme para cables de fibra óptica****DATOS DE CONTROL:**Código:
ET148Edición:
2 / 11.11.11Cancela a:
ET148 Ed.1 / 19.10.04Unidades implicadas: **Dirección General de Transporte****GESTIÓN DE LA NORMA:**Responsabilidad:
Dirección de Mantenimiento de InstalacionesAprobación:
Dirección General de TransporteDifusión y control:
Dirección de Responsabilidad Corporativa y Relaciones Institucionales

Firma:

Firma:

Firma y fecha: **28.11.11****DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO**

El elemento de la red de cable de fibra óptica llamado caja de empalme consiste en una caja herméticamente cerrada a cual acceden cables de fibra óptica con el fin de realizar las correspondientes interconexiones de fibras de los diferentes cables.

La presente especificación es aplicable para a las cajas de empalme para cables ópticos en las áreas de intemperie (en adelante cajas aéreas) y soterradas, enterradas y en galerías (en adelante cajas subterráneas) a emplear en instalaciones de Red Eléctrica de España S.A.U. (Red Eléctrica) para cualquier tipo de cable de fibras ópticas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MECÁNICAS Y CONSTRUCTIVAS**1. CARACTERÍSTICAS COMUNES**

- Las dimensiones máximas de las cajas serán:
 - Alto: 55 cm
 - Ancho: 29 cm
 - Profundidad: 18 cm
- Dispondrán como mínimo acceso para 3 cables.
- Las entradas dispondrán de prensaestopas o bien estarán diseñadas para ser cerradas con termoretráctiles. En ambos casos impedirán la entrada de agua.
- En el interior de la caja existirán tantos puntos de anclaje para sujetar el elemento central del cable como cables que puedan entrar en la caja.
- Las cajas estarán protegidas contra la corrosión y dispondrán de juntas elastoméricas de estanqueidad. Tanto las juntas como los elastómetros cumplirán la normativa vigente (ver anexo 1).
- Los márgenes de utilización de las cajas serán de -30 a +70 °C
- Existirán elementos de fijación de las protecciones holgadas de las fibras, bien individualmente (como mínimo una por cable) o agrupadas. Estos elementos de fijación permitirán la manipulación de cada cable sin tener que desmontar ninguno del resto de los cables.
- Asimismo, existirán fijaciones para que los sistemas que agrupan diferentes protecciones holgadas, como pueden ser protecciones helicoidales o similares.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 2 de 4

Cajas de empalme para cables de fibra óptica

Código:
ET148

Edición:
2 / 11.11.11

Cancela a:
ET148 Ed.1 / 19.10.04

- Las cajas se podrán abrir y cerrar repetidamente sin necesidad de herramientas especiales o materiales adicionales.

1.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS BANDEJAS DE EMPALMES

- Las cajas vendrán equipadas con un mínimo de 5 bandejas de empalmes. Cada bandeja estará destinada a albergar las fibras de un tubo o cinta y permitirá, como mínimo, realizar 24 fusiones. El acceso a la bandeja de empalmes se realizará por los laterales de la misma.
- Las bandejas de empalme serán todas idénticas e intercambiables. Sus dimensiones mínimas serán de 120 por 200 mm, permitiendo un radio de curvatura de las fibras de 40 mm.
- Con el fin de proteger las cocas de las fibras y los empalmes, cada bandeja de empalmes dispondrá de una tapa, que deberá ser transparente en las cajas subterráneas.
- Las bandejas de empalmes serán independientes entre sí de forma que se pueda trabajar en ellas sin poner en riesgo empalmes o conexiones de las otras bandejas del módulo. Estarán apiladas de forma que se puedan desplazar de una en una. Dispondrán de un sistema de fijación para evitar su movimiento involuntario, tanto cuando están en su posición de trabajo, como cuando están en su posición normal.
- Deberá ser imposible que el movimiento de una bandeja arrastre las bandejas colaterales.
- Cada bandeja de empalmes tendrá elementos de fijación de las protecciones holgadas de las fibras, tubos de transporte y además dispondrá de una superficie visible en la que incluir una numeración sin necesidad de moverla.

2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LAS CAJAS AÉREAS

Además de las características comunes mencionadas en el apartado 1, las cajas aéreas tendrán las siguientes características:

- Las cajas serán resistentes a impactos causados por disparos con perdigón de calibres 32 y 22 a 10m de distancia.
- Las cajas serán metálicas, de acero resistente al ácido, preferiblemente de acero inoxidable pudiendo ser de acero galvanizado en caliente. Tendrán un grado de protección estable IP65S como mínimo, según la normativa vigente indicada en el anexo 1.
- Las cajas tendrán un grado de protección al impacto mecánico IK10 como mínimo.
- El acceso de los cables será por el mismo lado de la caja. Los diámetros de los cables irán de 12 a 18,5 mm.
- Dispondrán de elementos de sujeción que garantizarán la continuidad eléctrica del cable OPGW (cable compuesto tierra-óptico).
- Las cajas dispondrán de toma de tierra para los componentes metálicos.
- La caja tendrá un sistema fácil de fijación que mantendrá el grado de protección del conjunto. El sistema de fijación será mediante pletina (u otro dispositivo de fijación) superior e inferior y que permita engrapar la caja a la torre y vendrá incluido en el suministro. No se permiten sistemas de fijación que exijan la perforación de la torre.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 3 de 4

Cajas de empalme para cables de fibra óptica

Código:
ET148

Edición:
2 / 11.11.11

Cancela a:
ET148 Ed.1 / 19.10.04

3. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LAS CAJAS SUBTERRÁNEAS

Además de las características comunes mencionadas en el apartado 1, las cajas subterráneas tendrán las siguientes características:

- Tendrán un grado de protección estable, IP68S como mínimo, según la normativa vigente indicada en el anexo 1.
- Las cajas tendrán un grado de protección al impacto mecánico de IK09 como mínimo.
- Estas cajas estarán provistas de válvulas de presurización.
- La caja tendrá un sistema fácil de fijación que mantendrá el grado de protección del conjunto. El sistema de fijación permitirá instalar la caja en cualquier punto de la arqueta donde estará ubicada.

PRUEBAS Y ENSAYOS

Las pruebas de homologación y los ensayos de recepción están contenidos en la instrucción técnica en vigor (anexo 1).

INFORMACIÓN A ENTREGAR POR EL SUMINISTRADOR

El proveedor entregará a Red Eléctrica lo siguiente:

- Una **especificación técnica** del producto que incluya, entre otros, los datos de las características técnicas, una descripción detallada de la estructura y construcción de la caja de empalmes.
- Un **manual de instalación** con las instrucciones y plantillas necesarias para su instalación y montaje. Este manual debe incluir al menos lo siguiente:
 - Guiado de tubos.
- Informe que recoja los ensayos realizados según normativa vigente de recepción de cajas de empalme (ver anexo 1).

Toda la documentación entregada será en castellano.

CONDICIONES DE TRANSPORTE, EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO

Las cajas de empalme se transportarán embaladas y se cargarán y descargarán con los medios adecuados.

El almacenamiento de las cajas embaladas se realizará a cubierto de las inclemencias del tiempo, en particular de la humedad

En el embalaje de cada caja se hará constar:



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 4 de 4

Cajas de empalme para cables de fibra óptica

Código:
ET148

Edición:
2 / 11.11.11

Cancela a:
ET148 Ed.1 / 19.10.04

- Fabricante
- Nº de pedido
- Fecha de fabricación
- Tipo de caja

CONDICIONES AMBIENTALES

El repartidor óptico cumplirá con la normativa ambiental vigente.

REGISTROS DE CALIDAD

El fabricante de los suministros objeto de esta Especificación deberá tener implantado un sistema de calidad que cumpla los requisitos de la normativa vigente y aplicable a Red Eléctrica (ver anexo 1).

GARANTÍAS

El proveedor garantizará la existencia de repuestos, durante un mínimo de 10 años después del suministro.

La caja de empalme estará garantizada contra la corrosión.

La caja de empalme estará garantizada contra cualquier defecto de fabricación hasta dos años después de su suministro o un año después de su puesta en servicio.

ANEXOS

Anexo 1: Normativa aplicable.



ANEXO 1:

DATOS DE CONTROL:

Página 1 de 1

Normativa aplicable.

Código:
ET148

Edición:
2 / 11.11.11

Cancela a:
ET148 Ed. 1 / 19.10.04

NORMATIVA APLICABLE

Norma	Título de la norma	Observaciones
IT028	Recepción de cajas de empalme y repartidores ópticos.	Instrucción Técnica de Red Eléctrica.
IEC 60529	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).	Norma que define el código IP.
UNE-EN 50102	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).	Norma que define el código IK.
UNE-EN 12365: 2004	Herrajes para la edificación. Juntas y burletes de estanquidad para puertas, ventanas, persianas y fachadas ligeras.	
ISO 9001	Quality management systems – Requirements.	

Tabla 1 Normativa aplicable

TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Arqueta de telecomunicaciones para líneas subterráneasCódigo:
ET202Edición:
1/15.11.12

Cancela a:

Unidades implicadas: **Dirección General de Transporte**

GESTIÓN DE LA NORMA:

Responsabilidad:
Dirección de IngenieríaAprobación:
Dirección General de TransporteDifusión y control:
Dirección de Comunicación y Responsabilidad Corporativa

Firma:

Firma:

Firma y fecha: **14.12.12****DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO**

Esta especificación contiene los requisitos técnicos para el diseño, fabricación, montaje, ensayos y suministro de las arquetas de paso o de registro de los cables de telecomunicaciones, y que Red Eléctrica de España (REE) utilizará en sus líneas subterráneas.

Las Condiciones Generales de Contratación serán las establecidas con carácter general por REE para regular la adquisición de bienes o prestación de servicios.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

La arqueta estará compuesta por cuatro caras independientes o dos paños en forma de angular de 90° que enfrentados entre sí y unidos, forman un paralelepípedo recto.

La materia prima a emplear será PRFV (resina de poliéster insaturado y reforzada con fibra de vidrio) o polipropileno reforzado con cargas minerales.

Las caras interiores serán lisas, sin aristas vivas, ni deformaciones, y las caras exteriores estarán provistas de nervaduras suficientes para soportar las presiones laterales del hormigón en posición de trabajo.

Salvo que se indique lo contrario, las paredes irán sin acometidas premarcadas, facilitándose las aperturas para entradas de tubos mediante corona o taladro manual.

Las arquetas serán modulables en altura, permitiéndose recrecer la arqueta hasta la cota de apoyo de la tapa si las necesidades constructivas así lo requieren.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 2 de 8

Arqueta de telecomunicaciones para líneas subterráneas

Código:
ET202

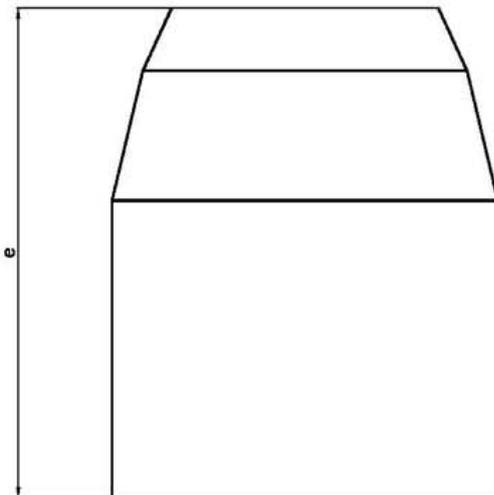
Edición:
1/ 15.11.12

Cancela a:

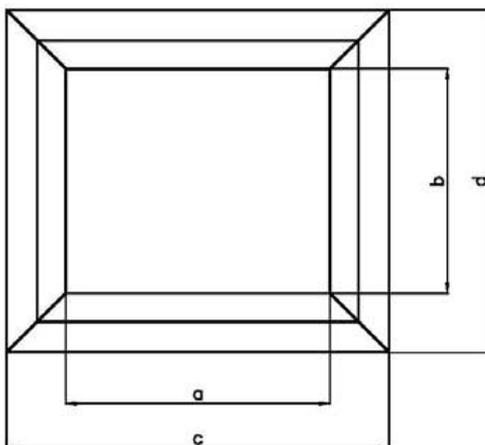
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES

ALZADO



Cotas	Dimensión (mm)
a	625±5
b	535±5
c	900±15
d	815±15
e	1.200±50



NOTA: Al no representarse en el esquema el espesor de la arqueta, todas las cotas en planta están referenciadas a las paredes interiores.

TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 3 de 8

Arqueta de telecomunicaciones para líneas subterráneas

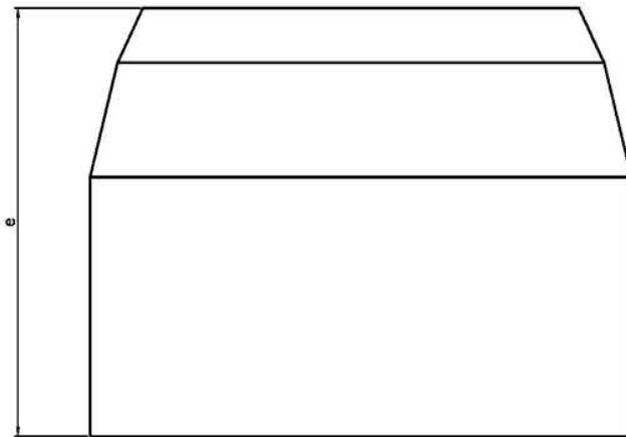
Código:
ET202

Edición:
1/ 15.11.12

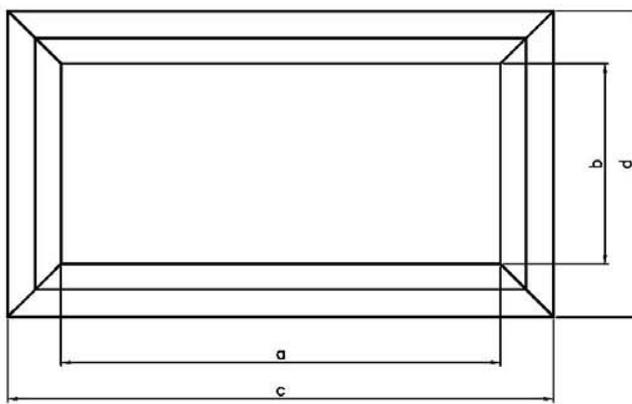
Cancela a:

ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES

ALZADO



Cotas	Dimensión (mm)
a	1145±25
b	625±5
c	1425±25
d	900±15
e	1.200±50



PLANTA

NOTA: Al no representarse en el esquema el espesor de la arqueta, todas las cotas en planta están referenciadas a las paredes interiores.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 4 de 8

Arqueta de telecomunicaciones para líneas subterráneas

Código:
ET202

Edición:
1/ 15.11.12

Cancela a:

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

- Resistencia mecánica: Las arquetas deben tener un grado de protección contra impactos mecánicos IK09 según UNE 201004, o una resistencia al impacto superior a 60 kJ/m² según UNE-EN ISO 179. El módulo de flexión del material será > 2 GPa según UNE-EN ISO 178. La resistencia a la tracción será ≥ 30 MPa según UNE-EN ISO 527.
- Carga de rotura de arqueta:
 - o Zona Peatonal: 50 kN arqueta sin hormigonar según UNE 201004.
 - o En calzada: 150 kN arqueta hormigonada en condiciones normales utilización según UNE-201004.
- Resistencia a la humedad: Las arquetas deben estar protegidas contra la humedad que pueda aparecer en utilización normal. La conformidad se verificará según UNE 201004 o acreditando un coeficiente de absorción del material < 0,3 % según ISO 62.
- Resistencia al envejecimiento: Se realizará un ensayo de envejecimiento luz UV-A de 1000 horas

MARCAS

En las arquetas debe ser marcada de forma indeleble y legible en uno de sus laterales interiores, la siguiente información:

- Identificación del fabricante
- Lote de fabricación



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 5 de 8

Arqueta de telecomunicaciones para líneas subterráneas

Código:
ET202

Edición:
1/ 15.11.12

Cancela a:

PRUEBAS Y ENSAYOS

Los ensayos se realizarán sobre las arquetas según los requisitos relativos a los ensayos indicados en el Apartado 6 UNE 201004.

1. Marcas: La conformidad se verifica por examen visual y según ensayo indicado en Apto. 7 UNE 201004.
2. Dimensiones: Se comprobará mediante medición que las dimensiones interiores y exteriores se ajustan a las de la presente especificación técnica.
3. Verificación de la ausencia de aristas cortantes: Mediante examen visual se verificará que el interior de la arqueta está exento de asperezas, rebabas o defectos de superficie susceptibles de dañar los cables o causar heridas a instaladores o usuarios.
4. Resistencia al envejecimiento: Realizar ensayo de envejecimiento luz UV-A de 1.000 horas y una prueba de resistencia de flexión, cuyos resultados deben ser superiores al 80% de la resistencia inicial. No deben presentarse variaciones dimensionales.
5. Resistencia a la humedad: La conformidad se verifica por ensayo indicado en Apto. 9.2 UNE 201004, o acreditando un coeficiente de absorción según ISO 62.
6. Resistencia al impacto: Las arquetas deben tener un grado de protección contra impactos mecánicos IK09 según UNE 201004, o una resistencia al impacto superior a 60 kJ/m² según UNE-EN ISO 179.
7. Módulo de flexión: La medición se determinará sobre las probetas y mediante el procedimiento indicado según UNE-EN ISO 178.
8. Resistencia a tracción: La conformidad se verifica por ensayo según norma UNE-EN ISO 527.
9. Resistencia a compresión: La conformidad a carga de rotura por compresión se verificará mediante los siguientes ensayos:
 - Zona peatonal: Según ensayo a compresión indicado en el Apto. 10.2 UNE 201004, enterrando la arqueta en una caja con tierra y aplicando una carga de 50 kN.
 - Zona de calzada: Según ensayo a compresión indicado en el Apto. 10.2 UNE 201004, enterrando la arqueta en una caja con tierra y aplicando una carga de 150 kN, y según procedimiento descrito a continuación:



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 6 de 8

Arqueta de telecomunicaciones para líneas subterráneas

Código:
ET202

Edición:
1/ 15.11.12

Cancela a:

- Se colocará la muestra en el foso del pórtico de ensayos, hormigonada en condiciones de uso normal, y colocada tal que la aplicación de la carga se transmita al centro de la tapa de cobertura o cierre. Entre la arqueta y el suelo, y entre la arqueta y la tapa, se interpone una lámina de caucho para compensar las pequeñas irregularidades que pueda haber entre ambas superficies.
- Aplicación de la carga a través de un dispositivo de acero de rigidez adecuada y forma circular con una dimensión aproximada de 320 mm de diámetro. El eje de dicho dispositivo es perpendicular a la superficie de la tapa y coincide con su centro geométrico.
- La carga de ensayo se aplica según UNE 201004.

10. Resistencia al calor: La conformidad se verifica por ensayo a 70°C, indicado en Apto. 11 UNE 201004.

11. Rigidez dieléctrica: La conformidad se verifica para 5 kV por ensayo indicado en Apto. 12.1 UNE 201004.

12. Medición de la resistencia de aislamiento: La conformidad se verifica para 500 MΩ por ensayo indicado en Apto. 12.2 UNE 201004.

Para los ensayos indicados en los puntos 10, 11 y 12, REE se reserva el derecho de aceptar otros ensayos que considere aceptables siempre que los resultados obtenidos sean más restrictivos que los obtenidos en los ensayos expuestos en la norma UNE 201004.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 7 de 8

Arqueta de telecomunicaciones para líneas subterráneas

Código:
ET202

Edición:
1/ 15.11.12

Cancela a:

INFORMACIÓN A ENTREGAR POR EL SUMINISTRADOR

1.- DOCUMENTACIÓN PARA LA OFERTA

El suministrador adjuntará toda la documentación que considere oportuna para una definición lo más exacta posible de las arquetas ofertadas, incluyendo como mínimo la que se indica a continuación:

- Ficha técnica adjuntada en el anexo 2 de este documento, debidamente cumplimentada.
- Plano de detalle de la arqueta.
- Memoria o folleto descriptivo de las arquetas ofertadas.
- Guía de instalación.
- Condiciones de suministro y embalaje para las arquetas ofertadas (dimensiones y peso del palet, número de arquetas por palet, etc...)
- Plan de calidad que incluya Programa de Puntos de Inspección.
- Plazo de entrega, a partir de la petición de suministro.
- Condiciones de garantía.
- Lista de excepciones a la especificación, debidamente justificadas.

2.- DOCUMENTACIÓN FINAL

El suministrador, entregará a la recepción del material por REE, la documentación que garantice la idoneidad de los materiales y de los procesos utilizados, y deberá contener al menos la siguiente documentación:

- Certificado de calidad de la materia prima.
- Certificados de los ensayos realizados por el suministrador.
- Certificados de ensayos finales.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 8 de 8

Arqueta de telecomunicaciones para líneas subterráneas

Código:
ET202

Edición:
1/ 15.11.12

Cancela a:

CONDICIONES DE SUMINISTRO Y EMBALAJE

El transporte de las arquetas se realizará en palets de madera adecuadamente embalados. Se tomarán las medidas oportunas para que el material no sufra movimientos ni desplazamientos durante las operaciones de almacenaje y transporte.

El palet deberá llevar una etiqueta identificativa con los siguientes datos:

RED ELECTRICA DE ESPAÑA
Pedido N°
Línea
Tipo de Arqueta
Cantidad



ANEXO 1:

DATOS DE CONTROL:

Página 1 de 1

Normativa aplicable.

Código:
ET202

Edición:
1 / 15.11.12

Cancela a:

NORMATIVA APLICABLE

Código de la norma	Título de la norma
UNE-EN ISO 179	Plásticos. Determinación de las propiedades al impacto Charpy.
UNE-EN 124	Dispositivos de cubrimiento y de cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos. Principios de construcción, ensayos de tipo, marcado, control de calidad.
UNE 201004	Arquetas de material plástico destinadas a usos eléctricos de baja tensión.
UNE-EN ISO 527	Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción.
UNE-EN ISO 178	Plásticos. Determinación de las propiedades de flexión.
ISO 62	Plastics. Determination of water absorption.



Fichas técnicas

Código:
ET202Edición:
1 / 15.11.12

Cancela a:

ARQUETA SENCILLA
DE TELECOMUNICACIONES

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES

2. Características constructivas:

- Material
- Color
- Cota de paso
- Dimensión Exterior
- Altura
- Espesor medio de pared
- Suplementos
- Peso
- Resistencia de carga (Zona Peatonal)
- Resistencia de carga (Zona de Calzada)
- Resistencia a la humedad / Coef. absorción
- Resistencia de aislamiento s/ UNE 201004
- Módulo de flexión
- Resistencia a la tracción

	625x535 (± 5) mm
	815x905 (± 5) mm
	1.200 \pm 50 mm
	> 2,3 mm
	mm
	< 30 kg
	≥ 50 kN
	≥ 150 kN
	>95 % / < 0,3 %
	> 500 M Ω
	>2 GPa
	≥ 30 MPa

2. Características de suministro:

- Número arquetas palet
- Dimensiones palet
- Peso bruto palet

	cm
	kg



Fichas técnicas

Código:
ET202Edición:
1 / 15.11.12

Cancela a:

ARQUETA DOBLE
DE TELECOMUNICACIONES

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES

2. Características constructivas:

- Material
- Color
- Cota de paso
- Dimensión Exterior
- Altura
- Espesor medio de pared
- Suplementos
- Peso
- Resistencia de carga (Zona Peatonal)
- Resistencia de carga (Zona de Calzada)
- Resistencia a la humedad / Coef. absorción
- Resistencia de aislamiento s/ UNE 201004
- Módulo de flexión
- Resistencia a la tracción

	1145(±25) x625(±5) mm
	900(±15)x1425(±25) mm
	1.200±50 mm
	> 2,3 mm
	mm
	< 50 kg
	≥50 kN
	≥150 kN
	>95 % / <0,3 %
	> 500 MΩ
	>2 GPa
	≥ 30 MPa

2. Características de suministro:

- Número arquetas palet
- Dimensiones palet
- Peso bruto palet

	cm
	kg

TÍTULO:

Suministro de tubos de telecomunicaciones para líneas subterráneas

DATOS DE CONTROL:

Código: **ET203** Edición: **2 /03.10.16** Cancela a: **1 /14.02.14**

Unidades implicadas: **Dirección General de Transporte**

GESTIÓN DE LA NORMA:

Responsabilidad: **Dirección de Servicios para el Transporte** Aprobación: **Dirección General de Transporte** Difusión y control: **Dirección de Sostenibilidad e Innovación**

Firma: Firma: Firma y fecha: **02.11.16**

DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO

Fijar las condiciones técnicas y de suministro que deben cumplir los tubos de polietileno, destinados a la protección mecánica de los cables de telecomunicaciones, y que Red Eléctrica de España utilizará en sus líneas subterráneas construidas mediante sistema de banco de tubos y en accesos a canalizaciones y a canales de cables.

La presente especificación aplica al monotubo, bitubo y cuatritubo de telecomunicaciones y sus correspondientes manguitos de unión y tapones.

Las Condiciones Generales de Contratación serán las establecidas con carácter general por REE para regular la adquisición de bienes o prestación de servicios.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE TUBOS

El monotubo estará fabricado con polietileno de alta densidad (PEAD) pigmentado en color verde y coextruido con una capa de silicona permanente en su interior.

La superficie interior del monotubo deberá estar estriada para reducir el coeficiente de rozamiento y su superficie exterior deberá ser exenta de asperezas, grietas, manchas, burbujas, rayas, etc., presentando un acabado liso al tacto.

El bitubo estará constituido por dos monotubos unidos entre sí constituyendo un único elemento.

El cuatritubo estará constituido por cuatro monotubos unidos entre sí constituyendo un único elemento.

Las dimensiones del monotubo, bitubo y cuatritubo serán las indicadas en el anexo 2: "Dimensiones".

1. CARACTERÍSTICAS MATERIA PRIMA

La materia prima será polietileno de alta densidad (PEAD) pudiéndose añadir una serie de aditivos como antioxidantes para la protección de los rayos UV, estabilizantes para prevenir la degradación molecular y lubricantes para el proceso de fabricación.

Los aditivos no superarán:

- Estabilizador ultravioleta el 0,2%.
- Antioxidante, el 0,1 %.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 2 de 11

Suministro de tubos de telecomunicaciones para líneas subterráneas

Código:
ET203

Edición:
2/ 03.10.16

Cancela a:
1 /14.02.14

Adicionalmente las materias primas deben cumplir con los siguientes requerimientos:

- Densidad del compuesto $\geq 0,940 \text{ gr/cm}^3$.
- Índice de fluidez en masa (M.F.I.): $0,2\text{g}/10_{\text{min}} \leq \text{MFR} \leq 1,4 \text{ g}/10_{\text{min}}$

2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

- Temperatura de utilización: $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ a $60 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Color de fabricación: Verde
- Resistencia a la presión interna al aire: 10 bares sin pérdida de aire.
- Temperatura de reblandecimiento VICAT: $\geq 110 \text{ }^\circ\text{C}$ (masa 1 kg).
- Índice de fluidez en masa (M.F.I.): $0,2\text{g}/10_{\text{min}} \leq \text{MFR} \leq 1,4 \text{ g}/10_{\text{min}}$. Tras el procesado del tubo, una desviación máxima del M.F.I. de $\pm 20\%$ respecto al valor medido del compuesto en forma de gránulo utilizado para fabricar el tubo.
- Tiempo de inducción a la oxidación: $\geq 10 \text{ min}$.
- Resistencia a la compresión: $\geq 450 \text{ N}$, para una deflexión del 5%
- Resistencia al impacto:
 - o Monotubo $\geq 15 \text{ J}$
 - o Bitubo $\geq 15 \text{ J}$
 - o Cuatritubo $\geq 28 \text{ J}$
- Resistencia a la tracción: $\geq 20 \text{ MPa}$
- Alargamiento a la rotura: $\geq 350\%$.

3. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

- Rigidez dieléctrica $> 20 \text{ kV/mm}$.

Suministro de tubos de telecomunicaciones para líneas subterráneasCódigo:
ET203Edición:
2/ 03.10.16Cancela a:
1 /14.02.14**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MANGUITOS DE UNIÓN**

La unión de dos trozos de monotubo, bitubo o cuatritubo se realizará mediante manguitos de unión, de forma que la unión se realice de forma rápida y sencilla, sin necesidad de utilizar herramientas especiales.

El manguito de unión no deberá suponer una variación del diámetro interno del monotubo, bitubo o cuatritubo que conecte debiendo garantizar la continuidad y estanqueidad de los tubos.

El manguito de unión del monotubo estará constituido por los siguientes elementos:

DESCRIPCIÓN	MATERIAL
Racord	Polipropileno estabilizado a los rayos U.V.
Cuerpo	Polipropileno
Casquillos cónico de apriete	Resina acetálica
Arandela de apriete	Polipropileno estabilizado a los rayos U.V.
Junta tórica	NBR uso alimentario

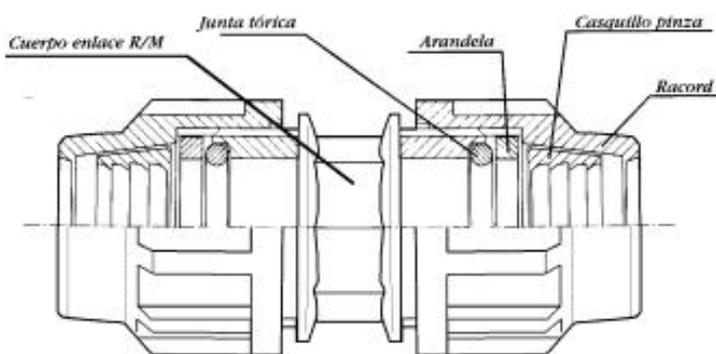


Fig. 1: Manguito unión monotubo.

El cuerpo y los racords están fabricados en polipropileno especialmente estabilizado para resistir la exposición continua a los agentes atmosféricos, y altamente resistente a la presión y a la tracción. Las juntas tóricas están fabricadas en caucho acrilonitrilo de uso alimentario.

La unión de dos bitubos o cuatritubos se realizará mediante la unión de cada conducto que constituye el bitubo o cuatritubo de forma independiente:

- En cada extremo del bitubo o cuatritubo a unir se eliminará durante una longitud aproximada de 500 mm el nervio que une los conductos que constituyen el bitubo o cuatritubo de tal forma que los dos tramos a unir queden divididos en monotubos independientes.
- Cada uno de los monotubos resultantes se unirán de forma independiente mediante la instalación de manguitos de unión de monotubos (uno por cada conducto).

TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 4 de 11

Suministro de tubos de telecomunicaciones para líneas subterráneas

Código:
ET203

Edición:
2/ 03.10.16

Cancela a:
1 /14.02.14

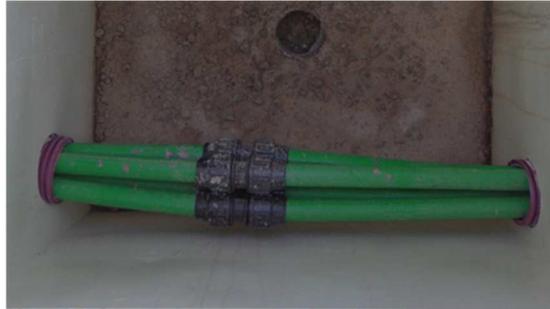


Fig. 2: Arqueta de telecomunicaciones con 2 bitubos unidos con 4 manguitos de unión de monotubos

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS TAPONES

Será necesario tener en cuenta dispositivos de cierre reacesibles, 'tapones', para cerrar cada uno de los conductos que constituyen el monotubo, bitubo o cuatritubo cuando no se haya instalado el cable de telecomunicaciones.

Las características de los tapones deberán ser las siguientes:

- Diámetro acorde con los tubos de telecomunicaciones descritos en la presente especificación.
- Dispondrán de sistemas de sujeción de la guía que ha de quedar en el interior del tubo de tal manera que no se pierda en su interior y quede inutilizada impidiendo el posterior tendido de los cables por su interior.
- Contarán con sistema sencillo y robusto de cierre/apertura que no requiera herramientas de montaje específicas y que permanezca inalterable para un ciclo apertura/cierre superior o igual a 50.
- Contarán con junta de expansión o similar que asegure la estanqueidad del cierre y evite así la intrusión de pequeños animales, materiales, agua, suciedad, etc. que podrían llegar a obstruir el conducto.

