



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

ESTACIÓN CONVERTSORA ALTERNA/CONTINUA DE GATIKA Y LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE CIRCUITO SUBTERRÁNEA 400 kV

Comunidad Autónoma afectada
País Vasco

Término municipal
Gatika

Madrid, mayo de 2022

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - MADRID
Nº VISADO 202101465	FECHA DE VISADO 23/05/2022
VISADO	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
11729 COIIM DAVID GONZÁLEZ JOUANNEAU	

Rfº · T.LS/2018/980

Proyecto Técnico Administrativo

1/1



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA DE GATIKA Y LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE CIRCUITO SUBTERRÁNEA 400 kV

ÍNDICE

Madrid, mayo de 2022

	Nº PÁGINAS
DOCUMENTO 1	MEMORIA.....78
ANEXO 1.....	CÁLCULOS49
DOCUMENTO 2	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS 11
ANEXO 1.....	REQUISITOS AMBIENTALES. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN26
ANEXO 2.....	ESTUDIO DE SEGURIDAD.....24
ANEXO 3.....	CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS 12
DOCUMENTO 3	PLANOS 18
DOCUMENTO 4	PRESUPUESTO.....3
DOCUMENTO 5	RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS.....4

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero industrial

David González Jouanneau
Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones
Red Eléctrica de España, S.A.U.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA DE GATIKA Y LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE CIRCUITO SUBTERRÁNEA 400 kV

DOCUMENTO 1 MEMORIA

Madrid, mayo de 2022

ÍNDICE

CAPITULO 1. GENERALIDADES	4
1.1 ANTECEDENTES	4
1.2 JUSTIFICACIÓN Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN	6
1.3 OBJETO	7
1.4 RELACIÓN DE ADMINISTRACIONES, 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	8
1.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS RELEVANTES A EFECTOS RETRIBUTIVOS	13
CAPITULO 2. NUEVA ESTACIÓN DE CONVERSIÓN DE GATIKA	15
2.1. GENERALIDADES E HIPÓTESIS DE DISEÑO	15
2.1.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y EMPLAZAMIENTO	15
2.1.2 HIPOTESIS DE DISEÑO	15
2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN	17
2.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN	17
2.2.2 CONFIGURACIÓN Y DISPOSICIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN	19
2.3. SISTEMA ELÉCTRICO	25
2.3.1 MAGNITUDES ELÉCTRICAS	25
2.3.2 DISTANCIAS	27
2.3.3 EMBARRADOS	30
2.3.4 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA Y DE LAS MAQUINAS DE POTENCIA.	33
2.3.5 LINEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE CIRCUITO SUBTERRANEO.	44
2.4. RED DE TIERRAS	54
2.4.1. RED DE TIERRAS INFERIORES	54
2.4.2. RED DE TIERRAS SUPERIORES	55

2.5. ESTRUCTURAS METÁLICAS	55
2.6. SISTEMAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN.	56
2.6.1 Sistema de Control	56
2.7. SISTEMA DE PROTECCIONES	59
2.8. SERVICIOS AUXILIARES	63
2.9. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	65
2.8.1 COMUNICACIONES	65
2.10. OBRA CIVIL Y EDIFICACIÓN	68
2.9.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS	68
2.9.2 DRENAJES Y SANEAMIENTOS	69
2.9.3 CIMENTACIONES, VIALES Y CANALES DE CABLES	69
2.9.4 ACCESOS	70
2.9.5 EDIFICIOS	70
2.9.6 CERRAMIENTO.	74
2.11. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO Y FUERZA	75
ALUMBRADO	75
FUERZA	75
2.12. SISTEMA CONTRAINCENDIOS Y ANTIINTRUSISMO	76
CAPÍTULO 3. NORMATIVA APLICADA	77
CAPÍTULO 4. PLAZO DE EJECUCIÓN Y FECHA PREVISTA DE PUESTA EN SERVICIO	78

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1 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 DE ESPAÑA, S.A.U. (en adelante 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/>)

Este proyecto consiste en la creación de una interconexión eléctrica, entre la red eléctrica francesa, a partir de una subestación situada al norte de la ciudad de Burdeos y la red eléctrica española, a través de la subestación de Gatica, ubicada en Bizkaia.

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) Nº 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) Nº 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 establecen los art 9 y art 10.1. a) del Reglamento (UE) Nº 347/2013, culminando 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>

El Consejo Europeo de marzo de 2002, estableció el objetivo de alcanzar un mínimo de un 10% de ratio de interconexión (siendo ésta la suma de las capacidades de intercambio de importación dividida por la potencia instalada). En el caso de España este objetivo no se ha alcanzado en 2020. En 2026, con el incremento de potencia instalada renovable previsto, de no ir acompañada de un refuerzo de las interconexiones se situaría en un 5%. En marzo de 2015, en la declaración de Madrid suscrita por los gobiernos de España, Francia y Portugal, la Comisión Europea y el Banco Europeo de Inversiones se acordó señalar la urgencia de cumplir el objetivo del 10 % y seguir analizando posibilidades para alcanzar una capacidad entre la Península Ibérica y Francia de 8000 MW.

Todos los proyectos catalogados como PIC están incluidos en la planificación nacional vigente, en el documento denominado “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 (recogido en la Resolución de la Secretaría de Estado de Energía de 8 de abril de 2022). 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.

El escenario de estudio de la planificación de la red de transporte para el período 2021-2026 queda establecido en el contexto macroeconómico y en los escenarios Objetivo 2025 y 2030 del PNIEC que determinan la evolución de la demanda eléctrica, la potencia instalada de generación y los costes de combustible y de emisiones como variables más significativas.

El PNIEC también establece como objetivo el desarrollo de las interconexiones como vía para la consecución de un mercado único europeo en el que el sistema eléctrico peninsular español alcance un nivel de integración acorde con los objetivos fijados en el ámbito de la Unión Europea. Para hacer posible este objetivo, la planificación de la red de transporte considera estos proyectos con objeto de identificar potenciales necesidades de refuerzo interno de la red que pudieran limitar la capacidad

comercial de intercambio y, en consecuencia, el uso eficiente de las interconexiones previstas. Por lo tanto, en el escenario 2026 se considera entre otros, el siguiente

- Interconexión Golfo de Vizcaya con Francia, con puesta en servicio en 2026-2027.

Este proyecto se incluye y evalúa en la planificación europea “Ten Year Network Development Plan 2020” . Adicionalmente, por su papel clave en la consecución de la política energética europea, son clasificados como Proyectos de Interés Común por la Comisión Europea (etiqueta refrendada formalmente por última vez en la cuarta lista publicada en octubre de 2019).

1.2 JUSTIFICACIÓN Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN

A este fin INELFE ha proyectado la construcción de un doble enlace en corriente continua que enlazará la futura Estación Conversora de Cubnezais, en Francia, con la Estación Conversora de Gatika, en Bizkaia y objeto del presente proyecto. La instalación proyectada por este documento, se concreta en la Estación Conversora de Gatika, siendo la disposición y tendido de los cables de corriente continua de alta tensión, y la Estación de Conversión del extremo francés (Cubnezais) objeto de otros proyectos.

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 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.

Para este proyecto se ha solicitado 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.

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.

1.3 **OBJETO**

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 Estación Conversora de Gatika y a efectos administrativos, la aportación de los datos precisos para la obtención de las correspondientes resoluciones relativas a:

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

Conforme a lo establecido en la Ley 24/2013 y el Reglamento (UE) Nº 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.

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.

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.

1.4 RELACIÓN DE ADMINISTRACIONES, 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

- AYUNTAMIENTO DE GATIKA
- AYUNTAMIENTO DE LEMOIZ
- AYUNTAMIENTO DE MARURI – JATABE
- AYUNTAMIENTO DE MUNGIA (no afectado por el proyecto)
- AYUNTAMIENTO DE BAKIO (inicialmente no afectado por el proyecto)
- AYUNTAMIENTO DE LAUKIZ (inicialmente 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 PLANIFICACION 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

1.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS RELEVANTES A EFECTOS RETRIBUTIVOS

A efectos retributivos, la nueva Estación Convertora de Gatika se debe considerar como una instalación “singular”, que estará formada, básicamente, por dos convertidores de 1000 MW cada uno (subdivididos, a su vez, en dos ramas); seis transformadores monofásicos (un banco de tres transformadores monofásicos para cada convertidor), más una unidad de reserva; doce reactancias convertoras (tres por cada rama de cada uno de los dos convertidores), para alisado de la corriente en continua y limitación de la corriente de cortocircuito; doce condensadores (tres por cada rama de cada uno de los convertidores), para filtrado de altas frecuencias en el lado de continua; seis reactancias en conexión de estrella en el lado de alterna (tres por cada convertidor), para compensación de posibles asimetrías en continua y operación como intercambio puro de reactiva; seis resistencias de pre-inserción con sus correspondientes seccionadores en paralelo (tres por cada convertidor); conductor dúplex tipo Lapwing para embarrados tendidos y tubo de aleación de aluminio para embarrados rígidos; y otros componentes, como pararrayos en alterna y en continua, seccionadores con las correspondientes cuchillas de puesta a tierra en el lado de continua, equipos de medida en alterna y en continua, etc., cuyas características técnicas, serán definidas en detalle en fase de diseño.

- Línea AC de alimentación de la estación convertora doble circuito subterránea

Cables de potencia:

- Enlace 1

Tipo de cable..... 400 KV XLPE 2500

Longitud.....1455 m

- Enlace 2

Tipo de cable..... 400 KV XLPE 2500

Longitud.....885 m

- Longitud total cable 400 KV XLPE 2500 : Enlace 1+ Enlace 2= 2340 m.

CAPITULO 2. NUEVA ESTACIÓN DE CONVERSIÓN DE GATIKA

2.1. GENERALIDADES E HIPÓTESIS DE DISEÑO

2.1.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y EMPLAZAMIENTO

La Estación Conversora de Gatika estará situada en el término municipal de Gatika (Bizkaia), anexa a la subestación eléctrica homónima de 400 kV.

La ubicación queda reflejada en el plano ECSLB1001 “Situación geográfica y emplazamiento” que se encuentra en el Documento nº 3 “Planos” del presente proyecto.

Atendiendo a las características ambientales del emplazamiento seleccionado, esta instalación se realiza con tecnología convencional con aislamiento de aire.

2.1.2 HIPOTESIS DE DISEÑO

2.1.2.1 Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales del emplazamiento son las siguientes:

Altura media sobre el nivel del mar	113 m (*)
Temperaturas extremas	+ 40° C / - 25° C
Contaminación ambiental.....	Alta
Nivel de niebla.....	Medio

Para el cálculo de la sobrecarga del viento, se ha considerado viento horizontal con velocidad de 140 km/h.

A pesar de que la reglamentación vigente no exige la consideración de hielo en esta altitud (113 m) para los cálculos de embarrados y tendidos altos, conforme a lo indicado en el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero de 2008” y para el resto de la instalación con las sobrecargas consideradas en el Documento Básico de Seguridad Estructural SE-AE “Seguridad Estática. Acciones en la Edificación” del Código Técnico de la Edificación. REAL DECRETO 314/2006 de 17-marzo, del Ministerio de la Vivienda, en este caso se ha querido

considerar un manguito de hielo propio de la zona B de acuerdo a la clasificación de dicha reglamentación, para el cálculo de embarrados y tendidos altos, como consecuencia de las experiencias que se han tenido en otras instalaciones de la zona.

Respecto a las acciones sísmicas, la norma NCSR-02 contempla la necesidad de su aplicación en construcciones de especial importancia, como ésta, cuando la aceleración sísmica básica sea superior o igual a 0,04 g, siendo en Gatika de 0,09 g mayor de 0,04 g por lo tanto se tendrán en cuenta estas acciones sísmicas.

2.1.2.2 Datos de Cortocircuito

Para el diseño se considera una intensidad de cortocircuito de corta duración de 50 kA.

Esta instalación debe tener una vida útil larga, en comparación con el horizonte que se puede estudiar en este momento en lo que a previsión de cortocircuito se refiere (2020). Además, los costes que supondrían cualquier actualización y/o modificación posterior serían muy elevados en este tipo de instalación. Por lo tanto, es necesario realizar los cálculos relacionados con los niveles de cortocircuito (como, por ejemplo, el cálculo de la red de tierras inferiores) con unos valores muy superiores a los previstos en el horizonte 2020, con el fin de cubrir los posibles aumentos de potencia de cortocircuito en la red durante la larga vida útil de esta instalación sin necesidad de modificación alguna.

Las intensidades de cortocircuito consideradas son las siguientes:

<u>Monofásica (A)</u>	<u>Trifásica (A)</u>
20.000	24.000

No obstante, estos valores son menores que los de la intensidad de cortocircuito de corta duración de diseño.

2.1.2.3 Datos del terreno a efectos de la red de tierras

A efectos de cálculo se considera una resistividad del terreno de $200 \Omega \cdot m$ como valor preliminar muy utilizado en este tipo de cálculos, a falta de un estudio geotécnico definitivo; en el momento en el que se haga la geotecnia definitiva, se verificarán estos cálculos con el valor real de la resistividad del terreno que aporten las tomografías aportadas con el estudio.

2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

2.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La nueva Estación Conversora de Gatica está 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 nuevas del parque de 400 kV de la subestación existente de Gatica, instalación de RED ELÉCTRICA en configuración de interruptor y medio, cuya ampliación es objeto de otro proyecto, a la que se anexará dicha estación conversora.

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 (conexión objeto de otro proyecto) 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 continua en el parque de corriente 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 pre-inserción 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 instalan seccionadores de puesta a tierra tanto en el lado de alterna como de continua de los convertidores.

Se utilizará conductor dúplex tipo Lapwing para embarrados tendidos y tubo de aleación de aluminio para embarrados rígidos.

Otros componentes que forman parte de la instalación son pararrayos en alterna y en continua,

equipos de medida en alterna y en continua, etc.

Las características generales de la aparamenta en las diferentes partes de cada uno de estos sistemas de conversión son:

Parque de 400 kV (CA)

Nueva aparamenta:

- Tensión Nominal: 400 kV
- Tensión más elevada para el material (Um): 420 kV
- Tecnología: AIS
- Instalación: INTEMPERIE
- Configuración: Conexión simple de la salida de calle de la subestación de transporte al conjunto de los tres transformadores monofásicos de conversión para cada convertidor (o sistema)
- Intensidad de cortocircuito de corta duración: 50 kA

Transformadores de conversión

Nuevas máquinas:

Se instalarán dos bancos de transformación compuestos por tres transformadores monofásicos de potencia por cada uno, de las siguientes características:

- Tensión del devanado primario 400: $\sqrt{3}$ kV
- Tensión del devanado secundario 420 kV
- Tensión del devanado terciario: 20-24 kV
- Potencia nominal 353 / 350 / 3 MVA
- Grupo de conexión: YN0d5d11
- Configuración: Banco Transformadores Monofásicos

Parque de 400 kV (CA)

Nueva aparamenta:

- Tensión Nominal: 400 kV
- Tensión más elevada para el material (Um): 420 kV
- Tecnología: AIS
- Instalación: INTEMPERIE
- Configuración: Simple barra.
- Intensidad de cortocircuito de corta duración: 50 kA

Convertidores CA/CC

Nuevos equipos:

- Tecnología: VSC (Voltage Sourced Converter), MMC (Modular Multilevel Converters)
- Instalación: INTERIOR
- Sistema basado en electrónica de IGBTs (*Insulated Gate Bipolar Transistors*)
- Módulos de los convertidores de aislamiento en aire.
- Sistema de refrigeración de los módulos de los convertidores mediante agua.
- Tensión en alterna del convertidor (sin carga): 400 kV.
- Tensión en continua del convertidor: ± 400 kV
- Corriente nominal en alterna del convertidor: 1.753 A
- Corriente nominal en continua del convertidor: 1.563 A

Parque de continua

Nueva aparamenta:

- Tensión Nominal de polo a tierra Udn: 400kV
- Tensión máxima de polo a tierra Udmáx: mínimo 1,05 Udn
- Dos sistemas ± 400 kV independientes, con flujo de potencia reversible
- Tecnología: AIS
- Instalación: INTEMPERIE, salvo terminales de cable (INTERIOR)
- Intensidad nominal: 1.563 A
- Terminales de paso de aéreo a 2 cables aislados secos de 1800 mm² Cu.

2.2.2 CONFIGURACIÓN Y DISPOSICIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Parque de 400 kV (CA)

El parque de 400 kV corriente alterna de cada uno de los sistemas de conversión de la estación conversora comprende desde el límite de la estación conversora en la conexión con la subestación de 400 kV de Gatica hasta el transformador de conversión.

Parque de intemperie 400 KV de la Estación convertora

- **Aparamenta 400 AC previa a la estación convertora**

La actuación consiste en la instalación de aparamenta de AC previa al transformador de la estación convertora.

La funcionalidad de la aparamenta permitirá establecer las maniobras necesarias para aislar la Estación convertora de la subestación Gatica 400KV.

Se instalará en cada uno de los enlaces un interruptor de maniobras que deberá ser seleccionado de acuerdo a las características tecnológicas del fabricante adjudicatario de la estación convertora. Además se instalarán seccionadores para facilitar el mantenimiento del interruptor y transformadores de intensidad.

A la salida de las botellas terminales de las líneas de AC se instalarán autovalvulas.

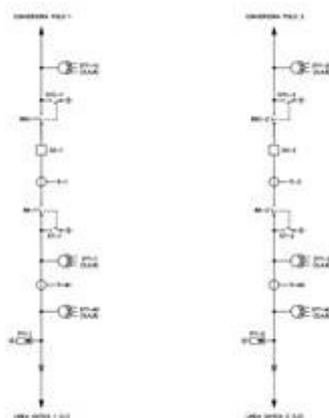
- **Reglamento de puntos de medida (RPM)**

Se instalará el punto de medida oficial conforme al reglamento de puntos de medida oficial.

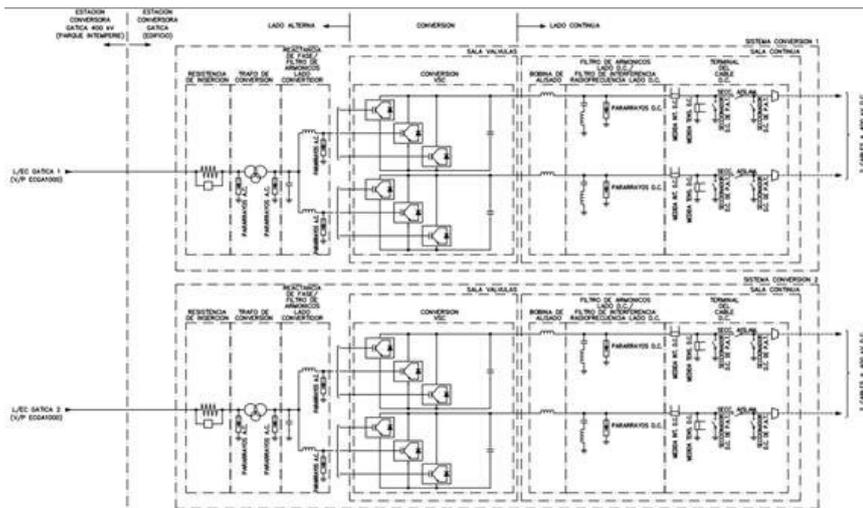
Para el proyecto de Bahía Bizkaia, al tratarse de una interconexión internacional, se redundará la aparamenta necesaria, de modo que se establecerá el punto de medida 1(principal) en la etapa previa a la estación convertora y el punto de medida 2 (comprobante) se instalará en la posición de salida de la subestación de Gatica 400kV de las líneas que alimentarán la estación convertora.

Se instalará un transformador de tensión y un transformador de intensidad dedicados en exclusividad para el punto de medida principal así como para el punto de medida comprobante.

- **Esquema unifilar del parque de intemperie de 400 kV de la estación convertora**



- **Unifilar Estación convertora de Gatika**



En este parque estarán instalados, por cada sistema de conversión:

- Tres divisores de tensión capacitivos
- Tres pararrayos

Transformadores de Conversión

Por cada uno de los dos sistemas de conversión, se instalará un banco de tres transformadores monofásicos. Los transformadores contarán con un primario $400:\sqrt{3}$ kV (conexión estrella) y un secundario 400 kV (conexión triángulo), además de un terciario 20-24 kV conectado en triángulo para la alimentación de los servicios auxiliares (se utilizará la tensión de 24 kV, pero tiene dos posibles tensiones). La potencia nominal de cada máquina monofásica será de 353/350 MVA en la relación primario/secundario, y 3 MVA en el terciario, para servicios auxiliares.

Parque de 400 kV (CA)

El parque de 400 kV corriente alterna comprende desde las bornas del secundario del banco trifásico de transformadores hasta la conexión a los módulos de conversión (instalación en edificio).

Para permitir la conexión a las dos ramas del convertidor (dos polos ± 400 kV), se implementará una simple barra por cada sistema de conversión.

En este parque estarán instalados los siguientes equipos, por cada sistema de conversión:

- Tres reactancias en conexión de estrella, para compensación de posibles asimetrías en continua y operación del sistema como intercambio puro de reactiva

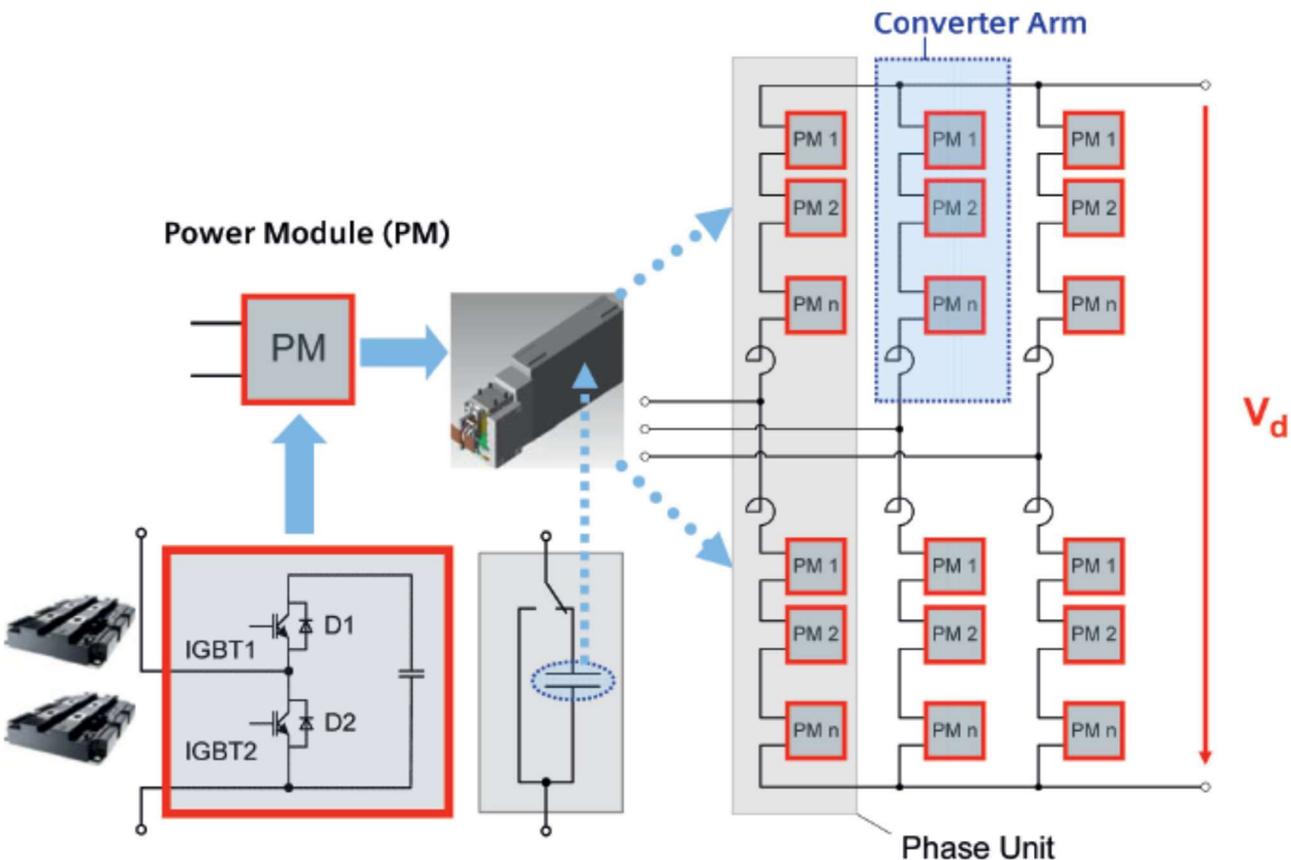
- Tres resistencias de pre-inserción con sus correspondientes seccionadores en paralelo, para suavizar el arranque del sistema
- Tres divisores de tensión capacitivos
- Nueve pararrayos

Convertidores

Se ha dicho ya que la tecnología de convertidor que se va a utilizar en el proyecto es VSC (*Voltage Sourced Converter*).

Dentro de esta tecnología, particularmente se va a recurrir a una solución de fabricante consistente en Convertidores Multinivel Modulares (es la solución MMC: *Modular Multilevel Converter*).

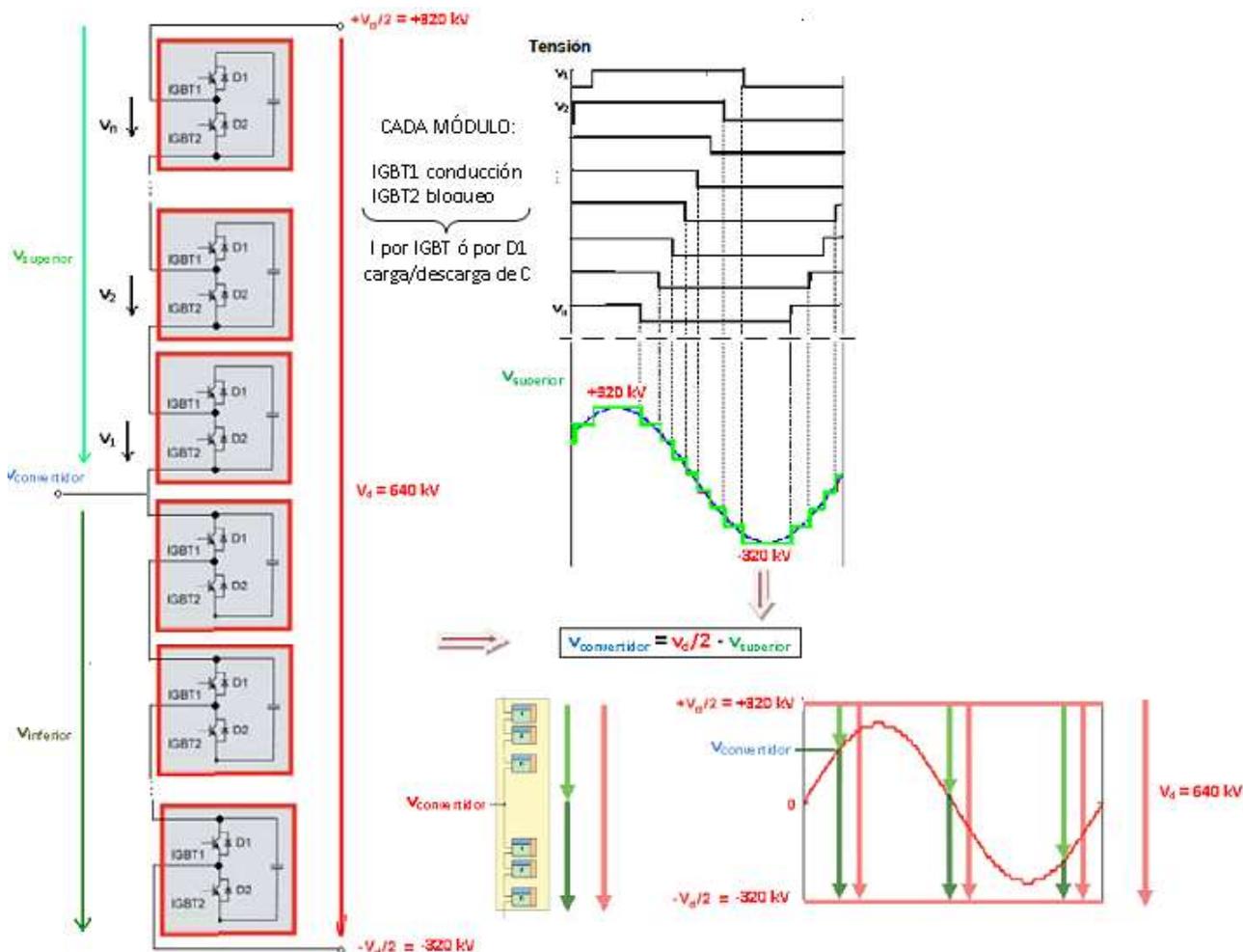
En esta tecnología, un convertidor MMC está compuesto por un número definido de módulos de potencia bidireccionales (superiores e inferiores) en cada rama del convertidor, conectados en serie entre sí, según se indica con la siguiente figura:



De esta forma, un convertidor MMC está formado por seis ramas, cada rama (2 por fase) contiene "n" módulos de potencia conectados en serie (el número necesario, para conseguir la potencia especificada, a partir de los valores nominales de los IGBTs), denominados "PM" en la figura. Cada

uno de los módulos de potencia está formado por dos puentes de IGBTs en paralelo con un condensador, como se indica en el detalle. En función de los estados de conducción o bloqueo de los IGBTs, la tensión del condensador aparecerá en los terminales del módulo de potencia, modificando de este modo la tensión total de la rama.

A modo de información más detallada sobre esta tecnología, se ha indicado en la figura siguiente, de forma simplificada, la formación de la onda de tensión del convertidor, en función del estado de los módulos (conducción o bloqueo de los IGBTs):



De acuerdo al estudio de coordinación de aislamiento que en su momento se realice, deberán instalarse los correspondientes pararrayos de óxido de zinc para la protección de los convertidores.

Además, en el lado de 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.

Por otro lado, se instalan seccionadores de puesta a tierra tanto en el lado de alterna (tres por cada convertidor) como en el lado de continua (tres por cada rama de cada uno de los convertidores).

Se instalarán transductores de corriente en los pasamuros del edificio (tanto en el lado de alterna como de continua).

Los módulos se instalarán en el interior de los edificios destinados al efecto. Esta modularidad facilita el montaje, que se ejecutará mediante las estructuras soportes necesarios anclados al suelo.

Los módulos deberán disponerse de forma que se minimicen los riesgos sísmicos, y se montarán los elementos de elevación necesarios: se instalará un puente grúa en la sala de los convertidores para facilitar el mantenimiento en este edificio, pero se dispondrá además de los elementos elevadores que se consideren necesarios para el montaje y mantenimiento.

Los módulos serán refrigerados por agua desionizada, por lo que deberá disponerse de las correspondientes tuberías del sistema de refrigeración en circuito cerrado con los cambiadores de calor, que se dispondrán en el exterior.

Parque de continua

El parque de continua comprende todo el sistema eléctrico desde la conexión en el lado de continua de los convertidores hasta los terminales de los cables de continua.

Se instalarán en intemperie, por cada sistema de conversión:

- Seis 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
- Dos seccionadores con cuchillas de puesta a tierra para desconexión del sistema de continua (uno por cada polo de cada uno de los dos convertidores)
- Cuatro pararrayos (uno a cada lado de cada seccionador anteriormente citado)
- Dos equipos de medida de tensión continua (uno por polo de cada uno de los convertidores)

Se instalarán en interior (cuatro edificios de continua: dos en el sistema de conversión 1, ± 400 kV y dos en el sistema de conversión 2, ± 400 kV) únicamente los terminales de los cables, así como los dispositivos de medida necesarios para el correcto funcionamiento del enlace, es decir, por cada sistema de conversión:

- Dos terminales de los cables en continua (uno por cada polo de cada convertidor)
- Dos seccionadores de puesta a tierra (uno por cada polo de cada convertidor)
- Dos transductores de corriente (uno por cada polo de cada convertidor)

Los edificios tendrán las dimensiones necesarias, no solamente para cumplir con las distancias eléctricas que indique el estudio de coordinación de aislamiento, sino también que permitan tanto el mantenimiento como los ensayos de alta tensión que requiera realizarse a los cables.

La configuración y disposición general de la instalación queda reflejada en los planos “Esquema unifilar simplificado”, “Planta general” y “Secciones generales”, que se encuentran en el Documento nº 3 “Planos” del siguiente Proyecto.

2.3. SISTEMA ELÉCTRICO

2.3.1 MAGNITUDES ELÉCTRICAS

Como criterios básicos de diseño se adoptarán las siguientes magnitudes eléctricas:

Sistema en Corriente Alterna: Parque 400 kV

Tensión nominal.....	400 kV
Tensión más elevada para el material (Ve)	420 kV
Neutro	Rígido a tierra
Intensidad de cortocircuito trifásico (valor eficaz)	50 kA
Tiempo de extinción de la falta	0,5 seg
Nivel de aislamiento 400 kV:	
a) Tensión soportada a impulso tipo maniobra (trafos)	1.175 kV
b) Tensión soportada a impulso tipo maniobra (otros) ..	1.050 kV

c) Tensión soportada a impulso tipo rayo	1.425 kV
Línea de fuga mínima para aisladores.....	10.500 mm (25 mm/kV)

Sistema en Corriente Alterna: Parque 400 kV

Tensión nominal.....	400 kV
Tensión más elevada para el material (Ve)	420 kV
Neutro	Rígido a tierra
Intensidad de cortocircuito trifásico (valor eficaz)	50 kA
Tiempo de extinción de la falta	0,5 seg
Nivel de aislamiento 400 kV:	
a) Tensión soportada a impulso tipo maniobra	850 kV
b) Tensión soportada a impulso tipo rayo.....	1.050 kV
Línea de fuga mínima para aisladores.....	10.500 mm (25 mm/kV)

Sistema en Corriente Continua (dos circuitos o sistemas independientes)

Tensión nominal.....	± 400 kV
Tensión más elevada para el material (Ve)	± 420 kV
SIPL / SIWL (15% margin)	
Misma polaridad	578 / 665 kV
Distinta polaridad	- / 375 kV
LIPL / LIWL (15% margin).....	639 / 735 kV
Línea de fuga mínima para aisladores en exterior	50 mm/kV
Línea de fuga mínima para aisladores en interior:	
IGBTS.....	14 mm/kV
Equipos en la sala de convertidor.....	20 mm/kV
Longitud de cada circuito/sistema (dos cables por circuito)....	62 km
Resistencia específica	
A 20° C	7,2 · 10 ⁻³ ohm/km
A 70° C (temperatura máxima de operación)	8,6 · 10 ⁻³ ohm/km
Resistencia cable	
A 20° C	0,446 ohm
A 70° C (temperatura máxima de operación)	0,533 ohm

2.3.2 DISTANCIAS

Las distancias a adoptar serán como mínimo las que a continuación se indican, basándose para ello en las magnitudes eléctricas adoptadas y en la normativa aplicable.

Para conductores rígidos (embarrados de interconexión):

Sistema corriente alterna 400 kV

a) Distancias fase-tierra:

- Conductor - estructura 2.600 mm
- Punta - estructura 3.400 mm

b) Distancias fase-fase:

- Conductores paralelos..... 3.600 mm
- Punta - conductor 4.200 mm

Sistema corriente alterna 400 kV

a) Distancias fase-tierra:

- Conductor - estructura 1.900 mm
- Punta - estructura 2.400 mm

b) Distancias fase-fase:

- Conductores paralelos..... 2.700 mm
- Punta – conductor 3.200 mm

Parque de \pm 400 kV de corriente continua (*)

a) Distancias polo-tierra:

- Conductor - estructura 1.900 mm
- Punta – estructura..... 2.400 mm

b) Distancias polo + a polo -:

- Conductores paralelos..... 1.900 mm

* Las distancias no se ven influenciadas por la frecuencia, sino por los niveles de ensayo a impulso tipo rayo y maniobra, que son función de condicionantes atmosféricos y configuración de los electrodos, por lo que las distancias en continua, una vez obtenidos estos niveles de ensayo (mediante un estudio de coordinación de aislamiento basado en la normativa IEC 60060-1 y IEC 60060-2), tienen una relación con los mismos totalmente análoga al caso de alterna. A lo largo de la fase de diseño del proyecto, se hará un estudio de coordinación de aislamiento con mayor nivel de detalle del que se dispone en este momento (en base al cual están escritos en este proyecto los niveles de ensayo y las distancias en aire); especialmente, en el interior de los edificios, estas distancias estarán basadas en una combinación entre lo dispuesto por la IEC 60060-1 y los ensayos del suministrador.

En todo caso, las distancias serán verificadas mediante ensayos.

Las distancias adoptadas son válidas, dado que la altura de la instalación sobre el nivel del mar es inferior a 1.000 m.

Para conductores tendidos:

Este tipo de conductores se verán sometidos bajo ciertas condiciones de defecto a movimientos de gran amplitud, los cuales, y durante algunos instantes, aproximan entre sí a los conductores de fase hasta unas distancias inferiores a las indicadas previamente.

Por consiguiente, es posible considerar unas distancias mínimas temporales de aislamiento inferiores a las indicadas previamente ya que debe tenerse en cuenta que:

- Los tipos de sobretensiones a considerar son reducidos y sólo deben considerarse aquellas que pudieran ser simultáneas al propio defecto de cortocircuito y con más precisión al momento en el que los conductores se aproximan.
- No es por lo tanto, necesario considerar sobretensiones de tipo rayo, ya que es altamente improbable que coincidan con un cortocircuito entre fases.

Por otro lado, la longitud de vano que experimenta la reducción de la distancia de aislamiento es pequeña, y su duración es muy reducida, de forma que la posibilidad de fallo se hace mínima. En este sentido, hay que tener en cuenta que, en el caso de conductores rígidos se elimina la posibilidad de una falta producida por el movimiento de los conductores tras una falta en las

salidas de línea.

Basándose en lo anterior, se adoptan las siguientes distancias de aislamiento temporal en conexiones tendidas en el sistema de 400 kV de alterna:

Parque sistema de corriente alterna 400 kV

- | | |
|--------------------------|----------|
| - Conductor - estructura | 1.550 mm |
| - Conductor - conductor | 1.800 mm |

Para la determinación de este tipo de distancias, se han tenido en cuenta los siguientes criterios básicos de implantación:

- a) Las distancias serán tales que permitirán el paso del personal y herramientas por todos los puntos del parque de intemperie bajo los elementos en tensión sin riesgo alguno.
- b) Deberán permitir el paso de vehículos de transporte y de elevación necesarios para el mantenimiento o manipulación de elementos de calles en descargo, bajo el criterio de gálibos estipulados.

No se han tenido en cuenta, por lógica, las exigencias que se deriven de la realización de trabajos de conservación bajo tensión. En estos casos será necesario aumentar las distancias entre fases con respecto a la disposición física preestablecida, con lo que el resto de los condicionantes se cumplirá con un margen mayor.

Al considerar todo lo anterior, y de acuerdo con lo que se indica, se establecerán las siguientes distancias:

Parque sistema de corriente alterna 400 kV

- | | |
|--|-----------|
| - Entre ejes de conductores tendidos | 6.400 mm |
| - Altura de tendidos altos | 21.450 mm |
| - Altura de barras piloto para conexión alta tensión | 16.410 mm |

Parque sistema de corriente alterna 400 kV

- | | |
|--|-----------|
| - Entre ejes de aparellaje (exterior) | 3.800 mm |
| - Entre ejes de aparellaje (interior) | 3.400 mm |
| - Altura de embarrados de interconexión entre aparatos | 6.325 mm |
| - Altura de embarrados principales altos (formación triángulo) | 11.900 mm |
| - Altura de embarrados principales bajos (formación triángulo) | 8.512 mm |
| - Altura de barras piloto para conexión baja tensión | 13.750 mm |

Parque sistema de corriente continua

- | | |
|--|--------------|
| - Entre ejes de aparellaje (en exterior, previo al paso de tres hilos a uno) | 7.500 mm |
| - Altura de embarrados en exterior entre pasamuros y bobinas | 6.650 mm |
| - Altura de embarrados de paso de tres hilos a un hilo en las bobinas | 3.250 mm |
| - Altura de embarrados altos en exterior (unión de aparamenta) | 8.100 mm |
| - Altura de embarrados altos en interior (a la salida de los convertidores) | 6.780 mm (*) |
| - Altura de embarrados bajos en interior (unión de dos ramas por fase) | 3.430 mm (*) |

*Altura sobre suelo de edificio

Comunes

- | | |
|---|----------|
| - Anchura de vial transformador | 5.000 mm |
| - Anchura de vial longitudinal | 4.000 mm |
| - Anchura de vial transversal | 3.000 mm |
| - Altura de gálibos en viales secundarios | 4.000 mm |

Como se puede observar, las distancias mínimas son muy superiores a la preceptuada en la normativa.

Con respecto a la altura de las partes en tensión sobre viales y zonas de servicio accesibles al personal, la normativa, prescribe una altura mínima de 2.300 mm a zócalo de aparatos, lo que se garantizará con las estructuras soporte del aparellaje.

2.3.3 EMBARRADOS

2.3.3.1. Disposición y tipo de embarrados

Los conductores estarán dispuestos de la siguiente forma:

Conexión lado de AT de los bancos de transformación.

Embarrado situado a 21,450 m de altura que se realizará con **cable dúplex de aluminio-acero**. También se utilizará el mismo conductor para realizar los pendolones de bajada hacia las bornas activas del devanado primario de las unidades monofásicas de transformación.

Conexión lado de BT de los bancos de transformación.

Sistema de dos barras formadas por **tubos de aluminio** destinadas a la realización de la conexión en triángulo de los secundarios de las unidades monofásicas de transformación. Estos tubos serán de aluminio y estarán situados a una altura de 8,512 m en la primera barra y a 11,900 m en la segunda barra. La conexión de las bornas de los devanados secundarios con este sistema de barras se realizará mediante cable dúplex de aluminio-acero.

Conexión entre el lado de BT de los bancos de transformación y el convertidor.

Las fases que unen la conexión en triángulo de los bancos de transformación con los convertidores estarán constituidas por **tubos de aluminio**, salvo en los extremos de las mismas, donde se encuentran los pararrayos donde se utilizará **cable dúplex de aluminio-acero** (conexión pararrayos – banco de transformación y conexión pararrayos – borna pasamuros en el edificio). Estos embarrados se encuentran a una altura de 6,325 m.

Dentro de edificio existirán dos ramas de módulos de conversión por fase (una de las ramas generará el polo positivo y la otra el polo negativo). Las ramas entre sí estarán unidas mediante **tubos de aluminio** y el entronque de cada una de las fases con la unión de esas ramas en el edificio, se realizará con **cable dúplex de aluminio-acero**. El discurrir de las fases por el edificio se realizará con **tubos de aluminio**, mientras que la conexión de cada una de las fases con la correspondiente borna pasamuros será con **cable dúplex de aluminio-acero**. La altura del embarrado de cada fase será de 6,78 m con respecto al suelo del edificio, mientras que la altura del embarrado que constituye la unión de ramas será de 3,43 m con respecto al suelo del edificio.

Embarrados para la unidad monofásica de transformación de reserva.

Se utilizará **tubo de aluminio** para realizar un sistema formado por tres barras sustentadas sobre aisladores que a su vez se apoyarán en los muros cortafuegos, denominadas “barras piloto”. Una de

las barras se destina para conectar a ella la borna activa del primario de la unidad monofásica de transformación de reserva, mientras que las otras dos barras se utilizan para conectar a ellas las dos bornas del secundario de la unidad en cuestión (una borna en cada barra). De esta forma, puede sustituirse cualquiera de las unidades de transformación que estuvieran en funcionamiento, con únicamente conectar de forma adecuada los pendolones de la unidad a sustituir a las barras de la unidad de reserva. Las alturas a las que se encuentran dichas barras son 13,75 m para las barras que se conectan al secundario y 16,41 m para la barra a la que se conecta la borna activa del primario de la unidad de reserva.

Las conexiones entre las bornas y el tubo se realizarán con **cable dúplex de aluminio-acero**.

Embarrados entre módulos de conversión.

Los módulos de conversión estarán unidos entre sí en cada rama mediante **tubos de aluminio** de 160 mm de diámetro exterior, en función de la intensidad de corriente de los módulos, y según la definición del fabricante de los módulos.

Embarrados en el lado de corriente continua.

El final de cada una de las ramas de módulos de conexión se une a las bornas pasamuros de salida del edificio del convertidor y de éstas a las reactancias del convertidor mediante **cable dúplex de aluminio-acero**, con una altura de 6,65 m. Las tres reactancias de cada polo del convertidor se unen luego entre sí mediante un **tubo de aluminio** (altura 3,25 m aproximadamente) constituyendo así el origen de cada uno de los polos. A partir de entonces, el embarrado que constituye cada polo unirá el resto de la aparamenta necesaria mediante **cable dúplex de aluminio-acero** (altura máxima 7,95 m), llegando a cada terminal de los cables aislados que dan continuidad a cada polo hacia la estación de conversión de Cubnezais (extremo francés).

2.3.3.2. Embarrados en cable

Los embarrados formados por cables de aluminio con alma de acero tendrán la siguiente configuración y características:

- Formación..... Dúplex
- Tipo..... LAPWING
- Sección total del conductor 861,33 mm²
- Diámetro exterior 38,16 mm

- Intensidad admisible permanente a 35° C
de temperatura ambiente y 85° C en conductor.....2.846 A

El amarre de las conexiones tendidas a los pórticos se realizará mediante cadenas de aisladores, dotadas de 22 aisladores de vidrio templado, y contemplada con la piecería adecuada.

La unión entre conductores y entre éstos y la aparamenta se realizará mediante piezas de conexión provistas de tornillos de diseño embutido, y fabricadas según la técnica de la masa anódica.

2.3.3.3. Embarrados en tubo

Las características de los tubos destinados a la interconexión del aparellaje serán las siguientes:

- Aleación.....AlMgSiO, 5 F22
- Diámetros exterior/interior 150/134 mm
- Sección total del conductor 3.569 mm²
- Intensidad admisible permanente a 85° C4.408 A

Los tubos no podrán ser soldados en ningún punto o tramo, por lo que se ha previsto que su suministro se realice en tiradas continuas y en tramos conformados, cortados y curvados en fábrica, debiéndose proceder a pie de obra tan sólo a su limpieza y montaje posterior.

En todos los tramos superiores a 6 m se ha previsto la instalación en el interior de la tubería de cables de amortiguación. Estos serán del mismo tipo y características indicados para los embarrados en cable en formación simple.

2.3.4 CARACTERISTICAS DE LA APARAMENTA Y DE LAS MAQUINAS DE POTENCIA.

Se relaciona a continuación la aparamenta que se instalará en la estación de conversión, toda ella con el nivel de aislamiento definido anteriormente.

Para aislamiento en aire, los aisladores serán de línea de fuga 10.500 mm en el sistema de corriente alterna, equivalente a 25 mm/kV (línea de fuga normal), referida a la tensión nominal más elevada para el material de 420 kV.

2.3.4.1 Aparamenta

Equipos de corriente alterna

- **Aparamenta 400 AC previa a la estación convertora**

La actuación consiste en la instalación de aparamenta de AC previa al transformador de la estación convertora.

La funcionalidad de la aparamenta permitirá establecer las maniobras necesarias para aislar la Estación convertora de la subestación Gatica 400KV.

Se instalará en cada uno de los enlaces un interruptor de maniobras que deberá ser seleccionado de acuerdo a las características tecnológicas del fabricante adjudicatario de la estación convertora. Además se instalarán seccionadores para facilitar el mantenimiento del interruptor y transformadores de intensidad.

A la salida de las botellas terminales de las líneas de AC se instalarán autovalvulas.

- **Reglamento de puntos de medida (RPM)**

Se instalará el punto de medida oficial conforme al reglamento de puntos de medida oficial.

Para el proyecto de Bahía Bizkaia, al tratarse de una interconexión internacional, se redundará la aparamenta necesaria, de modo que se establecerá el punto de medida 1(principal) en la etapa previa a la estación convertora y el punto de medida 2 (comprobante) se instalará en la posición de salida de la subestación de Gatica 400kV de las líneas que alimentarán la estación convertora.