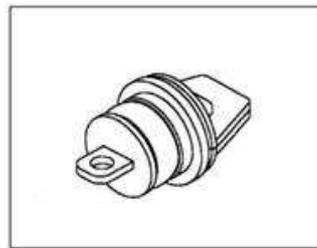
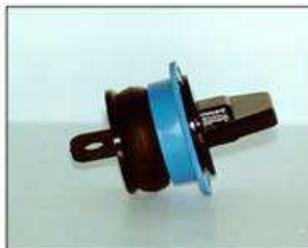


Fig. 3: Tapón para monotubo o para cada conducto del bitubo o cuatritubo



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 5 de 11

Suministro de tubos de telecomunicaciones para líneas subterráneas

Código:
ET203

Edición:
2/ 03.10.16

Cancela a:
1 /14.02.14

ENSAYOS DE TIPO

Los ensayos de tipo deben efectuarse con el fin de demostrar que las características del sistema de tubos enterrados para conducción de cables de telecomunicaciones (tubos + manguito de unión) cumplen satisfactoriamente con los requerimientos de la presente especificación. Una vez que estos ensayos se han realizado exitosamente, no es necesario repetirlos, a menos que se introduzcan modificaciones en los materiales del tubo, o en los procesos de diseño o fabricación que pudieran modificar sus características.

Un certificado de ensayos de tipo firmado por el representante de una entidad competente, o un informe del fabricante mostrando los resultados del ensayo y firmado por el responsable habilitado, o un certificado de ensayo de tipo de un laboratorio de ensayos independientes, serán aceptados como verificación de la ejecución de los ensayos de tipo.

Todos los equipos de Inspección, Medición y Ensayo utilizados por el suministrador para demostrar la conformidad del producto con los requisitos especificados deberán disponer de certificación de calibración vigente.

1. ENSAYOS DE TIPO EN MONOTUBO, BITUBO Y CUATRITUBO

Se realizarán los ensayos de tipo que se indican en las siguientes tablas:

ENSAYOS DE RECEPCIÓN SOBRE MATERIA PRIMA		
Ensayo	Método	Valores
Densidad del compuesto	UNE-EN ISO 1183-1 Método A	0,940 gr/cm ³ .
Índice de fluidez en masa (M.F.I.)	UNE-EN ISO 1133 Condición T	0,2g/10 _{min} ≤ MFR ≤ 1,4 g/10 _{min}
Contenidos metales pesados (Plomo)	Espectrofotómetro	0,5 %

Los ensayos, densidad del compuesto y M.F.I aplica al polietileno alta densidad. No será necesario realizar estos ensayos si se aporta la ficha de características y los certificados de análisis del suministrador de materia prima del lote de materia prima empleado en la fabricación.

El ensayo de contenido en metales pesados (plomo) aplica a los aditivos empleados en la fabricación (colorante, antioxidantes, protector UV, etc...). No será necesario realizar este ensayo si se aporta el certificado de ausencia de los metales pesados al suministrador de los aditivos.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 6 de 11

Suministro de tubos de telecomunicaciones para líneas subterráneas

Código:
ET203Edición:
2/ 03.10.16Cancela a:
1 /14.02.14

ENSAYOS DE TIPO SOBRE PRODUCTO TERMINADO			
Ensayo	Muestra para ensayo	Método	Valores
Aspecto y marcas	1 trozo con marca completa	Visual	Apdo. "Características técnicas" y Apdo. "Marcas" de la presente especificación
Durabilidad de las marcas	1 trozo con una marca completa	Apdo. 7.5 y 7.6 UNE EN 61386-1	Apdo. 7.5 y 7.6 UNE EN 61386-1
Dimensional diámetros y espesores	1 trozo	Calibre	Anexo 2: "Dimensiones"
Compresión	3 muestras de longitud 200 mm ± 5 mm	Apdo. 10.2 UNE EN 61386-24	≥ 450 N para una deflexión del 5% (En el caso del bitubo o cuatritubo se realizará el ensayo sobre cada monotubo que lo constituye)
Impacto	12 muestras de longitud 200 mm ± 5 mm	Apdo. 10.3 UNE EN 61386-24	Monotubo o Bitubo ≥ 15 J Cuatritubo ≥ 28 J
Alargamiento a la rotura	3 probetas tomadas de muestras de longitud 150 mm	UNE-EN ISO 6259-1	≥350 %
Resistencia a la tracción	3 probetas tomadas de muestras de longitud 150 mm	UNE-EN ISO 6259-1	≥ 20 MPa
Temperatura de reblandecimiento VICAT	3 probetas tomadas de muestras	Anexo 3	≥ 110 °C
Índice de fluidez en masa (M.F.I.)	Virutas trituradas de muestras	UNE-EN ISO 1133 Condición T	0,2g/10 _{min} ≤ MFR ≤ 1,4 g/10 _{min} (±20% valor del ensayo de material prima)
Tiempo de inducción a la oxidación a 210 °C	3 probetas tomadas de muestras	UNE-EN 728	≥ 10 min
Resistencia a la presión interna al aire	Rollo o bobina completa	Anexo 5	- Medio aire-aire - Temperatura del ensayo 20° C+/-1°C - Duración del ensayo: 1 hora - Presión a aplicar: 10 bares - No debe haber pérdida de presión.
Rigidez dieléctrica	3 probetas tomadas de muestras	UNE-EN 60243-1	≥20 kV/mm
Mandrilado	Rollo o bobina completa	Anexo 6	El mandril pasa

2. ENSAYOS DE TIPO EN MANGUITO DE UNIÓN

Sobre un manguito de unión se realizarán los ensayos de tipo que se indican en la siguiente tabla:

ENSAYOS DE TIPO SOBRE MANGUITOS DE UNIÓN			
Ensayo	Muestra para ensayo	Método	Valores
Aspecto y marcas	1 manguito	Visual	Apdo. "Características técnicas" y Apdo. "Marcas" de la presente especificación
Dimensiones	1 manguito	Calibre	Anexo 2: "Dimensiones"
Durabilidad de las marcas	1 manguito	Apdo. 7.5 y 7.6 UNE EN 61386-1	Apdo. 7.5 y 7.6 UNE EN 61386-1
Resistencia a la presión interna al aire	1 manguito	Anexo 5	Sometido a una presión de 10 bar, durante 1 hora, el conjunto manguito+trozos monotubos, bitubos o cuatritubos no tiene pérdida de presión



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 7 de 11

Suministro de tubos de telecomunicaciones para líneas subterráneas

Código:
ET203

Edición:
2/ 03.10.16

Cancela a:
1 /14.02.14

ENSAYOS DE RECEPCIÓN

1. ENSAYOS DE RECEPCIÓN EN MONOTUBO, BITUBO Y CUATRITUBO

Los ensayos de recepción a realizar serán los siguientes:

ENSAYOS DE RECEPCIÓN SOBRE MATERIA PRIMA			
Ensayo	Método	Valores	Frecuencia
Densidad del compuesto	UNE-EN ISO 1183-1 Método A	0,940 gr/cm ³ .	Por lote de recepción de materia prima
Índice de fluidez en masa (M.F.I.)	UNE-EN ISO 1133 Condición T	0,2g/10 _{min} ≤ MFR ≤ 1,4 g/10 _{min}	Por lote de recepción de materia prima
Contenidos metales pesados (Plomo)	Espectrofotómetro	0,5 %	Por lote de recepción de materia prima

Los ensayos de densidad del compuesto y M.F.I aplican al polietileno alta densidad. No será necesario realizar estos ensayos si se aporta la ficha de características y los certificados de análisis del suministrador de materia prima del lote de materia prima empleado en la fabricación.

El ensayo de contenido en metales pesados (plomo) aplica a los aditivos empleados en la fabricación (colorante, antioxidantes, protector UV, etc...). No será necesario realizar este ensayo si se aporta un certificado de ausencia de metales pesados al suministrador de los aditivos.

ENSAYOS DE RECEPCIÓN SOBRE PRODUCTO TERMINADO				
Ensayo	Muestra para ensayo	Método	Valores	Frecuencia
Aspecto y marcas	1 trozo con marca completa	Visual	Apdo. "Características técnicas" y Apdo. "Marcas" de la presente especificación	Sobre todas las bobinas
Durabilidad de las marcas	1 trozo con una marca completa	Apdo. 7.5 y 7.6 UNE EN 61386-1	Apdo. 7.5 y 7.6 UNE EN 61386-1	Por lote/orden fabricación
Dimensional diámetros y espesores	1 trozo	Calibre	Anexo 2: "Dimensiones"	Sobre todas las bobinas en su inicio y final.
Compresión	3 muestras de longitud 200 mm ± 5 mm	Apdo. 10.2 UNE EN 61386-24	≥ 450 N para una deflexión del 5% (En el caso del cuatritubo se realizará el ensayo sobre cada monotubo)	Por lote/orden fabricación
Impacto	12 muestras de longitud 200 mm ± 5 mm	Apdo. 10.3 UNE EN 61386-24	Monotubo y bitubo ≥ 15 J Cuatritubo ≥ 28 J	Por lote/orden fabricación
Alargamiento a la rotura	3 probetas tomadas de muestras de longitud 150 mm	UNE-EN ISO 6259-1	≥350 %	Por lote/orden fabricación
Resistencia a la tracción	3 probetas tomadas de muestras de longitud 150 mm	UNE-EN ISO 6259-1	≥ 20 MPa	Por lote/orden fabricación
Resistencia a la presión interna al aire	Rollo o bobina completa	Anexo 5	- Medio aire-aire - Duración del ensayo: 5 minutos - Presión a aplicar: 10 bares - No debe haber pérdida de presión.	Sobre todas las bobinas
Mandrilado	Rollo o bobina completa	Anexo 6	El mandril pasa.	Sobre todas las bobinas



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 8 de 11

Suministro de tubos de telecomunicaciones para líneas subterráneas

Código:
ET203

Edición:
2/ 03.10.16

Cancela a:
1 /14.02.14

Criterio de aceptación

Si no se superan los ensayos indicados anteriormente podrán rechazarse todos los monotubos, bitubos o cuatritubos del mismo lote de fabricación. En tal caso se dará al fabricante la opción de seleccionar una nueva muestra del mismo lote de fabricación para volver a repetir los ensayos. Si nuevamente no se superan los ensayos se rechazarán todos los monotubos, bitubos o cuatritubos del mismo lote de fabricación.

Red Eléctrica:

- Se reserva el derecho de añadir/excluir algún ensayo del control de calidad en función del proceso de fabricación o resultados obtenidos en los ensayos.
- Durante la construcción de cualquiera de sus líneas subterráneas, se reserva el derecho de seleccionar en obra muestras para repetir los ensayos de recepción. Si no se superan los ensayos se rechazarán todos los monotubos, bitubos o cuatritubos del mismo lote de fabricación.

2. ENSAYOS DE RECEPCIÓN EN MANGUITOS DE UNIÓN

Sobre cada manguito de unión se realizarán los ensayos de recepción que se indican en la siguiente tabla:

ENSAYOS DE TIPO SOBRE MANGUITOS DE UNIÓN			
Ensayo	Muestra para ensayo	Método	Valores
Aspecto y marcas	1 manguito	Visual	Apdo. "Características técnicas" y Apdo. "Marcas" de la presente especificación
Dimensiones	1 manguito	Calibre	Anexo 2: "Dimensiones"

Criterio de aceptación

Si no se superan los ensayos indicados anteriormente podrán rechazarse todos los del mismo lote de fabricación.

Red Eléctrica se reserva el derecho de añadir/excluir algún ensayo del control de calidad en función del proceso de fabricación o resultados obtenidos en los ensayos.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 9 de 11

Suministro de tubos de telecomunicaciones para líneas subterráneas

Código:
ET203

Edición:
2/ 03.10.16

Cancela a:
1 /14.02.14

CONDICIONES DE SUMINISTRO, TRANSPORTE, EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO

El monotubo se suministrará en rollos o bobinas de 1000 metros, el bitubo en rollos o bobinas de 500 metros y el cuatritubo se suministrará en rollos o bobinas de 300 metros.

Cada bobina dispondrá de una etiqueta con caracteres indelebles, que indique:

Red Eléctrica de España
Designación Fabricante:
Nº de bobina:
Longitud:
Diámetro exterior bobina:
Ancho bobina:
Peso bruto:
Mes y año de fabricación:

La temperatura de bobinado será inferior a 20°C en la cara externa de los tubos y los tubos de los dos extremos de la bobina se cortarán perpendiculares al eje del prisma que forman los tubos e irán tapados para evitar la entrada de impurezas o elementos extraños desde su fabricación hasta su utilización.

Los rollos o bobinas tendrán un mínimo de seis flejes o ataduras que garanticen irregularidades en el diámetro interior que no deberá ser inferior a 1,2 metros. Los extremos de la bobina irán fuertemente asegurados a la misma.

Si el almacenaje se realiza en zona cubierta no es necesario disponer de medidas antichoque de degradación, pero si va a estar por un periodo superior a los tres meses al aire libre, se aconseja protegerlo con lonas opacas o cualquier material que haga de barrera con el medio ambiente y los rayos solares. El almacenaje se debe realizar sobre una superficie lisa evitando objetos y piedras cortantes o puntiagudas. Se deben colocar empinadas, nunca tumbadas (ejemplo: que podamos pasar por el centro de bobina), ni con peso encima, por poco que sea. Las bobinas en su almacenaje deben estar alejadas de productos químicos, líquidos inflamables, disolventes, acetonas, etc.

Con objeto de reducir el riesgo de pérdida de las características mecánicas, debido a un incorrecto almacenaje, **la fecha de fabricación del monotubo, bitubo o del cuatritubo podrá ser como máximo 6 meses antes de su fecha de instalación.**

Los manguitos de unión se suministraran por unidades.

El manguito de unión contendrá en un solo embalaje los elementos e instrucciones de montaje, necesarios para su instalación no admitiéndose piezas sueltas fuera del mismo.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 10 de 11

Suministro de tubos de telecomunicaciones para líneas subterráneas

Código:
ET203

Edición:
2/ 03.10.16

Cancela a:
1 /14.02.14

MARCAS

Las marcas irán impresas con tinta indeleble o gradada en relieve o bajo relieve cada metro, a lo largo de toda la longitud de la bobina o rollo.

La altura de la letra del texto de inscripción deberá ser igual o superior a 5 mm.

Las marcas deberán ser indelebles, duraderas y fácilmente legibles y la mínima información que deberán contener es:

- Monotubo
 - REE - MONOTUBO TELECOMUNICACIONES
 - Nombre o marca del fabricante.
 - PEAD 1 x 40 x 3 mm.
 - Metraje desde un extremo de la bobina o rollo
 - Lote de fabricación
 - Fecha de fabricación (dd/mm/aa)
- Bitubo
 - REE – BITUBO TELECOMUNICACIONES
 - Nombre o marca del fabricante.
 - PEAD 2 x 40 x 3 mm.
 - Metraje desde un extremo de la bobina o rollo
 - Lote de fabricación
 - Fecha de fabricación (dd/mm/aa)
- Cuatritubo
 - REE – CUATRITUBO TELECOMUNICACIONES
 - Nombre o marca del fabricante.
 - PEAD 4 x 40 x 3 mm.
 - Metraje desde un extremo de la bobina o rollo
 - Lote de fabricación
 - Fecha de fabricación (dd/mm/aa)
- Manguito de unión
 - Nombre o marca del fabricante.
 - Identificación del producto.
- Tapón
 - Nombre o marca del fabricante.
 - Identificación del producto.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 11 de 11

Suministro de tubos de telecomunicaciones para líneas subterráneas

Código:
ET203

Edición:
2/ 03.10.16

Cancela a:
1 /14.02.14

INFORMACIÓN A ENTREGAR POR EL SUMINISTRADOR

1. DOCUMENTACIÓN PARA LA OFERTA

El suministrador adjuntará toda la documentación que considere oportuna para una definición lo más exacta posible de los tubos ofertados, incluyendo como mínimo la que se indica a continuación:

- Fichas Técnicas adjuntadas en el anexo 4 de este documento, debidamente cumplimentadas.
- Certificado AENOR del sistema de gestión de calidad UNE EN ISO 9001.
- Certificado de ensayos tipo.
- Condiciones de suministro y embalaje (dimensiones y peso de la bobina, etc...).
- Instrucciones de manipulación, almacenaje e instalación segura.
- Plazo de entrega, a partir de la petición de suministro.
- Condiciones de garantía.
- Lista de excepciones a la especificación, debidamente justificadas.

2. DOCUMENTACIÓN FINAL

El suministrador, entregará a la recepción del material por Red Eléctrica de España, la documentación que garantice la idoneidad de los materiales y de los procesos utilizados como:

- Certificado de calidad de la materia prima.
- Fichas Técnicas adjuntadas en el anexo 4 de este documento, debidamente cumplimentadas.
- Certificados de ensayos de recepción por cada lote de fabricación.



Dimensiones

Código:
ET203

Edición:
2 /03.10.16

Cancela a:
1 /14.02.14

Las dimensiones del monotubo, bitubo o cuatritubo objeto de esta especificación serán las indicadas en la siguiente figura:

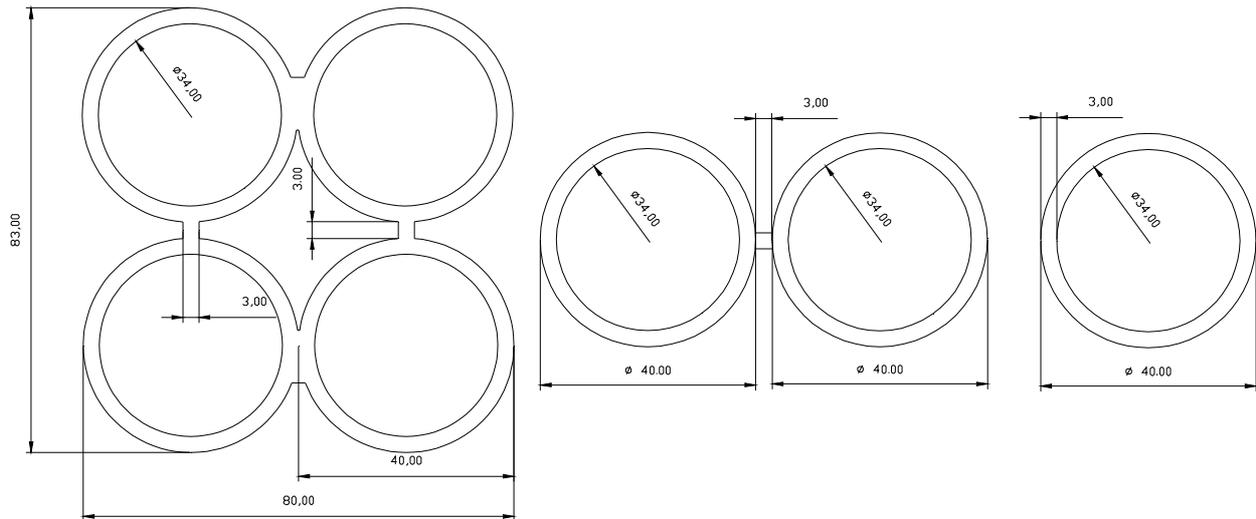


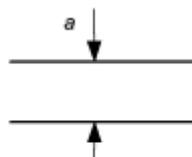
Fig. 4: Dimensiones del monotubo, bitubo y cuatritubo.

Las dimensiones y tolerancias del monotubo o de cada conducto que constituye el bitubo o cuatritubo serán las indicadas en la siguiente tabla:

Díámetro exterior nominal de cada tubo (mm)	Tolerancia diámetro exterior (mm)	Espesor nominal pared de cada tubo (mm)	Tolerancia espesor pared (mm)	Ovalación (%)	Color
40	+ 0,4 - 0,0	3	+ 0,3 - 0,0	≤3	Verde

La verificación del diámetro exterior se realizará mediante la medición de dos diámetros perpendiculares en la misma sección y calculando el valor promedio. La medición del diámetro exterior se realizará mediante un calibre o cualquier otro método adecuado.

La verificación del espesor se realizará tomando medidas en cuatro sitios, aproximadamente igualmente espaciados, alrededor de los 360° del tubo, y se calcula el valor medio tal como sigue:



$$E = \text{Valor medio medido espesor} = \frac{\sum_1^4 a}{4}$$

Fig. 5: Detalle medida espesor tubo.

La verificación del diámetro exterior y del espesor se deberá realizar al inicio y al final de todas las bobinas de monotubo, bitubo o cuatritubo. En el caso del bitubo o cuatritubo se deberán verificar todos los conductos que lo constituyen.

**Determinación de la temperatura de reblandecimiento vicat.**Código:
ET203Edición:
2 /03.10.16Cancela a:
1 /14.02.14

Este ensayo se realizará según la Norma UNE-EN ISO 306 mediante el método A50.

Las dimensiones de las probetas serán como mínimo de 10 mm x 10 mm, y el espesor entre 3 y 6 mm.

Cuando el espesor de pared del tubo o del accesorio a ensayar sea superior a 6 mm, deberá reducirse dicho espesor hasta alcanzar un valor comprendido entre 3 y 6 mm, debiendo mecanizarse únicamente la superficie exterior utilizando la herramienta apropiada.

Si el espesor de la probeta es inferior a 3 mm, ésta deberá estar formada por dos o más trozos de material superpuestos, de manera que se obtenga un espesor total de, como mínimo, 3 mm; el trozo inferior de material servirá de base y deberá ser aplanado, para lo que se recomienda calentarlo a 140 °C durante 15 minutos, colocando sobre él una placa metálica hasta conseguir la forma deseada. El trozo superior deberá dejarse tal y como se cortó.

La punta de penetración del aparato de ensayo deberá estar situada, como mínimo, a 3 mm de los bordes de la probeta.

Todas las medidas se realizarán por duplicado.

En el caso de los accesorios, se ensayarán dos probetas extraídas por corte de la pared de la zona de unión con el tubo, cuidando que la probeta esté libre de líneas de soldadura.



Fichas técnicas

Código:
ET203Edición:
2 /03.10.16Cancela a:
1 /14.02.14

**MONOTUBO TELECOMUNICACIONES PEAD 1x40x3 mm
BOBINA 1000 m**

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

MONOTUBO TELECOMUNICACIONES PEAD 1x40x3 mm 1000 m
Dato fabricante

2. Características constructivas:

- Color
- Interior
- Diámetro nominal
- Espesor nominal pared
- Temperatura de utilización en régimen permanente
- Temperatura VICAT
- Resistencia a compresión
- Resistencia al impacto
- Alargamiento a la rotura
- Resistencia a la tracción
- Resistencia a la presión hidrostática 20 °C
- Resistencia a la presión interna al aire
- Rigidez dieléctrica
- Peso
- Marcado según fabricante

Verde	
Estriado siliconado	
40 mm	+ 0,4 mm
	- 0,0 mm
3 mm	+ 0,3 mm
	- 0,0 mm
-5 °C a 60 °C	
≥ 110 °C	
≥ 450 N	
≥ 15 J	
≥ 350 %	
≥ 20 MPa	
Esfuerzo tangencial ≥ 10 MPa	
10 bares sin pérdida de presión durante 1 hora	
≥ 20 kV/mm	
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud bobina
- Diámetro interior de la bobina
- Diámetro exterior de la bobina
- Ancho de la bobina
- Peso de la bobina

1000	m
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg



Fichas técnicas

Código:
ET203

Edición:
2 /03.10.16

Cancela a:
1 /14.02.14

BITUBO TELECOMUNICACIONES PEAD 4x40x3 mm
BOBINA 500 m

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

BITUBO TELECOMUNICACIONES PEAD 2x40x3 mm 500 m	
Dato fabricante	

2. Características constructivas:

- Color
- Interior
- Diámetro nominal cada tubo
- Espesor nominal pared cada tubo
- Temperatura de utilización en régimen permanente
- Temperatura VICAT
- Resistencia a compresión (cada tubo)
- Resistencia al impacto (conjunto)
- Alargamiento a la rotura
- Resistencia a la tracción
- Resistencia a la presión hidrostática 20 °C
- Resistencia a la presión interna al aire
- Rigidez dieléctrica
- Peso
- Marcado según fabricante

Verde	
Estriado siliconado	
40 mm	+ 0,4 mm - 0,0 mm
3 mm	+ 0,3 mm - 0,0 mm
-5 °C a 60 °C	
≥ 110 °C	
≥ 450 N	
≥15 J	
≥ 350 %	
≥ 20 MPa	
Esfuerzo tangencial ≥ 10 MPa	
10 bares sin pérdida de presión durante 1 hora	
≥ 20 kV/mm	
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud bobina
- Diámetro interior de la bobina
- Diámetro exterior de la bobina
- Ancho de la bobina
- Peso de la bobina

500	m
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Inscripción nº 2222/2021. Colegiado: NICO LAS CIENCIAS PEAD S.L.L.O. No Colegiado: 18068. Colegiado: NICO LAS CIENCIAS PEAD S.L.L.O. Verificación: 915311791



Fichas técnicas

Código:
ET203Edición:
2 /03.10.16Cancela a:
1 /14.02.14

**CUATRITUBO TELECOMUNICACIONES PEAD 4x40x3 mm
BOBINA 300 m**

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

CUATRITUBO TELECOMUNICACIONES PEAD 4x40x3 mm 300 m
Dato fabricante

2. Características constructivas:

- Color
- Interior
- Diámetro nominal cada tubo
- Espesor nominal pared cada tubo
- Temperatura de utilización en régimen permanente
- Temperatura VICAT
- Resistencia a compresión (cada tubo)
- Resistencia al impacto (conjunto)
- Alargamiento a la rotura
- Resistencia a la tracción
- Resistencia a la presión hidrostática 20 °C
- Resistencia a la presión interna al aire
- Rigidez dieléctrica
- Peso
- Marcado según fabricante

Verde	
Estriado siliconado	
40 mm	+ 0,4 mm
	- 0,0 mm
3 mm	+ 0,3 mm
	- 0,0 mm
-5 °C a 60 °C	
≥ 110 °C	
≥ 450 N	
≥28 J	
≥ 350 %	
≥ 20 MPa	
Esfuerzo tangencial ≥ 10 MPa	
10 bares sin pérdida de presión durante 1 hora	
≥ 20 kV/mm	
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud bobina
- Diámetro interior de la bobina
- Diámetro exterior de la bobina
- Ancho de la bobina
- Peso de la bobina

300	m
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg



Fichas técnicas

Código:
ET203Edición:
2 /03.10.16Cancela a:
1 /14.02.14

MANGUITO MONOTUBO TELECOMUNICACIONES PEAD 1x40x3 mm

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

MANGUITO MONOTUBO TELECOMUNICACIONES PEAD 1x40x3 mm
Dato fabricante

2. Características constructivas:

- Color
- Material
- Tubo a unir
- Diámetro nominal monotubo a unir
- Espesor nominal pared monotubo a unir
- Resistencia a la presión interna al aire
- Marcado según fabricante

Negro	
Polipropileno	
Monotubo PEAD 1x40x3 mm	
40 mm	+ 0,4 mm - 0,0 mm
3 mm	+ 0,3 mm - 0,0 mm
10 bares sin pérdida de presión durante 1 hora	
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Unidades por embalaje
- Instrucciones montaje incluidas
- Dimensiones embalaje
- Peso

1 Ud.	
Si	
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg

**Ensayo presión interna al aire**Código:
ET203Edición:
2 /03.10.16Cancela a:
1 /14.02.14

El ensayo de presión interna al aire tiene por objeto garantizar que el monotubo, bitubo y cuatritubo con sus correspondientes manguitos de unión soportan una presión interna de aire de 10 bares que permita el tendido de los cables de telecomunicaciones mediante la técnica de “soplado”.

1. Ensayo de tipo en monotubos, bitubos y cuatritubos.

Este ensayo consiste en taponar ambos extremos de la bobina de monotubo, bitubo o cuatritubo e introducir por cada conducto aire a la presión de 10 bares durante 1 hora. Si la presión se mantiene constante y por lo tanto no se produce ninguna pérdida de aire el ensayo se considerará satisfactorio.

En las siguientes figuras se muestran a modo de ejemplo los tapones para realizar el ensayo de presión interna al aire en el cuatritubo.



Fig. 6: Tapón sin entrada de aire.



Fig. 7: Tapón con entrada de aire.

Por medidas de seguridad el ensayo se deberá realizar con la bobina en el interior de una caseta que permanecerá cerrada durante el ensayo. En la siguiente figura se puede observar a modo de ejemplo una bobina de cuatritubo en el interior de la caseta.



Fig. 8: Bobina de cuatritubo en interior de caseta de ensayo presión interna al aire.

En el caso del bitubo y cuatritubo se deberá aplicar, durante 1 hora, la presión de aire de 10 bares de forma independiente a cada uno de los conductos que lo constituyen.

**Ensayo presión interna al aire**Código:
ET203Edición:
2 /03.10.16Cancela a:
1 /14.02.14

La presión de aire se aplicará mediante un compresor de aire que deberá disponer de un manómetro para controlar la presión de ensayo.



Fig. 9: Manómetro compresor de aire.

2. Ensayo de recepción en monotubos, bitubos y cuatritubos.

Este ensayo se realizará igual que el ensayo de tipo en monotubos, bitubos y cuatritubos descrito en el apartado anterior con la única diferencia que la presión de aire de 10 bares se deberá mantener durante 5 minutos.

En el caso del bitubo y cuatritubo se deberá aplicar, durante 5 minutos, la presión de aire de 10 bares de forma independiente a cada uno de los conductos que lo constituyen.

3. Ensayo de tipo en manguitos de unión.

Este ensayo consiste en unir dos tramos de aproximadamente 1 metro de monotubo, bitubo o cuatritubo con su correspondiente manguito de unión, taponar ambos extremos de monotubo, bitubo o cuatritubo e introducir por cada conducto aire a la presión de 10 bares durante 1 hora. Si la presión se mantiene constante y por lo tanto no se produce ninguna pérdida de aire el ensayo se considerará satisfactorio.

Ensayo mandriladoCódigo:
ET203Edición:
2 /03.10.16Cancela a:
1 /14.02.14

El ensayo de mandrilado tiene por objeto garantizar que no hay impurezas en el interior del monotubo o de cada conducto que constituyen el bitubo o cuatritubo que puedan dificultar o impedir el paso del cable de telecomunicaciones en su posterior instalación en obra.

Este ensayo consistirá en introducir un mandril tipo bola o uno similar al mostrado en la siguiente figura:

**Fig. 10: Mandriles.**

El diámetro exterior de la parte rígida del mandril deberá ser como mínimo 25 mm.

Toda bobina de monotubo, bitubo o cuatritubo deberá ser mandrilada según el procedimiento que se explica a continuación. En el caso de los bitubos y cuatritubos se realizará el mandrilado de todos los conductos que lo constituyen.

- 1) En un extremo de la bobina se instalará un tapón curvado para recoger el mandril e impedir que salga disparado como un proyectil.

**Fig. 11: Colocación tapón mandrilado.**

- 2) En el otro extremo de la bobina se coloca el mandril.

**Fig. 12: Colocación mandriles.**

**Ensayo mandrilado**Código:
ET203Edición:
2 /03.10.16Cancela a:
1 /14.02.14

- 3) En el otro extremo de la bobina, a través de un tapón que permite introducir aire a presión, se inyecta aire desplazándose el mandril por toda la bobina.



Fig. 13: Tapón con válvula de inserción de aire.

En el caso del bitubo y cuatritubo el mandrilado se debe realizar a cada uno de los conductos que lo constituyen.

En el caso del ensayo de tipo para los manguitos de unión el ensayo consistirá en conectar dos bobinas mediante el manguito de unión y realizar el mismo procedimiento de mandrilado explicado anteriormente.

TÍTULO:**Tubos de perforaciones dirigidas para líneas subterráneas****DATOS DE CONTROL:**Código:
ET204Edición:
1/28.02.14

Cancela a:

Unidades implicadas: **Dirección General de Transporte****GESTIÓN DE LA NORMA:**Responsabilidad:
Dirección de Ingeniería y ConstrucciónAprobación:
Dirección General de TransporteDifusión y control:
Dirección Corporativa de Comunicación y Responsabilidad Corporativa

Firma:

Firma:

Firma y fecha: **28.05.14****DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO**

Esta especificación contiene las condiciones técnicas y de suministro de los tubos de Polietileno (PE) lisos destinados a las perforaciones horizontales dirigidas, y que RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA (REE) utilizará en sus líneas subterráneas.