Se instalará un transformador de tensión y un transformador de intensidad dedicados en exclusividad para el punto de medida principal así como para el punto de medida comprobante.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Descripción general de la instalación

El parque de intemperie de 400 kV en la estación convertora de GATIKA responde a las siguientes características principales:

- Tensión nominal..... 400 kV
- Tensión más elevada para el material (Um)..... 420 kV
- Tecnología..... AIS
- Instalación..... Convencional exterior
- Configuración..... Interruptor y medio
- Intensidad de cortocircuito de corta duración..... 50 kA

Configuración y disposición general de la instalación

Parque de intemperie 400kV previo a la estación convertora			
Calle	Posición	Nº interruptores	Nº interruptores nuevos
1	Polo 1 (Enlace 1)	1	1
1	Polo 2 (Enlace 2)	1	1

- Divisores capacitivos de tensión (-T51 y -T52)

Se dispondrán de tres divisores de tensión capacitivos a cada lado del banco de transformación, por cada uno de los dos sistemas de conversión, con las siguientes características:

Tensión más elevada para T51420 kV

Tensión más elevada para T52420 kV

Las relaciones de transformación, potencias y clases de precisión se adaptarán al sistema de protección y medida.

- Transformador toroidal de Intensidad (-T11)

Se dispondrá de un transformador toroidal de intensidad para medir la corriente que circula por el neutro del banco de transformación, por cada uno de los dos sistemas de conversión. Las características de este transformador toroidal (relaciones de transformación, potencias, clases de precisión...) se adaptarán al sistema de protección y medida.

- Sensor de intensidad (-T1 y -T2)

Los sensores de intensidad de C.A. consisten en un *shunt*: carga resistiva conocida en la que se mide la diferencia de tensión a través de ella, y por medio de la ley de Ohm se deduce la intensidad. La medida de la tensión, proporcional a la corriente alterna a medir, llega a un sensor que la transforma en una señal óptica digital.

Se dispondrán de tres sensores (-T1), por cada uno de los dos sistemas de conversión, para medir la corriente que circula por el circuito de potencia después de los pasamuros del edificio de convertoras en la conversión de las dos posiciones a corriente continua. Se dispondrá un sensor (-T2), por cada uno de los dos sistemas de conversión, para medir la corriente que puede circular hacia tierra en la puesta a tierra realizada mediante bobinas (-L1) y resistencias (-R2).

- Pararrayos (-F1, -F2 y -F3)

Se dispondrán de doce pararrayos, por cada uno de los dos sistemas de conversión, con las siguientes características:

Tensión nominal (Ur) (*)

Pararrayos -F1 lado 400 kV c.a.360 kV

Pararrayos -F2 lado 400 kV c.a.310 kV

Pararrayos -F3 lado 400 kV c.a.288 kV

Pararrayos -F1 lado 400 kV c.a.288 kV

Intensidad nominal de descarga.....20 kA

*Resultados de estudio preliminar de coordinación de aislamiento, que será revisado con mayor nivel de detalle en fase de diseño.

- Seccionadores de aislamiento (-Q12 y -Q13).

Serán seis seccionadores de tipo de mando unipolar motorizado, por cada uno de los dos sistemas de conversión, y de las siguientes características:

Tensión nominal.....550 kV

Intensidad nominal.....2000 A

Intensidad nominal de corta duración..... 40 kA – 3s

- Seccionadores de puesta a tierra (-Q51 y -Q52).

Serán nueve seccionadores de tipo de mando unipolar motorizado, por cada uno de los dos sistemas de conversión, y de las siguientes características:

Tensión nominal.....459 kV

Intensidad nominal de corta duración..... 20 kA – 1s

- Resistencias de pre-inserción (-R1)

Con el objetivo de suavizar el arranque del sistema, se instalan estas resistencias para limitar la corriente que fluye por el convertidor; serán cortocircuitadas una vez que el mismo alcance el estado de operación. En paralelo a estas resistencias, se instalan unos seccionadores (-Q12) para realizar un by-pass de las mismas una vez que se alcance el régimen de operación normal.

Esta resistencia está basada en resistencias lineales en forma de disco capaces de manejar altas energías. El diseño de dicha resistencia y de su cápsula aisladora permite una refrigeración tal que posibilita la ejecución de repetidas maniobras. Además, son adecuadas para resistir condiciones mecánicas y medioambientales poco favorables.

Se dispondrán de tres resistencias de inserción, por cada uno de los dos sistemas de conversión, con las siguientes características (valores aproximados, que se detallarán en fase de diseño):

Resistencia	8.000 Ohm
Corriente máxima.....	60 A pico
Tensión máxima.....	$355/\sqrt{3}$ kV
Máxima capacidad energética.....	11000 kJ

- Reactancia de puesta a tierra en estrella (-L1) y (-R2)

Se dispondrán de tres reactancias de puesta a tierra en estrella, por cada uno de los dos sistemas de conversión, que son reactancias de alta impedancia que se conectan a tierra mediante una resistencia tras la conexión en estrella y que se utilizan para controlar la tensión polo – tierra en corriente continua en el caso de aparecer asimetrías en la impedancia en el circuito de corriente continua, además de hacer posible la operación como intercambio puro de reactiva. Su diseño se basa en un transformador inductivo de tensión cuyo núcleo es un toroidal. Esta reactancia está embebida en aceite y la carcasa puede estar hecha de porcelana o de *composite*. El tanque principal está realizado en aluminio y existe un depósito de expansión del aceite situado en la parte superior del equipo. Todo el conjunto dispone de aisladores de apoyo para su montaje.

Como valores nominales, preliminares, que se confirmarán en fase de diseño:

Inductancia	
Insaturada.....	6.500 H
Saturada	500 H
Resistencia.....	4.000 Ω
Tensión máxima.....	$355/\sqrt{3}$ kV

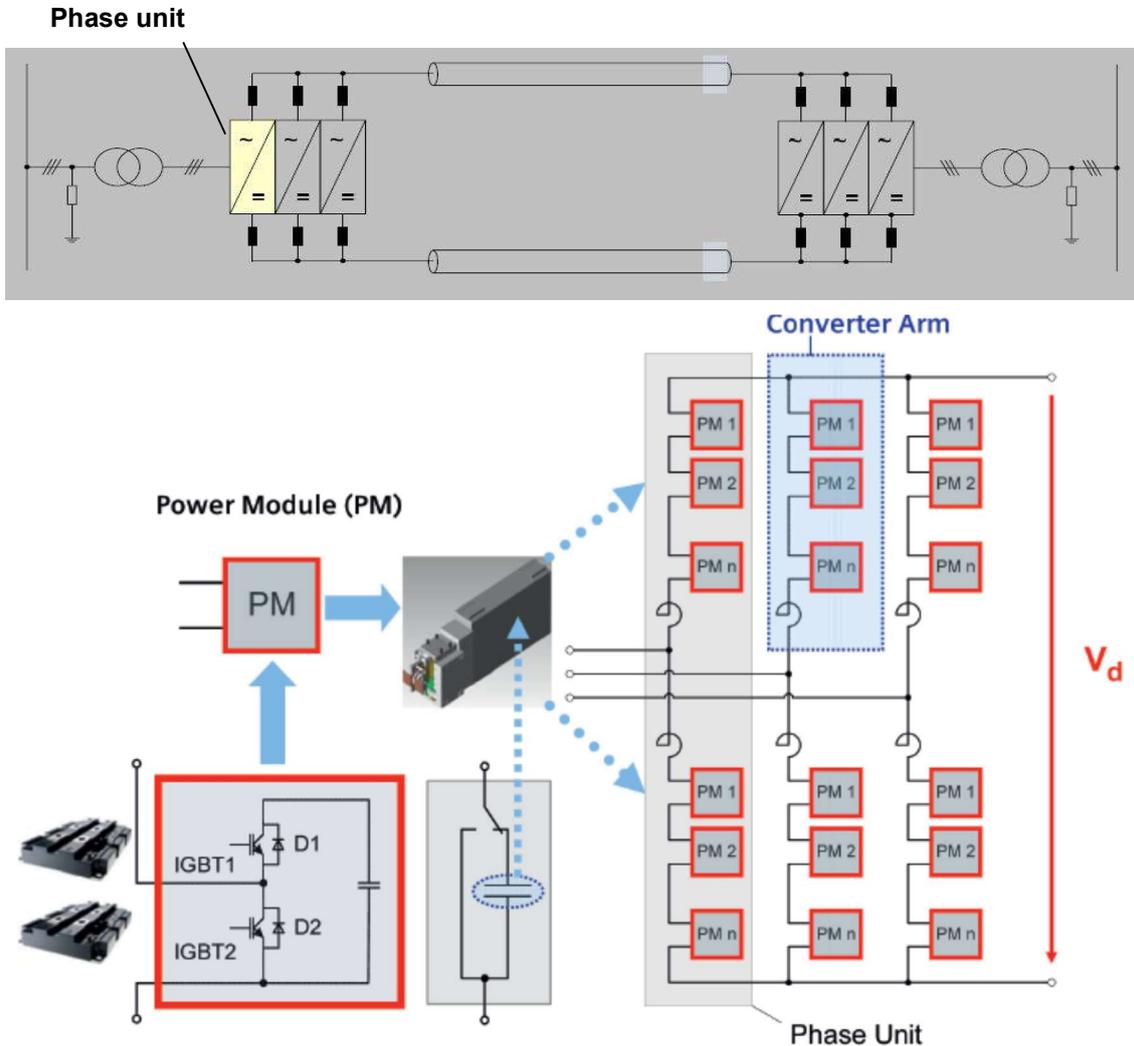
- Aislador de apoyo

Los aisladores soporte para apoyo de los embarrados son de las siguientes características:

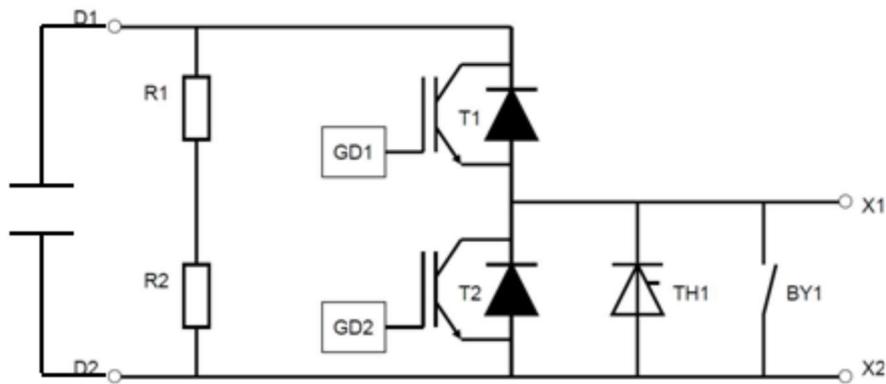
Tipo.....	C8 -1425
Carga de rotura a flexión.....	8.000 N
Carga de rotura a torsión	4.000 Nm
Longitud línea de fuga.....	≥ 10.500 mm

Convertidor (-V1 y -V2)

En el siguiente esquema se puede apreciar el sistema de conversión y sus componentes.



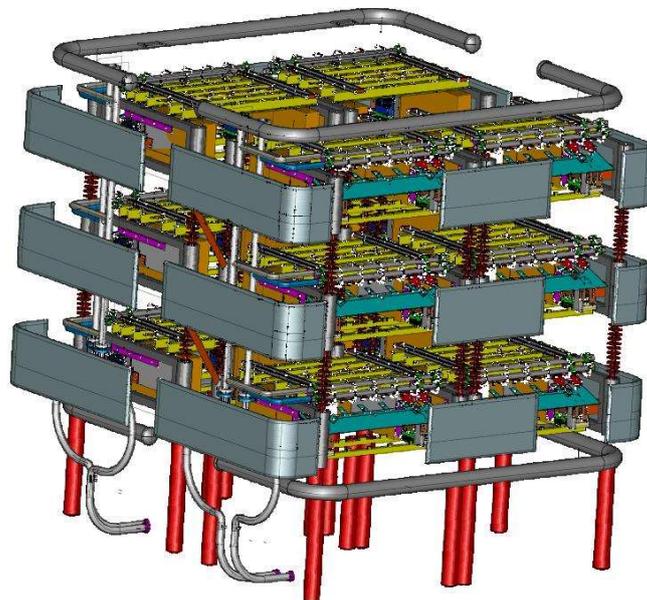
El **módulo de potencia** (detallado en la siguiente figura) está formado por dos transistores IGBT (*Insulated Gate Bipolar Transistors*), con los correspondientes diodos en antiparalelo (para conducción bidireccional de la corriente), además del condensador que mantiene el nivel de tensión necesario en cada módulo, resistencias, la placa de interfaz con la puerta del IGBT, interruptor de bypass y un tiristor de protección.



El **módulo de convertidor** es una cadena de módulos de potencia conectados en serie.

La **rama del convertidor** es la unión de un módulo de convertidor con una reactancia conversora, que está situada en el lado de continua de la rama del convertidor.

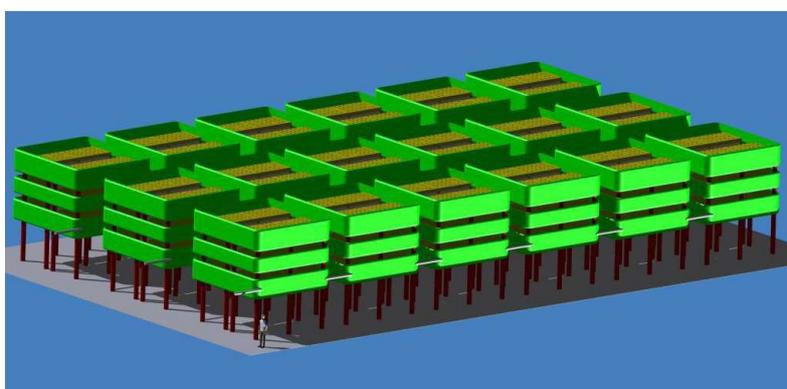
Los **módulos de potencia** se disponen en torres de distintos pisos o niveles, en función de los condicionantes que pueden afectar al montaje, básicamente el sismo. Estos módulos de potencia se interconectan entre sí en serie mediante pletinas de cobre.



La refrigeración de los módulos de potencia se realiza mediante corrientes de agua desionizada y saturada de oxígeno, que fluyen horizontalmente a través de dichos módulos mediante pequeñas tuberías. Cada módulo está conectado en paralelo a las tuberías principales con el fin de asegurar una refrigeración con la misma temperatura del agua en cada unidad. Cada torre tiene su propio

sistema de suministro de agua para la refrigeración. El resto de los componentes del convertidor se refrigeran mediante el aire.

La siguiente imagen muestra tres módulos de convertidor: en este ejemplo, seis torres se conectan en serie para formar un módulo de convertidor. Como se decía, en el proyecto objeto del presente documento, el número de torres por módulo de convertidor será función del número final de módulos de potencia necesarios para obtener unos valores nominales generales de potencia y tensión (en función de las características de los componentes electrónicos, IGBTs y condensadores), y del sismo de la zona.



A continuación, se dan unas características preliminares de los componentes principales de los convertidores:

Transistor IGBT	
Tensión colector – emisor (V_{CES})	4000 V
Tensión puerta – emisor (V_{GES})	± 20 V
Corriente colector (I_C)	1500 A
Corriente colector (pulso) (I_{CM})	3000 A
Corriente emisor (I_E)	1500 A
Corriente emisor (pulso) (I_{EM})	3000 A
Potencia Máxima a disipar (P_C)	15600 W
Tensión de aislamiento (V_{iso})	6000 V
Tensión parcial de extinción de descarga	2600 V
Temperatura de fusión (T_j)	-50 ~ + 150
Temperatura de operación (T_{op})	-50 ~ + 150
Temperatura de almacenamiento (T_{stg})	-55 ~ + 150
Máximo periodo de tiempo en soportar un cortocircuito	10 μ s
Módulo de potencia	
Número de IGBTs por módulo de potencia	2
Protección del diodo D2 en el módulo de potencia	Tiristor de bypass
Protección de módulo de potencia en caso de fallo	Interruptor de bypass
Topología	Medio puente

Corriente máxima a la desconexión	3000 A
Tensión mínima para alimentar tarjetas electrónicas en el módulo de potencia	500 V
Condensador del módulo de potencia	
Tensión en continua Min / Max tensión en continua Pico máximo de tensión	1250 V / 1700 V 2000 V
Corriente nominal (rms)	800 A
Módulo de convertidor	
Número de módulos de potencia redundantes	Min. 5%
Número de módulos de convertidor (la estación tiene dos convertidores)	2x3

Equipos de corriente continua

- Reactancias conversoras (-L11 y -L21)

Son reactancias para el alisado de la corriente en continua y la limitación de la corriente de cortocircuito en el convertidor.

Se instalan doce reactancias por cada uno de los dos sistemas de conversión (tres por cada rama de cada convertidor).

Son bobinas con aislamiento al aire sin núcleo de hierro y refrigeradas por ventilación natural. Tienen sus arrollamientos aislados con fibra de vidrio y cubiertos con resina sintética. Se montan fuera del edificio donde está el convertidor, para no penalizar el consumo de energía necesaria en el edificio para realizar su refrigeración. Las características son las siguientes

- | | |
|---|-----------------------|
| • Montaje | Exterior |
| • Tensión nominal | 420 kV |
| • Nivel de aislamiento | BIL 650 kV |
| • Corriente alterna nominal | 930 A |
| • Corriente continua nominal | 520 A |
| • Frecuencia nominal | 50 Hz |
| • Inductancia nominal | 50 mH |
| • Corriente de cortocircuito para esfuerzos dinámicos | 18 kA (pico) |
| • Corriente de cortocircuito y tiempo para esfuerzos térmicos | 8 kA (rms) / 0,5 seg. |
| • Peso total (con aisladores y soportes) | 7.200 kg |

- Condensadores (-C11 y -C21)

Estos condensadores están destinados a filtrar perturbaciones de alta frecuencia que se originan como consecuencia de la actuación del convertidor en combinación con inductancias parásitas.

Se instalan seis condensadores de este tipo (“*surge capacitors*”) por cada uno de los dos sistemas de conversión (tres por cada rama de cada convertidor), dentro de la sala de convertidores.

Las características de estos equipos son las siguientes:

• Montaje	Interior
• Tensión máxima en continua	420 kV CC
• Capacidad nominal	5000 pF +/-5%
• LIWL	650 kV
• Distancia de arco	> 2.300 mm
• Línea de fuga	> 7.100 mm
• Rango de temperatura	+ 5° C - + 55° C
• Altura	2632 mm
• Tipo de aislamiento	Composite
• Medio de aislamiento	SF6
• Peso	130 kg

- Seccionadores de aislamiento (-Q11 y -Q21)

Serán seccionadores de tipo de mando unipolar motorizado: un seccionador tipo -Q11 y otro tipo -Q21, por cada uno de los dos sistemas de conversión, y de las siguientes características:

Tensión nominal.....	550 kV
Intensidad nominal.....	2000 A
Intensidad nominal de corta duración.....	40 kA – 3s

- Seccionadores de puesta a tierra (-Q51, -Q52, -Q53, -Q61 y -Q62)

Serán seccionadores de tipo de mando unipolar motorizado: tres tipo -Q52 y tres tipo -Q53 en la zona de los convertidores de cada sistema de conversión y dos tipo -Q51, uno tipo -Q52, dos tipo -Q61 y uno tipo -Q62, por cada uno de los dos sistemas de conversión. Sus características son las siguientes:

Tensión nominal	459 kV
Intensidad nominal de corta duración	20 kA – 1s

- Transductor de intensidad (-T11, -T12, -T21 y -T22)

Los transductores de intensidad de C.C., tanto de flujo compensado como no compensado, se utilizan para obtener una medida precisa de la intensidad en corriente continua.

Se dispondrán de tres transductores tipo -T11 y tres transductores tipo -T21, un transductor tipo -T12 y un transductor -T22, por cada uno de los dos sistemas de conversión, para medir la corriente que circula por el circuito de potencia a la salida de los pasamuros del edificio de convertoras y antes del paso a cable subterráneo. Las relaciones de transformación se adaptarán al sistema de protección y medida.

- Pararrayos (-F11, -F12, -F21 y -F22)

Se dispondrá de un pararrayos de cada uno de estos tipos, por cada uno de los dos sistemas de conversión, con las siguientes características:

Tensión nominal (Ur) (*).....228 kV
 Intensidad nominal de descarga.....20 kA

* Resultados de estudio preliminar de coordinación de aislamiento, que será revisado con mayor nivel de detalle en fase de diseño.

- Divisor de tensión (-R5 y -R6)

Se instalará un divisor de tensión de cada tipo en cada uno de los dos sistemas de conversión, de características:

Tensión más elevada420 kV

Las relaciones de transformación, potencias y clases de precisión se adaptarán al sistema de protección y medida.

2.3.4.2 Máquinas de Potencia

Banco de transformadores monofásicos

Se instalarán dos bancos de transformación 400/400/24-20 kV, formado cada uno de ellos por un conjunto de tres transformadores monofásicos con las siguientes características:

Tipo Columnas, monofásico
 Tensión nominal 400:√3 -7%+11% / 400 / 24-20 kV
 Potencia..... 3 x 353/350/3 MVA
 Número de escalones 19
 Refrigeración ONAN(35%) / ODAN(60%) / ODAF(100%)
 Grupo de transformación YN0d5d11

Las tres máquinas de cada banco se conectarán en estrella en el primario, conectando el neutro de la estrella a la malla de puesta a tierra de la estación de conversión.

Los secundarios de las máquinas se conectarán en triángulo aislado de tierra mediante embarrados.

Los terciarios de las máquinas monofásicas se conectarán en triángulo aislado de tierra mediante conductores de cobre o aluminio aislado. Se elegirá la tensión de 24 kV, aunque las máquinas tienen doble opción (20 y 24 kV).

Se dispondrá en cada tramo de transformación de un armario en intemperie para la centralización de los circuitos de control y la distribución de las alimentaciones a los sistemas de refrigeración de las unidades monofásicas que constituyen los bancos.

2.3.5 LINEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE CIRCUITO SUBTERRANEO.

Para alimentar la estación convertora se construirá una línea de alterna en configuración de doble circuito desde la subestación de Gatica 400kV hasta la estación de convertora.

Cables de potencia (Conexión Gatica- Estación convertora)

Los cables de potencia conectarán las líneas de salida de las posiciones de Gatica 400 kV con la estación convertora.

- Tensión nominal de la red $U_0 / U (U_m)$ 230/400 kV
- Sistema..... corriente alterna trifásica
- Frecuencia..... 50 Hz
- Valor del cortocircuito para el diseño del cable..... 50KA
- Número de circuitos..... 2
- Número de conductores por fase..... 2
- Tipo de cable..... 400 kV XLPE 2500 375
- Cortocircuito en la pantalla:
- Duración del cortocircuito..... 0,5 s
- Disposición de los cables..... Tresbolillo
- Tipo de canalización..... Tubular hormigonada
- Profundidad de soterramiento..... 1.450 mm

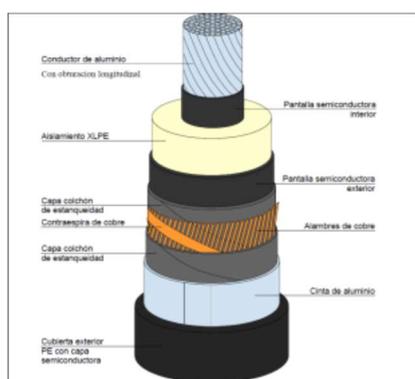
- Conexión de pantallas..... Single Point (SP)
- Longitud aproximada de la línea subterránea (zanja):
 - Enlace 1: ... 320 m. por fase
 - Enlace 2: ...310 m. por fase

El cable propuesto es un cable aislado de aislamiento XLPE 400 kV 2500 mm² de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, el cable a utilizar es de pantalla de tubo de aluminio.

El cable estará constituido por los siguientes elementos:

- Conductor: sección circular de 2500 mm² cuerda compacta redonda con obturación frente al agua mediante cuerda o cinta de material hidrófilo.
- Semiconductor interior: capa interna extruida de material semiconductor; esta capa sirve para uniformizar el campo eléctrico a nivel de conductor y para asegurar que el conductor presenta una superficie lisa al aislamiento.
- Aislamiento interior: polietileno reticulado (XLPE) super clean.
- Semiconductor exterior: capa externa extruida de material semiconductor sobre aislamiento y adherido al mismo.
- Pantalla metálica
- Protección longitudinal al agua: cinta hinchable de estanqueidad colocada después de la pantalla.
- Cubierta exterior tipo Z1 (AS), con características mecánicas DMZ2.