Las Condiciones Generales de Contratación serán las establecidas con carácter general por REE para regular la adquisición de bienes o prestación de servicios.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Los tubos estarán fabricados en polietileno de alta densidad (PEAD) tipo PE 100, serán de color negro con bandas rojas, sus características mecánicas según la Norma EN 12201-2 y sus dimensiones serán las indicadas en el anexo 2: "Dimensiones".

El (los) compuesto(s) utilizado(s) para fabricar los tubos debe(n) ajustarse a la Norma EN 12201-1. El proveedor de la materia prima deberá disponer de certificado de calidad AENOR u otra entidad acreditada para emitir certificados de calidad.

Las superficies interna y externa de los tubos deben presentar un aspecto liso y estar limpias y exentas de marcas, cavidades y otros defectos superficiales de tamaño tal que pudieran causar heridas a instaladores o dañar las superficies de otros tubos de PE o las cubiertas de los cables aislados.

Los extremos del tubo deben cortarse de forma limpia y perpendicular al eje del mismo.

La unión de los tubos se realizará mediante soldadura a tope, calentando los extremos de los tubos mediante una placa calefactora y aplicando una presión de acuerdo con la dimensión del tubo a soldar. No se usarán elementos adicionales de unión.

Los tubos se suministrarán en barras de 13 m, excepto los tubos de diámetro nominal 40 mm que se suministrarán en rollo de longitud a definir según las necesidades de cada proyecto.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 2 de 6

**Tubos de perforaciones
dirigidas para líneas
subterráneas**

Código:
ET204

Edición:
1/ 28.02.14

Cancela a:

Los tubos que se suministren en rollo no podrán soldarse durante su proceso de fabricación, es decir, deberán producirse en una única pieza.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y FÍSICAS

- Resistencia hidrostática a 20°C y 80°C: Los tubos deben cumplir con los ensayos de la Tabla 3 “Características mecánicas” de la Norma UNE 12201-2, sin fallo de ninguna probeta.
- Alargamiento a la rotura: $\geq 350\%$.
- Índice de fluidez en masa IFM para PE 100: Tras el procesado del tubo, una desviación máxima del IFM de $\pm 20\%$ respecto al valor medido del compuesto en forma de granza utilizado para fabricar el tubo.
- Tiempo de inducción a la oxidación: ≥ 20 min.
- Temperatura de reblandecimiento VICAT: mayor o igual a 110°C.

ENSAYOS DE TIPO

Los ensayos de tipo deben efectuarse con el fin de demostrar que las características de los tubos cumplen satisfactoriamente con los requerimientos de la presente especificación. Una vez que estos ensayos se han realizado exitosamente, no es necesario repetirlos, a menos que se introduzcan modificaciones en los materiales del tubo, o en los procesos de diseño o fabricación que pudieran modificar sus características.

Un certificado de ensayos de tipo firmado por el representante de una entidad competente, o un informe del fabricante mostrando los resultados del ensayo y firmado por el responsable habilitado, o un certificado de ensayo de tipo de un laboratorio de ensayos independientes, serán aceptados como verificación de la ejecución de los ensayos de tipo.

Todos los equipos de Inspección, Medición y Ensayo utilizados por el suministrador para demostrar la conformidad del producto con los requisitos especificados deberán ser calibrados o verificados. Los equipos seleccionados deben utilizarse de forma que se asegure que la incertidumbre de la medida sea conocida y compatible con la aptitud requerida en materia de mediciones.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 3 de 6

**Tubos de perforaciones
dirigidas para líneas
subterráneas**Código:
ET204Edición:
1/ 28.02.14

Cancela a:

Se realizarán los ensayos de tipo que se indican en la siguiente tabla:

Ensayo	Parámetros de ensayo	Método	Valores
Aspecto y marcas	1 longitud de tubo	Visual	Apdo. "Características técnicas" y Apdo. "Marcas" de la presente ET.
Dimensional: Diámetro ext. medio	Según norma UNE EN 12201	UNE EN 12201	Anexo 2: "Dimensiones".
Dimensional: Espesor pared mínimo	Según norma UNE EN 12201	UNE EN 12201	Anexo 2: "Dimensiones".
Dimensional: Espesor pared máximo	Según norma UNE EN 12201	UNE EN 12201	Anexo 2: "Dimensiones".
Dimensional: Ovalación	Según norma UNE EN 12201	UNE EN 12201	Anexo 2: "Dimensiones".
Resistencia hidrostática 20°C y 100 h	Según norma UNE EN 12201 $\sigma = 12 \text{ MPa}$	EN ISO 1167-1 y EN ISO 1167-2	Sin fallo de ninguna probeta.
Resistencia hidrostática 80°C y 165 h	Según norma UNE EN 12201 $\sigma = 5,4 \text{ MPa}$	EN ISO 1167-1 y EN ISO 1167-2	Sin fallo de ninguna probeta.
Resistencia hidrostática 80°C y 1000 h	Según norma UNE EN 12201 $\sigma = 5 \text{ MPa}$	EN ISO 1167-1 y EN ISO 1167-2	Sin fallo de ninguna probeta.
Alargamiento a la rotura	Según norma UNE EN 12201	EN ISO 6259-1 e ISO 6259-3	$\geq 350\%$
Índice de fluidez en masa PE 100	Según norma UNE EN 12201- 2	EN ISO 1133	$\pm 20\%$ respecto a la materia prima.
Tiempo inducción a la oxidación	Según norma UNE EN 12201	ISO 11357-6	$\geq 20 \text{ min}$
Temperatura de reblandecimiento VICAT	1 trozo de tubo	Anexo 3	$\geq 110 \text{ °C}$



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 4 de 6

Tubos de perforaciones dirigidas para líneas subterráneas

Código:
ET204

Edición:
1/ 28.02.14

Cancela a:

ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Se realizarán los ensayos de recepción establecidos en el procedimiento de calidad de cada fabricante, certificado por AENOR u otra entidad acreditada para emitir certificados de calidad. Dicho procedimiento de calidad deberá contemplar al menos los siguientes ensayos:

- Aspecto y verificación de marcas (examen visual).
- Medición del diámetro exterior medio según Anexo 2: "Dimensiones".
- Medición del espesor de pared mínimo y máximo según Anexo 2: "Dimensiones".
- Medición de la ovalación según Anexo 2: "Dimensiones".
- Alargamiento a la rotura: $\geq 350\%$.
- Índice de Fluidez: $\pm 20\%$ respecto a la materia prima.

Criterio de aceptación

Podrá rechazarse el lote completo si tan solo una de las muestras examinadas y medidas no cumple con los ensayos indicados anteriormente. En tal caso se dará al fabricante la opción de efectuar una selección del lote y presentarlo de nuevo a recepción.

Red Eléctrica:

- Se reserva el derecho de añadir/excluir algún ensayo del control de calidad en función del proceso de fabricación o resultados obtenidos en los ensayos.
- Durante la construcción de cualquiera de sus líneas subterráneas, se reserva el derecho de seleccionar en obra muestras para repetir los ensayos de recepción. Si no se superan los ensayos REE adoptará las medidas que considere oportunas.

CONDICIONES DE TRANSPORTE, EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO

Salvo especificación en contra en el pedido, los tubos se suministrarán en barras de 13 metros de longitud, excepto los tubos de diámetro nominal 40 mm que se suministrarán en rollo. Las longitudes de los rollos se definirán en el pedido. Los tubos que se suministren en rollo no podrán soldarse durante su proceso de fabricación, es decir, deberán producirse en una única pieza.

Excepcionalmente se podrán suministrar tubos en barras de longitud inferior a 13 m. si no fuese posible su transporte al lugar de instalación.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 5 de 6

**Tubos de perforaciones
dirigidas para líneas
subterráneas**

Código:
ET204

Edición:
1/ 28.02.14

Cancela a:

MARCAS

Todos los tubos deben marcarse a lo largo de su longitud completa de forma permanente y legible sin aumentos, siendo la frecuencia de marcado no inferior a una vez por metro.

Si se utiliza un proceso de impresión, el color de la información impresa deber ser distinto del color básico del producto.

El marcado mínimo requerido debe contener la siguiente información:

- REE - ET204.
- Nombre o marca del fabricante.
- Material y designación.
- Diámetro nominal (mm) x Espesor nominal (mm).
- Serie SDR.
- Código de trazabilidad del lote y fecha de fabricación.

INFORMACIÓN A ENTREGAR POR EL SUMINISTRADOR

1.- DOCUMENTACIÓN PARA LA OFERTA

El suministrador adjuntará toda la documentación que considere oportuna para una definición lo más exacta posible de los tubos ofertados, incluyendo como mínimo la que se indica a continuación:

- Fichas técnicas adjuntadas en el anexo 4 de este documento, debidamente cumplimentadas.
- Memoria o folleto descriptivo del tubo ofertado.
- Certificado de calidad AENOR u otra entidad acreditada para emitir certificados de calidad según Norma EN 12201-2.
- Certificado AENOR u otra entidad acreditada para emitir certificados de calidad del Sistema de Gestión de Calidad UNE EN ISO 9001.
- Certificado AENOR u otra entidad acreditada para emitir certificados de calidad del Sistema de Gestión de Calidad UNE EN ISO 14001.
- Certificado de calidad AENOR u otra entidad acreditada para emitir certificados de calidad del proveedor de la materia prima.
- Certificado de ensayos tipo.
- Condiciones de suministro y embalaje para los tubos ofertados (dimensiones y peso del palet o bobina, número de tubos por palet, etc...)



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 6 de 6

**Tubos de perforaciones
dirigidas para líneas
subterráneas**

Código:
ET204

Edición:
1/ 28.02.14

Cancela a:

- P.P.I.: Programa de puntos de inspección o plan de control del suministrador.
- Instrucciones de manipulación e instalación segura.
- Plazo de entrega, a partir de la petición de suministro.
- Condiciones de garantía.
- Lista de excepciones a la especificación, debidamente justificadas.

2.- DOCUMENTACIÓN FINAL

El suministrador entregará a la recepción del material por REE por lote de fabricación, la documentación que garantice la idoneidad de los materiales y de los procesos utilizados, y deberá contener al menos la siguiente documentación:

- Certificado de calidad de la materia prima según Norma EN 12201-1. El proveedor de la materia prima deberá disponer de certificado de calidad AENOR u otra entidad acreditada para emitir certificados de calidad.
- Fichas técnicas adjuntadas en el anexo 4 de este documento, debidamente cumplimentadas.
- Certificados de ensayos de recepción.

**Normativa aplicable.**Código:
ET204Edición:
1 / 28.02.14

Cancela a:

NORMATIVA APLICABLE

Código de la norma	Título de la norma
EN 12201-1	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento a presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.
EN 12201-2	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento a presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.
EN ISO 1167-1	Tubos, accesorios y uniones en materiales termoplásticos para la conducción de fluidos. Determinación de la resistencia a la presión interna. Parte 1: Método general.
EN ISO 1167-2	Tubos, accesorios y uniones en materiales termoplásticos para la conducción de fluidos. Determinación de la resistencia a la presión interna. Parte 1: Preparación de las pruebas de la tuberías.
EN ISO 6259-1	Tubos termoplásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 1: Método general de ensayo.
ISO 6259-3	Tubos termoplásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 3: Tubos en poliolefinas.
EN ISO 1133	Plásticos. Determinación de índice de fluidez de materiales termoplásticos en masa (IFM) y en volumen (IFV).
ISO 11357-6	Plásticos. Calorimetría diferencial de barrido (DSC). Parte 6: Determinación del tiempo de inducción a la oxidación (OIT isoterma) y de la temperatura de inducción a la oxidación (OIT dinámica).
EN ISO 3126	Sistemas de canalización en materiales plásticos. Componentes de materiales plásticos. Determinación de las dimensiones.
EN ISO 306	Plásticos. Materiales termoplásticos. Determinación de la temperatura de reblandecimiento VICAT (VST).



Dimensiones

Código:
ET204Edición:
1 / 28.02.14

Cancela a:

Las dimensiones de los tubos PE 100 deben de estar de acuerdo con la siguiente tabla:

Diámetro Nominal (mm)	Diámetro exterior nominal (mm)	Diámetro exterior medio (mm)		Ovalación máxima (mm)	SDR 17 Espesor de la pared (mm)		SDR 11 Espesor de la pared (mm)		SDR 7,4 Espesor de la pared (mm)	
		Mín.	Máx.		E _{min}	E _{max}	E _{min}	E _{max}	E _{min}	E _{max}
40	40	40	40,4	1,4	2,4	2,8	3,7	4,2	5,5	6,2
50	50	50	50,4	1,4	3,0	3,4	4,6	5,2	6,9	7,7
63	63	63	63,4	1,5	3,8	4,3	5,8	6,5	8,6	9,6
75	75	75	75,5	1,6	4,5	5,1	6,8	7,6	10,3	11,5
90	90	90	90,6	1,8	5,4	6,1	8,2	9,2	12,3	13,7
110	110	110	110,7	2,2	6,6	7,4	10	11,1	15,1	16,8
125	125	125	125,8	2,5	7,4	8,3	11,4	12,7	17,1	19,0
140	140	140	140,9	2,8	8,3	9,3	12,7	14,1	19,2	21,3
160	160	160	161,0	3,2	9,5	10,6	14,6	16,2	21,9	24,2
180	180	180	181,1	3,6	10,7	11,9	16,4	18,2	24,6	27,2
200	200	200	201,2	4,0	11,9	13,2	18,2	20,2	27,4	30,3
225	225	225	226,4	4,5	13,4	14,9	20,5	22,7	30,8	34,0
250	250	250	251,5	5,0	14,8	16,4	22,7	25,1	34,2	37,8
280	280	280	281,7	9,8	16,6	18,4	25,4	28,1	38,3	42,3
315	315	315	316,9	11,1	18,7	20,7	28,6	31,6	43,1	47,6
355	355	355	357,2	12,5	21,1	23,4	32,2	35,6	48,5	53,5
400	400	400	402,4	14,0	23,7	26,2	36,3	40,1	54,7	60,3
450	450	450	452,7	15,6	26,7	29,5	40,9	45,1	61,5	67,8
500	500	500	503	17,5	29,7	32,8	45,4	50,1	-	-
560	560	560	563,4	19,6	33,2	36,7	50,8	56	-	-
630	630	630	633,8	22,1	37,4	41,3	57,2	63,1	-	-
710	710	710	716,4	24,9	42,1	46,5	-	-	-	-

Siendo de utilidad las siguientes definiciones:

- **Ovalación:** Diferencia entre el diámetro exterior máximo y el diámetro mínimo en la misma sección transversal del tubo.
- **Relación de dimensiones normalizada, SDR:** Designación numérica de una serie de tubos, que es un número convenientemente redondeado, aproximadamente igual a la relación entre el diámetro exterior nominal y el espesor de pared nominal.

**Determinación de la temperatura de reblandecimiento vicat.**Código:
ET204Edición:
1 / 28.02.14

Cancela a:

Este ensayo se realizará según la Norma UNE-EN ISO 306:2005 según método A50.

Las dimensiones de las probetas serán como mínimo de 10 mm x 10 mm, y el espesor entre 3 y 6 mm.

Cuando el espesor de pared del tubo o del accesorio a ensayar sea superior a 6 mm, deberá reducirse dicho espesor hasta alcanzar un valor comprendido entre 3 y 6 mm, debiendo mecanizarse únicamente la superficie exterior utilizando la herramienta apropiada.

Si el espesor de la probeta es inferior a 3 mm, ésta deberá estar formada por dos o más trozos de material superpuestos, de manera que se obtenga un espesor total de, como mínimo, 3 mm; el trozo inferior de material servirá de base y deberá ser aplanado, para lo que se recomienda calentarlo a 140 °C durante 15 minutos, colocando sobre él una placa metálica hasta conseguir la forma deseada. El trozo superior deberá dejarse tal y como se cortó.

La punta de penetración del aparato de ensayo deberá estar situada, como mínimo, a 3 mm de los bordes de la probeta.

Todas las medidas se realizarán por duplicado.

En el caso de los accesorios, se ensayarán dos probetas extraídas por corte de la pared de la zona de unión con el tubo, cuidando que la probeta esté libre de líneas de soldadura.



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 17 40 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 17 40 MM	
Dato fabricante	

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

	40 mm
	40 mm
	40,4 mm
	1,4 mm
	SDR 17
	2,4 mm
	2,8 mm
	Lisa
	Negro con bandas rojas
	>350%
	± 20% materia prima
	≥ 110 °C
	≥ 20 min
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud del rollo
- Diámetro interior del rollo
- Diámetro exterior del rollo
- Ancho de la rollo
- Peso del rollo

A definir en el pedido	m
A definir en el pedido	mm
A definir en el pedido	mm
A definir en el pedido	mm
A definir en el pedido	kg



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 11 40 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 11 40 MM	
Dato fabricante	

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

	40 mm
	40 mm
	40,4 mm
	1,4 mm
	SDR 11
	3,7 mm
	4,2 mm
	Lisa
	Negro con bandas rojas
	>350%
	± 20% materia prima
	≥ 110 °C
	≥ 20 min
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud del rollo
- Diámetro interior del rollo
- Diámetro exterior del rollo
- Ancho de la rollo
- Peso del rollo

A definir en el pedido	m
A definir en el pedido	mm
A definir en el pedido	mm
A definir en el pedido	mm
A definir en el pedido	kg



Fichas Técnicas.

Código:
ET204

Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 17 110 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 17 110 MM	
Dato fabricante	

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

110 mm	
110 mm	
110,7 mm	
2,2 mm	
SDR 17	
6,6 mm	
7,4 mm	
Lisa	
Negro con bandas rojas	
>350%	
± 20% materia prima	
≥ 110 °C	
≥ 20 min	
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

13 m	
Dato fabricante	kg

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: Nº 2022/2184, Fecha Visado: 20/05/2022, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Para comprobar su validez: https://www.coim.es/verificacion, Cod. Ver: 91531979.



Fichas Técnicas.

Código:
ET204

Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 11 110 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 11 110 MM	
Dato fabricante	

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

110 mm	
110 mm	
110,7 mm	
2,2 mm	
SDR 11	
10 mm	
11,1 mm	
Lisa	
Negro con bandas rojas	
>350%	
± 20% materia prima	
≥ 110 °C	
≥ 20 min	
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

13 m	
Dato fabricante	kg

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: Nº 2022/2184, Fecha Visado: 20/05/2022, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Colegiador: 38068, Colegiado: NICDAS CLERCA PIAOITLLO, Para comprobar su validez: <https://www.coim.es/verificacion>, Cod. Ver: 91531979.



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 17 125 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 17 125 MM	
	Dato fabricante

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluides Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

	125 mm
	125 mm
	125,8 mm
	2,5 mm
	SDR 17
	7,4 mm
	8,3 mm
	Lisa
	Negro con bandas rojas
	>350%
	± 20% materia prima
	≥ 110 °C
	≥ 20 min
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

	13 m
Dato fabricante	kg



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 11 125 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 11 125 MM	
Dato fabricante	

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

125 mm	
125 mm	
125,8 mm	
2,5 mm	
SDR 11	
11,4 mm	
12,7 mm	
Lisa	
Negro con bandas rojas	
>350%	
± 20% materia prima	
≥ 110 °C	
≥ 20 min	
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

13 m	
Dato fabricante	kg



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 17 160 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 17 160 MM	
Dato fabricante	

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

160 mm	
160 mm	
161 mm	
3,2 mm	
SDR 17	
9,5 mm	
10,6 mm	
Lisa	
Negro con bandas rojas	
>350%	
± 20% materia prima	
≥ 110 °C	
≥ 20 min	
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

13 m	
Dato fabricante	kg



Fichas Técnicas.

Código:
ET204

Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 11 160 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 11 160 MM	
Dato fabricante	

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

160 mm	
160 mm	
161 mm	
3,2 mm	
SDR 11	
14,6 mm	
16,2 mm	
Lisa	
Negro con bandas rojas	
>350%	
± 20% materia prima	
≥ 110 °C	
≥ 20 min	
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

13 m	
Dato fabricante	kg

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid, España, Nº 2022/2184, Fecha Votado: 20/05/2022, Financiado Electrónicamente por el COIIM, Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/verificacion>, Cód. Ver: 91531979.



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 7,4 160 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 7,4 160 MM	
	Dato fabricante

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

	160 mm
	160 mm
	161 mm
	3,2 mm
	SDR 7,4
	21,9 mm
	24,2 mm
	Lisa
	Negro con bandas rojas
	>350%
	± 20% materia prima
	≥ 110 °C
	≥ 20 min
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

	13 m
Dato fabricante	kg



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 17 200 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 17 200 MM	
Dato fabricante	

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

	200 mm
	200 mm
	201,2 mm
	4 mm
	SDR 17
	11,9 mm
	13,2 mm
	Lisa
	Negro con bandas rojas
	>350%
	± 20% materia prima
	≥ 110 °C
	≥ 20 min
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

	13 m
Dato fabricante	kg



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 11 200 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 11 200 MM	
Dato fabricante	

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

	200 mm
	200 mm
	201,2 mm
	4 mm
	SDR 11
	18,2 mm
	20,2 mm
	Lisa
	Negro con bandas rojas
	>350%
	± 20% materia prima
	≥ 110 °C
	≥ 20 min
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

	13 m
Dato fabricante	kg



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 7,4 200 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 7,4 200 MM	
	Dato fabricante

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

	200 mm
	200 mm
	201,2 mm
	4 mm
	SDR 7,4
	27,4 mm
	30,3 mm
	Lisa
	Negro con bandas rojas
	>350%
	± 20% materia prima
	≥ 110 °C
	≥ 20 min
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

	13 m
Dato fabricante	kg



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 17 250 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 17 250 MM	
Dato fabricante	

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

	250 mm
	250 mm
	251,5 mm
	5 mm
	SDR 17
	14,8 mm
	16,4 mm
	Lisa
	Negro con bandas rojas
	>350%
	± 20% materia prima
	≥ 110 °C
	≥ 20 min
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

	13 m
Dato fabricante	kg



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 11 250 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 11 250 MM	
Dato fabricante	

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

	250 mm
	250 mm
	251,5 mm
	5 mm
	SDR 11
	22,7 mm
	25,1 mm
	Lisa
	Negro con bandas rojas
	>350%
	± 20% materia prima
	≥ 110 °C
	≥ 20 min
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

	13 m
Dato fabricante	kg



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 7,4 250 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 7,4 250 MM	
	Dato fabricante

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

	250 mm
	250 mm
	251,5 mm
	5 mm
	SDR 7,4
	34,2 mm
	37,8 mm
	Lisa
	Negro con bandas rojas
	>350%
	± 20% materia prima
	≥ 110 °C
	≥ 20 min
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

	13 m
Dato fabricante	kg



Fichas Técnicas.

Código:
ET204

Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 17 315 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 17 315 MM	
Dato fabricante	

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

315 mm	
315 mm	
316,9 mm	
11,1 mm	
SDR 17	
18,7 mm	
20,7 mm	
Lisa	
Negro con bandas rojas	
>350%	
± 20% materia prima	
≥ 110 °C	
≥ 20 min	
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

13 m	
Dato fabricante	kg

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: Nº 2022/2184, Fecha Visado: 20/05/2022, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Para comprobar su validez: <https://www.coim.es/verificacion>, Cod. Ver: 91531979.



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 11 315 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 11 315 MM	
	Dato fabricante

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

	315 mm
	315 mm
	316,9 mm
	11,1 mm
	SDR 11
	28,6 mm
	31,6 mm
	Lisa
	Negro con bandas rojas
	>350%
	± 20% materia prima
	≥ 110 °C
	≥ 20 min
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

	13 m
Dato fabricante	kg



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 7,4 315 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 7,4 315 MM	
	Dato fabricante

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

	315 mm
	315 mm
	316,9 mm
	11,1 mm
	SDR 7,4
	43,1 mm
	47,6 mm
	Lisa
	Negro con bandas rojas
	>350%
	± 20% materia prima
	≥ 110 °C
	≥ 20 min
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

	13 m
Dato fabricante	Dato fabricante



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 17 500 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 17 500 MM	
Dato fabricante	

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

	500 mm
	500 mm
	503 mm
	17,5 mm
	SDR 17
	29,7 mm
	32,8 mm
	Lisa
	Negro con bandas rojas
	>350%
	± 20% materia prima
	≥ 110 °C
	≥ 20 min
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

	13 m
Dato fabricante	kg



Fichas Técnicas.

Código:
ET204

Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 11 500 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 11 500 MM	
Dato fabricante	

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

500 mm	
500 mm	
503 mm	
17,5 mm	
SDR 11	
45,4 mm	
50,1 mm	
Lisa	
Negro con bandas rojas	
>350%	
± 20% materia prima	
≥ 110 °C	
≥ 20 min	
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

13 m	
Dato fabricante	kg

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: Nº 2022/2184, Fecha Visado: 20/05/2022, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Colegiador: 38068, Colegiado: NICDAS CLERCA PIAOITLLO, Para comprobar su validez: <https://www.coim.es/verificacion>, Cod. Ver: 91531979.



Fichas Técnicas.

Código:
ET204

Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 17 560 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 17 560 MM	
Dato fabricante	

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

560 mm	
560 mm	
563,4 mm	
19,6 mm	
SDR 17	
33,2 mm	
36,7 mm	
Lisa	
Negro con bandas rojas	
>350%	
± 20% materia prima	
≥ 110 °C	
≥ 20 min	
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

13 m	
Dato fabricante	kg

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: Nº 2022/2184, Fecha Visado: 20/05/2022, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Para comprobar su validez: <https://www.coim.es/verificacion>, Cod. Ver: 91531979.



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 11 560 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 11 560 MM	
Dato fabricante	

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluides Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

	560 mm
	560 mm
	563,4 mm
	19,6 mm
	SDR 11
	50,8 mm
	56 mm
	Lisa
	Negro con bandas rojas
	>350%
	± 20% materia prima
	≥ 110 °C
	≥ 20 min
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
Dato fabricante	

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

	13 m
Dato fabricante	kg



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 17 630 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 17 630 MM	
	Dato fabricante

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

	630 mm
	630 mm
	633,8 mm
	22,1 mm
	SDR 17
	37,4 mm
	41,3 mm
	Lisa
	Negro con bandas rojas
	>350%
	± 20% materia prima
	≥ 110 °C
	≥ 20 min
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
	Dato fabricante

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

	13 m
Dato fabricante	kg



Fichas Técnicas.

Código:
ET204Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 11 630 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 11 630 MM	
	Dato fabricante

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

	630 mm
	630 mm
	633,8 mm
	22,1 mm
	SDR 11
	57,2 mm
	63,1 mm
	Lisa
	Negro con bandas rojas
	>350%
	± 20% materia prima
	≥ 110 °C
	≥ 20 min
Dato fabricante	mm
Dato fabricante	kg/m
	Dato fabricante

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

	13 m
Dato fabricante	kg



Fichas Técnicas.

Código:
ET204

Edición:
1 /28.02.14

Cancela a:

TUBO LISO PE 100 SDR 17 710 MM

1. Designación:

- Designación REE
- Designación fabricante

TUBO LISO PE 100 SDR 17 710 MM
Dato fabricante

2. Características constructivas:

- Diámetro exterior nominal
- Diámetro exterior medio mínimo
- Diámetro exterior medio máximo
- Ovalación máxima
- Serie SDR
- Espesor de pared mínimo en cualquier punto
- Espesor de pared máximo en cualquier punto
- Superficie interior
- Color
- Alargamiento a la rotura
- Índice de Fluidez Masa (IFM)
- Temperatura VICAT
- Tiempo inducción a oxidación
- Radio mínimo de curvatura
- Peso
- Marcado según fabricante

710 mm
710 mm
716,4 mm
24,9 mm
SDR 17
42,1 mm
46,5 mm
Lisa
Negro con bandas rojas
>350%
± 20% materia prima
≥ 110 °C
≥ 20 min
Dato fabricante mm
Dato fabricante kg/m
Dato fabricante

3. Características de suministro:

- Longitud tubo en barra
- Peso bruto de la barra

13 m
Dato fabricante kg

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado Nº 2022/2184, Fecha Visado: 20/05/2022, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Para comprobar su validez: <https://www.coim.es/verificacion>, Cod. Ver: 91531979.

TÍTULO:
DATOS DE CONTROL:

Tendido de cables de líneas eléctricas subterráneas de transporte en banco de tubos

Código:
ET154

Edición:
3/ 17.10.11

Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09

Unidades Implicadas: **Dirección de Construcción**

GESTIÓN DE LA NORMA:

Responsabilidad:
Dirección de Construcción

Aprobación:
Dirección de Construcción

Difusión y control:
Dirección de Responsabilidad Corporativa y Relaciones Institucionales

Firma:

Firma:

Firma y fecha: **19.12.11**

OBJETO

Describir las condiciones que han de cumplirse en los trabajos de tendido de los cables de las líneas eléctricas subterráneas de transporte en banco de tubos, así como el transporte y acopio de los materiales necesarios para la realización de estos trabajos.

El alcance de los servicios a los que hace referencia este documento, comprende todos o parte de los siguientes apartados:

- Suministro de materiales, maquinaria, útiles, herramientas y equipos de inspección, medición y ensayo (EIME).
- Gestión de accesos a fincas de particulares.
- Montaje y desmontaje de los accesorios de tendido.
- Descarga y transporte de bobinas.
- Tendido de los cables de potencia, tierra y telecomunicaciones.
- Ensayo de tensión de cubierta al finalizar el tendido de los conductores.
- Colocación de accesorios.
- Conexión y medición de puesta a tierra.
- Operaciones complementarias.

ACTIVIDADES Y TAREAS

PASO	UNIDAD RESPONSABLE	ACTIVIDADES
10	Departamento de Apoyo a la Construcción	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enviar la documentación constructiva al/los contratista/as adjudicatario/os de la instalación y a la dirección técnica.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 2 de 3

Tendido de cables de líneas eléctricas subterráneas de transporte en banco de tubos

Código:
ET154

Edición:
3/ 17.10.11

Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09

- | | | |
|-----|---|---|
| 20 | Contratista adjudicatario | <ul style="list-style-type: none">▪ Proporcionar los materiales para el desarrollo de la actividad.▪ Solicitar al Departamento de Apoyo a la Construcción, en los casos en los que sea preciso, los materiales para el desarrollo de la actividad. |
| 30 | Departamento de Apoyo a la Construcción | <ul style="list-style-type: none">▪ Autorizar la salida de los materiales solicitados, en los casos en los que sea preciso. |
| 40 | Contratista adjudicatario | <ul style="list-style-type: none">▪ Trasladar los materiales a la obra.▪ Trasladar los materiales desde los centros logísticos de Red Eléctrica, en los casos en los que sea preciso, y transportarlos a la obra. |
| 50 | Contratista adjudicatario | <ul style="list-style-type: none">▪ Solicitar las autorizaciones correspondientes para realizar el acopio de bobinas y enviar al Departamento de Apoyo a la Construcción la información relativa al plan de tendido y ubicación máquina de tiro. |
| 60 | Departamento de Apoyo a la Construcción | <ul style="list-style-type: none">▪ Enviar al contratista las autorizaciones necesarias para dar comienzo a los trabajos de acopio de materiales y tendido de conductores. |
| 70 | Contratista adjudicatario / Dirección técnica y supervisión | <ul style="list-style-type: none">▪ Realizar una revisión de todas las herramientas, útiles, maquinaria y EIME a utilizar en el desarrollo de la actividad. |
| 80 | Contratista adjudicatario | <ul style="list-style-type: none">▪ Realizar el acopio de materiales, ubicar la máquina de tiro, rodillos y accesorios así como el mandrilado de la canalización. |
| 90 | Contratista adjudicatario | <ul style="list-style-type: none">▪ Tender la serie de conductores conforme a la documentación constructiva. |
| 100 | Dirección técnica y supervisión | <ul style="list-style-type: none">▪ Comprobar que el tendido de los conductores |



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 3 de 3

Tendido de cables de líneas eléctricas subterráneas de transporte en banco de tubos

Código:
ET154

Edición:
3/ 17.10.11

Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09

cumple con la normativa de Red Eléctrica.