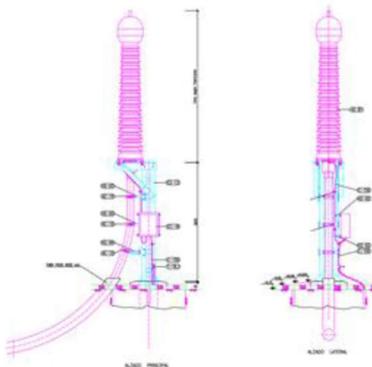
Terminales



Los terminales de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento, utilizando los materiales adecuados y de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

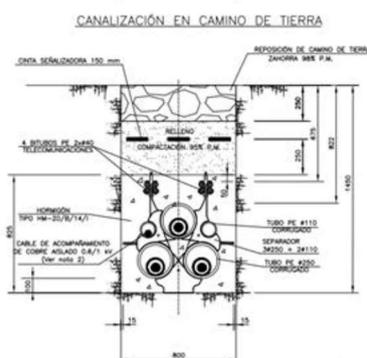
Los terminales no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable, debiendo cumplir las siguientes condiciones básicas:

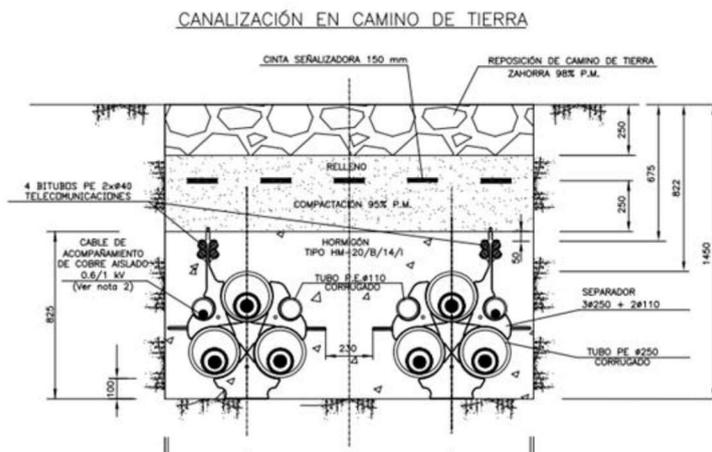
- La conductividad del terminal deberá ser igual o superior a la de un solo conductor de la misma longitud.
- El aislamiento ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio del cable.
- El terminal debe estar protegido para evitar el deterioro. El empalme o terminal debe resistir los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito, así como el efecto térmico de la corriente, tanto en régimen normal como en caso de sobrecargas y cortocircuitos.
- Los terminales serán premoldeados y ensayados en fábrica según especificaciones.



La zanja de simple circuito para los tendidos de 400 kV tendrá unas dimensiones de 1,0 m de anchura y 1,45 m de profundidad.

Las características generales, así como los elementos que las conforman, pueden apreciarse en las siguientes secciones típicas:





Para el tendido de los cables de potencia se instalarán por cada circuito 3 tubos de 250 mm para tendidos de 400 kV, en disposición al tresbolillo.

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

Además de los tubos de los cables de potencia, se colocará un tubo de polietileno de doble pared de 110 mm de diámetro exterior. Se realizará la transposición de este tubo en la mitad del tramo "Single Point". Este tubo es para la instalación del cable de cobre aislado 0,6/1 kV necesario en el tipo de conexión de las pantallas "Single Point". Además, al igual que los tubos de los cables de potencia, este tubo estará sujeto mediante el mismo separador brida.

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, tanto los tubos de los cables de potencia como los 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.

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.

Los tubos de telecomunicaciones no precisarán de cuerda guía. 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.

Tendido

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.

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 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 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.

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 del 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 realizara 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 0,10 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.

Normas Generales sobre cruzamientos, proximidades y paralelismos

Las Normas Generales se encuentran recogidas en el apartado 5 de la ITC 06 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias 01 a 09, aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de Febrero.

Los cables de energía eléctrica cruzarán por debajo de las instalaciones existentes en la medida de lo posible. En casos en los que la profundidad sea excesiva se podrá considerar una configuración de los cables en un plano horizontal, con el fin de garantizar la correcta disipación de calor.

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

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 discurren 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.

Instalación afectada	Tipo de afección	Condiciones
		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	-

NOTAS:

1. En paralelismo se procurará evitar que los cables eléctricos queden en el mismo plano vertical que el servicio afectado.
2. Deberán tenerse en cuenta los condicionantes de cada Ayuntamiento así como las condiciones establecidas por cada organismo afectado.

En la subestación de Gatica y en la Estación convertora se dispondrá de cajas de conexión estancas con tapa atornillable de acero inoxidable para instalaciones enterradas bien sea directamente o en tubulares. Esta envolvente proporciona un grado de protección IP68 s/ EN 60529. Dispone en uno de sus laterales de cinco prensaestopas; tres para la entrada de los cables concéntricos conectados a las pantallas de los cables de alta en los empalmes o terminales, el cuarto para el cable conectado a la toma de tierra del sistema y el quinto para el cable de tierra del propio cuerpo de la caja.

Los terminales engastados en los conductores de los cables de pantalla están soportados sobre una placa aislante. Ello permite disponer de pantallas aisladas para la realización de ensayos o bien mediante pletinas efectuar los puentes para conectar las pantallas ya sea directamente a tierra o a través de los correspondientes limitadores de tensión de pantalla (LTP) de óxido metálico conectados a tierra.

La tapa y el cuerpo de la caja se cierran mediante tornillería inoxidable y junta de estanqueidad de goma.

Cajas de puesta a tierra

Son caja de conexión con envoltura estanca en tapa atornillable de acero inoxidable para instalaciones enterradas bien sea directamente o en tubulares. Esta envolvente proporciona un grado de protección IP68 s/ EN 60529. Dispone en uno de sus laterales de cinco prensaestopas; tres para entrada de los cables concéntricos conectados a las pantallas de los cables en los empalmes o en los terminales; el cuarto para el cable conectado a la toma de tierra del sistema, y el quinto para el cable de tierra del propio cuerpo de la caja.

En el interior de las cajas, las conexiones a tierra se realizarán mediante pletinas desmontables de latón, ya sea directamente a tierra o a través de los correspondientes limitadores de tensión de pantalla (LTP) de óxido metálico conectados a tierra.

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

Capacidad del transporte del cable de AC, 1000MW por enlace.

El requerimiento de potencia en cada enlace es de 1000 MW, siendo este el dato en el punto de recepción.

Para compensar las pérdidas en la estación convertora y en los cables, la potencia en el punto de entrega será mayor; en este sentido se ha estimado que debería ser en torno a 1045 MW.

Además, hay que añadir el requerimiento de potencia reactiva, que se ha estimado en 365 MVA, motivo por el cual la potencia requerida que se ha considerado para la línea de alterna es 1107 MVA.

2.4. RED DE TIERRAS

2.4.1. RED DE TIERRAS INFERIORES

Con el fin de conseguir tensiones de paso y contacto seguras, la estación convertora se proyecta dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre, enterrada en el terreno, formando retículas que se extienden por todas las zonas ocupadas por las instalaciones, incluidas cimentaciones, edificios y cerramiento.

Se conectarán a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo, se han unido a la malla: la estructura metálica, bases de aparellaje, cerramientos, neutros de transformadores de medida, etc.

Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales, que aseguran la permanencia de la unión, haciendo uso de soldaduras aluminotérmicas de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

Para la comprobación de las condiciones de seguridad de la red de tierras se consideran las intensidades de cortocircuito previstas en el apartado 2.1.2.2. Se toma como resistividad del terreno el indicado en el apartado 2.1.2.3, como valor preliminar, por lo que los correspondientes cálculos serán revisados cuando se disponga de los datos geotécnicos definitivos, en el caso de que el valor de resistividad se desvíe mucho del valor previsto.

En el Anexo de Cálculos se han reflejado los datos y cálculos de la malla a instalar. Este sistema de puesta a tierra aparece reflejado en el plano ECSLF10001 “Planta general. Red de tierras” que se encuentra en el Documento nº 3 “Planos” del siguiente Proyecto.

Como medida adicional, esta red de tierras inferiores deberá estar interconectada con la correspondiente de la subestación anexa.

Además, una vez terminada la estación convertora se medirán las tensiones de paso y contacto en varios puntos para verificar que se cumple lo establecido en el MIE-RAT-13.

2.4.2. RED DE TIERRAS SUPERIORES

Con el objeto de proteger los equipos de la estación convertora de descargas atmosféricas directas, se dotará a la estación convertora con una malla de tierras superiores, formada por puntas Franklin sobre columnas y/o conductores alumoweld tendidos entre las columnas de los pórticos. Tanto los conductores como los pararrayos están unidos a la malla de tierra de la instalación a través de robustos elementos metálicos, que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla. Este sistema de puesta a tierra se justifica en el Anexo de Cálculos.

2.5. ESTRUCTURAS METÁLICAS

Las estructuras metálicas y soportes de la aparamenta del parque se diseñarán con perfiles de acero de alma llena. Todas las estructuras y soportes serán galvanizados en caliente como protección contra la corrosión.

Para el anclaje de estas estructuras, se dispondrán cimentaciones adecuadas a los esfuerzos que han de soportar (viento de 140 km/h en condiciones de intemperie y las condiciones sísmicas del emplazamiento), construidas a base de hormigón y en las que quedarán embebidos los pernos de anclaje correspondientes.

2.6. SISTEMAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN.

2.6.1 Sistema de Control

Para la gestión de la potencia a intercambiar entre España y Francia, y para el mando y control de la estación convertora, se implementará un sistema de control, formado por el hardware y el software necesario.

El sistema de control de la estación convertora incluye todas las funciones necesarias para arrancar el sistema de transmisión en corriente continua. Es posible la selección de localización de control entre funciones de estación y funciones de sistema, nivel *master – slave*, grabación de eventos (*SER*), interfaz de operación con el parque de alterna y de continua, sistema de refrigeración, funciones de bloqueo para la seguridad y guía de operación, secuencias automáticas de parada y arranque, cálculo de potencia activa y reactiva, limitación de potencia y cálculo de capacidad.

Las secuencias para arranque y parada de los procesos de arranque y corte de la estación convertora, se definen según los siguientes estados, que podrían ser modificados ante ciertos requerimientos:

- EARTHED
- STOPPED
- STANDBY
- COUPLED
- DECOUPLED

Las secuencias necesarias para transferencia de estos estados o condiciones se implementan en secuencias de arranque y parada. Para el cambio del estado de operación, hay dos modos de control posibles: modo de control manual y modo de control automático, donde el cambio entre ambos es posible únicamente en un estado definido de operación. En el estado COUPLED, la convertora está conectada a los cables de continua y energizada a través del interruptor de alterna,

localizado en la Subestación de 400 kV de Gatica, objeto de otro proyecto. En este estado, la convertora está lista para desbloquear los módulos de potencia y para habilitar las funciones de control disponibles para controlar potencia activa y reactiva. El estado DECOUPLED es prácticamente igual al COUPLED, exceptuando que la convertora no está conectada a los cables de continua. En este estado, sólo están disponibles las funciones de control de potencia reactiva.

MODOS DE CONTROL DE SECUENCIA:

- Modo de control automático:

En el modo de control automático, los pasos para el arranque y parada del sistema se procesan de acuerdo a la orden definida y fija de los pasos de secuencia de arranque y parada. Puede realizarse tanto en el nivel de control de estación como en el nivel de control de sistema. En caso de estar en un nivel de control de sistema y estado OPERATIONAL, la estación *master* inicia los comandos de sistema para ambas, estación local y remota, y monitoriza las señales de comprobación relevantes.

- Modo de control manual:

El modo de control manual está previsto para acciones de recepción de mantenimiento. En este modo, no se pueden ejecutar las secuencias de arranque y parada automáticas pre-programadas. El operador puede controlar de forma individual los componentes relevantes, sin ninguna secuencia de interbloqueo. Este interbloqueo de componente permanece activo con los requerimientos de liberación de conmutación de cada componente.

FUNCIONES DE CONTROL:

- Control de potencia activa ante una orden de potencia activa
- Control de potencia activa en función de un flujo de potencia activa circulando por las líneas de alterna
- Control de potencia activa ante disparo de uno de los dos enlaces (sistemas)
- Control de potencia reactiva / tensión
- Modulación de potencia activa y reactiva para aumento de la estabilidad de tensión en régimen permanente
- Modulación de potencia activa y reactiva para aumento de la estabilidad de tensión en régimen transitorio (durante y tras una falta en alterna)
- Aumento/decremento de la potencia activa en cada enlace
- Inversión de potencia (normal y rápida)

- Funcionamiento de STATCOM para mejora de la estabilidad de tensión en caso de que un enlace esté fuera de servicio
- Control de la amortiguación de las oscilaciones de potencia
- Reducción de la amortiguación en caso de perturbaciones prolongadas
- Control de amortiguación de oscilaciones sub-síncronas
- Control de frecuencia, especialmente cuando el resto de interconexiones en alterna entre España y Francia están fuera de servicio
- Control de simulación del enlace como una línea de alterna
- Arranque en vacío (*black-start capability*), control de frecuencia y control de tensión cuando el enlace alimenta una red pasiva
- Operación en modo manual

Los sistemas de control de sistema y los sistemas de control de estación funcionan de modo redundante. Cuando uno de los sistemas redundantes está activo, el otro opera en modo *standby*. Cada uno de los sistemas redundantes está equipado con su propio interfaz de bus de campo de modo que existe una separación de buses de campo. Tanto el sistema en *standby* como el activo trabajan en paralelo, y por tanto están actualizados a través de los equipos periféricos. A nivel de campo, las señales son captadas como sistema único por los mencionados equipos periféricos o bahía, donde se captan las señales cableadas desde campo.

Los sistemas de control de sistema y de estación se comunican de forma también redundante con la jerarquía superior de mando, constituido por el sistema de supervisión, operación y monitorización. Este nivel está constituido por ordenadores personales convencionales, donde se ejecuta el software WIN-CC bajo el sistema operativo Microsoft Windows.

Forma parte del sistema de supervisión, control y monitorización el Interface de Control Remoto (RCI) que gestiona de forma redundante mediante dos PC, la comunicación entre las dos estaciones de conversión y entre la estación de conversión y el despacho remoto de REE.

También forma parte de este nivel jerárquico superior el sistema de almacenamiento de faltas transitorias (TFR). Este subsistema capta las señales de forma descentralizada a través de unidades analógico-digitales (PADU) y las transfiere al equipo maestro del TFR.

Todos los bucles de control y buses de comunicación tienen un diseño redundante, lo que permite dar flexibilidad y garantía de funcionamiento al sistema.

El sistema de control permitirá ajustar el intercambio de potencia activa desde su valor mínimo hasta el valor máximo de sobrecarga, en intervalos de 1MW.

2.7. Sistema de protecciones

El criterio general de protección de la estación convertora estará basado en dos sistemas independientes y redundantes.

La protección se realiza mediante una rigurosa redundancia para asegurar el corte y aislamiento de la falta. Ambos sistemas de protección están en servicio simultáneamente lo que proporciona una supervisión ininterrumpida del sistema HVDC. Además, se incluyen funciones de protección principales y otras de respaldo. Los niveles de disparo y sus retardos se ajustan para dar servicio a cada zona de protección. Las zonas de protección se solapan entre sí usando diferentes devanados de transformadores lo que asegura que no quedan zonas sin proteger en el sistema HVDC.

Los relés de protección del sistema de alterna serán relés convencionales numéricos de protección.

Las funciones de protección en el sistema de continua están integradas en el sistema de control de la planta de conversión propio del fabricante, anteriormente descrito. Dicho sistema de protección de continua se realiza de forma redundante, sistema 1 y sistema 2. El sistema 1 de protección comparte rack con el sistema 1 de control de sistema, aunque se ejecuta a través de procesadores independientes; lo mismo ocurre con los sistemas 2 de protección y de control de sistema.

La redundancia también se consigue en la medida de los circuitos de continua mediante el uso de sensores electrónicos independientes en los *shunts* de alta precisión para cada sistema de protección y medida.

La estación convertora estará dividida en las siguientes zonas de protección:

Zonas de protección corriente alterna (CA)

- 1- Conexión con la subestación Gatica.** Existirán, como objeto del presente proyecto, y de forma redundante, las siguientes funciones de protección.

- 87C = Protección diferencial de línea que recibirá los 2 juegos de intensidades de la subestación (celda central y de la celda de barras, topología de interruptor y medio), además del juego de intensidades proveniente del *bushing* del transformador.
- 51C = Sobreintensidad temporizada de fase de cada uno de los juegos de intensidades mencionados en la función 87C.
- 27AC = Protección frente a subtensiones. Recibe el juego de tensiones procedentes de los transformadores de medida de tensión.
- 27ACR = Protección frente a subtensiones generadas por faltas permanentes o repetitivas. Recibe el juego de tensiones procedentes de los transformadores de medida de tensión.
- 59AC = Protección frente a sobretensiones. Recibe el juego de tensiones procedentes de los transformadores de medida de tensión.

2- Banco de transformadores convertidores. Existirán de forma redundante las siguientes funciones de protección.

- 87T = Protección diferencial de transformador que recibirá los 3 juegos de intensidades procedentes de los busings del primario, secundario y terciario.
- 87N = Protección de tierra restringida, que compara la intensidad de neutro del primario con la que circula por el neutro.
- 51T = Sobreintensidad temporizada de fase de cada uno de los juegos de intensidades mencionados en la función 87T.
- 51N = Sobreintensidad temporizada de neutro de cada uno de los juegos de intensidades mencionados en la función 87T, además de la intensidad que pueda circular por el neutro.
- Protecciones propias del transformador = Buchholz (63), Jansen (63J), temperatura (26), imagen térmica (49), liberador de presión, etc.

3- Barras en el secundario del transformador convertidor. Existirán de forma redundante las siguientes funciones de protección.

- 87ACS = Protección diferencial de barras que recibirá 2 juegos de intensidades: uno procedente del *bushing* del secundario del transformador y otro procedente del sensor dispuesto al final de las barras, justo en la frontera con el convertidor.

- 50AC = Protección de sobreintensidad. Recibe el juego de intensidades procedente del sensor dispuesto al final de las barras, justo en la frontera con el convertidor.
- 46C = Desequilibrio de intensidades. Recibe el juego de intensidades procedente del sensor dispuesto al final de las barras, justo en la frontera con el convertidor.
- 76SG = Detección de faltas a tierra altamente resistivas. Se toman las intensidades del sensor dispuesto al final de las bobinas y resistencias para realizar una puesta a tierra.
- 49PR = Detección de sobrecargas en la resistencia de pre-inserción, mediante una imagen térmica. Recibe el juego de intensidades procedente del sensor dispuesto al final de las barras, justo en la frontera con el convertidor.
- 51PR = Detección de sobreintensidades en la resistencia de pre-inserción. Recibe el juego de intensidades procedente del sensor dispuesto al final de las barras, justo en la frontera con el convertidor.

Zonas de protección corriente continua (CC)

4- Convertidor y barras de continua. Existirán de forma redundante las siguientes funciones de protección.

- 59DC = Protección de sobretensión. Recibe las tensiones de los sensores situados en barras de continua, tanto del polo positivo como del polo negativo.
- 27DC = Protección de subtensión. Actúa como respaldo de las protecciones que vigilan las faltas a tierra. Recibe las tensiones de los sensores situados en barras de continua, tanto del polo positivo como del polo negativo.
- 60DCV = Protección diferencial de tensión. Recibe las tensiones de los sensores situados en barras de continua, tanto del polo positivo como del polo negativo.
- 76DC = Detección sobreintensidades en cualquiera de las barras de continua. Se toman las intensidades de los sensores dispuestos al final de cada una de las barras de continua, donde se conectan los dos cables aislados.
- 87DCM = Protección diferencial principal de corriente continua. Recibe los juegos de intensidades procedentes de los sensores dispuestos al final de cada una de las barras de continua, donde se conectan los dos cables aislados.

- 87DCB = Protección diferencial de reserva de corriente continua. Recibe los juegos de intensidades procedentes de los sensores dispuestos al inicio de las barras de continua, justo en la frontera con el convertidor.
- 87HP = Protección diferencial en la barra positiva del lado de continua. Recibe los juegos de intensidades procedentes del sensor dispuesto al final de la barra de continua positiva, donde se conecta el cable, y el sensor dispuesto al inicio de la barra de continua positiva, en la frontera con el convertidor.
- 87HN = Protección diferencial en la barra negativa del lado de continua. Recibe los juegos de intensidades procedentes del sensor dispuesto al final de la barra de continua negativa, donde se conecta el cable, y el sensor dispuesto al inicio de la barra de continua negativa, en la frontera con el convertidor.
- 50VC = Protección que detecta sobreintensidades en el convertidor. Recibe los juegos de intensidades procedentes de los sensores dispuestos en la frontera entre el lado de corriente alterna y la barra positiva y negativa.
- 51VC = Protección que detecta sobrecargas en el convertidor. Recibe los juegos de intensidades procedentes de los sensores dispuestos en la frontera entre el lado de corriente alterna y la barra positiva y negativa.
- 60VC = Protección que detecta desequilibrios en las corrientes del convertidor. Recibe los juegos de intensidades procedentes de los sensores dispuestos en la frontera entre el lado de corriente alterna y la barra positiva y negativa.
- 87PG = Protección que detecta diferencias entre la potencia de entrada en alterna y la potencia de salida de continua. Recibe los juegos de intensidades procedentes de los sensores dispuestos en la frontera con el lado de corriente alterna y con la barra positiva y negativa, además de las tensiones procedentes del lado de corriente alterna y del lado de CC.
- DC_Harm = Protección que detecta sobrecargas de corrientes armónicas en los equipos de continua y en el cable. Recibe los juegos de intensidades procedentes de los sensores dispuestos en la barra positiva y negativa.
- CONV_Harm = Protección que detecta sobrecargas de corrientes armónicas en el convertidor. Recibe los juegos de intensidades procedentes de los sensores dispuestos en el lado de corriente continua del convertidor.
- AC_Harm = Protección que detecta sobrecargas de corrientes armónicas en el lado de corriente alterna del convertidor. Recibe los juegos de intensidades procedentes de los sensores dispuestos en el lado de corriente alterna del convertidor.

- Block Failure o Repetitive Blocking = Protección que detecta faltas durante el bloqueo o durante el bloqueo repetitivo del convertidor. Recibe los juegos de intensidades procedentes de los sensores dispuestos en el lado de corriente continua del convertidor.

5- Cable polo positivo y cable polo negativo. Existirán de forma redundante las siguientes funciones de protección.

- 87HPC = Protección diferencial del cable que constituye el polo positivo. Recibe los juegos de intensidades procedentes de los sensores dispuestos al inicio del cable en la estación local, y de los sensores dispuestos al final del cable en la estación remota (objeto de otro proyecto, en Francia).
- 87HNC = Protección diferencial del cable que constituye el polo negativo. Recibe los juegos de intensidades procedentes de los sensores dispuestos al inicio del cable en la estación local, y de los sensores dispuestos al final del cable en la estación remota (objeto de otro proyecto, en Francia).

En lo que se refiere a coordinación de las protecciones entre la estación convertidora y la subestación de 400 kV (objeto de otro proyecto), ante una falta en la calle de conexión con la subestación, en el transformador convertidor, en la convertora o en los cables de continua, a través de un interfaz de protecciones de la estación convertidora se enviará una señal de disparo hacia el interruptor de la correspondiente posición de la subestación de alterna (este interruptor no es objeto del presente proyecto).

2.8. SERVICIOS AUXILIARES

Existirá un sistema de servicios auxiliares independiente para cada convertidor dentro de la estación convertidora. Cada uno de estos sistemas se divide en Servicios Auxiliares de Corriente Alterna (ca) y Servicios Auxiliares de Corriente Continua. Las tensiones nominales serán 400/230 V, 50 Hz de c.a. y 125 V, 48 V y 24 V de c.c.

Servicios Auxiliares de Corriente Alterna.