- | | | |
|-----|---------------------------------|---|
| 110 | Contratista adjudicatario | ▪ Cortar y llevar los conductores a su posición final. |
| 120 | Contratista adjudicatario | ▪ Colocar soportes, estructuras y accesorios así como alguna tarea complementaria para dar por finalizada esta actividad. |
| 130 | Dirección técnica y supervisión | ▪ Ratificar que el programa de puntos de inspección (PPI) y los registros generados por el contratista adjudicatario son correctos. |
| 140 | Dirección técnica y supervisión | ▪ Enviar al Departamento de Apoyo a la Construcción el PPI y los registros generados en el proceso de construcción. |

ANEXOS

1. FLUJOGRAMA
2. CONSIDERACIONES PREVIAS Y DE SEGURIDAD
3. TRANSPORTE Y GESTIÓN DE MATERIALES
4. MEDIOS MECÁNICOS Y HERRAMIENTAS
5. ACOPIO DE MATERIALES
6. TENDIDO DE LOS CABLES
7. OPERACIONES COMPLEMENTARIAS
8. DOCUMENTACIÓN DE OBRA
9. EQUIPOS DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y ENSAYO (EIME)
10. PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJOS
11. OTROS REQUISITOS
12. NORMATIVA APLICABLE
13. T185. PROTOCOLO DE INSTALACIÓN DE CABLES EN LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

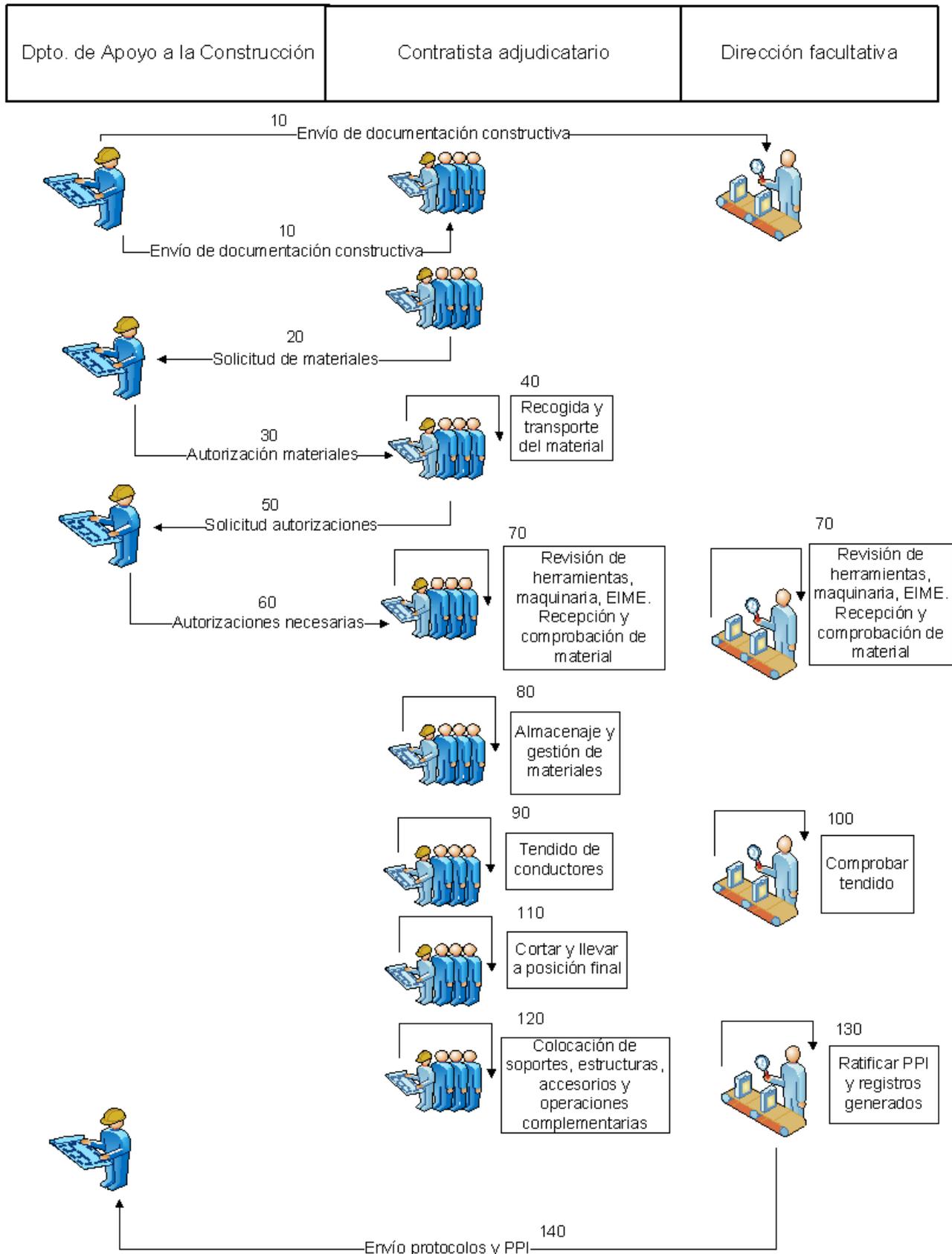


Flujograma

Código:
ET154

Edición:
3/ 17.10.11

Cancela a:
Ed. 2/ 18.12.09



**Consideraciones previas y de seguridad**Código:
ET154Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
Ed. 2/ 18.12.09

Cualquier comunicación que se realice al Departamento de Apoyo a la Construcción debe realizarse a través de construccion@ree.es o de las herramientas corporativas de seguimiento y control de avance de obras.

El contratista adjudicatario está obligado a cumplir y hacer cumplir el procedimiento o plan de seguridad según R.D. 1627/97.

El contratista adjudicatario deberá adoptar las precauciones necesarias para garantizar la seguridad de las personas que transiten por la zona de obras y sus proximidades. Prestará especial atención a la seguridad del tráfico rodado, a las líneas eléctricas provisionales y a las grúas y máquinas cuyo vuelo afecte a vías de comunicación.

Se aplicarán las defensas necesarias contra desprendimientos en laderas, pozos o zanjas.

Todos los equipos de trabajo, propios o alquilados, que el contratista adjudicatario introduzca en la obra tendrán certificado de conformidad con el R.D. 1644/08 (marcado CE) o adecuación según RD 1215/97.

Cualquier modificación del programa de obra de los trabajos tanto en medios humanos como materiales deberá ser autorizada por escrito por el Departamento de Apoyo a la Construcción.

Red Electrica no se responsabilizará de los daños ocasionados a terceros, que excedan de los considerados normales en este tipo de trabajos, los cuales serán responsabilidad y por cuenta del contratista adjudicatario.

Todas las grúas que se utilicen deberán disponer de limitador de carga.

Se interrumpirán los trabajos cuando exista riesgo de tormenta eléctrica en la zona.

El contratista adjudicatario es responsable de orden, limpieza y limitación de uso de suelo de las obras objeto del contrato. Deberá adoptar a este respecto, a su cargo y responsabilidad, las medidas que le sean señaladas por las autoridades competentes y por la representación de Red Electrica para causar los mínimos daños, así como el menor impacto en:

- Caminos, acequias, canales de riesgo y, en general, a todas las obras civiles que cruce la línea o que sea necesaria cruzar y/o utilizar para acceder a las obras.
- Plantaciones agrícolas, pastizales y cualquier masa arbórea o arbustiva.
- Formaciones geológicas, monumentos, yacimientos, reservas naturales, etc.
- Cerramiento de propiedades ya sea natural o de obra, manteniéndolas en todo momento según las instrucciones del propietario, en evitación de la entrada o salida de ganado.

La subcontratación de actividades deberá tener siempre la aprobación previa y por escrito de Red Electrica y seguirá el proceso establecido en la normativa interna de Red Electrica.

El proceso de certificación de los trabajos realizados por el contratista adjudicatario se efectuará según las indicaciones en las guías de cumplimentación del programa de puntos de inspección vigentes.

**Transporte y gestión de materiales**Código:
ET154Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09

Las características del conductor a instalar serán las especificadas en la documentación constructiva.

El contratista adjudicatario será responsable del transporte y acopio de los materiales.

Se cuidará que el material transportado, tanto en la carga como en la descarga, no sufra arañazos o golpes que puedan deteriorarlo. Se tendrá especial cuidado de que los materiales acopiados no estén en contacto con tierras o materias orgánicas.

A requerimiento de Red Electrica, el contratista adjudicatario comunicará al Departamento de Apoyo a la Construcción el material colocado en obra, el inutilizado y el material sobrante.

El material sobrante será gestionado según indicaciones de Red Electrica, siendo por cuenta del contratista adjudicatario, dado el caso, la entrega en los almacenes de Red Electrica que el Departamento de Apoyo a la Construcción le indique, siendo por cuenta del contratista la carga, transporte y descarga.

En el caso de las bobinas de conductor subterráneo, el contratista adjudicatario deberá retirar la bobina vacía a la finalización del tendido, siendo por cuenta de éste la carga, transporte y gestión de la misma.

Se comunicará al Departamento de Apoyo a la Construcción la cantidad del cable sobrante en el plazo máximo de 3 días hábiles desde la finalización del tendido. El Departamento de Apoyo a la Construcción coordinará con el departamento de logística y con el departamento de ingeniería de líneas si el cable sobrante se debe achatarrar o deben ser transportadas al almacén de Red Electrica que determine el departamento de logística.

Si Red Electrica suministrara los materiales, se entregará al contratista adjudicatario una relación de las bobinas a tender, con antelación suficiente, para prever su envío a obra y la aprobación de los planes de tendido correspondientes.

Cualquier diferencia en longitud que el contratista adjudicatario hallara al ser extendido el cable de la bobina, deberá ponerlo en conocimiento del Departamento de Apoyo a la Construcción por escrito de forma inmediata.

El transporte, carga, descarga y manipulación de botellas terminales exteriores, terminales GIS, empalmes, manguitos de empalme, descargadores, elementos de conexión de las puestas a tierra y demás accesorios deberá realizarse según las indicaciones del fabricante, prestando especial atención al peso y dimensiones de los mismos, de forma que se realice con personal suficiente y con medios adecuadamente dimensionados.

La gestión para conseguir el permiso de los propietarios o responsables en el acceso a las zonas de trabajo será responsabilidad del contratista adjudicatario con independencia del apoyo que pueda prestarle Red Eléctrica.



ANEXO 3:

DATOS DE CONTROL:

Página 2 de 2

Transporte y gestión de materiales

Código:
ET154

Edición:
3/ 17.10.11

Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09

El contratista adjudicatario deberá atender las exigencias que impongan los organismos competentes o propietarios en cuanto a horarios y sistemas de seguridad exigidos por éstos, entendiéndose como mínimos los recomendados por el estudio de seguridad de Red Eléctrica para la instalación en cuestión y sin que ello conlleve extra costes para Red Eléctrica. En cualquier caso, éstos deberán estar recogidos en el plan o procedimiento de seguridad.

**Medios mecánicos y herramientas**Código:
ET154Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09

El contratista adjudicatario aportará toda la herramienta necesaria, que estará suficientemente dimensionada, adecuada para el tipo de trabajo a realizar, en previsión de rotura y accidente. El equipo estará compuesto por máquina de frenado, rodillos, cables piloto, cabrestante, mordazas, tiraderas, etc.

El Departamento de Apoyo a la Construcción podrá exigir el cambio de cualquier tipo de herramienta, por no considerarla en buenas condiciones, poco segura o inadecuada para la realización del trabajo a que estén destinadas.

Cabrestantes

Los cabrestantes se utilizarán para tirar de los cables por medio de pilotos auxiliares y estarán accionados por un motor autónomo que deberá permitir el control de la velocidad de tendido y del esfuerzo de tiro. En la placa de características se indicará su fuerza de tracción. Dispondrá de rebobinadora para los cables piloto. También deberá disponer de dispositivo de parada automática e indicador de tiro. Deberá cumplir con lo estipulado en el RD 1215/97, marcado CE o la legislación correspondiente en vigor.

Antes del inicio de los trabajos, se procederá al calibrado del limitador de tiro, el cual se realizará en función de las tracciones a realizar.

Máquina de frenado

La máquina de frenado estará compuesta por un sistema de gatos hidráulicos, eje soporte de bobina y dispositivo hidráulico de frenado.

Los pies de soporte del eje deben estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación.

Todos los elementos estarán dimensionados conforme al trabajo a realizar.

El cable, al salir de la bobina, se mantendrá a la tensión mecánica suficiente para que no se produzcan flojedades y para que el cable no pueda adoptar radios de curvaturas inferiores al mínimo permitido. Deberá disponer de dinamómetro y el sistema de frenado deberá ser adecuado a la bobina a tender. Deberá cumplir con lo estipulado en el RD 1215/97, marcado C1644/08 (marcado CE) o adecuación según RD 1215/97 o la legislación correspondiente en vigor.

El dispositivo de frenado deberá ser reversible y actuar de cabrestante en caso de necesidad.

Rodillos

Los rodillos se utilizarán para favorecer el deslizamiento del cable durante el tendido.

La superficie de los rodillos será lisa, exenta de porosidades, rugosidades y canaladuras.

El diámetro del rodillo será como mínimo 2/3 partes del diámetro del conductor.

**Medios mecánicos y herramientas**Código:
ET154Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09

Cada rodillo estará montado sobre rodamientos blindados y auto lubricados. Si no es así, llevarán dispositivos adecuados para engrase.

Los rodillos deberán tener una base conveniente que impida su vuelco durante el tendido y una garganta apropiada que permita el deslizamiento del cable sin riesgo de su salida o caída.

Las armaduras estarán dispuestas de forma que no puedan existir rozamientos entre éstas y los rodillos y dispondrán de protecciones que eviten daños en el cable por descarrilamiento.

El sistema estará compuesto por tres rodillos, uno principal y dos laterales (perpendiculares al anterior, formando una U), de forma que se evite el posible descarrilamiento del cable.

La ubicación de los rodillos se hará a una distancia que se ajuste a las características del cable (según peso y rigidez axial), evitando vanos significativos que puedan originar flexiones dañinas al cable. Adicionalmente se asegurará que la colocación de rodillos respeta el radio mínimo de curvatura del cable.

Cables piloto

Deberán ser flexibles y anti giratorios, montando además, sobre ellos bulones de rotación para evitar la transmisión de esfuerzos de torsión al cable.

**Acopio de materiales**Código:
ET154Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09**Manipulación de bobinas**

Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales. Este transporte se realizará sobre vehículo.

Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento lateral. Tanto las trabas como las cuñas es conveniente que estén clavadas en el suelo de la plataforma de transporte. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha.

En el caso de que la bobina esté protegida con duelas de madera, debe cuidarse la integridad de las mismas, ya que las roturas suelen producir astillas hacia el interior, con el consiguiente peligro para el cable.

La bobina se suspenderá mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las cadenas o sirgas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos.

Queda terminantemente prohibido rodar las bobinas, ya que deberán ser siempre manipuladas mediante grúas.

Queda terminantemente prohibido el apilamiento de bobinas.

El almacenamiento no debe hacerse sobre suelo blando, y debe evitarse que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos es aconsejable disponer de una aireación adecuada, separando las bobinas entre sí.

Si las bobinas han de estar almacenadas durante un período largo, es aconsejable cubrirlas para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

Manipulación de materiales

El acopio de botellas terminales exteriores, terminales GIS, empalmes, manguitos de empalme, descargadores, elementos de conexión de las puestas a tierra y demás accesorios se realizará de acuerdo a las siguientes indicaciones:

- Se evitará en la medida de lo posible, apilar los materiales, aún cuando se encuentren embalados. En caso de ser necesario dicho apilamiento, se realizará en lugar acorde a las dimensiones y resistencia de los embalajes. En ningún caso deberá realizarse un acopio de material apilado de forma inestable o que pueda generar riesgo alguno para las personas o para los propios materiales.
- El almacenamiento no debe hacerse sobre suelo blando, y debe evitarse que los materiales, aún estando embalados, entren en contacto con agua. En lugares húmedos es aconsejable disponer de una aireación adecuada, separando los materiales entre sí.
- Si los materiales se encuentran acopiados en intemperie, deberán tomarse las medidas oportunas frente a las inclemencias meteorológicas, de forma que se evite cualquier daño por este motivo.

**Tendido de cables**Código:
ET154Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09**Acciones previas**

Antes de iniciar la instalación del cable hay que limpiar el interior del tubo para evitar la presencia de cuerpos extraños, asegurar que no haya cantos vivos, aristas y que los tubos estén sin taponamientos. Con este fin se repetirá la operación de mandrilado de tubos descrita en la normativa interna de Red Eléctrica vigente.

El contratista adjudicatario emplazará los equipos de tendido y de las bobinas, según la planificación de tendido aprobada. Este emplazamiento deberá ser conocido por el departamento de medio ambiente y el departamento de tramitaciones.

Tendido de los cables de potencia

El tendido de los cables consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolos por los rodillos o tubos situados en la canalización. Las bobinas se ubicarán en obra de tal manera que se favorezca a la alineación de tendido.

En el caso de trazado con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Si existen curvas o puntos de paso dificultoso, próximos a uno de los extremos de la canalización, es preferible colocar la bobina en el otro extremo a fin de que durante el tendido quede afectada la menor longitud del cable posible.

Tanto el cabrestante como el freno deberán ser anclados sólidamente para que no se desplacen ni se muevan en las peores condiciones de funcionamiento.

Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar (con la suficiente elevación) se quitarán las duelas de protección, de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar al cable, y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.).

Durante el tendido, en todos los puntos estratégicos, se situarán los operarios necesarios provistos de los medios necesarios para asegurar una comunicación permanente y en disposición de poder realizar maniobras de manera inmediata.

A la salida de la bobina es recomendable colocar un rodillo de mayor anchura con protección lateral para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina.

Si se presentan curvas más pronunciadas es conveniente instalar un mayor número de elementos de rodadura para repartir la presión lateral sobre el mayor número de puntos posibles y evitar concentraciones puntuales perjudiciales para el cable. Adicionalmente y siempre que sea posible, es recomendable utilizar un cabrestante auxiliar a la salida de la curva que reduzca el incremento del esfuerzo de tiro del cabrestante principal.

**Tendido de cables**Código:
ET154Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09

La extracción del cable se realizará por la parte superior de la bobina mediante la rotación de la misma alrededor de su eje y en el sentido indicado por el fabricante.

Durante el tendido hay que proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta. Para conseguirlo se coloca un rodillo a la entrada del tubo, que conduzca el cable por el centro del mismo, o mediante boquillas protectoras.

Deberá comprobarse que en todo momento los cables se deslizan suavemente sobre los rodillos y tubos.

El desenrollado ha de ser lento, para evitar que las capas superiores penetren entre las inferiores debido a la presión con el consiguiente trabado del cable.

La extracción del cable, tirando del mismo, debe estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina. Al dejar de tirar del cable hay que frenar inmediatamente la bobina, ya que de lo contrario la inercia de la bobina hace que ésta siga desenrollando cable, lo que lleva a la formación de un bucle.

Queda terminantemente prohibido someter al cable a esfuerzos de flexión que pueden provocar la deformación permanente del cable, con formación de oquedades en el aislamiento y la rotura o pérdida de sección en las pantallas.

Cualquier deformación en el cable, deberá ser comunicada al Departamento de Apoyo a la Construcción inmediatamente con el fin de tomar las medidas oportunas.

Las bobinas deberán siempre ser tendidas en su totalidad dentro de la jornada de trabajo.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo de la bobina con objeto de detectar los posibles deterioros.

Los valores de tracción y la velocidad del tendido serán los indicados por el fabricante, y no podrán ser rebasados bajo ninguna circunstancia. Será preciso vigilar en todo momento que no se produzcan esfuerzos laterales importantes con las aletas de las bobinas.

La máxima tracción de tendido de los conductores será la especificada por el fabricante y como mínimo la necesaria para que, venciendo la resistencia en la máquina de frenado, puedan desplegarse los cables, debiendo mantenerse constante durante el tendido de estos.

La unión del cable con el piloto se realizará por medio de cabezal de tiro y manguito giratorio. El cabezal será suministrado por el contratista adjudicatario y este deberá ser aprobado por el Departamento de Apoyo a la Construcción.

El cabrestante dispondrá de un mecanismo que interrumpa la tracción automáticamente cuando ésta sobrepase el esfuerzo programado.

Puede disminuirse el rozamiento, y por tanto el esfuerzo de tiro, poniendo grasa neutra en la cubierta exterior del cable, siguiendo las instrucciones del fabricante, antes de introducirlo en el tubo.

Se deberá tener especial cuidado cuando el tendido de la bobina llegue a su final, ya que se deberá tener previsto un sistema, que sujete la cola del cable y a la vez mantenga la tensión de tendido.

**Tendido de cables**Código:
ET154Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09

En el caso de temperaturas inferiores a 5°C el aislamiento de los cables adquiere una cierta rigidez que no permite su manipulación. Así pues, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C no se permitirá hacer el tendido del cable.

Una vez instalado el cable, deben taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases, aguas o roedores, mediante:

- La aplicación de un sellado impermeable con clasificación de resistencia al fuego EI-180 según norma UNE EN 13501-2 (placa de poliestireno extruido de 50 mm + mortero ignífugo en una profundidad de 150 mm tipo Novasit + perfiles de bentonita sódica en una profundidad de 15 mm + sellado final con masilla de poliuretano en una profundidad de 65 mm, previa unión de puente de unión epoxídico).
- Colocación de sistemas pasa muros tipo Roxtec o similar.

La elección de un sistema de sellado u otro deberá ser aprobado por Red Eléctrica.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja, zonas de empalme y terminales, sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Lo mismo es aplicable al extremo de cable que haya quedado en la bobina. Para este cometido, se deberán usar manguitos termo retráctiles.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 2,50 m, ya que al haber sido sometido a mayor esfuerzo, puede presentarse desplazamiento de la cubierta en relación con el resto del cable.

**Operaciones complementarias**Código:
ET154Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09

A medida que se vayan terminando el tendido de los conductores, se irá retirando el material sobrante, así como las bobinas vacías, de manera que estorben el menor tiempo posible al propietario del terreno. Igualmente se procederá a realizar una limpieza a fondo de la zona.

Se taparán todos los hoyos que se hayan realizado en cualquiera de las fases del trabajo.

Se restablecerán las condiciones del entorno a la situación del comienzo de los trabajos.

Paso de aéreo a subterráneo

En el tendido de los cables a lo largo del apoyo, estos irán grapados al mismo, con una separación entre los puntos de fijación tal que garantice la ausencia de desplazamientos de los cables por efectos electromagnéticos. Los cables irán protegidos hasta una altura mínima de 3 metros sobre el suelo mediante una protección de chapa que cubra perfectamente todos los cables.

Tendido de cables de telecomunicaciones

El tendido de este cable se realizará por los tubos previstos a tal efecto en el prisma de tubos y se tendrán presentes en todo momento las especificaciones del fabricante del mismo.

Tendido del cable de tierra y sistema de puestas a tierra

En el caso de conexión a tierra de las pantallas "Single-Point", se tenderá uno o dos cables de cobre aislado de 0,6/1 kV, paralelo a la línea, como unión equipotencial entre los distintos electrodos de puesta a tierra, de forma que garantice el correcto funcionamiento de la instalación. Para el tendido de dicho cable, se han instalado 2 tubos para las líneas de 220 kV y un tubo para las líneas de 66 y 132 kV. Los tubos son de polietileno de alta densidad de doble pared (corrugada la externa y lisa la interna) de 110 mm de diámetro exterior, según la disposición indicada en los planos de Ingeniería de la obra, embridado a los tubos de fase mediante separadores.

La sección del cable será como mínimo igual a la pantalla del cable de potencia. Los electrodos de puesta a tierra estarán constituidos, bien por picas de acero-cobre, bien por conductores de cobre desnudo enterrados horizontalmente, o bien por combinación de ambos.

En las terminaciones en subestaciones o apoyos de paso de aéreo a subterráneo, se conectará la pantalla del cable de potencia al sistema de puesta a tierra de la instalación existente.

Trascanado y bobinado de conductores

Por indicación de Red Eléctrica el sobrante de conductor tras haber finalizado la operación de tendido será arrollado en una sola bobina.

**Documentación en obra**Código:
ET154Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09

El Departamento de Apoyo a la Construcción entregará al contratista adjudicatario y a la dirección técnica antes del inicio de los trabajos, al menos los siguientes documentos:

- Traza 1:50.000.
- Perfil longitudinal y planta parcelaria.
- Sección tipo de la canalización.
- Características y parámetros de tendido para los cables a tender.
- Estudio de seguridad.
- Especificación técnica de las condiciones medioambientales.
- Programa de puntos de inspección personalizado para la actividad.
- Normativa interna de Red Eléctrica aplicable.

Documentación a entregar por el contratista adjudicatario:

- Programa de puntos de inspección y registros generados, completados y firmados:
- Parte de instalación de cables subterráneos según modelo vigente.
- Certificados de calibración de los EIME empleados.
- Protocolo de instalación de cables en líneas subterráneas según modelo T185.
- Programa de obra actualizado.
- Datos para las herramientas corporativas de seguimiento y control de avance de obra.

La documentación generada durante la ejecución de los trabajos se enviará en formato electrónico.



**Equipos de inspección
medición y ensayo**

Código:
ET154

Edición:
3/ 17.10.11

Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09

Los equipos de inspección medición y ensayo necesarios para esta actividad son:

- Termómetro:
 - Resolución de 0.1 °C.
 - Rango: -50 -70°C.

Todos los EIME deberán de ser calibrados anualmente salvo que el periodo de validez de la calibración sea inferior a un año, en cuyo caso se calibrará tantas veces como sea necesario.



ANEXO 10:

DATOS DE CONTROL:

Página 1 de 1

Programación de los trabajos

Código:
ET154

Edición:
3/ 17.10.11

Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09

Previamente al inicio de los trabajos, el contratista adjudicatario deberá preparar una programación de los trabajos a realizar. Esta programación recogerá los medios humanos y materiales a emplear en los trabajos, entregándose al Departamento de Apoyo a la Construcción y a la dirección técnica y supervisión de obra.

Dicha programación deberá recoger como mínimo la duración de las siguientes tareas:

- Trabajos previos.
- Tendido de cable piloto.
- Tendido de conductores y cables.
- Confección de accesorios.

Ante cualquier eventualidad que comprometa la programación de trabajos acordada el contratista adjudicatario enviará al Departamento de Apoyo a la Construcción y a la dirección técnica y supervisión una actualización de esta programación.

**Otros requisitos**Código:
ET154Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09

Además de las garantías previstas en el vigente ordenamiento jurídico, el contratista adjudicatario garantizará todo su trabajo y suministros realizados, por un período de 5 años a partir de la fecha de finalización de los ensayos del cable subterráneo.

La garantía que cubra cualquiera de las partes de la instalación que sea reemplazada o reparada por el contratista adjudicatario bajo las condiciones anteriores, se hará efectiva nuevamente desde la fecha de restitución por el período establecido en las condiciones contractuales del suministro.

La obligación del instalador bajo estas garantías será subsanar, en el menor tiempo posible, todos los defectos de las instalaciones realizadas que produzcan dentro de los 5 primeros años desde la fecha de su puesta en marcha, con tal de que Red Electrica mande al contratista adjudicatario notificación por escrito y pruebas satisfactorias de tal defecto. Si parte de la instalación después de ser ensayada resultase ser defectuosa, el contratista adjudicatario asumirá todos los gastos que origine la reparación del defecto.

**Normativa aplicable**Código:
ET154Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09

Será de aplicación al menos, la siguiente normativa siempre referida a su última edición:

- Real Decreto 1627/97 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- Estudio de seguridad y salud del proyecto
- Procedimiento o plan de seguridad y salud de la obra
- Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación
- R.D 337/2014, de 9 de mayo, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- Real Decreto 223/2008 de 15 febrero, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09

La prevención de riesgos laborales en las obras de construcción se regulará conforme a lo establecido en la normativa interna vigente de Red Eléctrica.

Normativa de Red Eléctrica aplicable, en su última edición en vigor.



T185. Protocolo de instalación de cables en líneas subterráneas

Código:
ET154

Edición:
3/ 17.10.11

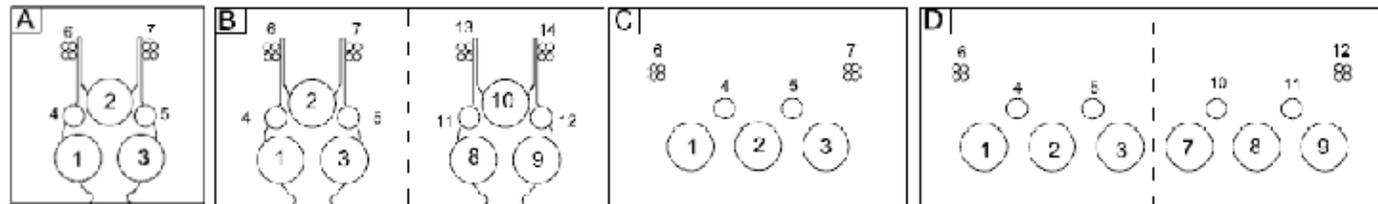
Cancela a:
ET154 Ed. 2/ 18.12.09

	T185. Protocolo de instalación de cables en líneas subterráneas		
	<small>Ed.2 Fecha: 17.10.11</small>		
	Línea:		REE/ROP:
	Proyecto:		Director Técnico:
Grafo:		Contratista:	

Instalación de cables entre Pk. inicial

y Pk. Final.

Se rellenará un protocolo como mínimo cada 50 metros.



Canalización Nº	Disposición (A,B,C,D)	Matrícula	Longitud	Fecha Tendido	Tensión Tendido (kN)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

Canalización Nº	Disposición (A,B,C,D)	Matrícula	Longitud	Fecha Tendido	Tensión Tendido (kN)
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					

Contratista
(Nombre y firma)

VºBº

Director Técnico
(Nombre y Firma)

Aprobado por:

REE/ROP
(Nombre y Firma)

Fecha:

Fecha:

Fecha:

TÍTULO:

Obra civil de líneas eléctricas subterráneas de transporte en banco de tubos en actividades de construcción

DATOS DE CONTROL:

Código:
ET157

Edición:
3/ 17.10.11

Cancela a:
ET157 Ed 2/18.12.09

Unidades Implicadas: **Dirección de Construcción**

GESTIÓN DE LA NORMA:

Responsabilidad:
Dirección de Construcción

Aprobación:
Dirección de Construcción

Difusión y control:
Dirección de Responsabilidad Corporativa y Relaciones Institucionales

Firma:

Firma:

Firma y fecha: **19.12.11**

OBJETO

Describir las condiciones que han de cumplirse en los trabajos de obra civil de líneas eléctricas subterráneas de transporte en banco de tubos, así como el transporte y acopio de los materiales necesarios para la realización de estos trabajos.

El alcance de los servicios a los que hace referencia este documento, comprende todos o parte de los siguientes apartados:

- Suministro de materiales, maquinaria, útiles, herramientas y equipos de inspección, medición ensayo EIME.
- Gestión de accesos a fincas de particulares.
- Ejecución de accesos.
- Transporte, descarga y acopio de los elementos suministrados.
- Montaje y desmontaje de los elementos suministrados.
- Replanteo, excavación y tapado de zanjas.
- Replanteo, colocación y ejecución de cámaras de empalme y de comunicaciones.
- Reposición de firmes y elementos existentes.
- Operaciones complementarias.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 2 de 5

Obra civil de líneas eléctricas subterráneas de transporte en banco de tubos en actividades de construcción

Código:
ET157

Edición:
3/ 17.10.11

Cancela a:
ET157 Ed. 2/ 18.12.09

ACTIVIDADES Y TAREAS

PASO	UNIDAD RESPONSABLE	ACTIVIDADES
10	Departamento de Apoyo a la Construcción	<ul style="list-style-type: none">▪ Enviar la documentación constructiva al contratista adjudicatario de la instalación y a la dirección técnica y supervisión.
20	Contratista adjudicatario	<ul style="list-style-type: none">▪ Proporcionar los materiales para el desarrollo de la actividad.▪ Solicitar al Departamento de Apoyo a la Construcción, en los casos en los que sea preciso, los materiales para el desarrollo de la actividad.
30	Departamento de Apoyo a la Construcción	<ul style="list-style-type: none">▪ Autorizar la salida de los materiales solicitados, en los casos en los que sea preciso.
40	Contratista adjudicatario	<ul style="list-style-type: none">▪ Trasladar los materiales a la obra.▪ Trasladar los materiales desde los centros logísticos de Red Eléctrica, en los casos en los que sea preciso, y transportarlos a la obra.▪ Solicitar las autorizaciones correspondientes para realizar el acopio de materiales.
50	Departamento de Apoyo a la Construcción	<ul style="list-style-type: none">▪ Enviar al contratista las autorizaciones necesarias para dar comienzo a los trabajos.
60	Contratista adjudicatario / Dirección técnica y supervisión	<ul style="list-style-type: none">▪ Realizar una revisión de todas las herramientas, útiles, maquinaria y EIME a utilizar en el desarrollo de la actividad.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 3 de 5

Obra civil de líneas eléctricas subterráneas de transporte en banco de tubos en actividades de construcción

Código:
ET157

Edición:
3/ 17.10.11

Cancela a:
ET157 Ed. 2/ 18.12.09

- | | | |
|----|---------------------------------|---|
| 70 | Contratista adjudicatario | <ul style="list-style-type: none">▪ Realizar sobre el terreno el replanteo de la canalización en banco de tubos así como la ubicación de cámaras y arquetas conforme a la normativa de Red Eléctrica. |
| 80 | Dirección técnica y supervisión | <ul style="list-style-type: none">▪ Comprobar que el replanteo de la canalización así como la ubicación de las cámaras y arquetas cumple con la documentación constructiva y la normativa de Red Eléctrica. |
| 90 | Contratista adjudicatario | <ul style="list-style-type: none">▪ Efectuar la excavación de la canalización conforme a la documentación constructiva y la normativa de Red Eléctrica, utilizando y acondicionando los accesos diseñados o autorizados por Red Eléctrica.▪ Ejecutar la canalización colocando los tubos, soportes, cámaras de empalme y de comunicaciones conforme a la documentación constructiva entregada y a la normativa de Red Eléctrica.▪ Hormigonar la canalización conforme a la documentación constructiva entregada y a la normativa de Red Eléctrica.▪ Realizar el relleno de la zanja, colocación de cintas de señalización y reposición de suelos y pavimentos conforme a la normativa de Red Eléctrica y documentación constructiva.▪ Efectuar el mandrilado de la canalización conforme a la normativa de Red Eléctrica, comprobando la longitud definitiva de la canalización y que la secuencia de fases se corresponde con la documentación constructiva entregada. |



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 4 de 5

Obra civil de líneas eléctricas subterráneas de transporte en banco de tubos en actividades de construcción

Código:
ET157

Edición:
3/ 17.10.11

Cancela a:
ET157 Ed. 2/ 18.12.09

- | | | |
|-----|---------------------------------|---|
| 100 | Dirección técnica y supervisión | ▪ Ratificar que el programa de puntos de inspección PPI y los registros generados por el contratista adjudicatario son correctos. |
| 110 | Dirección técnica y supervisión | ▪ Enviar al Departamento de Apoyo a la Construcción el PPI y los registros generados en el proceso de construcción. |



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 5 de 5

Obra civil de líneas eléctricas subterráneas de transporte en banco de tubos en actividades de construcción

Código:
ET157

Edición:
3/ 17.10.11

Cancela a:
ET157 Ed. 2/ 18.12.09

ANEXOS

1. FLUJOGRAMA
2. CONSIDERACIONES PREVIAS Y DE SEGURIDAD
3. TRANSPORTE, GESTIÓN Y ACOPIO DE MATERIALES
4. MEDIOS MECÁNICOS Y HERRAMIENTAS
5. REPLANTEO Y ACCESOS
6. EXCAVACIÓN
7. COLOCACIÓN DE TUBOS
8. RELLENO Y HORMIGONADO DE ZANJAS
9. REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS Y SUPERFICIES
10. COLOCACIÓN DE CÁMARAS DE EMPALME
11. COLOCACIÓN DE ARQUETAS DE TELECOMUNICACIONES
12. MANDRILADO DE TUBOS
13. OPERACIONES COMPLEMENTARIAS
14. DOCUMENTACIÓN DE OBRA
15. EQUIPOS DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y ENSAYO
16. PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJOS
17. OTROS REQUISITOS
18. NORMATIVA APLICABLE
19. T183. PROTOCOLO DE DISPOSICIÓN DE TUBOS EN PRISMA DE HORMIGÓN
20. T184. PROTOCOLO DE MANDRILADO DE CANALIZACIÓN

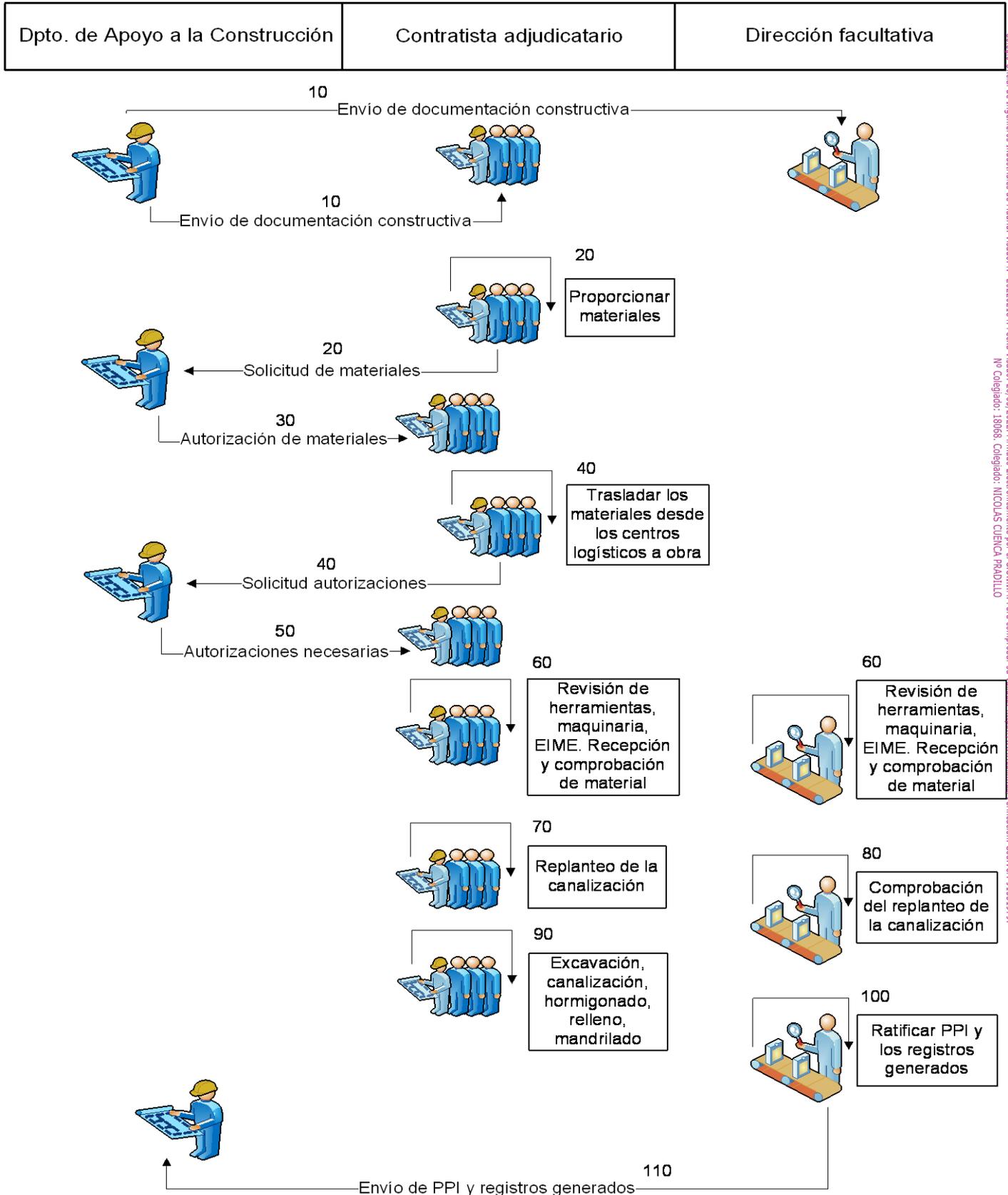


Flujograma

Código:
ET157

Edición:
3/ 17.10.11

Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: 20/05/2022, Firmado Electrónicamente por el COI.I.M. Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/verificacion>, Cód. Ver: 91531979, No Colegiado: 18068, Colegiado: NICOLAS CIENCA PRADILLO

**Consideraciones previas y de seguridad**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

Cualquier comunicación que se realice al Departamento de Apoyo a la Construcción debe realizarse a través de construccion@ree.es o de las herramientas corporativas de seguimiento y control de avance de obras.

El contratista adjudicatario está obligado a cumplir y hacer cumplir el procedimiento o plan de seguridad según R.D. 1627/97.

El contratista adjudicatario deberá adoptar las precauciones necesarias para garantizar la seguridad de las personas que transiten por la zona de obras y sus proximidades. Prestará especial atención a la seguridad del tráfico rodado, a las líneas eléctricas provisionales y a las grúas y máquinas cuyo vuelo afecte a vías de comunicación.

Se aplicarán las defensas necesarias contra desprendimientos en laderas, pozos o zanjas.

Todos los equipos de trabajo, propios o alquilados, que el contratista adjudicatario introduzca en la obra tendrán certificado de conformidad con el R.D. 1644/08 (marcado CE) o adecuación según RD 1215/97.

Cualquier modificación del programa de obra de los trabajos tanto en medios humanos como materiales deberá ser autorizada por escrito por el Departamento de Apoyo a la Construcción.

Red Eléctrica no se responsabilizará de los daños ocasionados a terceros, que excedan de los considerados normales en este tipo de trabajos, los cuales serán responsabilidad y por cuenta del contratista adjudicatario.

Todas las grúas que se utilicen deberán disponer de limitador de carga.

Se interrumpirán los trabajos cuando exista riesgo de tormenta eléctrica en la zona.

Al final de la jornada se retirarán todos los materiales, maquinaria y útiles que sean posibles, por tanto, no deberán existir en obra estos elementos si no van a ser usados durante la jornada de trabajo.

Cuando sea necesario, se designarán vigilantes diurnos y nocturnos.

Se evitará en la medida de lo posible apilar elementos pesados cerca de las excavaciones, que puedan provocar desprendimientos por sobrecarga. Los productos de excavación, así como los materiales que hayan de acopiarse en las inmediaciones, se colocarán lo más distantes posibles del borde de la zanja y como mínimo a una distancia igual a la profundidad de la misma, y siempre superior a 2 m del borde de la zanja.

Deberá señalizarse convenientemente la presencia de las obras para organizar de manera adecuada la circulación de vehículos, maquinaria y personas. Esto se realizará por medio de vallas, banderolas, conos, luces reflectantes, señalización horizontal y vertical, regulación de semáforos, etc. y atendiendo a las indicaciones de los organismos y servicios afectados y de Red Eléctrica.

La gestión de las afecciones con los organismos y servicios afectados será por cuenta del contratista adjudicatario, siendo responsabilidad de Red Eléctrica la tramitación de las autorizaciones necesarias.

**Consideraciones previas y de seguridad**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

En los pasos de vehículos o personas se instalarán sobre la zanjas “pasos” de suficiente resistencia debidamente señalizados y asegurados según se indique en el plan de seguridad de la instalación. Si las obras se realizan en instalaciones en servicio, se debe garantizar el libre acceso a todas las zonas de la instalación en las que existan elementos en servicio.

Si las obras obstruyen desagües, se construirán unos provisionales y estos se mantendrán limpios en todo momento.

Los mínimos anchos para las vías de circulación serán de 3.000 mm para sentido único y 6.000 mm para sentido doble.

Las bocas de riego, hidrantes, tapas de arquetas de servicios, etc., deberán quedar libres en un radio de 3.000 mm.

El contratista adjudicatario es responsable de orden, limpieza y limitación de uso de suelo de las obras objeto del contrato. Deberá adoptar a este respecto, a su cargo y responsabilidad, las medidas que le sean señaladas por las autoridades competentes y por la representación de Red Eléctrica para causar los mínimos daños, así como el menor impacto en:

- Caminos, acequias, canales de riesgo y, en general, a todas las obras civiles que cruce la línea que sea necesaria cruzar y/o utilizar para acceder a las obras.
- Plantaciones agrícolas, pastizales y cualquier masa arbórea o arbustiva.
- Formaciones geológicas, monumentos, yacimientos, reservas naturales, etc.
- Cerramiento de propiedades ya sea natural o de obra, manteniéndolas en todo momento según las instrucciones del propietario, en evitación de la entrada o salida de ganado.

La subcontratación de actividades deberá tener siempre la aprobación previa y por escrito de Red Eléctrica y seguirá el proceso establecido en la normativa interna de Red Eléctrica.

El proceso de certificación de los trabajos realizados por el contratista adjudicatario se efectuará según las indicaciones en las guías de cumplimentación del programa de puntos de inspección vigentes.

La gestión para conseguir el permiso de los propietarios o responsables en el acceso a las zonas de trabajo será responsabilidad del contratista adjudicatario con independencia del apoyo que pueda prestarle Red Eléctrica.

El Contratista adjudicatario deberá atender las exigencias que impongan los Organismos competentes o propietarios en cuanto a horarios y sistemas de seguridad exigidos por éstos, entendiéndose como mínimos los recomendados por el Estudio de Seguridad de Red Eléctrica para la instalación en cuestión y sin que ello conlleve extra costes para Red Eléctrica. En cualquier caso, éstos deberán estar recogidos en el Plan de Seguridad.

**Transporte, gestión y acopio de materiales**Código:
ET157Edición:
3/17.10.11.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

El contratista adjudicatario será responsable del transporte y acopio de los materiales.

Se cuidará que el material transportado, tanto en la carga como en la descarga, no sufra arañazos o golpes que puedan deteriorarlo. Se tendrá especial cuidado de que los materiales acopiados no estén en contacto con tierras o materias orgánicas.

A requerimiento de Red Eléctrica, el contratista adjudicatario comunicará al Departamento de Apoyo a la Construcción el material colocado en obra y el inutilizado

**Replanteo y accesos**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09**Replanteo**

Se procederá a realizar el replanteo de la obra según la documentación constructiva entregada y la normativa de Red Eléctrica, comprobando las coordenadas que definen el trazado de la instalación, comprobando los servicios afectados y las posibles interferencias.

Para verificar la existencia de servicios el contratista adjudicatario realizará un estudio georadar a lo largo de toda la traza y realizará las calas que sean necesarias.

Se realizarán obligatoriamente calas, como mínimo en todos los emplazamientos de cámaras de empalme, conducciones de aguas, gas, electricidad y servicios telefónicos.

Las dimensiones mínimas de las calicatas serán 700x1.500x1.500mm.

Accesos

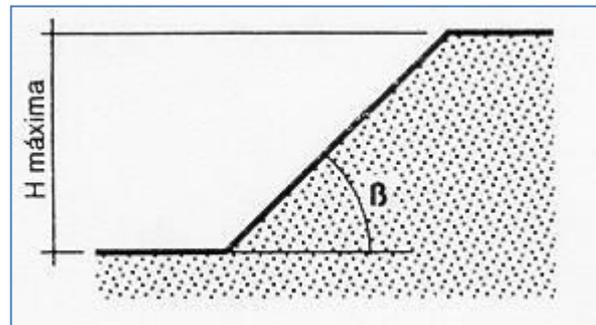
Todos los accesos necesarios para la ejecución de los trabajos, serán realizados de forma que se ocasionen los menores daños posibles. En estos trabajos se considerarán incluidos las talas y desbroces necesarios para la correcta ejecución de la instalación.

Se deberá reponer el terreno a su estado original al finalizar los trabajos, salvo indicación por escrito del Departamento de Apoyo a la Construcción.

El acceso a la zanja se realizará atendiendo a las indicaciones de los organismos y servicios afectados y de Red Eléctrica.

Para aquellos trazados ubicados en fincas de cultivo, prados, pinares, etc., o que resulte necesario atravesar dichos lugares para acceder a la zona de realización de los trabajos, el contratista adjudicatario deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Señalización del acceso por medio de cintas, de manera que todos los vehículos realicen su entrada y salida por un mismo lugar y utilizando una sola rodadura.
- Causar los mínimos daños en la propiedad, ajustándose en todo momento a lo acordado entre los propietarios afectados, Red Eléctrica y el contratista adjudicatario.
- Mantener cerrados en todo momento las propiedades atravesadas cuando sea preciso, a fin de evitar la entrada y salida de ganado.

**Excavación**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09**Ángulo de talud**

Tipo de terreno	Ángulo de talud β	Resistencia a compresión simple Ru en kg/cm ²				
		0,250	0,375	0,500	0,625	≥ 0,750
Arcilla y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcilla y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcilla y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00

(H máx. en m)*

Profundidad máxima permitida

Durante la realización de los trabajos en presencia de agua, se instalarán y mantendrán los achiques necesarios para la correcta ejecución de los trabajos. En caso de situaciones especiales se recurrirá al empleo de sistemas de drenaje especiales. No se dispondrán drenajes definitivos sin la aprobación del Departamento de Apoyo a la Construcción.

Para el paso de carreteras, autovías y ferrocarriles se procederá a realizar la excavación mediante perforación dirigida u otros métodos, siempre que esto sea técnicamente posible, definiendo en cada caso la actuación a realizar y los medios necesarios. Este procedimiento deberá ser aprobado por Red Eléctrica.

Todos los servicios descubiertos deberán de quedar perfectamente identificados y soportados para evitar todos los daños posibles. Si durante los trabajos se ocasionan averías en canalizaciones ajenas, se repararán de forma provisional y con carácter urgente, para luego, y siguiendo las instrucciones de la compañía propietaria, proceder a la reparación definitiva.



Excavación

Código:
ET157

Edición:
3/ 17.10.11

Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

Cualquier daño producido a terceros será comunicado por escrito y de inmediato al propietario de la instalación y al Departamento de Apoyo a la Construcción.

En el caso de que durante el proceso de excavación surgiera cualquier anomalía no prevista se comunicará al Departamento de Apoyo a la Construcción y deberá ser definida por Red Eléctrica una nueva excavación, vía solicitud de modificación del diseño (SMD).

**Colocación de tubos**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

Previo a la colocación de los tubos, se realizará la comprobación y corrección de la rasante del fondo de la zanja así como las dimensiones de la misma. No se admitirán desviaciones superiores al 3%.

Los tubos en los que se alojarán los conductores, cables de tierra y telecomunicaciones, serán dispuestos en la zanja según la documentación constructiva de la obra, colocando un separador con la frecuencia indicada. Los separadores deberán quedar verticales de forma que el testigo del hormigón quede en su posición más elevada.

Las características de los tubos y de sus empalmes están definidas en la documentación constructiva de la obra y normativa vigente de Red Eléctrica.

Los tubos serán unidos entre sí con los empalmes definidos a tal efecto, asegurándose antes de colocar el empalme que no existe ningún objeto extraño en su interior.

Al terminar la jornada de trabajo se deberán dejar los extremos de los tubos tapados con el fin de evitar la entrada de elementos extraños.

Durante el montaje de los tubos y siempre antes del hormigonado, se irá colocando en el interior de cada uno de ellos una cuerda guía de nylon continua entre cámaras de empalme, es decir, sin ningún tipo de nudo o unión. Esta cuerda será de diámetro 10 mm y como mínimo 10 kN de carga de rotura para tubos destinados a conductores y de diámetro 6 mm como mínimo 7,5 kN de carga de rotura para cables de tierra y telecomunicaciones.

No se colocará alrededor del tubo ningún elemento metálico que pueda conformar una espira cerrada alrededor del mismo. En caso de ser imprescindible y previa autorización de Red Eléctrica, se colocará de tal manera que recoja en su interior a todos los conductores del circuito eléctrico con objeto de minimizar las pérdidas por corrientes inducidas, adoptándose las medidas adicionales de protección y puesta a tierra que Red Eléctrica considere necesarias.

No se deberá colocar ningún tubo que presente fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de deterioro. Todos los tubos deberán ir sellados en sus correspondientes entradas y salidas de las cámaras de empalme con mortero de cemento. En aquellos casos que se requiera un sellado estanco se elaborará un procedimiento específico.

**Relleno y hormigonado de zanjas**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

El hormigón a utilizar será el indicado en la documentación constructiva correspondiente a la zanja ejecutada.

El vertido del hormigón se realizará evitando en todo momento que los tubos sean dañados por esta operación y respetando cronológicamente las siguientes fases:

1. Primera fase. Se verterá una solera de hormigón en el fondo de la zanja, de forma que los separadores queden sujetos en posición vertical de trabajo, dispuestos espacialmente alineados y dejando la terna de tubos corrugados para los conductores y cables de tierra separados según documentación de construcción.

A continuación, se verterá un tocón de hormigón sobre las juntas y manguitos de empalme de los tubos, de forma que queden cubiertos totalmente.

2. Segunda fase. Transcurridas 24 horas tras la ejecución de la primera fase, se procederá a cubrir por completo con hormigón el banco de tubos. Durante el vertido del hormigón se emplearán los medios o herramientas necesarios para que el hormigón penetre totalmente dentro del haz de tubos, dejando un prisma de hormigón sin bolsas de aire o coqueas, evitando emplear en la medida de lo posible vibradores mecánicos.

Se deberá prestar especial atención de no verter el hormigón directamente sobre los tubos para evitar deformarlos por efecto del impacto que causa el hormigón al caer desde el camión hormigonero o medio similar empleado para este fin.

3. Tercera fase. Una vez fraguado el hormigón de las fases anteriores se colocarán los tubos destinados a los servicios de telecomunicaciones para hormigonarlos en una tercera y última tongada.

Se evitará pisar los tubos durante las labores de instalación y hormigonado de los mismos. Se evitará sujetar los tubos al suelo o entre ellos con alambre o cable metálico, estando permitido el empleo de cuerda de nylon para este cometido.

El hormigón cumplirá las características indicadas en la documentación de construcción, adecuándose estas características a los terrenos por los que discurra el trazado. Si fuera necesario añadir aditivos al hormigón, deberá ser autorizado expresamente por Red Eléctrica.

El relleno de zanja habrá de esperar, al menos, 24 horas tras haberse finalizado la tercera fase, salvo autorización de Red Eléctrica.

En función de las características de las tierras excavadas y cuando éstas permitan alcanzar el grado de compactación requerido, se usarán para el relleno de la zanja, retirando a vertedero las tierras sobrantes.

Las tongadas de relleno, no serán superiores a 250 mm y el índice de compactación será el especificado en la documentación constructiva correspondiente, realizándose pruebas de compactación con una frecuencia mínima de un ensayo cada 50 m de zanja.

**Relleno y hormigonado de zanjas**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

Si las tierras extraídas no son aptas para el relleno y compactación, se procederá a traer tierra de préstamo para realizar el trabajo.

Los resultados de los ensayos de compactación formarán parte de los registros de calidad del PPI y serán remitidos al Departamento de Apoyo a la Construcción directamente por el laboratorio homologado.

En caso de que alguno de los ensayos de compactación no arrojen los valores requeridos en la documentación constructiva de la obra o no se pudiese constatar la existencia de los citados ensayos, Red Eléctrica determinará las acciones a llevar a cabo, incluido el picado del tramo de canalización que estime pueda estar ejecutado de forma deficiente, siendo responsabilidad del contratista adjudicatario.

No se permitirá el relleno con tierra excesivamente húmeda que impida una correcta compactación.

El hormigonado se suspenderá cuando aparezcan temperaturas inferiores a 4 °C, salvo autorización del Departamento de Apoyo a la Construcción, haciendo uso de los aditivos adecuados.

Se realizará la señalización de la posición del prisma colocando las cintas de señalización normalizadas para cables subterráneos según se indique en la documentación constructiva

**Reposición de pavimentos y superficies**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

La reposición de pavimentos y superficies no pavimentadas se realizará según las normas de los organismos, servicios afectados y de Red Eléctrica, empleando material nuevo de las mismas características que el existente antes de realizar el trabajo.

Con carácter general la reposición de la capa asfáltica será como mínimo de 70 mm, salvo que los organismos, servicios y Red Eléctrica indiquen lo contrario.

Las losas, losetas, mosaicos, etc. a reponer, serán iguales a las existentes antes del inicio de los trabajos.

No se autorizará la existencia de desniveles entre lo ejecutado y lo existente.

**Colocación de cámaras de empalme**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

Las características y calidades de las cámaras de empalme serán las indicadas en la documentación constructiva.

Las cámaras de empalme deberán ir colocadas sobre una losa de hormigón armado, incluida malla electrosoldada, con las características definidas en la documentación constructiva, debiendo estar correctamente niveladas. Asimismo, sobre la solera deberá disponerse de una cama de arena fina nivelada y compactada, de acuerdo con la documentación constructiva.

El terreno de los hastiales no deberá contener elementos que puedan dañar el revestimiento exterior de la cámara

La colocación de la cámara se deberá efectuar con una grúa adecuada, ésta se estrobará en los lugares destinados para ello.

Debe tenerse en cuenta que la maniobra de relleno se debe realizar a la mayor brevedad posible, para evitar acumulaciones de agua en el interior de la excavación.

El relleno se hará en una primera fase hasta la parte inferior de los pasamuros, para a continuación realizar el emboquille de los tubos. Una vez terminada esta maniobra, se podrá finalizar el relleno utilizando los materiales definidos en la documentación constructiva.

Para finalizar estas tareas se rellenará el espacio entre la cámara y el terreno, con un espesor mínimo una capa con grava drenante según se indica en la documentación constructiva.

Las cámaras de empalme estarán diseñadas según se indique en la documentación constructiva, siguiendo los criterios marcados por la EHE-Hormigón Estructural para la clase de exposición ambiental existente en cada caso. Con este objetivo dentro de la documentación constructiva se deberá incluir un estudio geotécnico del terreno para cada cámara a ubicar que permita obtener los siguientes datos:

- Determinación de la agresividad del suelo al hormigón
- Análisis químico del agua comprendiendo las determinaciones indicadas en la vigente instrucción EHE-Hormigón Estructural
- Nivel Freático en el momento de la medida, realizando un sondeo o alternativamente una cala de 4 metros de profundidad, y estimación del nivel freático a futuro

Con el objetivo de que en el proceso de fabricación de las cámaras se empleen los aditivos y tipos de hormigón que mejor se adapten a las características concretas del entorno, deberá emplearse dicha información.

Las cámaras deberán ser estancas, pudiendo emplearse cámaras de diseño constructivo estanco o cámaras convencionales modulares impermeabilizadas, según indique la documentación constructiva.

**Colocación de cámaras de empalme**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

Se deberá prestar especial atención al sellado de los diferentes módulos prefabricados así como el sellado de todo el conjunto mediante juntas de perfil, cubre juntas y mantas de lámina de polietileno de alta densidad, evitando de este modo la entrada de agua en las mismas.

Una vez colocada la cámara en su sitio se procederá a la conexión de los distintos tubos de la canalización con la cámara. Una vez embocados los tubos se procederá a su sellado.

Las cámaras de empalme dispondrán de una boca de entrada de hombre accesible desde el exterior y dos bocas de ayuda al tendido con sus correspondientes tapas de fundición homologadas con el logotipo de Red Eléctrica, según se trate de instalación en calzada o acera, según se indica en la documentación constructiva.

La entibación, relleno y reposición está sujeta a los mismos condicionados que la zanja de la canalización

**Colocación de arquetas de telecomunicaciones**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

Para los cables de telecomunicaciones, se colocarán arquetas intermedias dispuestas conforme a la documentación constructiva.

Los cables de telecomunicaciones no se deberán introducir en las cámaras de empalme de los conductores o cables de tierra para lo cual se realizará un desvío por fuera de la cámara de empalme.

Dentro de los trabajos a realizar para la colocación de cada arqueta se encuentran: la nivelación y rasanteo del fondo de la excavación, relleno de laterales, colocación de la arqueta y acoplamiento de los tubos de la canalización.

Los conductos destinados a telecomunicaciones serán cuatritubos de diámetro 40 mm de color exterior verde, siliconado y estriado en su interior de espesor 3 mm, presión nominal 10 bar y coeficiente de rozamiento menor de 0,08.

Las arquetas sencillas se emplearán para facilitar el tendido de los cables de telecomunicaciones y tener puntos intermedios en el caso de averías.

Las arquetas sencillas se instalarán según la tabla adjunta:

INSTALACIÓN ARQUETAS SENCILLAS TELECOMUNICACIONES	
DISTANCIA (M) ENTRE CÁMARAS DE EMPALME / CÁMARA DE EMPALME Y SUBESTACIÓN O CÁMARA DE EMPALME Y APOYO TRANSICIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEO	Nº ARQUETAS SENCILLAS
≤ 250	0
$250 < X \leq 500$	1
$500 < X \leq 750$	2
$750 < X \leq 1000$	3

Las arquetas dobles servirán para albergar las cajas de empalme de los cables de fibra óptica en el caso que sean necesarias y servir de ayuda al tendido.

Se instalarán habitualmente arquetas dobles de telecomunicaciones en cada cámara de empalme, en el inicio y final de la perforación dirigida o hincas, en los apoyos de paso aéreo subterráneo, en las proximidades de los soportes metálicos de los parques tipo intemperie y en los puntos singulares del trazado según la documentación constructiva.

**Colocación de arquetas de telecomunicaciones**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

Las arquetas de telecomunicaciones se emplearán como “encofrado perdido” relleno sus laterales tanto paredes como solera con el hormigón indicado en la documentación constructiva. La pared de hormigón deberá ser continua desde el suelo hasta recoger el cerco de la tapa de fundición.

En la base de cada arqueta se dispondrá un hueco sumidero con forma circular para facilitar el drenaje de las aguas que pueda recoger el conjunto.

Debajo de la arqueta se dispondrá una capa de árido para facilitar el drenaje. Entre la base de hormigón de la arqueta y la capa de árido se colocará una lámina de geotéxtil.

Las arquetas dispondrán de las correspondientes tapas de fundición homologadas con el logotipo de Red Eléctrica, según se trate de instalación en calzada o acera, según se indica en la documentación constructiva.

Los cuatritubos destinados a los cables de telecomunicaciones entrarán en las arquetas en el punto medio de la cara menor y de forma perpendicular a ella, a una altura de 250 mm desde el suelo de la arqueta. El corte del prefabricado de fibra para la entrada de los tubos se realizará mediante corona de corte circular. En ningún caso se permitirá romper el prefabricado de fibra a golpes o por cualquier otro medio que no sea el anteriormente descrito.

Los cuatritubos de telecomunicaciones no se cortarán en las arquetas sencillas y se dejarán en paso. El corte del cuatritubo de telecomunicaciones en el interior de las arquetas dobles se efectuará de tal manera que queden 30 cm de tubo sobrante dentro de la arqueta.

**Mandrilado de tubos**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

Una vez hormigonada la zanja se procederá al mandrilado de todos los tubos en los dos sentidos. El mandril será suministrado por el contratista adjudicatario y se ajustará a la documentación constructiva para cada instalación.

Esta operación se deberá realizar obligatoriamente en presencia del representante de Red Eléctrica en la obra.

El mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deslizarse por ellos sin aparente dificultad. El mandril deberá arrastrar una cuerda guía que sirva para el tendido del futuro piloto del cable.

Para tirar del mandril se empleará siempre un cable de tipo 6 x 37 +1 de acero galvanizado con una resistencia específica de alambre de 180 kg/mm² con un diámetro de 16 mm y una carga de rotura mínima de 136 kN.

El mandrilado se realizará con un cabrestante accionado por motor autónomo o de forma manual.

En ningún caso se empleará una tracción superior a 20 kN para las operaciones de mandrilado.

Para la canalización de potencia, el mandrilado deberá de hacerse en tramos completos de canalización, es decir, entre cámaras de empalme o desde cámara de empalme a subestación.

En el caso de conductos de telecomunicaciones, el mandrilado se hará entre arquetas consecutivas.

En caso de que no se consiga pasar el mandril cumpliendo estas premisas, se comunicará a Red Eléctrica, para que determine las acciones a llevar a cabo que juzgue convenientes, incluido el picado del tramo de canalización que estime pueda estar ejecutado de forma deficiente.

Después del mandrilado se procederá a tapar el tubo para evitar la entrada de cuerpos extraños.

**Operaciones
complementarias**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

que permita separar cada uno de los conductores de cada circuito para enfrentarlos a los soportes de forma adecuada.

En función del ángulo con que se enfrente la canalización a los soportes, se valorará la posibilidad de no realizar un único foso, sino una zanja de similar profundidad para cada uno de los conductores.

Se repondrán las excavaciones de forma idéntica a la descrita para los apoyos de transición aéreo-subterráneo.

**Documentación de obra**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

El Departamento de Apoyo a la Construcción entregará al contratista adjudicatario y a la dirección técnica antes del inicio de los trabajos, al menos los siguientes documentos:

- Traza 1:50.000.
- Perfil longitudinal y planta parcelaria.
- Secciones tipo de la canalización.
- Plano de mandriles.
- Plano de separadores.
- Plano de cámaras de empalme.
- Plano de arquetas de comunicaciones.
- Plano de arquetas de ayuda al tendido (si fueran necesarias).
- Planos de detalle de distribución de arquetas y tubos de acompañamiento y telecomunicaciones bajo apoyo de transición aéreo a subterráneo.
- Estudio de seguridad.
- Especificación técnica de las condiciones medioambientales.
- Programa de puntos de inspección personalizado para la obra.
- Normativa interna de Red Eléctrica aplicable.