Los servicios auxiliares de cada convertidor se alimentarán a través de los transformadores de servicios auxiliares (TSA) de dos fuentes de alimentación independientes. Estas dos fuentes independientes son el terciario del banco de transformación (el terciario de cada banco de

transformación tiene que tener la potencia suficiente para alimentar los servicios auxiliares de ambos convertidores, en caso de fallo de uno de los transformadores) y una línea de media tensión (ésta última está sujeta a la disponibilidad en esta zona de una línea con la potencia necesaria para esta alimentación en la red de distribución).

Se ha proyectado, además, la instalación de un grupo electrógeno por cada convertidor, con potencia suficiente para alimentar los consumos esenciales para hacer posible el *black-start*.

Se instalarán dos cuadros (uno por cada convertidor) de distribución de baja tensión de intemperie (CDBT), que recibirán las alimentaciones de cada uno de los transformadores de servicios auxiliares. Se permitirá la conmutación entre ambas alimentaciones de forma manual o automática.

Cada uno de los CDBTs alimenta a dos Cuadros Principales de Corriente Alterna a través de dos salidas distintas. El primero de los cuadros principales también recibe la alimentación procedente del correspondiente grupo electrógeno. Existirá un apoyo desde el primero de los cuadros principales hacia el segundo de los mismos. Se permitirá la conmutación entre las distintas alimentaciones de forma manual o automática.

Estos cuadros principales alimentan, entre otros servicios, a sendos cuadros del Sistema de Refrigeración de Módulos. Adicionalmente se instalarán dos UPS trifásicas de 400 V para asegurar la alimentación ininterrumpida de los sistemas de control, una por polo, equipando otras dos UPS iguales de reserva, una por polo.

También se instalará un cuadro de subdistribución de c.a 400/230 V, por cada convertidor. Cada uno de estos cuadros de subdistribución estará alimentado de los dos cuadros principales del correspondiente convertidor, permitiendo la conmutación entre ambas alimentaciones de forma manual o automática.

Servicios Auxiliares de Corriente Continua.

Desde los dos cuadros principales de corriente alterna de cada convertidor se alimentan los equipos rectificador-batería, de 125 Vcc, 900 Ah y una autonomía de 5h, que constituyen las fuentes autónomas que dan seguridad funcional a la estación conversora. Cada equipo rectificador-batería podrá alimentarse de manera conmutada desde ambos cuadros principales de corriente alterna.

Estos equipos alimentan a dos cuadros de distribución de c.c., los cuales están conectados entre sí

como apoyo, para solventar un posible fallo en una de las baterías de alimentación.

Existirán dos armarios de corriente alterna regulada 230 V c.a. para la alimentación del sistema de control. Dichos cuadros se alimentan o bien desde los cuadros principales de corriente alterna o bien a través de una salida rectificadora a 125 V c.c. conectada directamente al sistema de 125 V c.c. utilizando para ello un UPS de 230 V c.a.

El Cuadro Principal de Corriente Continua de 48 Vcc, estará formado por dos juegos de barras cada uno de ellos alimentado desde el correspondiente equipo rectificador–batería de 48Vcc, de 200 Ah aproximadamente y 5 horas de autonomía. El diseño de este cuadro garantiza la alimentación permanente y la conmutación de las fuentes sin paso por cero, para aquellas salidas en las que esta condición es esencial.

Para aumentar la disponibilidad del sistema de 125 V c.c., se diseña con un sistema de tierra aislada, con un conductor de puesta a tierra de protección común y monitorización de pérdida de tierra. Una falta en la tierra de uno de los polos será reflejada en el sistema, pero no interrumpirá el circuito. Sólo una doble falta (lo que equivale a un cortocircuito en ambos polos) originará una interrupción del circuito.

Finalmente se instalarán dos cuadros de distribución de 24 V c.c. equipados con los correspondientes convertidores de 125 V c.c. a 24 V c.c. para alimentar el sistema de señales.

2.9. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

Se han previsto los equipos de telecomunicaciones requeridos para asegurar el correcto funcionamiento de la estación convertidora a través de telemando, los funcionamientos de los sistemas de protección y las necesidades de telegestión de la instalación.

Se recurrirá a los sistemas y las tecnologías necesarias que permitan, en conjunto, integrar las posiciones objeto de este proyecto en las redes de telecomunicaciones que se utilizan para el despliegue del telecontrol, la comunicación de las protecciones, la telegestión remota de equipos, los servicios de telefonía y la videovigilancia de la instalación.

2.8.1 COMUNICACIONES

La comunicación entre el sistema de control de la planta convertidora y el despacho de REE, así

como entre las dos plantas conversoras (extremo español, Gatika, objeto de este proyecto, y extremo francés, Cubnezais, objeto de otro proyecto) se realizará a través de un interfaz de control remoto, RCI, formado por dos PCs independientes. Estos equipos se comunican a través de los correspondientes enlaces de fibra óptica con el despacho remoto de REE y con la planta conversora francesa.

2.8.1.1 Telecomunicaciones entre las dos estaciones conversoras (extremo español, Gatika, objeto de este proyecto, y extremo francés, Cubnezais, objeto de otro proyecto)

El sistema de telecomunicaciones entre las dos estaciones conversoras, tiene que facilitar, tanto en condiciones normales de trabajo como de emergencia, la coordinación de los sistemas de control, medida y protección, y, por otra parte, permitir el intercambio de la información necesaria.

El canal prioritario de comunicación a utilizar será la fibra óptica. Si uno de los dos canales de fibra óptica destinados al efecto, estuviera fuera de servicio, se produciría una conmutación automática al segundo canal, para continuar con la transmisión de datos, sin que las estaciones de conversión tengan que detenerse o sin que se permitiese un funcionamiento incorrecto de las mismas.

En cada uno de canales de telecomunicación se dispondrá de una supervisión para verificar el envío de mensajes incorrectos o la pérdida de los mismos.

Un canal adicional de telecomunicación permitirá la copia de seguridad de datos en situaciones de emergencia.

En cuanto al sistema de protección, se deberá especificar las actuaciones necesarias para el sistema de telecomunicaciones relacionadas con:

- El flujo de medidas y de señales.
- La resolución de las medidas.
- Los límites en el retraso de la transmisión de datos.
- Las características de la señal a transmitir entre las dos estaciones

En el caso de que quedaran fuera de servicio los dos canales de fibra óptica primarios, existirá una conmutación automática hacia el canal de telecomunicaciones destinado a servir de copia de seguridad. Tan pronto como se haya restaurado uno de los canales primarios, se volverá a la situación inicial. Durante todas estas conmutaciones, el enlace entre las dos estaciones conversoras (española

y francesa) no dejaría de funcionar ni lo haría de forma incorrecta.

Las medidas analógicas y las señales lógicas a transmitir entre las dos estaciones conversoras, sufrirán distintos retardos en su transmisión en función de su uso: si son señales para el sistema de protección o el de control serán señales rápidas (menos retardo), pero si son señales para informar al operador serán señales lentas (más retraso).

Las señales rápidas deben transmitirse de una manera veloz para permitir una reacción adecuada al sistema de control y minimizar así los efectos de las perturbaciones de la red eléctrica, faltas en la otra estación de conversión, o a lo largo del cable de corriente continua. La velocidad en la transferencia de datos tiene que ser lo suficientemente alta como para permitir la visualización de diferentes entornos (control de corriente, control de frecuencia, control de oscilaciones sub-síncronas, etc.) necesarios para diagnosticar el estado del enlace entre las estaciones.

2.8.1.2 Telecomunicaciones entre la estación conversora y el centro de control

Telecomunicaciones para funciones de protección

Para la comunicación que requieren las funciones de protección de línea se han previsto enlaces digitales y/o analógicos, facilitados por la red de equipos de transmisión SDH, que a su vez están soportados por la red de fibra óptica.

Red de fibra óptica en la estación conversora

Se ha previsto una red de fibra óptica, en configuración de doble estrella con cables de fibra multimodo, desde el armario de fibra multimodo, hasta las dependencias, interiores o exteriores de los edificios de control, que requieren servicios de comunicación de protecciones, servicios de telecontrol, telegestión y sincronización horaria, dando con ello servicio a las nuevas posiciones.

Telegestión de protecciones, sistemas de telecontrol y equipos de comunicaciones.

Todos los equipos de protecciones, telecontrol y comunicaciones asociados a las diferentes posiciones de este proyecto, van a ser telegestionados, por medio de su conexión a la Red de servicios IP de la Red de Transporte de REE. Esta red se distribuye por la estación conversora soportada por la red de fibra multimodo.

Red de Telefonía

La red de telefonía corporativa de REE se ha previsto que sea extendida y desplegada en esta estación conversora por medio del uso de equipos y terminales preparados para el establecimiento de comunicaciones de voz. Está soportada por el resto de redes desplegadas en la estación conversora y permite el acceso a las funcionalidades de comunicación vocal normalizadas en REE.

2.10. OBRA CIVIL Y EDIFICACIÓN

2.9.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

La implantación definitiva de la estación de conversión se realiza en una plataforma independiente de la de la subestación homónima, aunque se pretende que ambas tengan la misma cota de explanación, conforme se indica en los planos ECSL10001 "Implantación general sobre parcelario" y ECSL1002 "Implantación general".

La cota de explanación de la plataforma de la estación conversora será +94 m, siendo necesario realizar un desmonte del 55% de la parcela. No obstante, la cota de explanación es estimada, debiendo, en principio, ser la misma que la de la Subestación anexa a la parcela. En cualquier caso, esta cota es un valor preliminar, que podría verse ligeramente modificado una vez que se disponga de la topografía y geotecnia definitiva, con el objetivo de optimizar el movimiento de tierras.

La parcela existente no requiere de un desbroce o limpieza previos, pero sí es necesario retirar la cobertura vegetal en un espesor estimado de unos 10 cm. Los trabajos de movimiento de tierras deberán adaptarse a las conclusiones del estudio geotécnico definitivo.

A expensas de las conclusiones definitivas del Estudio Geotécnico se considerará que el relleno que se realizará será un relleno estructural, considerando para la ejecución de los mismos materiales de préstamo de granulometría arenosa, clasificados según PG-3 como suelos seleccionados compactándose éstos en tongadas de 30 cm como máximo, hasta alcanzar una densidad de compactación equivalente al 100 % del Proctor Modificado.

En las zonas tanto de desmonte como de terraplén se adoptará una pendiente de 3H:2V.

Al pie del talud de la plataforma se construirá una cuneta revestida que evitará el lavado de los materiales que lo constituyen.

2.9.2 DRENAJES Y SANEAMIENTOS

Se han previsto los tubos de drenaje necesarios para evacuar las aguas en un tiempo razonable, de forma que no se produzca acumulación de agua en la instalación y se consiga la máxima difusión posible de las aguas de lluvia.

La recogida de las aguas residuales se ha previsto con depósito estanco de poliéster reforzado con fibra de vidrio capaz de retener por un periodo determinado de tiempo las aguas servidas domésticas y equipado con tapa de aspiración y vaciado.

En el caso de que existan red de drenaje y saneamiento municipal los sistemas de la estación conversora se conectarán a éstos.

2.9.3 CIMENTACIONES, VIALES Y CANALES DE CABLES

Bancada de Transformadores / reactancias de conexión en estrella

Los bancos de transformación se han dispuesto sobre foso de recogida de aceite, con muros cortafuegos entre ellos y vías de rodadura para su desplazamiento. Los fosos se unirán a un depósito de recogida de aceite separado, dimensionado para el 100 % del aceite de una de las máquinas, y preparado para que se pueda realizar en el mismo la recogida de aceite de la máquina futura. Dispondrá de un separador de aceite por diferencia de densidades para drenaje de pluviales, que evite el vertido de aceite a la red de drenaje en caso de pérdida de aceite. De forma similar, puesto que las reactancias de conexión en estrella están aisladas en aceite, se dispondrán separadores de grasas adecuadas/fosos de recogida de aceite para las mismas.

Las bancadas incluyen raíles para guía de los desplazamientos, así como los puntos fijos de arrastre necesarios en las dos direcciones para el desplazamiento de la unidad correspondiente. Los viales disponen asimismo de raíles para el desplazamiento longitudinal, pues existe suficiente espacio para la colocación del equipo de transporte, lo que permitirá de un modo fácil la colocación de las unidades monofásicas frente a su ubicación definitiva.

Cimentaciones, canales de cables, viales y accesos.

Se han previsto las cimentaciones, canales de cables y viales necesarios conforme al plano ECSLC50001 "Planta General. Fundaciones y canales" que se encuentra en el Documento nº 3 "Planos" del presente proyecto.

Los canales de cables serán de tipo prefabricado, del tipo: A en acceso a apartamento, del B en principales de posición, conexión entre casetas y con edificio de control, estando reforzados en la zona de paso de viales.

Los viales interiores serán de firme flexible con capa de rodadura bituminosa sobre explanada mejorada, sobre base de zahorra artificial.

El acabado superficial de la plataforma constituyente del parque de intemperie se realizará con una capa de grava machacada, con una granulometría de 20/40, de 10cm de espesor que tendrá una doble función: conseguir una resistencia superficial de 3000 $\Omega \cdot m$ que facilite el control de las tensiones de paso y contacto ya mencionadas, y favorecer el drenaje superficial.

2.9.4 ACCESOS

El acceso a la estación se realizará por el lado suroeste de la misma, mediante un vial nuevo, que bordeando a la subestación homónima, comunica la estación con un camino de tierra existente.

2.9.5 EDIFICIOS

La tipología será la de edificio de hormigón armado prefabricado, de resistencia al fuego global de RF-120. Tanto la estructura a base de vigas y pilares, como la cubierta y cerramiento serán prefabricados de hormigón. Los cierres de muro serán de paneles tipo sándwich sin puente térmico con aislamiento continuo.

La cubierta estará constituida en el caso del edificio de control, por forjado de placas alveolares y presentará una pequeña pendiente a un agua para facilitar la evacuación del agua de lluvia. En el resto de edificios la cubierta se constituirá a base de vigas prefabricadas tipo "delta" sobre las que se apoyarán correas prefabricadas de hormigón que servirán para colocar el material de cobertura a base de panel metálico de cubierta tipo "sándwich".

Se tendrán en cuenta en las uniones los efectos sísmicos existentes en la ubicación de los edificios.

La cimentación de los edificios será del tipo superficial apoyada sobre terreno natural, apoyándose los pilares sobre zapatas de hormigón armado unidas por vigas de atado sobre lecho de hormigón

de limpieza. Sobre dichas vigas de atado se apoyarán los paneles sándwich.

Solera

Los edificios dispondrán de una solera/losa de hormigón armado sobre la que se apoyarán todos los equipos a montar en su interior, así como los canales de cables necesarios. En la zona de mando y protección del edificio de control se dispondrá de suelo técnico.

Estructura

La estructura del edificio se construirá mediante pilares y vigas prefabricados de hormigón armado. La modulación y dimensionamiento se realizará, atendiendo a las dimensiones, huecos y sollicitaciones demandados. Las uniones entre los pilares y el panel sándwich se realizará mediante el diseño de fabricante.

Cerramientos.

Los muros exteriores estarán constituidos por paneles prefabricados de hormigón tipo sándwich con aislamiento continuo sin puente térmico, de resistencia al fuego RF-120. El acabado al exterior será en blanco Macael (salvo que del resultado de los estudios definitivos de integración paisajística y/o debate con los grupos de interés se decidiera otras tonalidades), y al interior pintado. Dispondrán todos los elementos prefabricados de elementos metálicos vistos unidos a las armaduras, de forma que se pueda conseguir continuidad eléctrica y unirse a la malla general de tierras.

Se deberá tener en cuenta la altura de cada edificio, para disponer de vigas de atado a media altura para evitar flexiones a los paneles.

Los muros interiores estarán constituidos por bloques huecos de hormigón estándar de 15x20x40 cm, y el resto de la tabiquería por ladrillo hueco doble, acabados en enlucido y pintado, y alicatado en la zona de aseos.

Cubierta

La cubierta estará constituida por placas alveolares prefabricadas en el caso del edificio de control, de resistencia al fuego RF-120 al igual que el resto de elementos de hormigón. Se dotará a la cubierta de la pendiente necesaria para evacuar el agua de lluvia, disponiendo de las bajantes en número apropiado para la evacuación, colocadas al exterior de los cierres.

En el resto de edificios la cubierta se constituirá a base de vigas prefabricadas tipo “delta” sobre las

que se apoyarán correas prefabricadas de hormigón que servirán para colocar el material de cobertura a base de panel metálico de cubierta tipo “sándwich”.

Se deberá impermeabilizar apropiadamente la cubierta para evitar la aparición de filtraciones.

Carpintería metálica

Toda la carpintería metálica tendrá una resistencia al fuego RF-120.

2.9.5.1 Edificios en la Estación Conversora.

Las edificaciones que deberán construirse son los siguientes: dos edificios de control y dos edificios de convertidores (uno para cada sistema), cuatro edificios para los terminales de corriente continua y dos edificios para piezas de repuesto.

Edificios de convertidores

Deberán construirse dos edificios simétricos uno del otro, con los huecos necesarios para la conexión de las barras del parque de 400 kV hasta la entrada a los módulos convertidores. Cada edificio constará de una sala de convertidores con puente grúa de 2.5 t de capacidad.

Además, el acabado al interior de dicha sala de convertidores estará constituido por chapa metálica (*Cladding*) en todos los laterales y en el techo, con objeto de constituir una jaula de Faraday.

APANTALLAMIENTO CONTRA RADIO INTERFERENCIA

Se deben tomar medidas especiales para reducir los efectos de la radio interferencia emanada por el cuarto de convertidores, los elementos que requieren consideración especial son:

- Puertas de la sala de convertidores
- Sistema de muros de hormigón tipo sándwich del cuarto de convertidores
- Sistema de placas de techo de la sala de convertidores
- Losa de piso (solera) de la sala de convertidores
- Ductos de cables y de aire en el cuarto de convertidores

Aperturas

Con el propósito de asegurar el apantallamiento contra la radio interferencia se debe garantizar que las puertas en posición cerrada tengan contacto metálico entre el acero del ala de la puerta y el marco metálico en toda su periferia.

En las puertas de acceso al cuarto de convertidores desde el edificio de control se colocaran ventanas con marcos de acero con doble vidrio térmicamente selladas de 1 x 1 m aproximadamente y resistentes al fuego según la especificación. Estas ventanas facilitaran la visión directa hacia el cuarto de convertidores. Estas ventanas tendrán la malla de protección de radiointerferencia en su cara interior al cuarto de convertidores.

Paredes y techos

Se proveerán placas metálicas para las paredes y los techos, las cuales se deben traslapar de 5 a 10 cm en todos sus lados y atornilladas con tornillos a prueba de oxidación, garantizando contacto eléctrico a intervalos no mayores a 30 cm. Donde se requiera se deberá retirar la cubierta plástica de las placas para garantizar el contacto metálico entre ellas.

Suelos

La solera/losa de hormigón deberá tener adicional al armado de acero requerido, una malla de acero soldada consistente de una retícula de alambre de 50 x 50 mm de lado con hilos de 3 mm de diámetro, cada punto de cruce debe ser una unión soldada, los lados traslapados deben tener soldadura sobre toda la longitud traslapada.

Se deben tomar precauciones para asegurar que la malla permanezca en su lugar cuando la losa (solera) sea ejecutada. Todos los lados a lo largo de la periferia se deben traslapar y soldar para dar una continuidad de jaula. La malla en la parte superior de las fundaciones debe sobresalir como mínimo 300 mm.

La retícula de alambre debe conectarse a los perfiles de acero de las láminas metálicas interiores por medio de soldadura a 200 mm entre puntos, se debe proporcionar en estos puntos la adecuada protección contra la corrosión.

Accesorios

Entradas de ductos de aire o de cables al cuarto de convertidores deben estar equipadas con marcos de retícula enmallada para propósitos de apantallamiento.

Edificio de control

Se construirán dos edificios simétricos uno del otro para el personal que habrá de explotar la planta, y donde se ubicarán los cuadros de distribución de baja tensión, bastidores de control y protección, equipos de comunicaciones, equipos rectificadores batería y aseos.

Las dimensiones interiores totales del edificio de control son: 45 x 15,45 m en planta, y una altura libre de 4,5m.

Ver plano ECSLD1002 en el Documento nº 3 "Planos" del presente proyecto.

Edificio para terminales de corriente continua

Se construirán cuatro edificios para albergar las botellas terminales de los cables de corriente continua (dos por cada sistema). Dispondrán de una única sala donde se situarán los terminales de continua. Estarán diseñados de manera que se pueda disponer en su interior un polipasto de 2.5 t de capacidad. Ver planos ECSLD30003 y ECSLD30004 en el Documento nº 3 "Planos" del presente proyecto.

Otros edificios

Se habilitarán espacios cerrados para el almacenaje de piezas de repuesto. Ver planos en el documento 3.

2.9.6 CERRAMIENTO.

Se construirá un cerramiento a lo largo de todo el perímetro de la estación convertidora, situado exteriormente a 1 m del talud en la zona de desmonte e interiormente a 1.50 m de la plataforma en la zona de terraplén. La altura total del cerramiento será de 2,30 m.

Además, se cerrará la zona de las reactancias convertidoras, puesto que se instalan en intemperie, sin estructuras soporte suficientemente elevadas para cumplimiento de distancias de seguridad eléctrica. Por motivos análogos de seguridad, se construirá un cerramiento también para las

reactancias de conexión en estrella.

2.11. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO Y FUERZA

ALUMBRADO

El alumbrado de intemperie de la planta convertora se realizará con proyectores orientables, montados a menos de 3 m de altura. Serán de haz semiextensivo, para que con el apuntamiento adecuado se puedan obtener 50 lux en cualquier zona del parque de intemperie.

El alumbrado de viales se realizará mediante luminarias montadas sobre báculos de 3 m de altura, para un nivel de iluminación de 5 lux.

Se dispondrá de fotocélula para el encendido automático del alumbrado exterior.

Se dispondrá, asimismo, de alumbrado de emergencia constituido por grupos autónomos colocados en las columnas de alumbrado, en el caso de viales perimetrales y sobre la misma estructura que el alumbrado normal o tomas de corriente en el parque de intemperie. El sistema de emergencia será telemandado desde el edificio de control y los equipos tendrán una autonomía de una hora.

En el interior de los edificios el alumbrado se realizará mediante lámparas fluorescentes en la zona de servicios y mediante proyectores en la sala de convertidores. Se dispondrán las lámparas y proyectores de forma que su altura no requiera de grúas elevadoras para su mantenimiento, así como evitar que sea necesario desconectar equipos de alta tensión.

Los alumbrados de emergencia de los edificios y zona de intemperie se realizarán con equipos fluorescentes situados en las zonas de tránsito y en las salidas. Su encendido será automático en caso de fallo del alumbrado normal, sí así estuviese seleccionado.

FUERZA

Se instalarán tomas de fuerza combinados de 3P+T (32 A) y 2P+T (16 A) en cuadros de intemperie de forma que cubran la instalación, considerando cada conjunto con un radio de cobertura de 25 m aproximadamente.

2.12. SISTEMA CONTRAINCENDIOS Y ANTIINTRUSISMO

• Sistema Contraincendios

El sistema contra incendios estará formado por:

- Edificios de convertidores: Se instalarán detectores de humo de alta sensibilidad y como respaldo sensores ultravioleta.
- Edificios de continua: Se instalarán sensores ultravioleta.
- Edificios de control: Todas las salas, incluido el falso suelo, estarán equipadas con detectores ópticos de humo.

Todos los avisos de incendio se centralizarán en un panel o central de incendios, de donde partirán las señales ópticas y acústicas de alarma.

También se instalarán los correspondientes extintores en los edificios, tanto de CO₂ como de polvo, según las dependencias, así como carros extintores de 50 kg en intemperie.

Los componentes de la instalación en el interior de edificios no estarán provistos de aceite o productos inflamables, por lo que no son necesarios sistemas de extinción.

• Sistema Antiintrusismo

Se instalará una centralita antiintrusismo homologada por Red Eléctrica.

El Sistema Antiintrusismo estará compuesto por una centralita, sistema de circuito cerrado de TV (CCTV), contactos magnéticos, detectores volumétricos de doble tecnología y sirena exterior.

CAPÍTULO 3. NORMATIVA APLICADA

En el Documento 2: Pliego de Condiciones Técnicas se especifican en detalle las normas y reglamentos específicos aplicados para la redacción y ejecución del presente proyecto.

CAPÍTULO 4. PLAZO DE EJECUCIÓN Y FECHA PREVISTA DE PUESTA EN SERVICIO

Se estima en 36 meses el tiempo necesario para la ejecución de las obras que se detallan en el presente Proyecto técnico administrativo.

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero industrial



David González Jouanneau
Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones
Red Eléctrica de España, S.A.U.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA DE GATIKA Y LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE CIRCUITO SUBTERRÁNEA 400 kV

ANEXO 1 CÁLCULOS

Madrid, mayo de 2022

ÍNDICE

CAPITULO 1. OBJETO	4
CAPITULO 2. ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA DE GATIKA	5
2.1 CÁLCULO MECÁNICO DE EMBARRADOS RÍGIDOS (PARQUE 400 Y 420 KV CA)	5
2.1.1 Hipótesis de diseño.	5
2.1.2 Condiciones de la instalación	5
2.1.3 Normativa aplicable	6
2.1.4 Características de los materiales / equipos a instalar	6
2.1.5 Cálculo mecánico del embarrado.	7
2.2 CÁLCULOS DE EFECTO CORONA (PARQUE DE 400 Y 420 KV C.A.).	14
2.2.1 Cálculo de la tensión disruptiva.	14
2.3 DETERMINACIÓN DE DISTANCIAS MÍNIMAS EN EMBARRADOS TENDIDOS (PARQUE DE 400 Y 420 KV C.A.).	16
2.3.1 Hipótesis de diseño	16
2.3.2 Normativa aplicable	17
2.3.3 Desplazamiento del vano con viento	17
2.3.4 Efecto en conductores por corriente de cortocircuito.	18
2.3.5 Aproximación de conductores	23
2.3.6 Distancia mínima.	25
2.4 RED DE TIERRAS INFERIORES	26
2.4.1 Criterios de cálculo	26
2.4.2 Conclusiones	33

2.5 RED DE TIERRAS SUPERIORES	34
2.6 NOTA FINAL	42
CAPITULO 3 LÍNEA SE GATICA – EC GATIKA	43
3.1 INTRODUCCION	43
3.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS	43
3.2.1 Generalidades	43
3.2.2 Intensidad máxima admisible de cortocircuito	45
3.2.3 Cálculo de impedancias	46
3.2.4 Tensión inducida en las pantallas metálicas	47
3.2.5 Campo magnético	48

CAPITULO 1. OBJETO

El objeto de este documento es justificar, desde el punto de vista técnico, las soluciones adoptadas en la estación convertora para los elementos más críticos de la configuración adoptada.

Este documento incluye la justificación de los siguientes elementos:

- Cálculo mecánico de embarrados rígidos.
- Determinación de efecto corona.
- Determinación de distancias eléctricas mínimas en embarrados tendidos.
- Red de tierras inferiores.
- Red de tierras superiores.

Cada apartado contiene la normativa aplicable en cada caso, las hipótesis de diseño, los cálculos justificativos, criterios de validación y conclusiones.

CAPITULO 2. ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA DE GATIKA

2.1 CÁLCULO MECÁNICO DE EMBARRADOS RÍGIDOS (PARQUE 400 Y 420 kV CA)

2.1.1 Hipótesis de diseño.

Para permitir evoluciones futuras del sistema eléctrico sin impacto en la nueva estación de conversión, se adoptan los siguientes valores de diseño:

$$I_{cc3} \text{ (simétrica)} = 39 \text{ kA (*)}$$

$$R/X \text{ (sistema)} = 0,07$$

Duración del cortocircuito; 0,5 s.

*En cualquier caso, los embarrados se calcularán para la intensidad nominal de la aparamenta: 50 kA.

Conductor rígido.

Se van a realizar interconexiones con un tubo de Al de 150/134 mm Ø.

Condiciones del vano.

La geometría y condiciones de anclaje en los extremos de los vanos considerados como más desfavorables son las siguientes:

Longitud de vano:	9 m
Distancia entre fases:	4,4 m
Anclajes:	Fijo - Elástico

2.1.2 Condiciones de la instalación

La estación se encuentra en una parcela a 113 m sobre el nivel del mar (Zona A según RLAT), pero experiencias pasadas en instalaciones cercanas aconsejan considerar la influencia del hielo como si fuera Zona B. Por lo tanto se consideran las siguientes condiciones climatológicas:

$$\text{Hielo: Manguito de } 180 \sqrt{150} \cdot 9,81/1000 = 21,604 \text{ N/m}$$

$$\text{Viento: Presión de viento a } 140 \text{ km/h} = 95,3 \text{ DaN/m}$$

2.1.3 Normativa aplicable

Los cálculos que se realizan a continuación cumplen con la normativa vigente en España referente a este tipo de instalaciones y está basado en las siguientes Normas y Reglamentos:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. R. D. 3275/1982 de 12 de noviembre y sus modificaciones posteriores, la última por O. M. de 10/03/00.
- Instrucciones Técnicas Complementarias en Subestaciones. DECRETO nº 842/02 de 2-AGO en B.O.E.: 18-SEPT-02.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero de 2008.
- Norma CEI 865 de 1986, "Cálculo de los efectos de las corrientes de cortocircuito".
- Norma UNE EN 60865-1, "Corrientes de cortocircuito, cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo".
- Norma CEI 909-1988, "Cálculo de corrientes de cortocircuito en redes de corriente alterna trifásica".
- Norma VDE 0102.
- Norma DIN 43670.

Si al aplicar las normas y reglamentos anteriores se obtuviesen valores que discrepasen con los que pudieran obtenerse con otras normas o métodos de cálculo, se considerará siempre el resultado más desfavorable, con objeto de estar siempre del lado de la seguridad.

2.1.4 Características de los materiales / equipos a instalar

Tubo 150/134

Aleación	E-AlMgSi0,5, F22
Diámetro exterior (D) interior (d)	150/134 mm
Espesor de la pared (e)	8 mm
Peso propio unitario (Ppt)	9,64 kg/m
Sección (A)	3.569 mm ²
Carga de rotura del material (a _R)	195 N/mm ²
Momento de inercia (J)	902 cm ⁴

Momento resistente (W)	120 cm ³
Módulo de elasticidad (Young) (E)	70.000 N/mm ²
Límite de fluencia mínimo del material (Rpo2)	160 N/mm ²
Coefficiente de dilatación lineal (s)	0,023 mm/m°C
Intensidad máxima ¹	3.250 A.

Características de los aisladores soporte

Se instalan aisladores C8-1425, de las siguientes características mecánicas:

Carga de rotura a flexión	8.000 N
Carga de rotura a torsión	4.000 N
Altura del aislador	3.150 mm
Altura de la pieza soporte	170 mm

2.1.5 Cálculo mecánico del embarrado.

2.1.5.1. Corriente de cortocircuito

Como ya se ha dicho, la intensidad simétrica de cortocircuito trifásico (I_{cc}) a efectos de diseño es de 50 kA en el parque de corriente alterna (400kV y 420 kV).

La intensidad de cresta, (S/ CEI 909) vale:

$$I_p = \chi \times \sqrt{2} \times I_{cc}$$

con:

$$\chi = 1,02 + 0,98 \times e^{-3R/X}$$

R/X es la relación de impedancias equivalentes del sistema en el punto de cortocircuito que, para la red de transporte en este nivel de tensión, vale típicamente 0,07.

Así, $\chi = 1,814$ con lo que $I_p = 128,27$ kA. para $I_{cc}=50$ kA

2.1.5.2. Tensión en el tubo

Esfuerzos por viento:

$$F_v = 953 * 150 (\text{Ø tubo mm}) * 10^{-3} = 142,95 \text{ N/m}$$

Esfuerzos por peso propio:

$$F_{pp} = 94,43 \text{ N/m}$$

Peso Cable amortiguador = (Lapwing) = 26,13 N/m en los 4/3 del vano, equivalentes con $4/3 * 26,13 = 34,84 \text{ N/m}$

En total: $F_p = 129,267 \text{ N/m}$

Esfuerzos por hielo:

$$F_h = 180 \sqrt{150} * 9,81/1000 = 21,604 \text{ N/m}$$

(Zona A, pero por problemas que ha habido con el hielo en instalaciones próximas consideramos Zona B)

Esfuerzos por cortocircuito:

La fuerza estática por unidad de longitud entre dos conductores paralelos recorridos por una intensidad se obtiene de la expresión:

$$F_s = 0,866 \cdot \frac{\mu_0 \cdot I_p^2}{2 \cdot \pi \cdot a}$$

Donde: I_p = Intensidad de cresta de cortocircuito trifásico
 μ_0 = permeabilidad magnética del vacío ($4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$).
 a = Distancia media entre fases

Sustituyendo y operando,

$$F_s = 647,649 \text{ N/m}$$

Los esfuerzos dinámicos dependen a su vez de la frecuencia de vibración propia del tubo, que es función del tubo, el vano y los apoyos, y que permite calcular dos coeficientes que determinan el esfuerzo dinámico en cortocircuito sobre el tubo:

V_σ = factor que tiene en cuenta el efecto dinámico

V_r = factor que tiene en cuenta el reenganche

La frecuencia de vibración de un tubo vale, S/ CEI 865:

$$f_c = \frac{\gamma}{l^2} \times \sqrt{EI/m}$$

Donde: I = inercia de la sección del tubo
 m = masa unitaria del tubo, incluido cable amortiguador
 E = Módulo de Young del material
 l = longitud del vano
 γ = coeficiente del tubo y los apoyos: 1,57 en este caso.

Sustituyendo y operando:

$$f_c = 4,242 \text{ Hz}$$

La relación entre la frecuencia de oscilación y la frecuencia nominal del sistema establece los valores de V_σ y V_r :

$$f_c/50 = 0,085$$

En estas condiciones:

$$V_\sigma = 0,483$$

$$V_r = 1$$

La tensión de trabajo en el tubo por esfuerzo dinámico de cortocircuito, vale:

$$\sigma_m = V_\sigma \times V_r \times \beta \times \frac{F_s \times l^2}{8 \times z}$$

Donde: $\beta = 1$ S/CEI 865
 Z = Módulo resistente de la sección del tubo

Así:

$$\sigma_m = 26,314 \text{ N/mm}^2$$

La tensión de trabajo total en el tubo vendrá dada por la suma geométrica de las tensiones producidas por los distintos esfuerzos, que se acumulan, en sus direcciones respectivas, a la calculada de cortocircuito. En este caso, y considerando todas las cargas uniformemente

repartidas:

$$\sigma_i = \frac{1}{8} \times \frac{P \times l^2}{z}$$

Donde: l = longitud del vano
 z = módulo resistente de la sección
 P = carga repartida que produce el esfuerzo

Entonces:

Por viento:

$$\sigma_v = \frac{1}{8} \times \frac{142,9 \times 9^2}{120,32} = 12,03 \text{ N/mm}^2$$

Por peso propio:

$$\sigma_p = \frac{1}{8} \times \frac{129,26 \times 9^2}{120,32} = 10,8784 \text{ N/mm}^2$$

Por hielo:

$$\sigma_h = \frac{1}{8} \times \frac{21,604 \times 9^2}{120,32} = 1,818 \text{ N/mm}^2$$

La tensión máxima vale:

$$\sigma_{to} = \sqrt{(\sigma_v + \sigma_m)^2 + (\sigma_p + \sigma_h)^2} = 40,391 \text{ N/mm}^2$$

El coeficiente de seguridad del tubo frente al límite de fluencia vale:

$$160/\sigma_{to} = 3,961$$

En cuanto al esfuerzo en cortocircuito, la norma CEI 865 establece que el tubo soporta los esfuerzos si se cumple que:

$$\sigma_{to} \leq q \times R_{p0,2}$$

Donde q = factor de resistencia del conductor, que vale 1,344 para tubo \varnothing 150/134, y $R_{p0,2} = 160$ N/mm².

De esta forma se debe verificar: $\sigma_{to} \leq 1,344 * 160 = 215,038 \text{ N/mm}^2$

Como se puede observar, el tubo está lejos del límite para esfuerzos en cortocircuito.

2.1.5.3. Reacciones sobre aisladores soporte

El máximo esfuerzo se producirá en los aisladores intermedios, considerando dos veces el esfuerzo producido en el extremo de un vano, según CEI 865.

Las acciones a considerar en este caso son solo horizontales. Así,

Viento sobre el tubo:

$$F_v = 953 * 150 (\text{Ø tubo mm}) * 10^{-3} = 142,95 \text{ N/m}$$

Esfuerzo en cortocircuito: Según la norma de referencia, el valor de esfuerzo sobre los soportes tiene la expresión:

$$F_{da} = 0,866 \times V_f \times V_r \times \frac{\mu_0 \times I_{p3}^2}{2 \times \pi \times a}$$

Donde V_f = factor de carga, dependiente de la relación $f_c/50 = 0,085$, que vale 0,542.

Así,

$$F_{da} = 351,06 \text{ N/m}$$

La suma de esfuerzos sobre el soporte central entre dos vanos vale:

$$F_t = 2 * (F_v + F_{da}) l * \alpha \quad \text{con } \alpha = 0,5$$

Así, $F_t = 4.446,11 \text{ N}$

Este esfuerzo se produce sobre el eje del tubo, que está situado 170 mm por encima de la cabeza del aislador, punto sobre el que el fabricante garantiza el esfuerzo. Por lo tanto:

$$F'_t = F_t \times \frac{3150(\text{altura aislador}) + 170(\text{pieza})}{3150(\text{altura aislador})} = 4.686,067 \text{ N}$$

El aislador trabajará, en las peores condiciones, con un coeficiente de seguridad frente a la carga inferior de rotura de:

8.000 (carga rotura flexión aislador)/F't = 1,707

2.1.5.4. Flecha en el tubo

La flecha máxima para un vano se obtiene de la expresión:

$$f = \alpha_f \cdot \frac{P \cdot l^4}{E \cdot J} \cdot 100 \text{ (cm)}$$

Donde: P: fuerza vertical por unidad de longitud (N/m)
 l: Longitud del vano (m)
 E: Módulo de elasticidad del material (N/mm²)
 J: Momento de inercia de la sección (cm⁴)
 α_f : factor que depende del tipo de apoyo y que toma el valor 1,3.

La carga a considerar en este caso, es el peso propio del tubo, más el cable amortiguador y el manguito de hielo. Sustituyendo:

$$f = 1,745 \text{ cm}$$

2.1.5.5. Elongación del embarrado.

El tubo que forma el embarrado, por efectos térmicos se dilatará, de acuerdo con la expresión:

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

Donde: l_0 = longitud inicial de l tubo (m)
 α = coeficiente de dilatación lineal del tubo = 0,023 mm/m°C
 $\Delta \theta$ = incremento de temperatura entre la de montaje (35°) y la de servicio (80°)

En estas condiciones, $\Delta l = 9 \cdot 0,023 \cdot 45 = 9,315 \text{ mm}$

Dada la elongación del vano se instalarán piezas especiales que permitan absorber esta dilatación.

2.1.5.6. Esfuerzo térmico en cortocircuito.

La intensidad térmica en cortocircuito viene dada según CEI 865 por la expresión:

$$I_{\theta} = I_{cc} \times \sqrt{(m + n)}$$

Donde: m y n son coeficientes térmicos de disipación, que valen 0,097 y 0,758.

Sustituyendo:

$$I_{\theta} = 46,24 \text{ kA.}$$

Este valor debe ser menor que la capacidad térmica del tubo, con densidad de corriente en cortocircuito ρ de 116 A/mm² (proceso adiabático).

Para el tubo actual, la capacidad térmica es:

$$S * \rho = 3568,8 * 116 = 413,9 \text{ kA}$$

muy superior a la corriente térmica de cortocircuito de la instalación.

2.1.5.7. Intensidad nominal de las barras.

La intensidad nominal teórica del tubo elegido, según fabricante es de 3.250 A con 30 °C de temperatura ambiente y 65 °C de temperatura de trabajo del tubo.

Según DIN 43670, esta intensidad debe ser corregida con distintos factores en función de la composición del tubo, la altitud, la temperatura máxima de trabajo (Según RAT 5).

Así, deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

$$k1 = 0,925 \text{ por la aleación elegida}$$

$$k2 = 1,25 \text{ para temperatura final de } 80 \text{ °C}$$

$$k3 = 1 \text{ por ser tubo}$$

$$k4 = 0,98 \text{ para instalación a menos de } 1000 \text{ m.s.n.m.}$$

Según la citada norma, $I_{\max} = I_n \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4$.

Así, $I_{\max} = 3.682,6$ A, equivalentes a 2.551 MVA, en 400 kV y 2.124 MVA, en 420 kV, potencia muy superior a la necesaria.

2.2 CÁLCULOS DE EFECTO CORONA (PARQUE DE 400 Y 420 kV C.A.).

2.2.1 Cálculo de la tensión disruptiva.

Para el cálculo de la tensión crítica disruptiva (U_c) a partir de la cual el efecto corona puede manifestarse, y aplicada a conductores cilíndricos, puede aplicarse la fórmula de Peek:

$$U_c = m_0 \cdot \delta \cdot E_{0f} \cdot R \cdot \ln(D/R)$$

Donde:

m_0 = coeficiente de irregularidad del conductor que toma el valor de 1 para tubo cilíndrico y liso.

R = radio exterior del tubo en cm

D = distancia media geométrica entre conductores en cm. Dado que se encuentran situados en un mismo plano y partiendo de que estén equidistantes entre si 440 cm:

$$D = \sqrt[3]{X \cdot X \cdot 2X} = \sqrt[3]{2} \cdot X = 1,26 \cdot X = 1,26 \cdot X \text{ cm}$$

Embarrado: $D = 1,26 \cdot 440 = 554,4$ cm

δ = densidad del aire. La densidad del aire viene de la expresión: $\delta = 3,92 \cdot H / 273 + \vartheta$, donde H es la presión atmosférica en cm de mercurio y ϑ es la temperatura del aire (en nuestro caso 45°C para las condiciones más desfavorables). La estación de conversión de Gatika se encuentra a una altura sobre el nivel del mar inferior a 1000 mts, por lo que se consideran 760 mm Hg de presión. Sustituyendo se obtiene $\delta=0,937$.

E_{0f} = valor eficaz de campo eléctrico crítico para la aparición del efecto corona. Para conductores paralelos el valor máximo de campo viene dado por:

$$E_0 = 30 \cdot m_o \cdot \delta \cdot \left(1 + \frac{0,301}{\sqrt{R \cdot \delta}} \right) \text{ kV / cm}$$

Sustituyendo obtenemos un valor máximo de campo de:

$$E_0 = 31,30 \text{ kV/cm}$$

En valor eficaz tendremos:

$$E_{of} = E_0 / \sqrt{2} = 22,13 \text{ kV/cm}$$

Sustituyendo valores en la expresión anterior se obtiene:

$$U_c = 1 * 0,937 * 22,13 * 7,5 * \ln(554,4/7,5) = 669,19 \text{ kV}$$

Esta tensión disruptiva está calculada para buen tiempo. Para el caso de tiempos de niebla, nieve o tempestad debe considerarse disminuida en un 20%, es decir, en este caso:

$$U_c = 669,19 * 0,8 = 535,35 \text{ kV}$$

Por el hecho de estar en el mismo plano los conductores, la tensión disruptiva referida al conductor central debe ser disminuida en un 4% y aumentada en un 6% para los conductores laterales respectivamente.

Como se ve los valores obtenidos están muy alejados de la tensión eficaz entre fase y tierra de los conductores (251 kV - para 435 kV- / 420 kV - para 420 kV -) por lo que no es de esperar que el efecto corona se produzca.

2.3 DETERMINACIÓN DE DISTANCIAS MÍNIMAS EN EMBARRADOS TENDIDOS (PARQUE DE 400 Y 420 KV C.A.).

2.3.1 Hipótesis de diseño

Desde el punto de vista de las aproximaciones entre fases que puedan producirse cuando se desplacen de forma simultánea dos conductores contiguos en condiciones de flecha máxima y con viento de 140 km/h, las distancias mínimas se han establecido de la forma que se indica para un vano de las siguientes características:

Longitud del vano:	L = 20 m (400 kV) L = 4 m (420 kV)
Flecha máxima:	0,45 m (400 kV) 0.08 m (420 kV)
Tipo de conductor:	Dúplex LAPWING (ns = 2)
Diámetro del conductor:	$\varnothing = 38,16$ mm
Sección del conductor:	As = 861,3 mm ²
Peso propio del conductor:	ms = 2,666 kg/m
Módulo de elasticidad:	E = 70.000 N/mm ²
Distancia entre fases:	a = 5,5 m (400 kV) a = 3,15 m (420 kV)
Longitud media de cadenas	4,5 m (400 kV) 0 m (420 kV)
Separación entre conductores de la misma fase:	0,40 m
Rigidez de los soportes:	S = 7,5 * 10 ⁴ N/m
Tiempo de despeje de defecto:	T _{k1} = 0,5 seg
Intensidad de cortocircuito:	I _{k3} = 50 kA
Relación R/X del sistema:	R/X = 0,07
Tensión máxima (400 kV):	571,68 kg a 50 °C (5.608,18 N) (Considerada Zona B = Influencia del hielo)
Tensión máxima (420 kV):	126,73 kg a 50 °C (1.243,22 N) (Considerada Zona B = Influencia del hielo)

Se comprobará además, el desplazamiento máximo en cortocircuito y la pérdida de distancia que esto produce, de acuerdo con lo estipulado en la norma CEI/UNE/EN 865.

2.3.2 Normativa aplicable

Los cálculos que se realizan a continuación cumplen con la normativa vigente en España referente a este tipo de instalaciones y está basado en las siguientes Normas y Reglamentos:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. R. D. 3275/1982 de 12 de noviembre y sus modificaciones posteriores, la última por O. M. de 10/03/00.
- Instrucciones Técnicas Complementarias en Subestaciones. DECRETO nº 842/02 de 2-AGO en B.O.E.: 18-SEPT-02.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero de 2008.
- Norma CEI 865 de 1986, "Cálculo de los efectos de las corrientes de cortocircuito".
- Norma UNE EN 60865-1, "Corrientes de cortocircuito, cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo".
- Norma CEI 909-1988, "Cálculo de corrientes de cortocircuito en redes de corriente alterna trifásica".
- Norma VDE 0102.
- Norma DIN 43670.

Si al aplicar las normas y reglamentos anteriores se obtuviesen valores que discrepasen con los que pudieran obtenerse con otras normas o métodos de cálculo, se considerará siempre el resultado más desfavorable, con objeto de estar siempre del lado de la seguridad.

2.3.3 Desplazamiento del vano con viento

La presión sobre el conductor debida al efecto del viento, según R.L.A.T., es de 68 kg/m² (para 140 km/h). Para este caso, y por unidad de longitud, tendremos:

$$F_v = 68 * 0,03816 = 2,59 \text{ kg/m}$$

y el desplazamiento máximo del conductor será:

$$\theta = \arctg \frac{F_v}{P}$$

$$d_{\max} = f_{\max} \cdot \text{sen}\theta$$

$$\theta = \text{arc tang } (2,59/2,66) \sim 44,2^\circ$$

$$d_{\max} = 0,49 \cdot \text{sen } 44,2^\circ = 0,31 \text{ m (400 kV)}$$

$$d_{\max} = 0,08 \cdot \text{sen } 44,2^\circ = 0,05 \text{ m (420 kV)}$$

En estas condiciones, dada la escasa probabilidad de simultaneidad de viento y sobretensión, la distancia de aislamiento fase - fase para conductores paralelos ya establecida en 3,6 m en 400 kV y 1,7 m en 420 kV, se puede reducir en un 25 %, por lo que la separación mínima entre conductores en reposo para que sea respetada dicha distancia eléctrica entre fases para los conductores extremos deberá ser de:

$$D_{\min} = (0,75 \cdot 3,6) + 2 \cdot 0,31 + 0,4 = 3,72 \text{ m (400 kV)}$$

$$D_{\min} = (0,75 \cdot 1,7) + 2 \cdot 0,05 + 0,4 = 1,775 \text{ m (420 kV)}$$

Distancia inferior a la adoptada que es de 5,5 m en 400 kV y de 3,15 m en 420 kV para los conductores tendidos, superior incluso a la distancia teniendo en cuenta sobretensiones simultáneas con viento.