Documentación a entregar por el contratista adjudicatario:

- Programa de puntos de inspección y registros generados, completados y firmados.
- Certificados de calibración de los EIME empleados.
- Protocolo de disposición de tubos en prisma de hormigón según modelo T183.
- Protocolo de mandrilado de canalización según modelo T184.
- Programa de obra actualizado.
- Datos para las herramientas corporativas de seguimiento y control de avance de obra.
- Planos as-built de planta y perfil longitudinal de la línea subterránea indicando al menos la siguiente información: la ubicación de las cámaras de empalmes, ubicación y profundidad de todos los servicios cruzados, la ubicación de las arquetas de telecomunicaciones, ubicación del apoyo de paso aéreo-subterráneo y disposición de los tubos en la base del apoyo de transición aéreo-subterráneo.

La documentación generada durante la ejecución de los trabajos se enviará en formato electrónico.

**Equipos de inspección,
medición y ensayo**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

Los Equipos de Inspección Medición y Ensayo necesarios para esta actividad son:

- Estación total:
 - Precisión angular horizontal: +/- 2,0 mgon
 - Precisión angular vertical: +/- 2,0 mgon
 - Lectura mínima: 0,5
 - Precisión en distancia: 3 mm+3ppm
- Termómetro:
 - Resolución de 0.1 °C.
 - Rango: -50 -70°C.
- Telurómetro:
 - Resolución: 0.5 ohmios

El contratista adjudicatario proporcionará a la obra todos los equipos, maquinaria, útiles, herramientas y EIME para realizar la correcta ejecución y comprobación de los trabajos contratados.

Todos los EIME empleados en la obra deberán estar calibrados y presentar el correspondiente certificado oficial de calibración en obra.

Todos los EIME deberán de ser calibrados anualmente salvo que el periodo de validez de la calibración sea inferior a un año, en cuyo caso se calibrará tantas veces como sea necesario.

**Programación de los trabajos**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

Previamente al inicio de los trabajos, el contratista adjudicatario deberá preparar una programación de los trabajos a realizar. Esta programación recogerá los medios humanos y materiales a emplear en los trabajos, entregándose al Departamento de Apoyo a la Construcción y a la dirección técnica y supervisión de obra.

Dicha programación deberá recoger como mínimo la duración de las siguientes tareas:

- Trabajos previos.
- Acceso.
- Excavación.
- Colocación de tubos.
- Hormigonado.
- Reposición superficial.
- Cámaras de empalme.

Ante cualquier eventualidad que comprometa la programación de trabajos acordada el contratista adjudicatario enviará al Departamento de Apoyo a la Construcción y a la dirección técnica y supervisión una actualización de esta programación.

**Otros requisitos**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

Además de las garantías previstas en el vigente ordenamiento jurídico, el contratista adjudicatario garantizará todo su trabajo y suministros realizados, por un período de 12 meses.

La garantía que cubra cualquiera de las partes de la instalación que sea reemplazada o reparada por el contratista adjudicatario bajo las condiciones anteriores, se hará efectiva nuevamente desde la fecha de restitución por el período establecido en las condiciones contractuales del suministro.

La obligación del instalador bajo estas garantías será subsanar, en el menor tiempo posible, todos los defectos de las instalaciones realizadas que produzcan dentro de los 12 meses desde la fecha de su puesta en marcha, con tal de que Red Eléctrica mande al contratista adjudicatario notificación por escrito y pruebas satisfactorias de tal defecto. Si parte de la instalación después de ser investigada resulta ser prueba defectuosa, el contratista adjudicatario cargará con todos los gastos que origine la reparación del defecto.

**Normativa aplicable**Código:
ET157Edición:
3/ 17.10.11Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

Será de aplicación al menos, la siguiente normativa siempre referida a su última edición:

- Real Decreto 1627/97 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- Estudio de seguridad y salud del proyecto
- Procedimiento o plan de seguridad y salud de la obra
- Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación
- PG-3 Pliego de prescripciones generales para obras de carreteras y puentes
- EHE Instrucción de hormigón estructural
- R.D 337/2014, de 9 de mayo, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- Real Decreto 223/2008 de 15 febrero, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09

La prevención de riesgos laborales en las obras de construcción se regulará conforme a lo establecido en la normativa interna vigente de Red Eléctrica.

Normativa de Red Eléctrica aplicable, en su última edición en vigor.



T183. Protocolo de disposición de tubos en prisma de hormigón

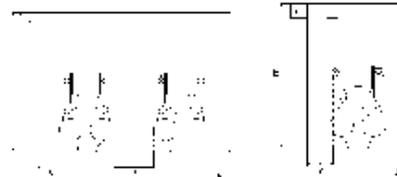
Código: ET157

Edición: 3/ 17.10.11

Cancela a: ET157 Ed. 2/18.12.09

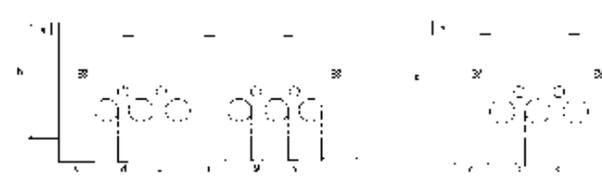
	T183. Protocolo de disposición de tubos en prisma de hormigón		
	<small>Ed.2 Fecha: 17.10.11</small>		
	Línea:		REE/ROP:
	Proyecto:		Director Técnico:
Grafo:		Contratista:	

Instalación de cables entre Pk. Y Pk. Se rellenará un protocolo como mínimo cada 50 metros.



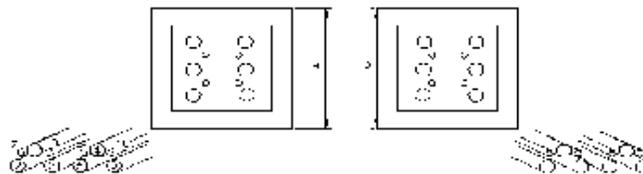
Doble cto. Tresbolillo Simple cto. Tresbolillo

a	b(máx.)	c(mín.)	d(mín.)	e(mín.)



Doble cto. Capa Simple cto. Capa

a(mín.)	b(máx.)	c(mín.)	d(mín.)	e(mín.)	f(mín.)	g(mín.)	h(mín.)	i(mín.)



CAMARAS DE EMPALME			
a	b	Espesor solera	Armado solera

Contratista
(Nombre y firma)

VºBº Director Técnico
(Nombre y Firma)

Aprobado por: REE/ROP
(Nombre y Firma)

Fecha:

Fecha:

Fecha:



T184. Protocolo de mandrilado de canalización

Código:
ET157

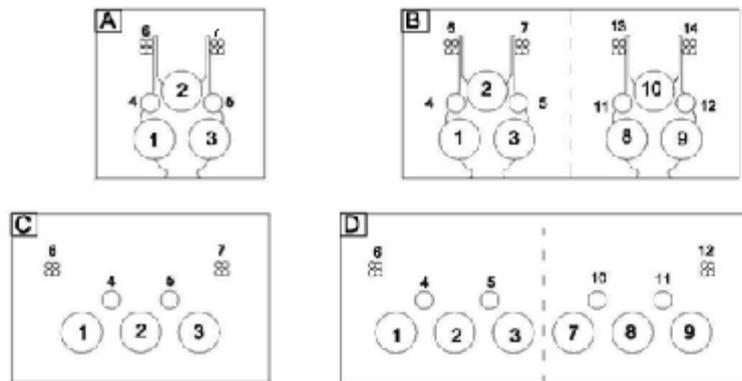
Edición:
3/ 17.10.11

Cancela a:
ET157 Ed. 2/18.12.09

 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA	T184. Protocolo de mandrilado de canalización		
	Línea:	REE/ROP:	
	Proyecto:	Director Técnico:	
	Grafo:	Contratista:	

Mandrilado de canalización entre Pk. inicial

y Pk. final



Nº	Disposición (A,B,C,D)	Fecha mandrilado	Tensión* [kN]	Cámara inicial	Cámara final	Nº	Disposición (A,B,C,D)	Fecha mandrilado	Tensión* [kN]	Cámara inicial	Cámara final
1						1					
2						2					
3						3					
4						4					
5						5					
6						6					
7						7					

* Colocar los KN de la máquina de tiro, y en el caso de mandrilado manual, poner Hombre

		Tubo potencia	Tubo acompañamiento	Tubo comunicaciones
Dimensiones del mandril (mm)	Longitud			
	Diámetro cabeza anterior (mm)			
	Diámetro cabeza posterior (mm)			

Contratista
(Nombre y firma)

VºBº

Director Técnico
(Nombre y Firma)

Aprobado por:

REE/ROP
(Nombre y Firma)

Fecha:

Fecha:

Fecha:

TÍTULO:**DATOS DE CONTROL:**

Ensayos de puesta en servicio de líneas eléctricas subterráneas de transporte en actividades de construcción

Código:
ET160

Edición:
2/ 17.10.11

Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

Unidades Implicadas: **Dirección de Construcción**

GESTIÓN DE LA NORMA:

Responsabilidad:
Dirección de Construcción

Aprobación:
Dirección de Construcción

Difusión y control:
Dirección de Responsabilidad Corporativa y Relaciones Institucionales

Firma:

Firma:

Firma y fecha: **19.12.11**

OBJETO

Describir las condiciones que han de cumplirse en los ensayos de puesta en servicio de las líneas subterráneas con cables aislados, los cuales se realizarán en la instalación y su finalidad será comprobar que el orden de fases, el tendido del cable, la confección de los accesorios (empalmes y terminales) y el sistema de conexionado de las pantallas se ha realizado correctamente, así como realizar la medición de las impedancias de secuencia directa y homopolar del cable en sus condiciones reales de funcionamiento, la medida de la capacidad y la tan δ del aislamiento.

El alcance de los servicios a los que hace referencia este documento, comprende todos o parte de los siguientes apartados:

- Suministro de materiales, maquinaria, útiles, herramientas y equipos de inspección, medición y ensayo (EIME).
- Gestión de accesos a fincas de particulares.
- Ejecución de accesos.
- Transporte y descarga de los equipos de ensayo.
- Montaje y desmontaje de los equipos de ensayo.
- Elaboración de los protocolos de ensayo.
- Operaciones complementarias.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 2 de 3

Ensayos de puesta en servicio de líneas eléctricas subterráneas de transporte en actividades de construcción

Código:
ET160

Edición:
2/ 17.10.11

Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

ACTIVIDADES Y TAREAS

PASO	UNIDAD RESPONSABLE	ACTIVIDADES
10	Departamento de Apoyo a la Construcción	<ul style="list-style-type: none">▪ Coordinar con el contratista adjudicatario la tipología de ensayos a realizar en cada instalación.
20	Contratista adjudicatario	<ul style="list-style-type: none">▪ Solicitar las autorizaciones para la ubicación de los equipos de ensayo.
30	Departamento de Apoyo a la Construcción	<ul style="list-style-type: none">▪ Enviar al contratista las autorizaciones necesarias para dar comienzo a los trabajos.
40	Contratista adjudicatario / dirección técnica y supervisión	<ul style="list-style-type: none">▪ Realizar una revisión de todas las herramientas, útiles, maquinaria y EIME a utilizar en el desarrollo de la actividad.
50	Contratista adjudicatario	<ul style="list-style-type: none">▪ Ejecutar los ensayos previos a la puesta en servicio acordados, cumplimentando las actas de ensayo conforme indica la normativa de Red Eléctrica.
60	Dirección técnica y supervisión	<ul style="list-style-type: none">▪ Comprobar que todos los trabajos que se realizan cumplen con la normativa de Red Eléctrica y se ejecutan los trabajos de acuerdo con el plan de seguridad y salud laboral.▪ Ratificar que las actas de ensayo y documentación generada por el contratista adjudicatario cumplen con la normativa de Red Eléctrica.
70	Contratista adjudicatario	<ul style="list-style-type: none">▪ Retirar los equipos de ensayo autorizados.
80	Contratista adjudicatario	<ul style="list-style-type: none">▪ Enviar al Departamento de Apoyo a la Construcción las actas de ensayo según indica la normativa interna de Red Eléctrica.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 3 de 3

Ensayos de puesta en servicio de líneas eléctricas subterráneas de transporte en actividades de construcción

Código:
ET160

Edición:
2/ 17.10.11

Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

ANEXOS

1. FLUJOGRAMA
2. CONSIDERACIONES PREVIAS Y DE SEGURIDAD
3. PRUEBAS Y ENSAYOS
4. DOCUMENTACIÓN DE OBRA
5. EQUIPOS DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y ENSAYO (EIME)
6. PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJOS
7. NORMATIVA APLICABLE
8. T285. ACTA DE ENSAYO DE VERIFICACIÓN DEL ORDEN DE FASES
9. T286. ACTA DE ENSAYO DE MEDIDA DE RESISTENCIA DEL CONDUCTOR
10. T287. ACTA DE ENSAYO DE MEDIDA DE RESISTENCIA DE LA PANTALLA
11. T288. ACTA DE ENSAYO DE RIGIDEZ DIELECTRICA DE LA CUBIERTA EXTERIOR DEL CABLE
12. T289. ACTA DE ENSAYO DE DESCARGAS PARCIALES
13. T290. ACTA DE ENSAYO DE TENSIÓN SOBRE AISLAMIENTO
14. T291. ACTA DE ENSAYO DE MEDIDA DE LA CAPACIDAD Y MEDIDA DE LA TAN (DELTA)
15. T292. ACTA DE ENSAYO DE MEDIDA DE IMPEDANCIAS
16. T293. ACTA DE ENSAYO DE VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA



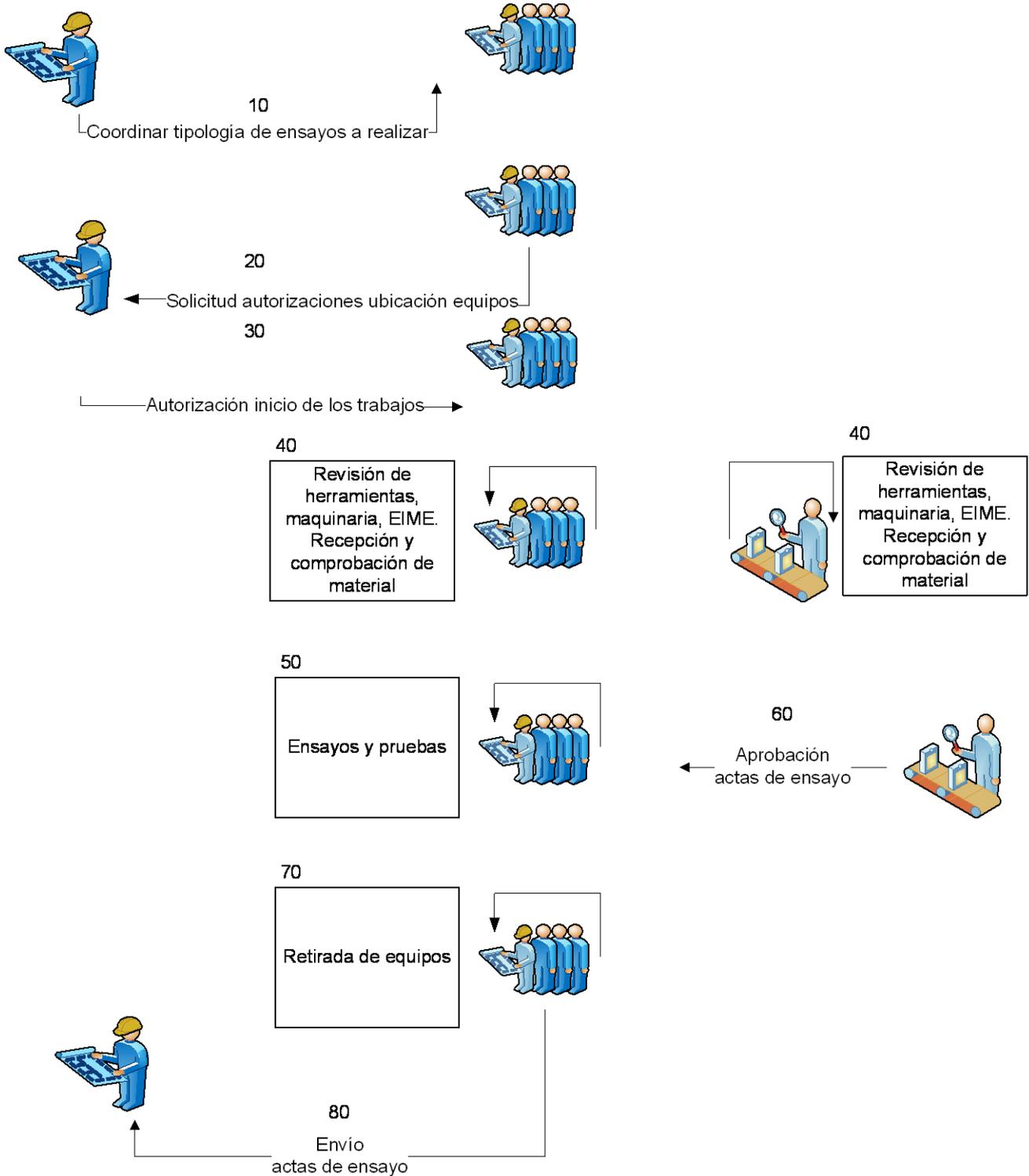
Flujograma

Código:
ET160

Edición:
2/ 17.10..11

Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

Dpto. de Apoyo a la Construcción	Contratista adjudicatario	Dirección facultativa
----------------------------------	---------------------------	-----------------------



**Consideraciones previas y de seguridad**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

Si los equipos de ensayo obstruyen desagües, se construirán unos provisionales y estos se mantendrán limpios en todo momento.

Los mínimos anchos para las vías de circulación serán de 3.000 mm para sentido único y 6.000 mm para sentido doble.

Las bocas de riego, hidrantes, tapas de arquetas de servicios, etc., deberán de quedar libres en un radio de 3.000 mm.

El contratista adjudicatario es responsable de orden, limpieza y limitación de uso de suelo de las obras objeto del contrato. Deberá adoptar a este respecto, a su cargo y responsabilidad, las medidas que le sean señaladas por las autoridades competentes y por la representación de Red Electrica para causar los mínimos daños, así como el menor impacto en:

- Caminos, acequias, canales de riesgo y, en general, a todas las obras civiles que cruce la línea que sea necesaria cruzar y/o utilizar para acceder a las obras.
- Plantaciones agrícolas, pastizales y cualquier masa arbórea o arbustiva.
- Formaciones geológicas, monumentos, yacimientos, reservas naturales, etc.
- Cerramiento de propiedades ya sea natural o de obra, manteniéndolas en todo momento según las instrucciones del propietario, en evitación de la entrada o salida de ganado.

La subcontratación de actividades deberá tener siempre la aprobación previa y por escrito de Red Electrica y seguirá el proceso establecido en la normativa interna de Red Electrica.

El proceso de certificación de los trabajos realizados por el contratista adjudicatario se efectuará según las indicaciones en las guías de cumplimentación del programa de puntos de inspección vigentes.

El contratista adjudicatario deberá realizar todas las conexiones necesarias entre los equipos de medida y la instalación a ensayar.

Si fuese necesaria la realización de trabajos en altura para la colocación de sensores, equipos de medida y cualquier equipo necesario, el contratista adjudicatario deberá aportar los medios y materiales necesarios.

Los ensayos se realizarán sobre el cable con todos sus accesorios instalados debiéndose tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las autoválvulas y los descargadores se deberán desconectar durante la ejecución de los ensayos. Una vez finalizados los ensayos se restituirán las conexiones a su estado inicial.

**Consideraciones previas y de seguridad**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

- En el caso de que la instalación tenga en alguno de sus extremos una subestación eléctrica tipo GIS, previamente a la realización de los ensayos se deberá quitar la conexión interna de la GIS con el cable. Una vez finalizados los ensayos se deberá colocar la conexión interna de la GIS con el cable.
- Red Eléctrica proporcionará el esquema de conexionado de las pantallas de la instalación antes del inicio de las pruebas. Una vez finalizadas éstas y restablecidas las conexiones iniciales, se deberá comprobar que las conexiones realizadas se corresponden con el esquema proporcionado.
- En el caso de que el sistema de conexionado de las pantallas de la instalación fuese tipo “cross-bonding”, se deberá actuar en las cajas de cruzamiento de pantallas (cajas cross-bonding) realizándose una conexión continua de las pantallas a lo largo de toda la longitud de la instalación, no se realizándose transposición de las pantallas.
- La manipulación de las cajas de puesta a tierra del sistema de conexión de las pantallas deberá realizarse por personal cualificado.

Red Eléctrica se reserva la facultad de modificar la planificación en función de los condicionamientos que puedan afectar a los ensayos por causas ajenas.

La gestión para conseguir el permiso de los propietarios o responsables en el acceso a las zonas de trabajo será responsabilidad del contratista adjudicatario con independencia del apoyo que pueda prestarle Red Eléctrica.

El contratista adjudicatario deberá atender las exigencias que impongan los organismos competentes o propietarios en cuanto a horarios y sistemas de seguridad exigidos por éstos, entendiéndose como mínimos los recomendados por el Estudio de Seguridad de Red Eléctrica para la instalación en cuestión y sin que ello conlleve extra costes para Red Eléctrica. En cualquier caso, éstos deberán estar recogidos en el Plan de Seguridad.

**Pruebas y ensayos**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

Los ensayos a realizar y el orden de los mismos, antes de la puesta en servicio de la instalación, serán los siguientes:

- 1.- Ensayo de verificación del orden de fases
- 2.- Ensayo de medida de la resistencia del conductor
- 3.- Ensayo de medida de la resistencia de la pantalla
- 4.- Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta exterior del cable
- 5.- Ensayo de descargas parciales
- 6.- Ensayo de tensión sobre el aislamiento
- 7.- Ensayo de medida de la capacidad
- 8.- Ensayo de medida de impedancias
- 9.- Verificación de las conexiones del sistema de puesta a tierra.

Cualquier cambio en el orden indicado de los ensayos deberá ser autorizado por Red Eléctrica.

1. ENSAYO DE VERIFICACIÓN DEL ORDEN DE FASES

El objeto de este ensayo es realizar la comprobación y el timbrado de las fases para asegurar que no ha habido ningún cruzamiento de las mismas durante el tendido o durante la confección de los accesorios.

Red Eléctrica proporcionará al contratista adjudicatario el orden de fases en los extremos de la instalación.

El método para identificar las fases será el siguiente:

- En uno de los extremos de la instalación se conectará a tierra una fase.
- En el otro extremo de la instalación se conecta el megóhmetro entre una de las fases y tierra. Se aplicará una tensión mínima de 500 Vcc y se realizará la medida. Esta misma medida se repetirá con las otras dos fases.
- La menor de las tres medidas corresponderá con la misma fase que se conectó a tierra en el otro extremo de la instalación.
- Este mismo proceso se repetirá poniendo a tierra de las otras dos fases.

**Pruebas y ensayos**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

El procedimiento descrito anteriormente no se podrá realizar en el caso de que la instalación tenga en alguno de sus extremos una subestación eléctrica tipo GIS, ya que en los terminales tipo GIS estará quitada la conexión interna de la GIS con el cable, por lo que en este extremo no se podrá conectar a tierra la fase.

En este caso, el método para identificar las fases será el siguiente:

- En el caso de que el sistema de conexionado de las pantallas de la instalación fuese tipo “cross-bonding”, se deberá actuar en las cajas de cruzamiento de pantallas (cajas cross-bonding) realizándose una conexión continua de las pantallas a lo largo de toda la longitud de la instalación, no realizándose la transposición de las pantallas.
- En uno de los extremos de la instalación se conectará a tierra la pantalla correspondiente a una de las fases.
- En el otro extremo de la instalación se conecta el megóhmetro entre la pantalla de una de las fases y tierra. Se aplicará una tensión mínima de 500 Vcc y se realizará la medida. Esta misma medida se repetirá con las pantallas de las otras dos fases.
- La menor de las tres medidas corresponderá con la misma fase que se conectó a tierra su pantalla en el otro extremo de la instalación.
- Este mismo proceso se repetirá poniendo a tierra la pantalla de las otras dos fases.

En el caso de líneas con empalmes, se realizará la identificación del orden de fases (0, 4, 8) siguiendo el mismo método descrito anteriormente entre los extremos de cada tramo de línea comprendido entre dos empalmes, de tal forma que quede comprobada la identificación de las fases tanto en los extremos de la instalación como en todas las cámaras de empalme.

Como parte de este ensayo se deberá comprobar la identificación de los cables concéntricos que van desde los empalmes hasta las cajas de conexionado de las pantallas, comprobando la fase del empalme del que proceden y el extremo de la instalación al que corresponden el conductor exterior y el interior del cable concéntrico.

En el caso de detectarse cualquier error en el orden de fases preestablecido:

- Se localizará el punto de cruzamiento de las fases y se analizarán las causas que ocasionaron dicho cruzamiento.
- Se tomarán las medidas necesarias para restablecer el orden de fases correcto realizándose la reapertura de la canalización, realización de otro cruzamiento o cualquier operación que se precise.
- Se realizará el ensayo nuevamente.

**Pruebas y ensayos**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08**2. ENSAYO DE MEDIDA DE LA RESISTENCIA DEL CONDUCTOR**

El objeto de este ensayo es verificar la continuidad del cable y realizar la medida de su resistencia.

Este ensayo no se podrá realizar en el caso de que la instalación tenga en alguno de sus extremos una subestación tipo GIS, ya que en este caso no se podrá realizar la conexión de dos fases entre sí.

El valor de la resistencia del conductor es necesario para realizar el tarado de las protecciones según las condiciones reales de funcionamiento de la instalación.

La metodología para realizar este ensayo será la siguiente:

- En uno de los extremos de la instalación se conectarán dos fases entre sí (fases “0” y “4”).
- En el otro extremo de la instalación entre las dos mismas fases se conecta un miliohmímetro con resolución suficiente como para obtener una medida de al menos la décima de miliohmio.
- Se aplicará una intensidad de al menos 10 A y se realizará la medida.
- Esta misma medida se repetirá otras dos veces: una vez puentando las fases “4” y “8” y otra puentando las fases “8” y “0”.
- Denominando A, B y C a los tres valores en ohmios obtenidos de las correspondientes mediciones de resistencia.

A = valor medido de la resistencia de las fases “0” + “4”.

B = valor medido de la resistencia de las fases “4” + “8”.

C = valor medido de la resistencia de las fases “8” + “0”.

Los resultados de la resistencia correspondiente a cada fase, se obtendrán de las expresiones.

$$R \text{ fase "0"} = (a + c - b) / 2$$

$$R \text{ fase "4"} = (b + a - c) / 2$$

$$R \text{ fase "8"} = (c + b - a) / 2$$

**Pruebas y ensayos**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

En la realización de este ensayo se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- En las líneas subterráneas el tipo de instalación de los cables es muy variable: zanja entubada hormigonada, galería, sótanos de subestaciones GIS, extremos de las instalaciones con los cables al aire, por ejemplo en la subida de los cables a la torre de paso aéreo-subterráneo, etc...
Esta circunstancia dificulta el que la temperatura sea uniforme a lo largo de toda la línea y como norma general se adoptará como temperatura de medida la temperatura ambiente salvo que se disponga de información más precisa.
- La conexión para realizar el puente entre las dos fases deberá realizarse con cable de cobre adecuado a los ensayos. Se deberá realizar la medida de la resistencia óhmica de dicha conexión en cada medida y restarla al valor obtenido. Esto es especialmente importante en tramos de cables cortos.

Criterio de aceptación

La continuidad del cable se considerará aceptable si en ninguna de las tres medidas se obtiene un resultado de impedancia que difiera en más de un 10% con respecto al valor especificado por el fabricante.

En el informe final de ensayos se deberá indicar para cada una de las fases el valor medido en $m\Omega$ y $m\Omega/km$ de la resistencia del conductor en corriente continua a 20 °C. Dicho valor se deberá comparar con la resistencia del conductor en corriente continua a 20 °C según especificación del fabricante indicándose el porcentaje en % de diferencia entre ambos valores.

El valor medido de la resistencia del conductor de cada una de las fases no deberá exceder del 10% del valor especificado por el fabricante.

En el informe final de ensayos se deberá indicar el método empleado para obtener la resistencia del conductor en corriente continua a 20 °C. Será necesario indicar cómo se ha realizado la corrección por temperatura y cómo se ha tenido en cuenta la resistencia de los cables empleados en las conexiones.

En el caso de detectarse alguna discontinuidad en el cable:

- Se localizará el punto de la discontinuidad, descubriendo el cable en este punto o cualquier operación que se precise.
- Se analizarán las causas y se reparará si fuera posible. Si no fuera posible se establecerán las medidas adecuadas.
- Se realizará el ensayo nuevamente.

**Pruebas y ensayos**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

Este ensayo se realizará siempre después de realizar cualquier reparación sobre el cable, cuando se considere que haya podido producirse cualquier deterioro del cable por alguna obra cercana o cuando se sospeche que puede haber presencia de roedores.

Para que este ensayo sea efectivo es necesario que la cubierta exterior tenga un electrodo externo que proporcione un buen contacto de toda la superficie exterior de la cubierta con tierra. Por este motivo, en instalaciones bajo tubo es necesario que la cubierta exterior del cable esté recubierta de una capa de grafito o disponga de una capa exterior semiconductora extruida conjuntamente con la cubierta.

Previamente a la realización del ensayo, en los dos extremos de la instalación, las pantallas metálicas se deberán desconectar y separar de las tomas de tierra. En el caso de que el sistema de conexionado de las pantallas de la instalación fuese tipo “cross-bonding”, se deberá actuar en las cajas de cruzamiento de pantallas (cajas cross-bonding) realizándose una conexión continua de las pantallas a lo largo de toda la longitud de la instalación, es decir, no se realizará la transposición de las pantallas.

Este ensayo se realiza según el apartado 5 de la Norma CEI 60229: mediante un generador portátil, se aplicará una tensión continua de 10 kV entre la pantalla metálica y tierra. La tensión se incrementará de forma progresiva hasta llegar al valor indicado y se mantendrá durante un minuto. En el caso de que la cubierta exterior del cable tenga un espesor inferior a 2,5 mm se aplicará una tensión de 4 kV por mm de espesor, hasta llegar a un máximo de 10 kV.

En el caso de líneas con empalmes, se realizará el ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta exterior de cable siguiendo el mismo método descrito anteriormente entre los extremos de cada tramo de línea comprendido entre dos empalmes.

Es condición indispensable, antes de acceder a las terminaciones de los cables, descargar los mismos de las cargas estáticas almacenadas en el condensador que forma cada conductor activo con los demás y con las envueltas metálicas o pantallas. El procedimiento es poner en cortocircuito y a tierra, las terminaciones de los conductores activos y las envolventes metálicas, antes de cada actuación, o bien mediante la utilización de resistencias de descarga.

Criterio de aceptación.

Durante el período de aplicación de la tensión no debe producirse perforación en la cubierta y la corriente de fuga por fase no debe superar:

- el valor de 2 mA por km de longitud de la línea para cables con cubierta DME 1 y DMZ 1
- el valor de 5 mA para cables con cubierta DMZ 2

**Pruebas y ensayos**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

En el caso de producirse una perforación en la cubierta del cable o la corriente de fuga supera el valor establecido:

- Se localizará el punto de la discontinuidad, descubriendo el cable en este punto o cualquier operación que se precise.
- Se analizarán las causas y se reparará si fuera posible. Si no fuera posible se establecerán las medidas adecuadas.
- Se realizará el ensayo nuevamente.

**Pruebas y ensayos**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08**5. ENSAYO DE DESCARGAS PARCIALES**

El ensayo de descargas parciales es una técnica de detección de defectos y fenómenos de deterioro en el seno del aislamiento que, en función de la magnitud que tengan pueden provocar a la tensión de servicio o ante sobretensiones en la red:

- La perforación del aislamiento.
- La perforación del aislamiento como resultado de un proceso progresivo de deterioro y envejecimiento en servicio.

Existen dos sistemas para realizar el ensayo de descargas parciales:

- El sistema convencional de medida de descargas parciales, basado íntegramente en la norma UNE-EN 60270 y consistente en la conexión de un condensador de acoplamiento en serie con una impedancia de medida o cuadripolo en uno de los extremos de la línea, únicamente proporcionará buena sensibilidad de medida en caso de líneas de poca longitud (inferior a 2 km) en condiciones favorables de ruido externo.