2.3.4 Efecto en conductores por corriente de cortocircuito.

2.3.4.1 Dimensiones y parámetros característicos.

El esfuerzo debido a un defecto bifásico viene dado por la siguiente expresión:

$$F' = \frac{\mu_0}{2\pi} \times 0,75 \times \frac{(I''_{k3})^2}{a} \times \frac{l_c}{l}$$

Donde: I''_{k3} es la corriente simétrica de cortocircuito (50 kA)

l_c : longitud de vano sin cadenas

- l: longitud total del vano
- a: separación entre fases
- μ_0 : permeabilidad magnética del vacío ($4\pi \cdot 10^{-7}$ N/A²)

En este caso,

$$F' = 37,50 \text{ N/m en } 400 \text{ kV}$$

$$F' = 119,05 \text{ N/m en } 420 \text{ kV}$$

La proporción entre el peso propio y la fuerza de cortocircuito vale:

$$r = \frac{F'}{n \times m_s \times g}$$

- donde,
- n: número de conductores por fase
 - ms: peso de uno de los conductores
 - g: aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

que en este caso,

$$r = 37,50 / (2 \cdot 2,666 \cdot 9,81) = 0,72 \text{ en } 400 \text{ kV}$$

$$r = 119,05 / (2 \cdot 2,666 \cdot 9,81) = 2,28 \text{ en } 420 \text{ kV}$$

La dirección resultante de la fuerza será

$$\delta_1 = \arctg r = 35,64^\circ \quad (400 \text{ kV})$$

$$\delta_1 = \arctg r = 66,28^\circ \quad (420 \text{ kV})$$

La flecha estática en el conductor tendido vale:

$$b_c = \frac{n \times m_s \times g \times l^2}{8 \times F_{st}}$$

donde F_{st} es la fuerza de tracción estática del conductor para el caso más desfavorable, que será el de flecha máxima para 50°C.

Sustituyendo y operando,

$$bc = 0,47 \text{ m en } 400 \text{ kV}$$

$$bc = 0,08 \text{ m en } 420 \text{ kV}$$

Para esta flecha, el período de oscilación vale:

$$T = 2\pi \sqrt{0,8 \frac{bc}{g}}$$

Con lo que sustituyendo resulta:

$$T = 1,23 \text{ s en } 400 \text{ kV}$$

$$T = 0,52 \text{ s en } 420 \text{ kV}$$

El período resultante en caso de cortocircuito vale:

$$T_{res} = \frac{T}{\sqrt[4]{1+r^2} \left[1 - \frac{\pi^2}{64} \left(\frac{\delta_1}{90} \right)^2 \right]}$$

Sustituyendo y resolviendo:

$$T_{res} = 1,13 \text{ s. en } 400 \text{ kV}$$

$$T_{res} = 0,36 \text{ s. en } 420 \text{ kV}$$

El módulo de Young real del conductor vale, en función de la carga límite del cable (σ_{fin}):

$$E = \begin{cases} E \times \left[0,3 + 0,7 \times \sin \left(90 \frac{F_{st}}{nA_s \sigma_{fin}} \right) \right] & \text{si } \frac{F_{st}}{nA_s} \leq \sigma_{fin} \\ E & \text{si } \frac{F_{st}}{nA_s} > \sigma_{fin} \end{cases}$$

donde, $\sigma_{fin} = 5 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$ (menor valor de la tensión de mecánica del conductor cuanto E llega a ser constante)

As: sección de un conductor

En este caso, $F_{st}/nA_s < \sigma_{fin}$, con lo que

$$E = 2,60 \cdot 10^{10} \text{ N/m en 400 kV}$$

$$E = 2,21 \cdot 10^{10} \text{ N/m en 420 kV}$$

El factor de carga del conductor vale:

$$\xi = \frac{(nm_s gl)^2}{24F_{st}^3 N}$$

donde N = rigidez del sistema mecánico compuesto, que vale:

$$N = \frac{1}{Sl} + \frac{1}{nEA_s}$$

con lo que

$$N = 6,89 \cdot 10^{-7} \text{ y } \xi = 0,38 \text{ en 400 kV}$$

$$N = 3,36 \cdot 10^{-6} \text{ y } \xi = 0,28 \text{ en 420kV}$$

El ángulo de oscilación del vano durante el paso, o al fin del mismo, de la corriente de cortocircuito viene dado por la expresión:

$$\delta_k \begin{cases} (1 - \cos(360 \frac{T_{k1}}{T_{res}})) & \text{si } 0 \leq \frac{T_{k1}}{T_{res}} \leq 0,5 \\ 2\delta_1 & \text{si } \frac{T_{k1}}{T_{res}} > 0,5 \end{cases}$$

En este caso,

$$T_{k1}/T_{res} = 0,44 < 0,5, \text{ con lo que } \delta_k = 71,28^\circ \text{ en 400 kV}$$

$$T_{k1}/T_{res} = 1,39 > 0,5, \text{ con lo que } \delta_k = 132,56^\circ \text{ en 420 kV}$$

El ángulo máximo de oscilación que se puede producir corresponde a una duración de cortocircuito inferior o igual a la duración del cortocircuito establecida T_{k1} , y se calcula como:

$$\delta_m = \begin{cases} 1,25 \arccos \chi & \text{si } 0,766 \leq \chi \leq 1 \\ 10^\circ + \arccos \chi & \text{si } -0,985 \leq \chi \leq 0,766 \\ 180^\circ & \text{si } \chi \leq -0,985 \end{cases}$$

con

$$\chi = \begin{cases} 1 - r \operatorname{sen} \delta_k & \text{si } 0 \leq \delta_k \leq 90^\circ \\ 1 - r & \text{si } \delta_k > 90^\circ \end{cases}$$

En este caso,

$\delta_k = 68,91 < 90^\circ$, con lo que $\chi = 0,33$ y $\delta_m = 80,66^\circ$ en 400 kV

$\delta_k = 132,56 > 90^\circ$, con lo que $\chi = -1,28$ y $\delta_m = 180^\circ$ en 420 kV

2.3.4.2 Fuerza de tensión por oscilación durante el cortocircuito

De acuerdo con la norma de referencia, la fuerza de tensión en cortocircuito, para conductores compuestos (haces), se calcula por:

$$F_t = 1,1 F_{st} (1 + \psi \varphi)$$

Donde: F_{st} es la fuerza estática en el conductor.

φ es el parámetro de carga, que tiene en cuenta el esfuerzo combinado de peso y cortocircuito en función del tiempo de despeje frente al período de oscilación del conductor, y vale:

$$\varphi = \begin{cases} 3(\sqrt{1+r^2} - 1) & \text{si } T_{k1} \geq T_{res} / 4 \\ 3(r \operatorname{sen} \delta_k + \cos \delta_k - 1) & \text{si } T_{k1} < T_{res} / 4 \end{cases}$$

ψ es un parámetro que combina los dos factores de carga, ζ y φ , y que se calcula como una solución real de la ecuación :

$$\varphi^2 \psi^3 + \varphi (2+\zeta) \psi^2 + (1+2\zeta) \psi - (2+\varphi) \zeta = 0$$

Los resultados de las soluciones reales a esta ecuación, en función de los parámetros ζ y φ , se

encuentran tabulados en la figura 7 de la Norma CEI 865-1.

En este caso,

como $T_{k1} = 0,5 > T_{res}/4 = 0,2825$, $\varphi = 0,69$ en 400 kV

como $T_{k1} = 0,5 > T_{res}/4 = 0,09$, $\varphi = 4,46$ en 420 kV

y con $\varphi = 0,69$, y $\xi = 0,38$, ψ (de acuerdo con la figura citada) = 0,40 en 400 kV

y con $\varphi = 4,46$, y $\xi = 0,28$, ψ (de acuerdo con la figura citada) = 0,29 en 420 kV

En estas condiciones,

$$F_t = 1,1 \cdot 12.130,62 \cdot (1 + 0,40 \cdot 0,69) = 7.900 \text{ N en 400 kV}$$

$$F_t = 1,1 \cdot 2.737,38 \cdot (1 + 0,29 \cdot 4,46) = 3.150 \text{ N en 420 kV}$$

2.3.5 Aproximación de conductores

El valor del desplazamiento máximo por oscilación en cortocircuito:

$$bh = C_f \cdot C_d \cdot bc \cdot \sin \delta_1 \quad \text{si } \delta_m \geq \delta_1$$

$$bh = C_f \cdot C_d \cdot bc \cdot \sin \delta_m \quad \text{si } \delta_m < \delta_1$$

en donde C_f es un factor experimental que cubre las variaciones de la curva de equilibrio del cable durante el defecto, y su valor es:

$$C_f = \begin{cases} 1,05 & \text{si } r \leq 0,8 \\ 0,97 + 0,1 r & \text{si } 0,8 \leq r \leq 1,8 \\ 1,15 & \text{si } r \geq 1,8 \end{cases}$$

En este caso,

con $r = 0,72$, $C_f = 1,05$ en 400 kV

con $r = 2,28$ $C_f = 1,15$ en 420 kV

El factor C_d considera los aumentos de la flecha debidos a la elongación elástica y térmica y

puede obtenerse por la expresión:

$$C_d = \sqrt{1 + \frac{3}{8} \left(\frac{l}{b_c} \right)^2 (\varepsilon_{ela} + \varepsilon_{th})}$$

La deformación elástica viene dada por:

$$\varepsilon_{ela} = (F_t - F_{st}) / N$$

y la deformación térmica:

$$\varepsilon_{th} = \begin{cases} c_{th} \left(\frac{I_{k3}''}{nA_s} \right)^2 T_{res} / 4 & \text{si } T_{k1} \geq T_{res} / 4 \\ c_{th} \left(\frac{I_{k3}''}{nA_s} \right)^2 T_{k1} / 4 & \text{si } T_{k1} < T_{res} / 4 \end{cases}$$

donde C_{th} = factor de dilatación térmica, que para el cable Lapwing vale $0,27 \cdot 10^{-18} \text{ m}^4/\text{A}^2\text{s}$, debido a que: Sección Al / Sección acero > 6.

Resolviendo en las expresiones anteriores se obtiene, dado que $T_{k1} > T_{res}/4$:

$\varepsilon_{ela} = 1,58 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	en 400 kV
$\varepsilon_{th} = 6,44 \cdot 10^{-5} \text{ m}$	en 400 kV
$\varepsilon_{ela} = 6,41 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	en 420 kV
$\varepsilon_{th} = 2,05 \cdot 10^{-5} \text{ m}$	en 420 kV

y así,

$C_d = 1,46$ en 400 kV
 $C_d = 2,54$ en 420 kV

Como

$\delta m = 80,66 > 35,64$	en 400 kV
$bh = 1,05 \cdot 1,46 \cdot 0,47 \cdot \text{sen } 35,64^\circ = 0,42 \text{ m}$	en 400 kV

$$\delta m = 180 > 66,28 \quad \text{en 420 kV}$$

$$bh = 1,15 \cdot 2,54 \cdot 0,08 \cdot \text{sen } 66,28^\circ = 0,22 \text{ m} \quad \text{en 420 kV}$$

2.3.6 Distancia mínima.

Distancia mínima entre conductores en cortocircuito:

$$D = a - b_h \cdot 2 - 0,4 = 5,5 - 2 \cdot 0,31 - 0,4 = 4,27 \text{ m} \quad \text{en 400 kV}$$

$$D = a - b_h \cdot 2 - 0,4 = 3,15 - 2 \cdot 0,18 - 0,4 = 2,30 \text{ m} \quad \text{en 420 kV}$$

Es por lo tanto apropiada la separación entre conductores de 5,5 m en 400 kV y de 3,15 m en 420 kV, para cumplir los requisitos de aislamiento permanente y temporal, en los casos más desfavorables y para la configuración propuesta, dado que estamos muy por encima de los 1,55 m (para 400 kV) de distancia de aislamiento temporal recomendada por la CIGRE.

Distancias mínimas a adoptar.

En base a lo anteriormente expuesto y teniendo en cuenta lo que al respecto se indica en la ITC-RAT 12 e IEC-71 se proponen las siguientes distancias mínimas que deberán ser respetadas en la presente estación:

En 400 kV:

DISTANCIAS FASE TIERRA	
Conductor - estructura	2,60 m
Punta - estructura	3,40 m
DISTANCIAS FASE-FASE	
Conductores paralelos	3,60 m
Punta conductor	4,20 m

En 420 kV con un nivel de tensión nominal soportada a los impulsos tipo rayo de 1050 kV (cresta):

DISTANCIAS FASE TIERRA

Conductor - estructura	1,90 m
Punta - estructura	2,40 m

DISTANCIAS FASE-FASE

Conductores paralelos	2,70 m
Punta conductor	3,20 m

2.4 RED DE TIERRAS INFERIORES

2.4.1 Criterios de cálculo

Para el cálculo de la red de tierras se tendrán en cuenta los valores máximos de tensiones de paso y contacto que establece el reglamento de Centros de Transformación, en su artículo ITC-RAT 13, así como la norma IEEE-80-2000: "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding".

VALOR DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Se considera como valor de la resistividad del terreno, a efectos de cálculo, $100 \Omega \cdot m$.

Aunque en el momento en el que se haga la geotecnia definitiva, se verificarán estos cálculos con el valor real de la resistividad del terreno que aporten las tomografías aportadas con el estudio.

TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES

Los datos utilizados para el cálculo de la red de tierras para la estación de conversión de Gatika son:

Tiempo de despeje de la falta (t):	0,5 s.
Intensidad de falta monofásica a tierra:	39 kA.
Resistividad de la capa superficial (grava) (ρ_s):	$3000 \Omega \cdot m$.

Según el ITC-RAT 13, las tensiones de paso y contacto máximas admisibles son:

$$\text{Tensión de paso: } V_p = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{6\rho_s}{1000} \right) = 27360 \text{ V}$$

$$\text{Tensión de contacto: } V_p = \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{1,5\rho_s}{1000} \right) = 792 \text{ V}$$

Según IEEE-80-2000 dichos valores son (para una persona de 50 kg):

$$\text{Tensión de paso: } E_{\text{step}} = \left(1000 + 6 \cdot C_s \cdot \rho_s \right) \frac{0,116}{\sqrt{t_s}}$$

$$\text{Tensión de contacto: } E_{\text{touch}} = \left(1000 + 1,5 \cdot C_s \cdot \rho_s \right) \frac{0,116}{\sqrt{t_s}}$$

$$\text{Siendo } C_s \text{ el factor de reducción siguiente: } C_s = 1 - \left(\frac{0,09(1 - \frac{\rho}{\rho_s})}{2 \cdot h_s + 0,09} \right)$$

Donde:

ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$) = 100 $\Omega \cdot m$

ρ_s : resistividad de la gravilla ($\Omega \cdot m$) = 3.000 $\Omega \cdot m$

h_s : espesor capa de gravilla (m) = 0,1 m

Con lo que:

$$C_s = 0,7$$

$$E_{\text{step}} = 2231,06 \text{ V}$$

$$E_{\text{touch}} = 680,80 \text{ V}$$

RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Para calcular la resistencia de la red de tierra se utiliza la siguiente expresión:

$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] = 0,29 \Omega$$

donde:

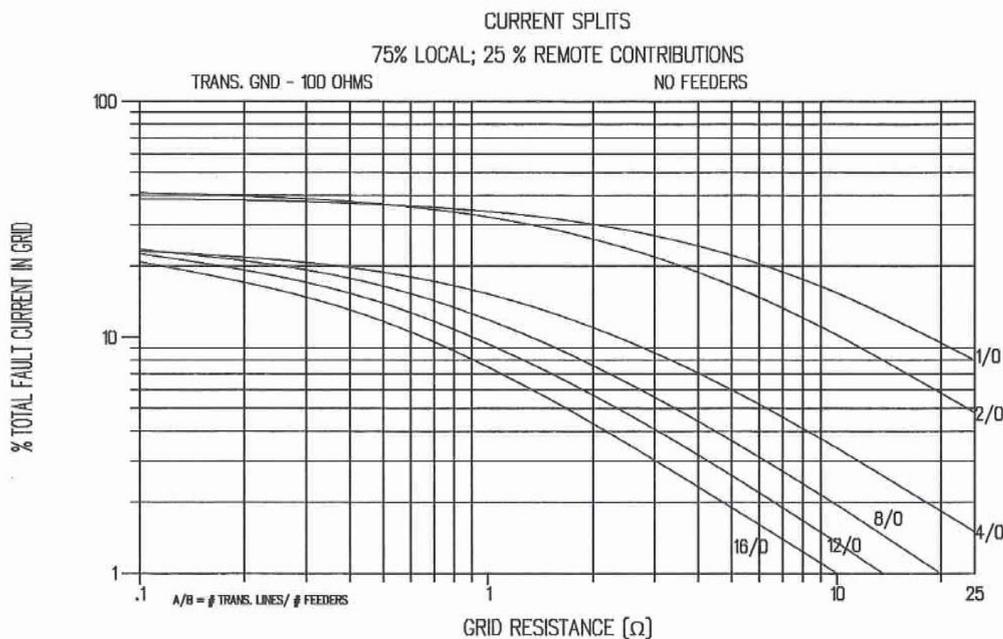
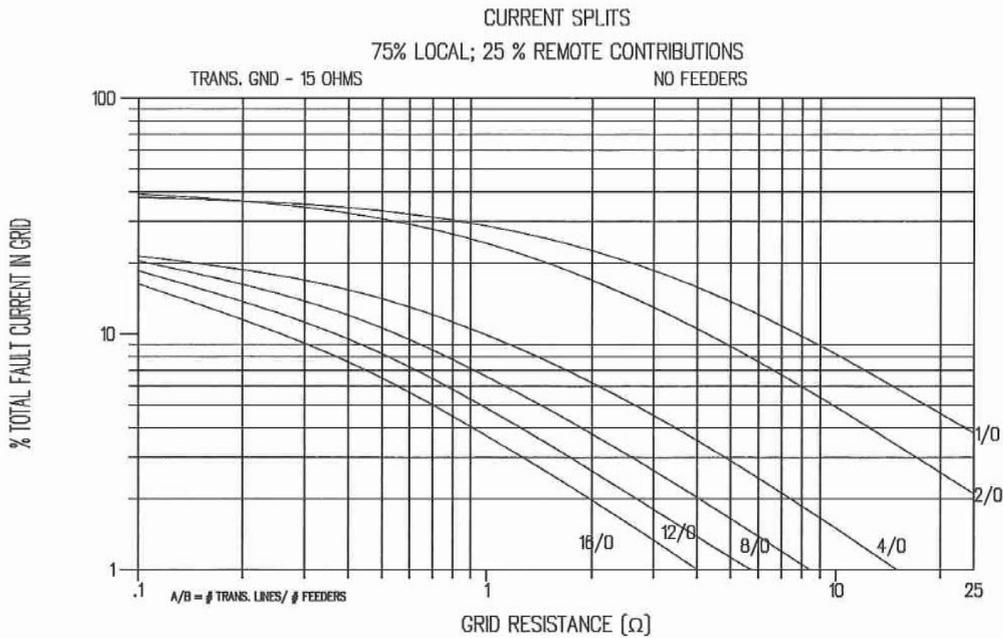
- ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$) = 100 $\Omega \cdot m$
L: Longitud total de conductor enterrado (m) = 4204 m
h: Profundidad de enterramiento del conductor (m) = 0,6m
A: Superficie ocupada por la malla (m^2) = 28480 m^2

Se ha considerado la malla compuesta por cable de Cu de 120 mm^2 con un diámetro de 0,014 m

INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA

El valor tomado de la intensidad monofásica de cortocircuito para la estación es de 39 kA.

El ITC-RAT 13 establece una reducción de un 30% de ese valor al tener neutro rígido a tierra en la instalación. De acuerdo con la IEEE-80-2000 se puede aplicar un factor de reducción Sf en función de los caminos de retorno adicionales que suponen los hilos de guarda de las líneas de distribución y de transmisión que llegan a la estación.



Dado que en la estación hay 0 líneas y 2 trafos se adopta un 25 % de contribución remota y 75 % local.

Para determinar esta reducción se utiliza el gráfico anterior, partiendo de la resistencia de puesta a tierra (R_g) y el número de líneas de transmisión y de distribución.

Como la resistencia de puesta a tierra es de $0,29 \Omega$, el factor que resulta es del 32%, si consideramos una resistencia a tierra de la línea de 15Ω (valor más habitual).

Por lo tanto la intensidad total disipada a tierra por la malla será:

$$I_g = 39 \cdot 0,7 \cdot 0,32 = 8,736 \text{ kA}$$

EVALUACIÓN DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

Utilizando el estándar IEEE 80, se pueden calcular unos valores previstos de tensiones de paso y contacto para unos determinados niveles de falta, y para un diseño previo de la malla de red de tierras.

Los datos iniciales utilizados para el cálculo han sido:

Resistividad del terreno (ρ)	100 $\Omega \cdot m$
Espaciado medio entre conductores (D)	9 m
Profundidad del conductor enterrado (h)	0,6 m
Diámetro del conductor (120mm^2) (d)	0,014 m
Longitud del conductor enterrado (L)	4204 m
Intensidad de defecto (I_g)	8,736 kA

Partiendo de los valores indicados, e introducidos en las fórmulas desarrolladas en el estándar IEEE 80, se obtienen los siguientes valores intermedios:

$$K_h = \sqrt{1+h} = 1,265$$

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n = 2,491$$

$$K_{ii} = \frac{1}{(2n)^{\frac{2}{n}}} = 0,597$$

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d = 12,481$$

$$n_a = \frac{2 \cdot L_c}{L_p} = 12,438$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4 \cdot \sqrt{A}}} = 1,001$$

$$n_c = \left[\frac{L_x \cdot L_y}{A} \right]^{0,7 \cdot \frac{A}{L_x \cdot L_y}} = 1,00$$

$$n_d = \frac{D_m}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}} = 1,003$$

Lc = longitud del conductor de la malla = 4.204 m

Lp = longitud del perímetro de la malla = 676 m

Lx = longitud máxima de la malla en la dirección x = 178 m

Ly = longitud máxima de la malla en la dirección y = 160 m

Dm = máxima distancia entre dos puntos en la malla = 240 m

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{D^2}{16h \cdot d} + \frac{(D+2h)^2}{8D \cdot d} - \frac{h}{4d} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} \ln \left(\frac{8}{\pi(2n-1)} \right) \right] = 0,873$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} (1 - 0,5^{n-2}) \right] = 0,334$$

De acuerdo con la IEEE-80-2000, la fórmula que permite obtener el valor de la tensión de contacto es:

$$E_{contacto} = \rho \cdot K_m \cdot K_i \frac{I_g}{L} = 451,98 \text{ V}$$

Y la fórmula que permite obtener la tensión de paso:

$$E_{paso} = \rho \cdot K_s \cdot K_i \frac{I_g}{L} = 230,37 \text{ V}$$

Los valores obtenidos son menores que los valores límite tanto de la IEEE-80-2000 como de la ITC-RAT13.

CONDUCTOR

Para determinar la sección mínima del conductor se utiliza la expresión que indica el estándar IEEE 80, para conductores de cobre:

$$A = I \cdot \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{TCAP \cdot 10^{-4}}{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r}\right) \ln\left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}\right)}} = 17,02 \text{ mm}^2$$

donde:

I: Mitad de la intensidad de falta a tierra = $8,736 / 2 = 4,368 \text{ kA}$

t_c : Tiempo máximo de falta = $0,5 \text{ s}$

T_m : Temp. máxima que pueden alcanzar el conductor y las uniones = $300 \text{ }^\circ\text{C}$

T_a : Temperatura ambiente = $40 \text{ }^\circ\text{C}$

TCAP: Capacidad Térmica del conductor $3,42 \text{ J/cm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ (Ver tabla 1 de IEEE-80-2000)

α_r : coeficiente térmico de resistividad a $20 \text{ }^\circ\text{C}$, $0,00381 \text{ 1/}^\circ\text{C}$ (Ver tabla 1 de IEEE-80-2000)

ρ_r : resistencia del conductor a $20 \text{ }^\circ\text{C}$; $1,78 \text{ } \mu\Omega \cdot \text{cm}$ (Ver tabla 1 de IEEE-80-2000)

K_0 : inversa del coef. Térmico de resistividad a $0 \text{ }^\circ\text{C}$. 242 (Ver tabla 1 de IEEE-80-2000)

A: Sección mínima del conductor (mm^2)

La sección mínima necesaria es mucho menor que los 120 mm^2 del cable de Cu que se va a utilizar, por lo que no habría problemas. Se utiliza este cable por ser el normalizado de Red Eléctrica.