Mediante este sistema es posible detectar las descargas parciales originadas en cualquier elemento de la línea, bien sea cable, empalme o terminal, cuya localización puede ser determinada mediante sistemas expertos disponibles en el propio sistema de medida.

- El segundo sistema consiste en asumir que las descargas parciales sólo pueden proceder del montaje de los accesorios puesto que todos los elementos han sido ya probados en fábrica y centrar la medida en ellos. Con este objetivo, se colocan sensores individuales en cada uno de los accesorios y se realiza la medida local.

Las señales de descargas parciales se pueden detectar a altas frecuencias VHF (desde 1 MHz hasta 20 MHz) mediante sensores inductivos instalados en los cables que conectan la pantalla del cable objeto de ensayo con tierra, ya sea en los empalmes como en los terminales. La componente de alta frecuencia de las descargas medidas sufre una atenuación a tener en cuenta cuando el aislamiento es sólido o líquido, lo que permite una localización más precisa del origen de la descarga dependiendo de la frecuencia utilizada en la medida.

La sensibilidad del método por VHF es comparable a la que se tiene por el método convencional. La razón de utilizar frecuencias altas es porque mejora así la relación señal/ruido tan crítica en las medidas in situ.

De manera previa a la realización del ensayo se realizará la calibración indirecta del sistema de medida mediante inyección de pulsos con calibrador de referencia.

**Pruebas y ensayos**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

Para la calibración de los terminales se colocará el sensor en la pantalla cerca del terminal y mediante la unidad de calibración se inyectará al sensor, cuya salida estará conectada al equipo de medida, generando un pulso de calibración de 10 pC, obteniéndose la constante de calibración asociada a cada unidad de medida con su sensor asociado. Para la calibración de los empalmes se procederá de manera similar.

Se deberá comprobar el rango de frecuencias en el que la constante de calibración se mantiene invariable. Éste será el rango de frecuencia que se podrá utilizar durante las medidas.

Las medidas de las descargas parciales en campo, se realizan tomando como base las normas UNE-EN 60270, UNE EN 60885-2 y UNE EN 60885-3.

El procedimiento para realizar el ensayo tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- La generación de la tensión de ensayo para la medida de las descargas parciales se realizará mediante un generador resonante de frecuencia variable en corriente alterna.
- La onda de tensión será prácticamente sinusoidal y de frecuencia comprendida entre 20 y 300 Hz.
- La tensión de ensayo se elevará escalonadamente hasta la tensión de pre-stress que se mantendrá durante 10 segundos. A continuación se reducirá lentamente el nivel de tensión hasta la tensión de ensayo a la que se realizará la medida de las descargas parciales.

En la siguiente tabla se muestran los valores de las tensiones en función de la tensión del cable:

Tensión del cable (U_0/U)	Tensión de pre-stress (kV)		Tensión de ensayo (kV)	
36/66 kV	$1,75 \times U_0$	63	$1,5 \times U_0$	54
76/132 kV	$1,75 \times U_0$	133	$1,5 \times U_0$	114
127/220 kV	$1,5 \times U_0$	190	$1,4 \times U_0$	178
220/400 kV	$1,5 \times U_0$	330	$1,4 \times U_0$	308

- La duración del ensayo será la mínima necesaria para cada medida, teniendo en cuenta que será necesario repetir el proceso tantas veces como accesorios haya en la línea.
- Tras la aplicación de tensión de ensayo se detectará el rango de frecuencias en el que se consiga optimizar la relación señal/ruido, normalmente entre 1 y 10 MHz, rango de mayor actividad de las descargas parciales.

**Pruebas y ensayos**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

- Se identificarán señales externas tales como el efecto corona o los pulsos generados por el convertidor de frecuencia del sistema resonante teniendo en cuenta que las señales de origen remoto se observan a bajas frecuencias ya que llegan al sensor atenuadas en su desplazamiento a lo largo del cable.
- Se podrán utilizar, en la medida de lo posible, antenas o filtros para la eliminación de perturbaciones externas.
- Si aparecen valores de descargas parciales significativos, una vez superado el valor de tensión de servicio de la línea se deberá bajar este hasta obtener el valor en el cual desaparecen las descargas (punto de tensión de apagado de las descargas). Este valor de tensión se consignará en el informe del ensayo.

Criterio de aceptación

Las medidas de descargas parciales no deberán superar el nivel máximo admisible de 10 pC o en su defecto, el mínimo umbral de ruido existente durante las medidas.

Si se detectan niveles de descargas parciales superiores a los admitidos, se procederá a la detección más exacta posible del tipo y foco de descargas, para se pueda proceder a subsanar el defecto que las provoca. Tras la reparación se repetirá de nuevo el ensayo.

**Pruebas y ensayos**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08**6. ENSAYO DE TENSIÓN SOBRE EL AISLAMIENTO**

El objeto de este ensayo es examinar el aislamiento del cable y de los accesorios.

En este ensayo es necesario aportar una elevada potencia reactiva, circunstancia que obliga a utilizar sistemas alternativos a los empleados habitualmente en los laboratorios, que permitan compensar eléctricamente la capacidad del cable.

Dichos sistemas son los denominados sistemas resonantes, basados en buscar el estado de resonancia en el circuito de ensayo en el que la parte capacitiva del circuito es el cable.

Los sistemas resonantes que se pueden emplear son:

- Sistemas de compensación por medio de reactancias de alta tensión
- Sistemas de compensación por medio de reactancia variable
- Sistemas de compensación por medio de frecuencia variable (frecuencia de resonancia)

Este ensayo se realiza de la siguiente forma:

- Mediante un generador resonante de frecuencia variable en corriente alterna se aplicará un valor eficaz de tensión según la tabla siguiente:

Tensión del cable (u_0/u)	Tensión de ensayo (kV)	
36/66 kV	$2,0 \times u_0$	72
76/132 kV	$1,7 \times u_0$	130
127/220 kV	180	
220/400 kV	260	

- La tensión se incrementará de forma progresiva hasta llegar al valor indicado y se mantendrá durante una hora.
- La onda de tensión será sinusoidal y de frecuencia comprendida entre 20 y 300 Hz.
- La fluctuación de la tensión de ensayo durante el tiempo de aplicación no deberá ser superior al 5%, según se indica en la norma UNE-EN 60060-3, con respecto al valor especificado.

**Pruebas y ensayos**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

La longitud máxima de cable que se puede ensayar depende de la capacidad del cable, reactancia del equipo de ensayo, tensión de ensayo y frecuencia de ensayo.

Si debido a la longitud de cable a ensayar no fuera posible la realización del ensayo con un solo generador, el ensayo se realizará acoplando otros generadores resonantes en serie o en paralelo. Para cada caso concreto, el contratista adjudicatario informará a Red Eléctrica sobre la manera más adecuada de realizar el ensayo.

En función de la capacidad de los cables a ensayar, el contratista adjudicatario estudiará la posibilidad de realizar el ensayo simultáneamente sobre las tres fases de un circuito, o secuencialmente fase a fase.

Este ensayo se podrá realizar conectando la instalación a la tensión de la red, sin carga, durante 24 horas. Este método alternativo deberá ser aprobado por Red Eléctrica.

En el caso de que se tenga que realizar este ensayo sobre cables que hubieran estado en servicio previamente, los valores de tensión a aplicar podrían reducirse. En este caso el valor de tensión a aplicar deberá ser aprobado previamente por Red Eléctrica.

Criterio de aceptación

Para que el resultado del ensayo sea válido no deberá producirse ninguna perforación en el cable ni en los accesorios.

En el caso de producirse una perforación del cable:

- Se localizará el punto de la discontinuidad, descubriendo el cable en este punto o cualquier operación que se precise.
- Se analizarán las causas y se reparará si fuera posible. Si no fuera posible se establecerán las medidas adecuadas.
- Se realizará el ensayo nuevamente.

7. ENSAYO DE MEDIDA DE LA CAPACIDAD Y TAN δ

Para cada una de las fases se deberá medir la capacidad entre el conductor y la pantalla metálica y la $\tan(\delta)$.

Este ensayo se deberá realizar a la tensión de fase U_0 con una frecuencia lo más próxima posible a 50 Hz. La tensión de ensayo se aplicará mediante un generador resonante de frecuencia variable en corriente alterna y con objeto de conseguir una frecuencia lo más próxima a 50 Hz, se podrán emplear bobinas adicionales.

El valor medido de la capacidad es necesario para realizar el tarado de las protecciones según las condiciones reales de funcionamiento de la instalación.

**Pruebas y ensayos**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

En el informe final de ensayos, se deberá indicar para cada una de las fases, el valor medido en μF y $\mu\text{F}/\text{km}$ de la capacidad de cada fase. Dicho valor se deberá comparar con la capacidad y $\tan(\delta)$ según especificación del fabricante indicándose el porcentaje en % de diferencia entre ambos valores.

8. ENSAYO DE MEDIDA DE IMPEDANCIAS

El objeto de este ensayo es realizar una serie de medida de impedancias que nos permita obtener la impedancia en secuencia directa y la impedancia homopolar de la instalación.

El valor medido de las impedancias es necesario para realizar el tarado de las protecciones según las condiciones reales de funcionamiento de la instalación así como para diferentes estudios de operación y de planificación.

En el caso de que la instalación tenga en alguno de sus extremos una subestación tipo GIS, con objeto de poder poner a tierra cada una de las fases, se deberá instalar la conexión interna de la GIS con el cable. Como dicha conexión interna debe estar desinstalada en la realización del ensayo de descargas parciales, del ensayo de tensión sobre el aislamiento y del ensayo de medida de la capacidad, este ensayo se deberá realizar después de los ensayos anteriores.

Este ensayo se realizará con el esquema de conexionado de las pantallas previsto para la instalación en servicio.

En el caso de instalaciones con un sistema de conexionado de las pantallas tipo “cross-bonding”, en el que previamente a la realización de los ensayos de los apartados anteriores ha sido necesario realizar una conexión continua de las pantallas a lo largo de toda la longitud del cable, se deberán restablecer las conexiones del sistema de conexionado de las pantallas.

La metodología para realizar este ensayo será la siguiente:

- En uno de los extremos de la instalación se conectará a tierra cada una de las fases.
- En el otro extremo de la instalación se aplicará corriente alterna con una fuente regulable y se realizarán las siguientes medidas:



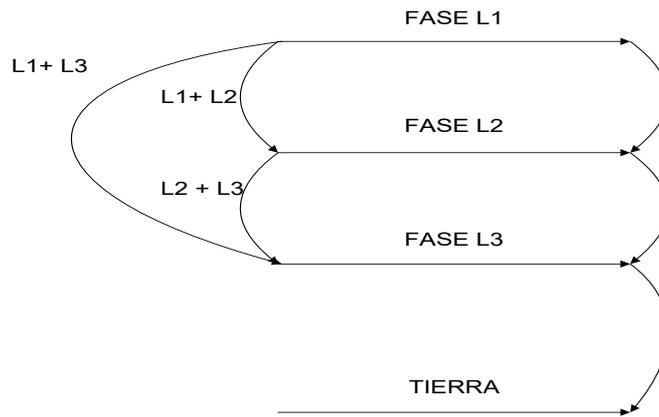
Pruebas y ensayos

Código:
ET160

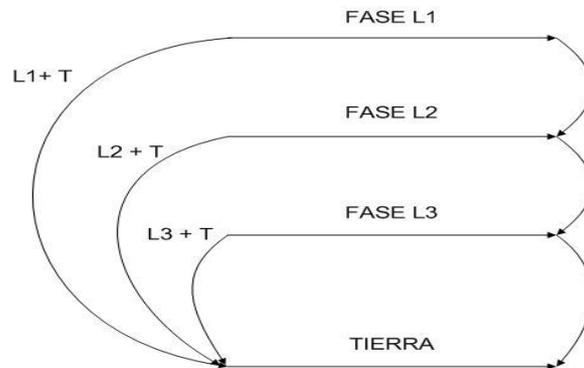
Edición:
2/ 17.10.11

Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

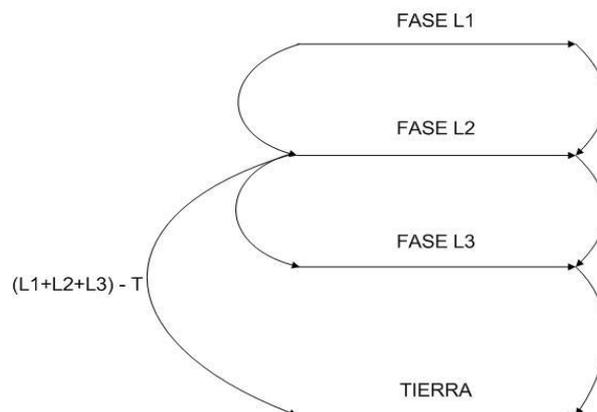
1. Impedancia I1-I2 (z_1+z_2), impedancia I2-I3 (z_2+z_3) e impedancia I1-I3 (z_1+z_3)



2. Impedancia I1-t (z_1+z_t), impedancia I2-t (z_2+z_e) e impedancia I3-t (z_3+z_e).



3. Impedancia I1+I2+I3-t ($z_1//z_2//z_3+z_t$)



**Pruebas y ensayos**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

- Todas las medidas se realizarán con una fuente de intensidad alterna a diversas frecuencias próximas a 50 Hz y después se realizará la extrapolación a la frecuencia de 50 Hz. La extrapolación de la parte inductiva se deberá realizar en mH, nunca en mΩ.
- De todas las impedancias medidas se deberá indicar el valor de la parte resistiva y de la parte inductiva en mΩ.

A partir de las medidas anteriores se podrá obtener:

- Impedancia de secuencia directa z_1

$$Z_1 = \frac{1}{2} \times \frac{\text{medida}(L_1 + L_2) + \text{medida}(L_2 + L_3) + \text{medida}(L_1 + L_3)}{3}$$

- Impedancia homopolar z_0

$$Z_0 = 3 \times \text{medida}(L_1 + L_2 + L_3 - T)$$

En la realización de este ensayo se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- En las líneas subterráneas el tipo de instalación de los cables es muy variable: zanja entubada hormigonada, galería, sótanos de subestaciones GIS, extremos de las instalaciones con los cables al aire, por ejemplo en la subida de los cables a la torre de paso aéreo-subterráneo, etc...

Esta circunstancia dificulta el que la temperatura sea uniforme a lo largo de toda la línea y como norma general se adoptará como temperatura de medida la temperatura ambiente salvo que se disponga de información más precisa.

- La conexión para realizar el puente entre las fases y tierra y entre fases deberá realizarse con cable de cobre adecuado a los ensayos. Se deberá realizar la medida de la resistencia óhmica de dicha conexión en cada medida y restarla al valor obtenido. Esto es especialmente importante en tramos de cables cortos.

En el informe final de ensayos se deberá indicar el valor calculado de la impedancia en secuencia directa y de la impedancia homopolar de la instalación en mΩ a 25 °C. Se deberá indicar el método empleado para obtener dichos valores, indicando cómo se ha realizado al valor medido la corrección por temperatura y cómo se ha tenido en cuenta la impedancia de los cables empleados en las conexiones.

**Pruebas y ensayos**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08**9. VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.**

Una vez realizados todos los ensayos se verificará que las conexiones del sistema de puesta a tierra de la instalación en cajas de puesta a tierra, puesta a tierra de terminales y empalmes, conexión de auto válvulas y otros elementos se corresponde con la información proporcionada por Red Eléctrica

La manipulación de las cajas de puesta a tierra del sistema de conexión de las pantallas deberá realizarse por personal de la empresa encargada de realizar el montaje de la instalación.

**Documentación de obra**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

El Departamento de Apoyo a la Construcción entregará al contratista adjudicatario y a la dirección técnica antes del inicio de los trabajos, al menos los siguientes documentos:

- Traza 1:50.000.
- Perfil longitudinal y planta parcelaria.
- Sección tipo de la canalización.
- Orden de fases en los extremos de la instalación.
- Esquema de conexionado de las pantallas metálicas de los cables de la línea.
- Planos de detalle de las cajas de puesta a tierra.
- Ficha técnica del cable
- Ficha técnica de los accesorios (empalmes y terminales).
- Estudio de seguridad.
- Especificación técnica de las condiciones medioambientales.
- Programa de puntos de inspección personalizado para la actividad.
- Normativa interna de Red Eléctrica aplicable.

Documentación a entregar por el contratista adjudicatario:

- Programa de puntos de inspección y registros generados, completados y firmados.
- Actas de realización de ensayos, indicando el orden de realización de los ensayos según modelos T285, T286, T287, T288, T289, T290, T291, T292 y T293.
- Certificados de calibración de los EIME empleados.
- Programa de obra actualizado.
- Datos para las herramientas corporativas de seguimiento y control de avance de obra.

La documentación generada durante la ejecución de los trabajos se enviará en formato electrónico.

**Equipos de inspección,
medición y ensayo**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

Los equipos de inspección medición y ensayo necesarios para esta actividad son:

- Camión con sistema generador resonante de frecuencia variable y sistema de medida de alta tensión alterna asociado.
- Instrumento para el ensayo dieléctrico de la cubierta con generador de tensión continua de 10 kV y sistema de medida asociado.
- Equipo de medida de las impedancias.

El contratista adjudicatario proporcionará a la obra todos los equipos, maquinaria, útiles, herramientas y EIME para realizar la correcta ejecución y comprobación de los trabajos contratados.

Todos los EIME empleados en la obra deberán estar calibrados y presentar el correspondiente certificado oficial de calibración en obra.

Todos los EIME deberán de ser calibrados anualmente salvo que el periodo de validez de la calibración sea inferior a un año, en cuyo caso se calibrará tantas veces como sea necesario.

**Programación de los trabajos**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

Previamente al inicio de los trabajos, el contratista adjudicatario deberá preparar una programación de los trabajos a realizar. Esta programación recogerá los medios humanos y materiales a emplear en los trabajos, entregándose al Departamento de Apoyo a la Construcción y a la dirección técnica y supervisión de obra.

Dicha programación deberá recoger como mínimo la duración de las siguientes tareas:

- Montaje y desmontaje del sistema generador
- Montaje del vallado de seguridad.
- Conexión del grupo electrógeno al sistema generador.
- Conexión de puesta a tierra del generador a la toma de tierra de la subestación.
- Medida de aislamiento, resistencia y capacidad:
 - Conexión de cables del generador a los terminales del cable en uno de sus extremos
 - Colocación de electrodos en ambos extremos del cable.
- Medida de rigidez dieléctrica de la cubierta del cable:
 - Desconexión de tierra de las pantallas del cable por los extremos.
 - Se aplican 10 kV de tensión entre la pantalla y la toma de tierra.
- Medida de descargas parciales:
 - Colocación de sensores toroidales en las pantallas de los cables.
 - Puesta a tierra de las partes activas del cable y de la cubierta.
- Retirada de materiales.

Ante cualquier eventualidad que comprometa la programación de trabajos acordada el contratista adjudicatario enviará al Departamento de Apoyo a la Construcción y a la dirección técnica y supervisión una actualización de esta programación.

**Normativa aplicable**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

Será de aplicación al menos, la siguiente normativa siempre referida a su última edición:

- Real Decreto 1627/97 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- Estudio de seguridad y salud del proyecto
- Procedimiento o plan de seguridad y salud de la obra
- Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación
- R.D 337/2014, de 9 de mayo, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- Real Decreto 223/2008 de 15 febrero, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09

La prevención de riesgos laborales en las obras de construcción se regulará conforme a lo establecido en la normativa interna vigente de Red Eléctrica.

Normativa de Red Eléctrica aplicable, en su última edición en vigor.

Normativa internacional en vigor:

Normas CEI/UNE	Título de la norma
CEI 62067/UNE 211004	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV (Um=170 kV) up to 500 kV ((Um=550 kV) – Test methods and requirements
CEI 60840	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV (Um=36 kV) up to 150 kV ((Um=170 kV) – Test methods and requirements
CEI 60229	Tests on extruded oversheaths with a special protective function
UNE 211006	Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna
UNE 211632	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas superiores a 36 kV (Um=42 kV) hasta 150 kV (Um= 170 kV)
UNE-EN 60060-2/CEI 60060-2	Técnicas de ensayos de Alta tensión. Parte 2. Sistema de medidas
UNE-EN 60060-3/CEI 60060-3	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ

**Normativa aplicable**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

UNE-EN 60270/CEI 60270	Técnicas de ensayo en Alta Tensión. Medidas de las Descargas Parciales
Normas CEI/UNE	Título de la norma
UNE-EN 60885-2/CEI 60885-2	Métodos de ensayo eléctricos para los cables eléctricos. Parte 2: Ensayo de descargas parciales
UNE-EN 60885-3/CEI 60885-3	Métodos de ensayo eléctricos para los cables eléctricos. Parte 3: Métodos de ensayo para medidas de descargas parciales sobre longitudes de cables de potencia extruidos



T285. Acta de ensayo de verificación del orden de fases

Código:
ET160

Edición:
2/ 17.10.11

Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

T285. Acta de ensayo de verificación del orden de fases			
	Ed.2 Fecha: 17.10.11		
	Línea:		REE/ROP:
	Proyecto:		Director Técnico:
	Grafo:		Contratista:

Orden ensayo Nº _____

PEDIDO Nº:	
INSTALACIÓN:	
Circuito:	
Realizado por:	Lugar ensayo:
Responsable Ensayo:	Representante REE:

EQUIPO DE ENSAYO	
Tipo, modelo y precisión (%):	Fecha Calibración _ / _ / _

RESULTADOS DEL ENSAYO			
Tipo de cable:			
Fases EXTREMO ____ conectadas a tierra	Medidas en EXTREMO ____ entre cada una de las fases y tierra		
Timbrado FASE "0"	Medida 1 FASE "0"	Medida 2 FASE "4"	Medida 3 FASE "8"
Resultado (MΩ):			
Timbrado FASE "4"	Medida 1 FASE "0"	Medida 2 FASE "4"	Medida 3 FASE "8"
Resultado (MΩ):			
Timbrado FASE "8"	Medida 1 FASE "0"	Medida 2 FASE "4"	Medida 3 FASE "8"
Resultado (MΩ):			
Esquema identificativo de las fases:			
EXTREMO ____		EXTREMO ____	

Contratista
(Nombre y firma)

VºBº Director Técnico
(Nombre y Firma)

Aprobado por: REE/ROP
(Nombre y Firma)

Fecha:

Fecha:

Fecha:

**T286. Acta de ensayo de medida de la resistencia del conductor**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

	T286. Acta de ensayo de medida de la resistencia del conductor		
	Ed.2 Fecha: 17.10.11		
	Línea:	REE/ROP:	
	Proyecto:	Director Técnico:	
	Grafo:	Contratista:	

Orden ensayo Nº _____

PEDIDO Nº:	
INSTALACION:	
Circuito:	
Realizado por:	Lugar ensayo:
Responsable Ensayo:	Representante REE:

EQUIPO DE ENSAYO	
Tipo, modelo y precisión (%):	Fecha Calibración: _/_/___

RESULTADOS DEL ENSAYO			
Tipo de cable:			
Medidas	Medida A Fases "0" + "4"	Medida B Fases "4" + "8"	Medida C Fases "8" + "0"
Temperatura de medida (°C):			
Resultado (mΩ):			
Observaciones:			

Contratista
(Nombre y firma)

VºBº

Director Técnico
(Nombre y Firma)

Aprobado por:

REE/ROP
(Nombre y Firma)

Fecha:

Fecha:

Fecha:

**T287. Acta de ensayo de medida de la resistencia de la pantalla**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

	T287. Acta de ensayo de medida de la resistencia de la pantalla		
	Ed.2 Fecha: 17.10.11		
	Línea:	REE/ROP:	
	Proyecto:	Director Técnico:	
Grafo:	Contratista:		

Orden ensayo N° _____

PEDIDO N°:	
INSTALACION:	
Circuito:	
Realizado por:	Lugar ensayo:
Responsable Ensayo:	Representante REE:

EQUIPO DE ENSAYO	
Tipo, modelo y precisión (%):	Fecha Calibración: _/_/___

RESULTADOS DEL ENSAYO			
Tipo de cable:			
Medidas	Medida A Fases "0" + "4"	Medida B Fases "4" + "8"	Medida C Fases "8" + "0"
Temperatura de medida (°C):			
Resultado (mΩ):			
Observaciones:			

Contratista
(Nombre y firma)

VºBº

Director Técnico
(Nombre y Firma)

Aprobado por:

REE/ROP
(Nombre y Firma)

Fecha:

Fecha:

Fecha:



T288. Acta de ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta exterior del cable

Código:
ET160

Edición:
2/ 17.10.11

Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

	T288. Acta de ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta exterior del cable		
	Ed.2 Fecha: 17.10.11		
	Línea:	REE/ROP:	
	Proyecto:	Director Técnico:	
	Grafo:	Contratista:	

Orden ensayo N° _____

PEDIDO N°:	
INSTALACIÓN:	
Circuito:	
Realizado por:	Lugar ensayo:
Responsable Ensayo:	Representante REE:

EQUIPO DE ENSAYO	
Tipo, modelo y precisión (%):	Fecha Calibración: _ / _ / _

RESULTADOS DEL ENSAYO			
Tipo de cable:			
Fase	0	4	8
Tensión ensayo c.c.(kV):	10 kV	10 kV	10 kV
Duración (min):	1 min	1 min	1 min
Corriente de fuga (mA):			
Resultado satisfactorio	SI / NO	SI / NO	SI / NO
Observaciones:			

Contratista
(Nombre y firma)

VºBº

Director Técnico
(Nombre y Firma)

Aprobado por: REE/ROP
(Nombre y Firma)

Fecha:

Fecha:

Fecha:

**T289. Acta de ensayo de descargas parciales**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

	T289. Acta de ensayo de descargas parciales		
	Ed.2 Fecha: 17.10.11		
	Línea:		REE/ROP:
	Proyecto:		Director Técnico:
Grafo:		Contratista:	

Orden ensayo Nº _____

PEDIDO Nº:	
INSTALACIÓN:	
Circuito:	
Realizado por:	Lugar ensayo:
Responsable Ensayo:	Representante REE:

EQUIPO DE ENSAYO	
Tipo, modelo y precisión (%):	Fecha Calibración:
	/ /

RESULTADOS DEL ENSAYO			
Nº Empalmes/Tipo de Empalme:		Nº Terminales/Tipo de Terminal:	
/		/	
Tensión ensayo durante medidas (kV):		Tensión ensayo durante medidas (kV):	
Frecuencia ensayo (Hz):		Frecuencia ensayo (Hz):	
Nivel de ruido de fondo (pC):		Nivel de ruido de fondo (pC):	
Amplitud descargas (pC):		Amplitud descargas (pC):	
Resultado satisfactorio:	NO/SI	Resultado satisfactorio:	NO/SI
Observaciones:			
En el informe final de ensayos se adjuntan los gráficos de descargas parciales de cada empalme y terminal de la instalación.			

Contratista
(Nombre y firma)

VºBº

Director Técnico
(Nombre y Firma)

Aprobado por:

REE/ROP
(Nombre y Firma)

Fecha:

Fecha:

Fecha:

**T290. Acta de ensayo de tensión sobre aislamiento**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

T290. Acta de ensayo de tensión sobre el aislamiento				
	Ed.2 Fecha: 17.10.11			
	Línea:		REE/ROP:	
	Proyecto:		Director Técnico:	
	Grafo:		Contratista:	

Orden ensayo Nº _____

PEDIDO Nº:	
INSTALACIÓN:	
Circuito:	
Realizado por:	Lugar ensayo:
Responsable Ensayo:	Representante REE:

EQUIPO DE ENSAYO	
Tipo, modelo y precisión (%):	Fecha Calibración
	__/__/__

RESULTADOS DEL ENSAYO			
Tipo de cable:			
Fase	0	4	8
Tensión ensayo (kV):			
Duración (min):	60 min	60 min	60 min
Frecuencia (Hz):			
Resultado satisfactorio:	SI / NO	SI / NO	SI / NO
Las tres fases ensayadas conjuntamente:	SI / NO		
Observaciones:			
En el informe final de ensayos se adjunta la gráfica de evolución de la tensión durante el ensayo.			

Contratista
(Nombre y firma)**VºBº****Director Técnico**
(Nombre y Firma)**Aprobado por:****REE/ROP**
(Nombre y Firma)**Fecha:****Fecha:****Fecha:**

**T291. Acta de medida
de la capacidad
y tan(δ)**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

	T291. Acta de ensayo de medida de la capacidad y tan(δ)			
	Ed.2 Fecha: 17.10.11			
	Línea:		REE/ROP:	
	Proyecto:		Director Técnico:	
	Grafo:		Contratista:	

Orden ensayo N° _____

PEDIDO N°:	
INSTALACION:	
Circuito:	
Realizado por:	Lugar ensayo:
Responsable Ensayo:	Representante REE:

EQUIPO DE ENSAYO	
Tipo, modelo y precisión (%):	Fecha Calibración:
	_ / _ / _

RESULTADOS DEL ENSAYO			
Tipo de cable:			
Fase	0	4	8
Tensión ensayo (kV):			
Frecuencia (Hz):			
Resultado Capacidad (nF):			
Resultado Tan(δ):			
Observaciones:			

Contratista
(Nombre y firma)

VºBº

Director Técnico
(Nombre y Firma)

Aprobado por:

REE/ROP
(Nombre y Firma)

Fecha:

Fecha:

Fecha:



T292. Acta de ensayo de medida de impedancias

Código:
ET160

Edición:
2/ 17.10.11

Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

	T292. Acta de ensayo de medida de impedancias		
	Ed.2 Fecha: 17.10.11		
	Línea:	REE/ROP:	
	Proyecto:	Director Técnico:	
	Grafo:	Contratista:	

Orden ensayo N° _____

PEDIDO N°:	
INSTALACIÓN:	
Circuito:	
Realizado por:	Lugar ensayo:
Responsable Ensayo:	Representante REE:

EQUIPO DE ENSAYO	
Tipo, modelo y precisión (%):	Fecha Calibración: _ / _ / _

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Tipo de cable:		
Temperatura de medida (°C):		
Impedancia (50 Hz) L1-L2 ($Z_{L1}+Z_{L2}$):	R (mΩ):	X (mΩ):
Impedancia (50 Hz) L2-L3 ($Z_{L2}+Z_{L3}$):	R (mΩ):	X (mΩ):
Impedancia (50 Hz) L1-L3 ($Z_{L1}+Z_{L3}$):	R (mΩ):	X (mΩ):
Impedancia (50 Hz) L1-T ($Z_{L1}+Z_T$):	R (mΩ):	X (mΩ):
Impedancia (50 Hz) L2-T ($Z_{L2}+Z_T$):	R (mΩ):	X (mΩ):
Impedancia (50 Hz) L3-T ($Z_{L3}+Z_T$):	R (mΩ):	X (mΩ):
Impedancia L1+L2+L3-T ($Z_{L1} // Z_{L2} // Z_{L3} + Z_T$):	R (mΩ):	X (mΩ):
Observaciones:		

Contratista
(Nombre y firma)

VºBº
Director Técnico
(Nombre y Firma)

Aprobado por: REE/ROP
(Nombre y Firma)

Fecha:

Fecha:

Fecha:

**T293. Acta de verificación del sistema de puesta a tierra**Código:
ET160Edición:
2/ 17.10.11Cancela a:
ET160 Ed. 1/ 04.07.08

	T293. Acta de ensayo de verificación del sistema de puesta a tierra			
	Ed.2 Fecha: 17.10.11			
	Línea:		REE/ROP:	
	Proyecto:		Director Técnico:	
	Grafo:		Contratista:	

Orden ensayo Nº _____

PEDIDO Nº:	
INSTALACIÓN:	
Circuito:	
Realizado por:	Lugar ensayo:
Responsable Ensayo:	Representante REE:

RESULTADOS DEL ENSAYO
Después de la realización de todos los ensayos el técnico responsable del ensayo certifica que se ha comprobado que el sistema de puesta a tierra de la instalación se corresponde con el esquema adjunto.
Observaciones:

Contratista
(Nombre y firma)

VºBº

Director Técnico
(Nombre y Firma)

Aprobado por:

REE/ROP
(Nombre y Firma)

Fecha:

Fecha:

Fecha:

TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Ejecución de los trabajos de topografía y georradar de líneas eléctricas subterráneas

Código:
ET224

Edición:
1 / 15.01.15

Cancela a:

Unidades implicadas: **Departamento de Ingeniería de Líneas**

GESTIÓN DE LA NORMA:

Responsabilidad:
Dirección de Ingeniería y Construcción

Aprobación:
Dirección de Ingeniería y Construcción

Difusión y control:
Dirección Corporativa de Comunicación y Responsabilidad Corporativa

Firma:

Firma:

Firma y fecha: **17.03.15**

OBJETO

Describir las condiciones que deben cumplirse en la realización de los trabajos topográficos para el anteproyecto, proyecto y replanteo de una línea eléctrica subterránea de alta tensión.

DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO

Comprende los trabajos de estudio de trazado, estudio de servicios afectados, levantamiento topográfico y detección de servicios mediante georradar y replanteo de zanja y cámaras de empalme.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

1. ESTUDIO DE TRAZADO

Se realizará un estudio de detalle de todos los trazados posibles. Para ello REE entregará las alternativas o áreas de estudio.

En el estudio trazado se analizarán los servicios afectados y las empresas o entidades responsables (servicios vistos en campo y consultados a los ayuntamientos, organismos y empresas afectadas, tanto existentes como proyectados). Para ello se solicitará por escrito a todas las empresas de servicios los planos de sus canalizaciones existentes y proyectadas. Se contrastarán los datos facilitados por dichas empresas con los que se puedan obtener mediante inspección visual en campo.

En caso de no existencia del servicio en la zona se presentará carta de dicha empresa manifestando la no existencia de los mismos en la zona de afección de línea subterránea.

En el estudio de trazado se tendrá en cuenta el ancho de las calzadas, el tráfico por ellas, pendientes de las mismas y radios de curvatura del trazado. Se tratará de minimizar la afección a particulares.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 2 de 6

Ejecución de trabajos de topografía y georradar de líneas eléctricas subterráneas

Código:
ET224

Edición:
1 / 15.01.15

Cancela a:

Como resultado de este estudio se determinará un trazado o área para realizar la localización de servicios mediante georradar, así como una distribución de cámaras de empalme y arquetas de telecomunicaciones. Se requerirá aprobación del mismo por el técnico de REE antes de proceder a la localización de servicios mediante georradar.

2. LOCALIZACIÓN DE SERVICIOS MEDIANTE GEORRADAR Y DETECTOR ELECTROMAGNÉTICO

Sobre el trazado o las áreas determinadas por el técnico de REE se procederá a realizar un estudio de servicios afectados mediante georradar y detector electromagnético.

El estudio a realizar deberá cumplir los siguientes requisitos técnicos:

La detección de servicios mediante georradar requiere un sistema que llegue a un compromiso entre resolución y penetración.

De esta forma se utilizará un sistema formado por antenas de doble frecuencia que permitan obtener imágenes del terreno de gran resolución superficial sin condicionar la penetración para las localizaciones más profundas.

- Alta frecuencia: Alta resolución superficial para la detección de servicios, estructuras y variaciones del terreno. Permite detecciones de servicios de tamaños muy reducidos (valor óptimo 600 Mhz).

- Baja frecuencia: Mayor penetración del impulso electromagnético posibilitando la detección de servicios y estructuras a más profundidad (valor óptimo 200 Mhz).

Los valores de las frecuencias elegidas se podrán modificar para obtener mejores resultados en función de las características del terreno sobre el que se está trabajando.

Asimismo, se precisa un sistema de dos antenas con una separación aproximada 40cm, cada una de las antenas deberá funcionar, al menos, a las frecuencias descritas anteriormente, con lo que se incrementa notablemente la capacidad de detección "in situ" de los servicios y se evitan posibles falsos positivos producidos por las diversas heterogeneidades del terreno.

El **detector electromagnético** es la principal técnica de detección de servicios metálicos (cables y tuberías). El equipo estará compuesto por un emisor (inductor) y un receptor que permite el seguimiento del servicio de una manera rápida y fiable. De esta forma, el equipo debe ser capaz de trabajar en modo pasivo (detección de líneas que transportan electricidad alterna) o en modo activo (tuberías metálicas o cables a los que se les induce o inyecta un corriente que es medida en superficie).



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 3 de 6

**Ejecución de trabajos
de topografía y
georradar de líneas
eléctricas subterráneas**

Código:
ET224

Edición:
1 / 15.01.15

Cancela a:

Aéreas a investigar:

- Zona urbana: El área de investigación será todo el ancho de la calzada quedando limitada por los bordillos. De esta forma se procederá a la localización y cartografía de los servicios, estructuras y elementos con el fin de diseñar el trazado óptimo de la futura canalización.

Se realizarán perfiles con georradar según esquema mostrado en el anexo 2.

Consideraciones particulares:

- o Calzada de doble sentido: Se estudiarán ambos sentidos de la calle.
- o Calzada con carril de estacionamiento: Se estudiará la calzada y la zona de estacionamiento.
- o Doble calzada: Se elegirá que lado de la calzada se estudiará

- Zona rural / No urbanizada: Zonas aparentemente sin servicios donde se realizará un doble perfil longitudinal (2 antenas paralelas). Se complementará con perfiles transversales cada 50 metros.

- Cámaras de empalme: Son áreas de especial interés debido al tamaño de estas estructuras. Se realizará una matriz de perfiles equidistantes cada 40 cm (perpendiculares y transversales) para tener una visualización 3D de los servicios con su geometría, objetos enterrados, etc. (ver esquema anexo 2)

- Zonas de instalación de arquetas para telecomunicaciones: El técnico de Ingeniería de Líneas de REE indicará si existe alguna zona en la que se vayan a instalar arquetas de telecomunicaciones fuera de la calzada, en este caso se ampliará el área de estudio a la acera. Se tomarán perfiles según esquema en Anexo 2.

Localización de servicios:

Previamente al inicio de los trabajos de campo se deberá disponer, de los planos de servicios afectados de las diferentes compañías y una base topográfica digital (aCad). Se habrán obtenido en la fase de "Estudio de trazado"

Para la localización de servicios se utilizará una combinación de georradar y detector electromagnético (activo y/o pasivo). Se realizaran perfiles paralelos georreferenciados cubriendo todo el ancho de la calzada investigada (doble antena con separación máxima de 0.6 m y separación máxima entre ejes de 1.5m). Perpendicularmente se realizaran perfiles cada 25 metros y en los cruces de calles se incrementará la densidad a una equidistancia de 5 metros. (ver anexo 2: Esquema perfiles georradar)



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 4 de 6

**Ejecución de trabajos
de topografía y
georradar de líneas
eléctricas subterráneas**

Código:
ET224

Edición:
1 / 15.01.15

Cancela a:

Estos datos serán procesados e interpretados en gabinete.

Se procederá al mapeado de servicios "in situ" marcando el trazado de los servicios, profundidad, anomalías no asociadas sobre el terreno, etc.

Esta localización se combinará con el detector electromagnético para definir las líneas con tensión y seguir los servicios de naturaleza metálica.

3. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Se realizará un levantamiento del perfil longitudinal y planta del trazado de proyecto incluyéndose todos los servicios afectados, vegetación, edificaciones, bordillos, viales, escolleras, escombros, taludes, se identificará el tipo de pavimento por el que discurre la canalización y las parcelas catastrales (además de las lindes de campo) en una franja de 25 m a ambos lados del eje de la línea (escalas V: 1/100 – H: 1/500 y formato A1). El perfil y planta se representará según se indica en el "Protocolo de dibujo para topografía de líneas subterráneas".

Elaboración de secciones transversales de detalle de los cruzamientos y paralelismos más significativos y de la ubicación de las cámaras de empalme. En el caso de que el trazado de la línea interfiera con grandes infraestructuras (autovías, ferrocarriles, etc...) se deberá realizar un levantamiento taquimétrico de la zona afectada por el cruce con dichas infraestructuras, a escala 1/500, con curvas de nivel cada 0,25 m y altitudes geográficas reales. Incluirá al menos: el norte geográfico, vegetación, edificaciones, bordillos, desagües, carriles, viales, taludes, escolleras, escombros, etc.

Si fuera necesario, el técnico de REE indicará en que zonas se realizará un levantamiento taquimétrico, a escala 1/500, con curvas de nivel cada 0,25 m y altitudes geográficas reales. Incluirá al menos: el norte geográfico, vegetación, edificaciones, bordillos, desagües, carriles, viales, taludes, escolleras, escombros, etc

4. RELACIÓN DE PROPIETARIOS

El adjudicatario deberá proveerse de los planos catastrales vigentes, en formato .shp, ver "Protocolo para el tratamiento de ficheros catastrales .shp".

Esta información se enviará a REE una vez verificada según el "Protocolo para el tratamiento de ficheros catastrales".



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 5 de 6

**Ejecución de trabajos
de topografía y
georradar de líneas
eléctricas subterráneas**

Código:
ET224

Edición:
1 / 15.01.15

Cancela a:

5. REPLANTEO DE ZANJA Y CÁMARAS DE EMPALME

Marcado mediante clavos de acero, estacas de madera o pintura del eje del trazado, cámaras de empalme y cruzamientos más significativos

CONDICIONES DE SEGURIDAD

Se seguirá en todo momento lo indicado en el procedimiento técnico de REE que regula la organización de la Seguridad en los Trabajos en Instalaciones Eléctricas de alta tensión (*ver apartado de normativa aplicable*), así como en las correspondientes instrucciones técnicas editadas por Red Eléctrica que sean de aplicación para los trabajos realizados.

En caso de ser necesario el acceso a instalaciones de REE, se seguirá lo dispuesto en la instrucción técnica que regula el control de acceso de personal y colaboradores y sus vehículos a las instalaciones de REE (*ver Anexo 1: Normativa aplicable*).

CONDICIONES DEL CONTRATO

Se seguirá lo indicado en el documento "Condiciones Generales de Contratación para la Prestación de Servicios de Red Eléctrica de España", referencia C.G.C.-S., en cuanto a condiciones y forma de pago, penalidades, arbitraje y jurisdicción, validez de las ofertas, etc.

DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR

La documentación a entregar será la siguiente:

1. ESTUDIO DE TRAZADO

- Descripción del trazado para cada una de las alternativas incluyéndose como mínimo todos los cruzamientos y paralelismos junto con las empresas y entidades responsables, longitud, términos municipales y provincias afectadas. (Word)
- Fotografías descriptivas de los trazados propuestos con detalles de los servicios afectados.
- Trazados sobre ortofoto a escala 1/5000, sobre cartografía a escala 1/10.000 y sobre planimetría a escala 1/5000 con todos los servicios afectados. Todos ellos georreferenciados en coordenadas UTM según ETRS 89 y referidas al huso en el que estén contenidas.



TÍTULO:

DATOS DE CONTROL:

Página 6 de 6

Ejecución de trabajos de topografía y georradar de líneas eléctricas subterráneas

Código:
ET224

Edición:
1 / 15.01.15

Cancela a:

La traza deberá ser aprobada por Red Eléctrica antes de proceder al estudio con georradar y levantamiento topográfico.

2. LOCALIZACIÓN DE SERVICIOS MEDIANTE GEORRADAR Y DETECTOR ELECTROMAGNÉTICO

Una vez finalizados los trabajos de campo se elaborará un plano de planta donde se muestre las calles investigadas con los servicios localizados indicando el tipo de servicio y la profundidad en diversos puntos así como el diámetro estimado del servicio.

A partir de estos datos se diseñará el trazado óptimo de la canalización. El plano se entregará georreferenciado en coordenadas absolutas, proyección UTM y sistema de referencia ETRS89 (WGS 84 para Canarias).

Los archivos de los planos entregados deberán contener:

- Sistema de referencia usado con sus especificaciones (elipsoide, modelo de geoide, cotas altimétricas de referencia).
- Indicación de bases físicas de referencia a lo largo del trazado investigado con sus coordenadas.
- Leyenda de las detecciones, trazas, zona de estudio. Simbología de los diversos servicios localizados.

3. ESTUDIO TOPOGRÁFICO. LEVANTAMIENTO DE PERFIL Y PLANTA

- Planos de perfil y planta y secciones transversales de cruzamientos, paralelismos y cámaras de empalme. (Autocad). En el perfil se representarán todos los servicios cruzados con las profundidades de los mismos.
- Informe de verificación y control de los equipos de medición.

4. RELACIÓN DE PROPIETARIOS

- Fichero .shp de los planos catastrales. Según: "Protocolo de dibujo para topografía de líneas subterráneas".



ANEXO 1:

DATOS DE CONTROL:

Página 1 de 1

Normativa aplicable

Código:

Edición:

Cancela a:

ET224

1 / 15.01.15

NORMATIVA APLICABLE

Código de la norma	Título de la norma
TM001	ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN
IM031	ACCESOS Y PERMANENCIA DE PERSONAS, VEHÍCULOS Y MERCANCÍAS EN INSTALACIONES DE RED ELÉCTRICA

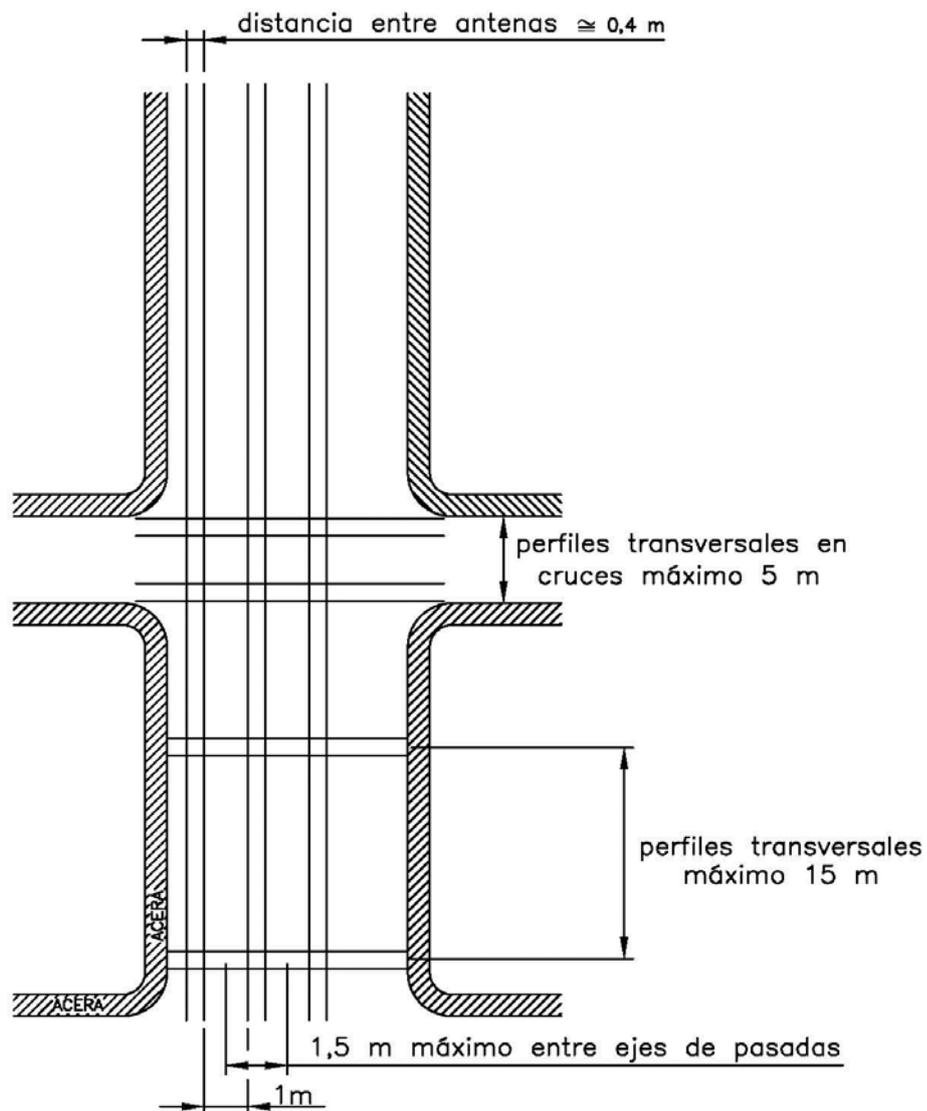
Normativa aplicable

Código:
ET224

Edición:
1 / 15.01.15

Cancela a:

Esquema 1: Perfiles en zona urbana.



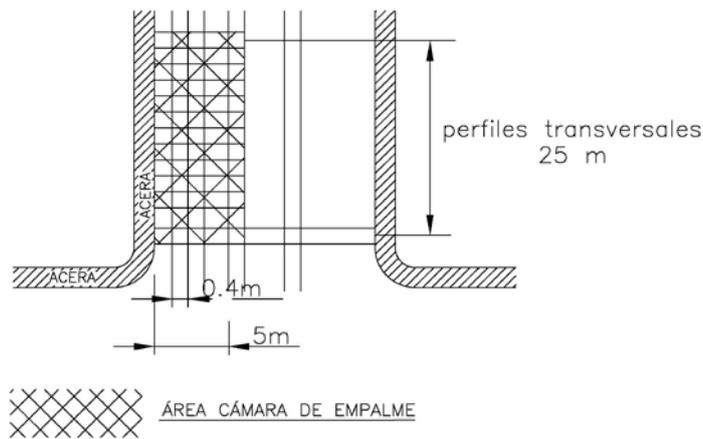
Normativa aplicable

Código:
ET224

Edición:
1 / 15.01.15

Cancela a:

Esquema 2: Perfiles en cámara de empalme.





PROYECTO DE EJECUCIÓN

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA
ESPAÑA - FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

LÍNEA SUBTERRÁNEA - SUBMARINA EN
CORRIENTE CONTINUA A ± 400 kV
GATIKA – FRONTERA FRANCESA

DOCUMENTO 8

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN LA PARTE TERRESTRE

DOCUMENTO Nº 8

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

1 ANTECEDENTES.....	3
1.1 OBJETO	3
1.2 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ANTEPROYECTO	3
1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS.....	3
2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR	4
3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS	5
3.1 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN.....	5
4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA	8
4.1 SEGREGACIÓN	8
4.2 ALMACENAMIENTO	9
5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS	11
5.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS.....	11
5.2 RESIDUOS PELIGROSOS	12
6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN	14

1 ANTECEDENTES

1.1 OBJETO

El presente Estudio de Residuos se realiza para minimizar los impactos derivados de la generación de residuos en la construcción del presente proyecto, estableciendo las medidas y criterios a seguir para reducir al máximo la cantidad de residuos generados, segregarlos y almacenarlos correctamente y proceder a la gestión más adecuada para cada uno de ellos. El Estudio se lleva a cabo en cumplimiento del R.D. 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y se ha redactado según los criterios contemplados en el artículo 4 de dicho Real Decreto.

1.2 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ANTEPROYECTO

La situación y descripción general del proyecto está reflejado en el Documento 1: Memoria del presente Proyecto de Ejecución.

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS

Las actividades, a llevar a cabo, que van a dar lugar a la generación de residuos van a ser las siguientes:

- ✓ Apertura/acondicionamiento de accesos y zonas de trabajo: desbroces/talas y movimientos de tierras.
- ✓ Obra civil: excavación y hormigonado de cimentaciones (Zanja en el caso de líneas subterráneas).
- ✓ Apertura de la calle de tendido. Apertura de calle de seguridad (talas y podas).
- ✓ Tendido de conductores y cables de tierra.
- ✓ Limpieza y restauración de las zonas de obra.

2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

Durante los trabajos descritos se prevé generar los siguientes residuos, codificados de acuerdo a lo establecido en la Orden MAM/304/2002 (Lista europea de residuos):

TIPO RESIDUO	CÓDIGO LER
RESIDUOS NO PELIGROSOS	
Excedentes de excavación	170504
Restos de hormigón	170101
Papel y cartón	200101
Maderas	170201
Plásticos (envases y embalajes)	170203
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402
Restos asimilables a urbanos	200301
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (si se segregan)	150102/150104/150105/150106
Residuos vegetales (podas y talas)	200201
RESIDUOS PELIGROSOS	
Trapos impregnados	150202*
Tierras contaminadas	170503*
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*

Es necesario aclarar que, en el Plan de gestión residuos (que se elabora en una etapa de proyecto posterior al presente estudio por los contratistas responsables de acometer los trabajos, poseedores de los residuos) e incluso durante la propia obra se podrá identificar algún otro residuo. Asimismo, la estimación de cantidades, que se incluye en el punto 6 del presente documento, es aproximada, teniendo en cuenta la información de la que se dispone en la etapa en la cual se elabora el proyecto de ejecución. Las cantidades, por tanto, también deberán ser ajustadas en los correspondientes Planes de gestión de residuos.

3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

3.1 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN

Como norma general es importante separar aquellos productos sobrantes que pudieran ser reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos.

Además, es importante separar los residuos desde el origen, para evitar contaminaciones, facilitar su reciclado y evitar generar residuos derivados de la mezcla de otros.

Se exponen a continuación algunas buenas prácticas para evitar/minimizar la generación de algunos residuos:

- Tierras de excavación:
 - ✓ Separar y almacenar adecuadamente la tierra vegetal para utilizarla posteriormente en labores de restauración. La tierra vegetal se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva y la altura máxima de los acopios será de dos metros para que no pierda sus características.
 - ✓ Minimizar, desde la elección del trazado de la línea, la definición del tamaño de las campas y de accesos, los movimientos de tierras a llevar a cabo.
 - ✓ Utilizar las tierras sobrantes de excavación en la propia obra en la medida de lo posible.
- Lodos resultantes de las perforaciones: detritus
 - ✓ Dejar secar para su posterior reutilización como material de relleno o transporte a vertedero.
- Lodos bentoníticos resultantes de las perforaciones
 - ✓ Reutilizar en la obra.
 - ✓ Secar mediante bomba centrífuga para obtener residuo seco que se puede reutilizar en la obra o trasladar a vertedero.
- Medios auxiliares (palets de madera), envases y embalajes:
 - ✓ Utilizar materiales cuyos envases/embalajes procedan de material reciclado.

- ✓ No separar el embalaje hasta que no vayan a ser utilizados los materiales.
- ✓ Guardar los embalajes que puedan ser reutilizados inmediatamente después de separarlos del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido.
- ✓ Los palets de madera se han de reutilizar cuantas veces sea posible.
- Residuos metálicos:
 - ✓ Separarlos y almacenarlos adecuadamente para facilitar su reciclado.
- Aceites y grasas:
 - ✓ Realizar el mantenimiento de la maquinaria y cambios de aceites en talleres autorizados.
 - ✓ Si es imprescindible llevar a cabo alguna operación de cambio de aceites y grasas en la obra, utilizar los accesorios necesarios para evitar posibles vertidos al suelo (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable).
- Tierras contaminadas:
 - ✓ Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas:
 - Mantener cerrados todos los recipientes que contengan sustancias peligrosas para el medio ambiente (desenclavante, aceites etc.).
 - Si fuera necesario el almacenamiento de combustibles, disponer de bandeja metálica.
 - Resguardar de la lluvia las zonas de almacenamiento (mediante techado o uso de lona impermeable), para evitar que las bandejas se llenen de agua.
 - Disponer de grupos electrógenos cuyo tanque de almacenamiento principal tenga doble pared y cuyas tuberías vayan encamisadas. Disponer de absorbentes hidrófobos para la retención de goteos y pequeñas fugas.

- Residuos vegetales:
 - ✓ Respetar todos los ejemplares arbóreos que no sean incompatibles con el desarrollo del proyecto.
 - ✓ Facilitar la entrega de los restos de podas/talas a sus propietarios.
 - ✓ En los casos en los que sea posible (por su tamaño o después de haber sido triturados) los restos vegetales se incorporarán al terreno.

4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA.

Los requisitos en cuanto a la segregación, almacenamiento, manejo y gestión de los residuos en obra están incluidos en las especificaciones ambientales, formando así parte de las prescripciones técnicas del proyecto.

Para que se pueda desarrollar una correcta segregación y almacenamiento de residuos en la obra, todo el personal implicado deberá estar adecuadamente formado sobre cómo separar y almacenar cualquier tipo de residuos que pueda derivarse de los trabajos.

4.1 SEGREGACIÓN

Para una correcta valorización o eliminación se realizará una segregación previa de los residuos, separando aquellos que por su no peligrosidad (residuos urbanos y asimilables a urbanos) y por su cantidad puedan ser depositados en los contenedores específicos colocados por el correspondiente ayuntamiento, de los que deban ser llevados a vertedero controlado y de los que deban ser entregados a un gestor autorizado (residuos peligrosos). Para la segregación se utilizarán bolsas o contenedores que impidan o dificulten la alteración de las características de cada tipo de residuo.

La segregación de residuos en obra ha de ser la máxima posible, para facilitar la reutilización de los materiales y que el tratamiento final sea el más adecuado según el tipo de residuo.

En ningún caso se mezclarán residuos peligrosos y no peligrosos.

Si en algún caso no resultara técnicamente viable la segregación en origen, el poseedor (contratista) podrá encomendar la separación de fracciones de los distintos residuos no peligrosos a un gestor de residuos externo a la obra, teniendo que presentar en este caso, la correspondiente documentación acreditativa conforme el gestor ha realizado los trabajos.

Se procurará además segregar los RSU en las distintas fracciones (envases y embalajes, papel, vidrio y resto).

4.2 ALMACENAMIENTO

Desde la generación de los residuos hasta su eliminación o valorización final, los residuos peligrosos y no peligrosos se almacenarán de forma separada.

Según el tipo de residuos, se podrán almacenar en la propia obra y cuando no sea viable se podrán almacenar en una instalación propia del contratista (siempre y cuando cuente con todos los permisos necesarios) o contratar los servicios de almacenamiento a un gestor autorizado.

Para las zonas de almacenamiento se cumplirán los siguientes criterios:

- Serán seleccionadas, siempre que sea posible, de forma que no sean visibles desde carreteras o lugares de tránsito de personas, pero con facilidad de acceso para poder proceder a la recogida de los mismos.
- Estarán debidamente señalizadas mediante marcas en el suelo, carteles, etc. para que cualquier persona que trabaje en la obra sepa su ubicación.
- Los contenedores de residuos peligrosos estarán identificados según se indica en la legislación aplicable (RD 180/2015 y Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados), con etiquetas o carteles resistentes a las distintas condiciones meteorológicas, colocados en un lugar visible y que proporcionen la siguiente información: descripción del residuo, icono de riesgos, código del residuo, datos del productor y fecha de almacenamiento.
- Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos estarán protegidas de la lluvia y contarán con suelo impermeabilizado o bandejas de recogida de derrames accidentales. (Normalmente no estarán ubicadas en obra).
- Los residuos que por sus características puedan ser arrastrados por el viento, como plásticos (embalajes, bolsas...), papeles (sacos de mortero...) etc. deberán ser almacenados en contenedores cerrados, a fin de evitar su diseminación por la zona de obra y el exterior del recinto.
- Se delimitará e identificará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la subestación. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.
- Se evitará el almacenamiento de excedentes de excavación en cauces y sus zonas de policía.

Por las características de las actividades a llevar a cabo, lo habitual será almacenar pequeñas cantidades de residuos en las campas de trabajo siendo estos trasladados a un almacén propiedad del contratista. No procede, por tanto, la inclusión de un plano con las zonas destinadas al almacenamiento de los residuos. En los correspondientes Planes de Gestión de residuos de construcción y demolición que proporcionen los contratistas se deberá incluir la localización de los almacenes utilizados. En dichos planes también se incluirá la descripción de los contenedores que se prevé utilizar para los distintos residuos.

5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS

La gestión de los residuos se realizará según lo establecido en la legislación específica vigente.

Siempre se favorecerá el reciclado y valoración de los residuos frente a la eliminación en vertedero controlado de los mismos.

5.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS

- RSU: Los residuos sólidos urbanos y asimilables (papel, cartón, vidrio, envases de plástico) separados en sus distintas fracciones serán llevados a un vertedero autorizado o recogidos por gestores autorizados. En el caso de no ser posible la recogida por gestor autorizado y de tratarse de pequeñas cantidades, se podrán depositar en los distintos contenedores que existan en el Ayuntamiento más próximo.
- Restos vegetales: La eliminación de los residuos vegetales deberá hacerse de forma simultánea a las labores de talas y desbroce. Los residuos obtenidos se apilarán y retirarán de la zona con la mayor brevedad, evitando así que se conviertan en un foco de infección por hongos, o que suponga un incremento del riesgo de incendios.

Los residuos forestales generados se gestionarán según indique la autoridad ambiental competente. Con carácter general, y si no hubiera indicaciones, preferiblemente se entregarán a sus propietarios.

Según el caso y si el tamaño lo permite (si es necesario se procederá a su trituración) los restos se incorporarán al suelo.

Si ninguna de las opciones anteriores es posible, se gestionará su entrega a una planta de compostaje y en último caso se trasladarán a vertedero controlado.

- Excedentes de excavación, como ya se ha comentado tratarán de reutilizarse en la obra, si no es posible y existe permiso de los Ayuntamientos afectados y de la autoridad ambiental competente, (y siempre con la aprobación de los responsables de Medio Ambiente y de Permisos de RED ELÉCTRICA), podrán gestionarse

mediante su reutilización en firmes de caminos, rellenos etc. Si no son posibles las opciones anteriores se gestionarán en vertedero autorizado.

- Escombros, y excedentes de hormigón: Gestión en vertedero autorizado. Si es factible, los restos de hormigón se llevarán a una trituradora de áridos para su reutilización.
- Chatarra: se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones.

5.2 RESIDUOS PELIGROSOS

Los residuos peligrosos se gestionarán mediante gestor autorizado. Se dará preferencia a aquellos gestores que ofrezcan la posibilidad de reciclaje y valorización como destinos finales frente a la eliminación.

Antes del inicio de las obras los contratistas están obligados a programar la gestión de los residuos que prevé generar. En el **Plan de gestión de residuos de construcción** se reflejará la gestión prevista para cada tipo de residuo: planes para la reutilización de excedentes de excavación u hormigón, retirada a vertedero y gestiones a través de gestor autorizado (determinando los gestores autorizados), indicando el tratamiento final que se llevará a cabo en cada caso.

Como anexo a dicho Plan el contratista deberá presentar la documentación legal necesaria para llevar a cabo las actividades de gestión de residuos:

- Acreditación como productor de residuos en la Comunidad Autónoma en la que se llevan a cabo los trabajos
- Autorizaciones de los transportistas y gestores de residuos (las correspondientes según se trate de residuos peligrosos o no peligrosos).
- Autorizaciones de vertederos y depósitos.
- Documentos de Aceptación de los residuos que se prevé generar (residuos peligrosos).

Al final de los trabajos las gestiones de residuos realizadas quedaran registradas en una ficha de “Gestión de residuos generados en las obras de construcción” que incluirá las cantidades de residuos generadas según su tipo, destino y fecha de gestión.

Además de cumplimentar la ficha el contratista proporcionará la documentación acreditativa de las gestiones realizadas:

- Documentos de Control y Seguimiento (Residuos peligrosos).
- Notificaciones de traslado (Residuos peligrosos).
- Albaranes de retirada o documentos de entrega de residuos no peligrosos.
- Permisos de vertido/reutilización de excedentes de excavación.

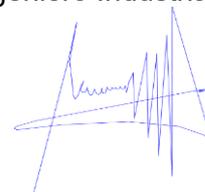
6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN

En el cuadro que se muestra a continuación se incluye una estimación de las cantidades previstas de residuos a generar y los costes asociados a su gestión. Se resalta que el coste es muy aproximado pues los precios están sometidos a bastante variación en función de los transportistas y gestores utilizados y además las cantidades estimadas en este estado del proyecto también se irán ajustando con el desarrollo del mismo.

ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS Y DE LOS COSTES DE GESTIÓN

Tipo residuo	Código LER	Cantidad estimada de residuo generado	Unidades	Costes estimados de gestión (€)
Excedentes de excavación	170504	76455,60	m ³	206.430,12
Restos de hormigón	170101	135,75	m ³	1.004,55
Escombros	170107	1085,95	m ³	8.361,78
Papel y cartón	200101	6,79	kg	0,12
Maderas	170201	135,75	kg	3,39
Plásticos (envases y embalajes)	170203	16290,00	kg	895,95
Restos asimilables a urbanos	200301	309,78	kg	0,46
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si segregan)	150102/150104/150105/150106	464,67	kg	0,70
Trapos impregnados	150202*	0,68	kg	0,75
Tierras contaminadas	170503*	0,16	m ³	18,37
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*	6,79	kg	8,15
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	3639,00	kg	47,31
Total			€	216.771,64

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero Industrial



D. Nicolás Cuenca Pradillo
Colegiado del COIIM 18.068