Por otro lado, la densidad de corriente máxima que puede soportar el cable de Cu es de 192 A/mm^2 . Entonces para el cable de 120 mm^2 la máxima intensidad que puede circular es de:

$$I_{\max} = 2 \cdot 192 \cdot 120 = 46 \text{ kA.}$$

Este valor es mucho mayor que la mitad de la corriente de falta a tierra, que era de 4,368 kA. Se utiliza la mitad del valor, ya que el diseño de la malla se establece de forma que en cada punto de p. a t. llegan al menos dos conductores.

2.4.2 Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos los valores de las tensiones de paso y contacto están por debajo de los permitidos por el ITC-RAT 13, y del IEEE-80-2000, por lo que el diseño de la malla sería válido.

Conviene indicar que, además, se ha considerado para los cálculos la malla de la estación convertora aislada, cuando en la realidad se conectará a la malla de la subestación de alterna de Gatika (objeto de otro proyecto), por lo que la superficie aumentará, disminuyendo las tensiones de paso y contacto, resultando la realidad más favorable que el presente estudio.

Por otro lado, la resistividad del terreno que se ha tomado es un valor convencional, a falta de datos reales del suelo; se revisarán estos cálculos en el momento en el que se disponga de las tomografías eléctricas del terreno (son parte del estudio geotécnico definitivo, que se tendrá a lo largo del proyecto).

De todas formas, se medirán de forma práctica los valores de las tensiones de paso y contacto, una vez construida la Estación, para asegurarse de que no hay peligro en ningún punto de la instalación.

2.5 RED DE TIERRAS SUPERIORES

El cometido del sistema de tierras superiores es la captación de las descargas atmosféricas y su conducción a la malla enterrada para que sean disipadas a tierra sin que se ponga en peligro la seguridad del personal y de los equipos de la estación.

El sistema de tierras superiores consiste en un conjunto de hilos de guarda y/o de puntas Franklin sobre columnas. Estos elementos están unidos a la malla de tierra de la instalación a través de la estructura metálica que los soporta, que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla.

Para el diseño del sistema de protección de tierras superiores se ha adoptado el modelo electro geométrico de las descargas atmosféricas y que es generalmente aceptado para este propósito.

El criterio de seguridad que se establece es el de apantallamiento total de los embarrados y de los equipos que componen el aparellaje, siendo este criterio el que establece que todas las descargas atmosféricas que puedan originar tensiones peligrosas y que sean superiores al nivel del aislamiento de la instalación, deben ser captadas por los hilos de guarda.

Este apantallamiento se consigue mediante una disposición que asegura que la zona de captación de descargas peligrosas de los hilos de guarda y de las puntas Franklin contiene totalmente a la correspondiente a las partes bajo tensión.

La zona de captura se establece a partir del radio crítico de cebado (r) y que viene dado por la siguiente expresión:

$$r = 8 \times I^{0,65}$$

en donde: $I = 1,1 \cdot U \cdot N / Z$, siendo:

En 400 kV

U = tensión soportada a impulsos tipo rayo = 1425 kV

$N = 2$

Z = Impedancia característica de las líneas = 400 Ω (valor típico)

En 420 kV

U = tensión soportada a impulsos tipo rayo = 1050 kV
N = número de líneas conectadas a la estación = 2
Z = Impedancia característica de las líneas = 400Ω (valor típico)

Sustituyendo y aplicando estos valores se obtiene:

$$I = 1,1 * 1425 * 2/400 = 7,8375 \text{ kA} \quad \text{en 400 kV}$$

$$I = 1,1 * 1050 * 2/400 = 5,775 \text{ kA} \quad \text{en 420 kV}$$

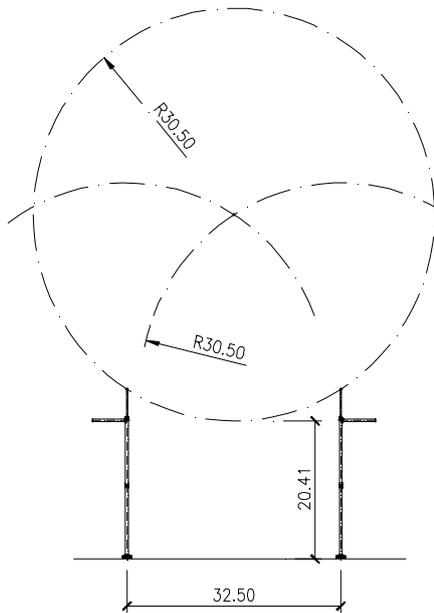
Luego la zona de captura será:

$$r = 8 * 7,8375^{0,65} = 30,5 \text{ m} \quad \text{en 400 kV}$$

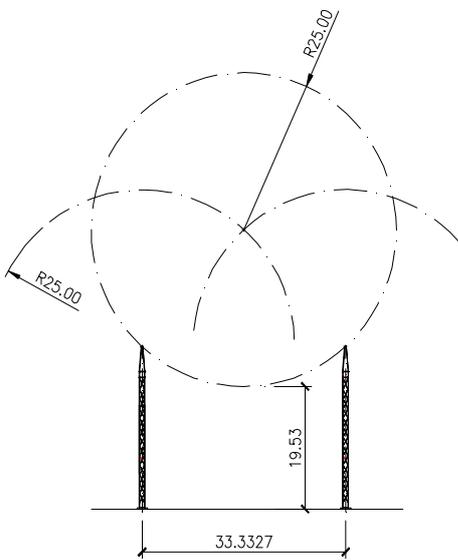
$$r = 8 * 5,775^{0,65} = 25 \text{ m} \quad \text{en 420 kV}$$

Los radios críticos de 30,5 m en 400 kV y de 25 m en 420 kV, con centro en las puntas Franklin, en el centro en los amarres de los hilos de guarda y en su punto más bajo, cuyo emplazamiento se refleja en los planos correspondientes, garantiza el apantallamiento total de la instalación.

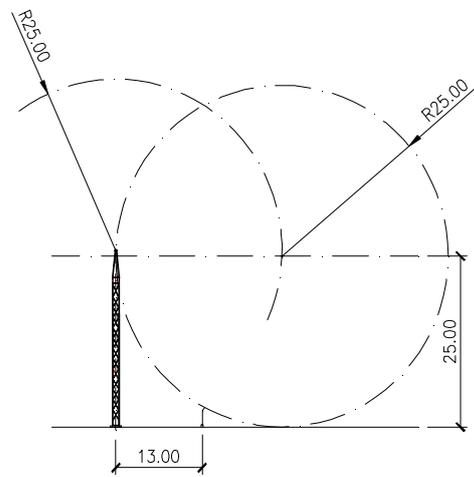
Los casos más desfavorables en los parques de 400 kV y 420 kV, se indican en la figuras siguientes. Toda la aparamenta de la estación se encuentra por debajo de los 20,41 metros en el parque de 400 kV y por debajo de los 19,53 metros en el parque de 420 kV, con lo que ésta se encuentra protegida frente a los rayos.



Parque 400 kV



Parque 420 kV



Parque 420 kV

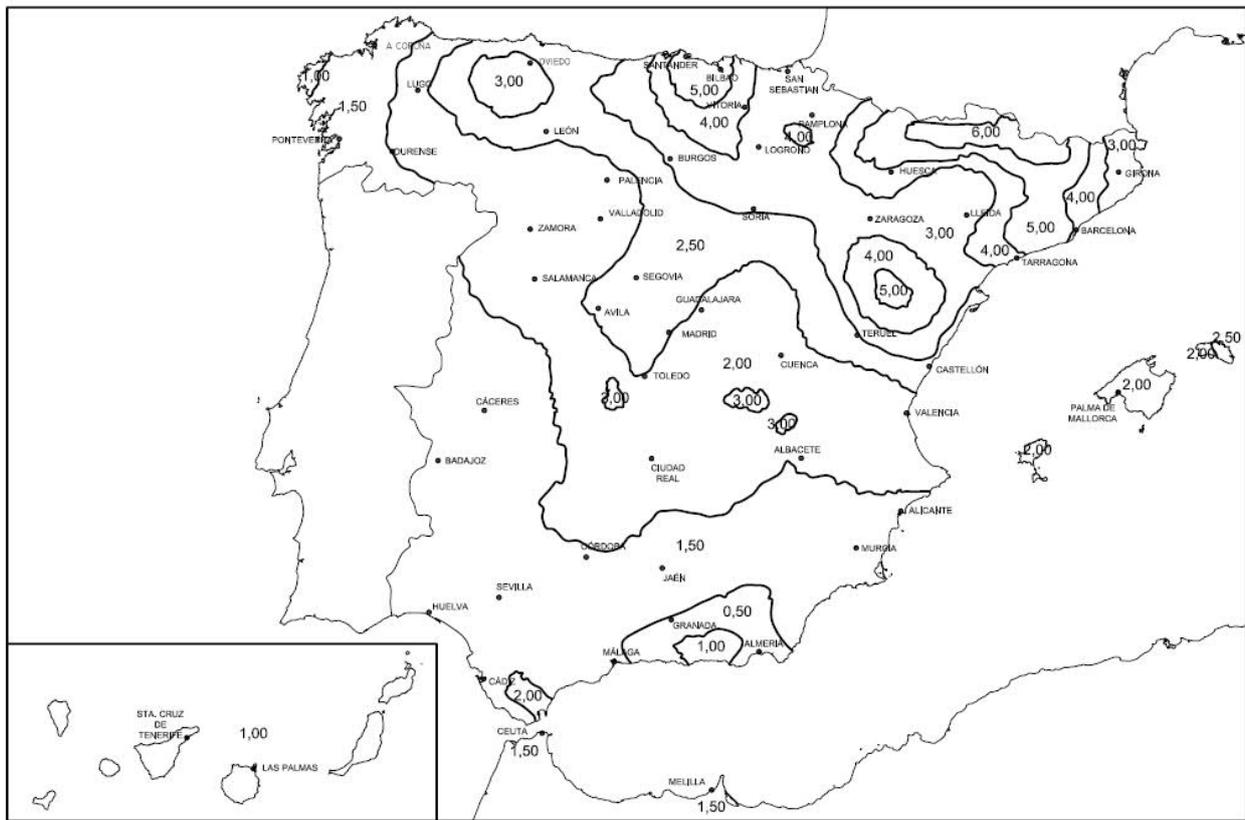
Para los edificios, será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .

1) La frecuencia esperada de impactos, N_e , puede determinarse mediante la expresión:

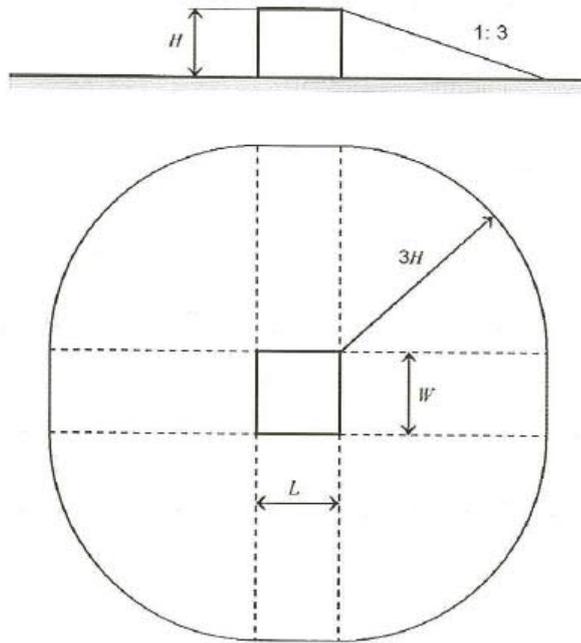
$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \quad (\text{n}^\circ \text{ impactos/año})$$

siendo,

N_g : densidad de impactos sobre el terreno (n° impactos/año, km^2), obtenida según la siguiente figura:



A_e : superficie de captura equivalente del edificio aislado en m^2 , que es la delimitada por una línea trazada a una distancia $3H$ de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.



Para estructuras rectangulares sería:

$$A_e = L \cdot W + 6 \cdot H \cdot (L+W) + 9 \cdot \pi \cdot H^2 \quad (\text{s/norma UNE-EN 62305-2})$$

C_1 : coeficiente relacionado con el entorno, según la siguiente tabla:

Situación del edificio	C_1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Consideraremos en principio el valor $C_1 = 1$.

2) La frecuencia admisible, N_a , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

siendo C_2 , C_3 , C_4 y C_5 unos coeficientes que dependen del tipo de construcción, contenido del edificio, uso del mismo y necesidad de la continuidad de las actividades que se desarrollen en él, respectivamente. Se obtienen de las siguientes tablas:

Coeficiente C_2			
	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Coeficiente C_3	
Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Coeficiente C_4	
Edificios no ocupados normalmente	0,5
<i>Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente</i>	3
Resto de edificios	1

Coeficiente C_5	
Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Si es necesario la instalación de un sistema de protección contra el rayo, éste tendrá al menos una eficiencia “E”, definida como:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e}$$

En la siguiente tabla se muestra el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida. Estos niveles de protección son los mencionados anteriormente de la norma UNE-EN 62305.

Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	I
$0,95 \leq E < 0,98$	II
$0,80 \leq E < 0,95$	III
$0 \leq E < 0,80$	IV

Se considera el **edificio de válvulas** 91,39x32,20x15,85 m de la estación.

Se tiene que:

$$N_g = 3$$

$$A_e = 21.800 \text{ m}^2$$

$$C_1 = 1$$

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} = 0,065 \text{ impactos al año}$$

Y la frecuencia admisible sería:

$$C_2 = 1 \text{ (estructura y cubierta de hormigón)}$$

$$C_3 = 1 \text{ (sin contenidos inflamables)}$$

$$C_4 = 0,5 \text{ (edificios poco frecuentados)}$$

$$C_5 = 5 \text{ (por seguridad del servicio)}$$

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3} = \frac{5,5}{1 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 5} 10^{-3} = 0,0022$$

Para este caso, en principio, habría que considerar la protección del edificio. La eficiencia del sistema de protección es:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 1 - \frac{0,0022}{0,065} = 0,966$$

Se estaría en un nivel de protección II.

Se considera el **edificio de control** 45,40 x1 5,70 x 5,80 m de la estación.

Se tiene que:

$$N_g = 3$$

$$A_e = 3.791 \text{ m}^2$$

$$C_1 = 1$$

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} = 0,0113 \text{ impactos al año}$$

Y la frecuencia admisible sería:

$$C_2 = 1 \text{ (estructura y cubierta de hormigón)}$$

$$C_3 = 1 \text{ (sin contenidos inflamables)}$$

$$C_4 = 0,5 \text{ (edificios poco frecuentados)}$$

$C_5 = 5$ (por seguridad del servicio)

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3} = \frac{5,5}{1 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 5} 10^{-3} = 0,0022$$

Para este caso, en principio, habría que considerar la protección del edificio. La eficiencia del sistema de protección es:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 1 - \frac{0,0022}{0,0113} = 0,806$$

Se estaría en un nivel de protección III.

Se considera el **edificio de continua** 10,5 x 9,8 x 16,06 m de la estación.

Se tiene que:

$$N_g = 3$$

$$A_e = 9.352 \text{ m}^2$$

$$C_1 = 1$$

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} = 0,028 \text{ impactos al año}$$

Y la frecuencia admisible sería:

$$C_2 = 1 \text{ (estructura y cubierta de hormigón)}$$

$$C_3 = 1 \text{ (sin contenidos inflamables)}$$

$$C_4 = 0,5 \text{ (edificios poco frecuentados)}$$

$$C_5 = 5 \text{ (por seguridad del servicio)}$$

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3} = \frac{5,5}{1 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 5} 10^{-3} = 0,0022$$

Para este caso, en principio, habría que considerar la protección del edificio. La eficiencia del sistema de protección es:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 1 - \frac{0,0022}{0,028} = 0,921$$

Se estaría en un nivel de protección III

Se considera el **edificio de repuestos** 34 x 6 x 6,06 m de la estación.

Se tiene que:

$$N_g = 3$$

$$A_e = 2.697 \text{ m}^2$$

$$C_1 = 1$$

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} = 0,008091 \text{ impactos al año}$$

Y la frecuencia admisible sería:

$$C_2 = 1 \text{ (estructura y cubierta de hormigón)}$$

$$C_3 = 1 \text{ (sin contenidos inflamables)}$$

$$C_4 = 0,5 \text{ (edificios poco frecuentados)}$$

$$C_5 = 5 \text{ (por seguridad del servicio)}$$

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3} = \frac{5,5}{1 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 5} 10^{-3} = 0,0022$$

Para este caso, en principio, habría que considerar la protección del edificio. La eficiencia del sistema de protección es:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 1 - \frac{0,0022}{0,008} = 0,728$$

Se estaría en un nivel de protección IV

Dada la disposición de la red de tierras aéreas de la estación se considera necesario disponer de elementos captadores propios para los edificios (puntas Franklin en las esquinas, mallas, etc.). Este sistema de protección ayudará a proteger además los elementos en intemperie del parque de corriente continua, que están muy próximos a los edificios, y son relativamente bajos.

2.6 NOTA FINAL

Los cálculos de la estación convertora serán revisados con los datos definitivos del fabricante tecnológico tras el proceso de licitación que llevará a cabo INELFE.

CAPITULO 3 LÍNEA SE GATICA – EC GATIKA

3.1 INTRODUCCION

A continuación, se exponen los cálculos eléctricos correspondientes a la línea subterránea de transporte de energía eléctrica a 400 kV de doble circuito entre la subestación eléctrica Gatica y la estación convertidora.

Los cálculos realizados son los siguientes:

- Intensidad máxima admisible en régimen permanente
- Intensidad máxima admisible en cortocircuito
- Cálculo de Impedancias
- Tensión inducida en las pantallas metálicas
- Campo magnético

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

- Longitud de los circuitos:
 - o Circuito 1: 295 m
 - o Circuito 2: 485 m
- Frecuencia de cálculo: 50 Hz
- Cálculos realizados para resistividad del terreno: 100 ohm.m
- Tipo del conductor subterráneo: Cu 2500 + T525 Al.
- Las características de la instalación (dimensiones y profundidad de la zanja) se muestran en el documento Memoria del proyecto.

3.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

3.2.1 Generalidades

La intensidad máxima admisible en régimen permanente ha sido calculada siguiendo la Norma Europea UNE 21144:1997, utilizándose la herramienta CYMCAP para realizar dicho cálculo.

La intensidad máxima admisible se obtiene aplicando la fórmula general siguiente:

$$I = \sqrt{\frac{\Delta\theta - W_d(0.5T_1 + T_3 + T_4)}{RT_1 + R(1 + \lambda_1)(T_3 + T_4)}}$$

Siendo:

- I Intensidad del conductor A
- $\Delta\theta$ Calentamiento del conductor por encima de la temperatura ambiente °C
- Wd Pérdidas dieléctricas por unidad de longitud del aislamiento W/m
- T1 Resistencia térmica por unidad de longitud entre conductor y la pantalla K.m/W
- T3 Resistencia térmica por unidad de longitud de la cubierta exterior K.m/W
- T4 Resistencia térmica por unidad de longitud entre la superficie del cable y medio ambiente K.m/W
- R Resistencia del conductor en corriente alterna, por unidad de longitud, a su temperatura máxima de servicio Ω/m
- λ_1 Factor de pérdidas en la pantalla metálica

Las hipótesis que se han tenido en cuenta para el cálculo son las siguientes:

- Tipo de conexión de las pantallas metálicas Single Point
- Número de circuitos en servicio 2
- Configuración de los cables Tresbolillo
- Distancia entre ejes de los cables 3 m
- Temperatura del suelo 25 °C
- Resistividad térmica del suelo 1 K.m/W
- Resistividad térmica del hormigón 0,85 K.m/W

El valor de capacidad máxima de transporte del tramo subterráneo con las hipótesis anteriores es de 1130 MVA.

En las siguientes tablas se muestran los resultados de CYMCAP:

Circuit No,	Descripción	Unidad	Circuito 1			Circuito 2		
			1	1	1	2	2	2
Phase	Fase		A	B	C	A	B	C
x	Coordenada X	[m]	-1,66	-1,34	-1,5	1,34	1,66	1,5
y	Coordenada Y	[m]	1,26	1,26	0,99	1,26	1,26	0,99
θ_c	Tª conductor	[°C]	89,4	90,0	87,2	90,0	89,4	87,2
R ₀	Resistencia del conductor en c.c. a 20°C	[Ω/km]	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072

	Descripción	Unidad	Circuito 1			Circuito 2		
R	Resistencia del conductor en c.a. a la temperatura de operación	[Ω/km]	0,01074	0,01076	0,01069	0,01076	0,01074	0,01069
ys	Factor efecto skin		0,15819	0,15766	0,1601	0,15766	0,15819	0,1601
yp	Factor efecto proximidad		0,0144	0,01437	0,01452	0,01437	0,0144	0,01452
Wc	Pérdidas en el conductor	[W/m]	28,62284	28,66399	28,47593	28,66412	28,62241	28,4758
Wd	Pérdidas dieléctricas	[W/m]	3,35806	3,35806	3,35806	3,35806	3,35806	3,35806
Ws	Pérdidas en pantalla metálica	[W/m]	4,05165	4,04653	4,07002	4,04651	4,05171	4,07004
Wa	Pérdidas en armadura	[W/m]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wt	Pérdidas totales	[W/m]	36,03256	36,06858	35,90401	36,06869	36,03217	35,9039
λ ₁	Factor de pérdidas en pantalla		0,14155	0,14117	0,14293	0,14117	0,14156	0,14293
T1	Resistencia térmica entre conductor y pantalla	[K.m/W]	0,39092	0,39092	0,39092	0,39092	0,39092	0,39092
T3	Resistencia térmica en cubierta	[K.m/W]	0,04587	0,04587	0,04587	0,04587	0,04587	0,04587
T4	Resistencia térmica total (T ₄ '+ T ₄ ''+ T ₄ ''')	[K.m/W]	1,41211	1,42755	1,35733	1,42754	1,41213	1,35733
I	Intensidad en régimen permanente	[A]	1632,1	1632,1	1632,1	1632,1	1632,1	1632,1
CdT	Capacidad de transporte en régimen permanente	[MVA]	1130	1130	1130	1130	1130	1130

3.2.2 Intensidad máxima admisible de cortocircuito

Conductor

La corriente de cortocircuito admisible en el conductor se calcula según la Norma Europea UNE 21192:1992, 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 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

Resultados	
θ_i	90 °C
θ_f	250 °C
S	2.500 mm ²
K	226 A s ^{1/2} /mm ²
β	234,5 K
t	0,5 s
I_{ad}	506 kA

Pantalla

Resultados	
θ_i	76 °C
θ_f	250 °C
S	525 mm ²
K	148 A s ^{1/2} /mm ²
β	228 K
t	0,5 s
I_{ad}	73 kA

3.2.3 Cálculo de impedancias

El cálculo de impedancias se ha realizado con la aplicación CYMCAP, teniendo en cuenta la configuración de conexión de pantallas presentes en la línea: single point.

Se muestran a continuación los valores de impedancia y admitancia de secuencia directa (Z1), inversa (Z2) y homopolar (Z0).

Componentes simétricas [Ω/km]			
Secuencia	Z0	Z1	Z2
X_Secuencia [Ω/km]	0,106 + j 0,54	0,011 + j 0,160	0,011 + j 0,160
Y_Secuencia [μS/km]	0,063 + j 78,78	0,063 + j 78,78	0,063 + j 78,78

3.2.4 Tensión inducida en las pantallas metálicas

Pantalla – Tierra

La tensión inducida (pantalla-tierra) por metro de cable en servicio permanente a plena carga viene dada por:

$$E = I \cdot \left[2 \cdot \omega \cdot 10^{-7} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot S}{d}\right) \right] = 0,16 \text{ V/m}$$

Siendo:

- I Intensidad en régimen permanente a plena carga 1.598 A
- S Distancia entre fases 320 mm
- d Diámetro medio de la pantalla metálica 130,5 mm
- ω Pulsación de la corriente 2πf=100π rad/s

Pantalla-tierra trifásica

La tensión inducida (pantalla-tierra) por metro de cable en el caso de cortocircuito trifásico viene dada por:

$$E = I_{cc} \cdot \left[2 \cdot \omega \cdot 10^{-7} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot S}{d}\right) \right] = 2,4 \text{ V/m}$$

Siendo:

- I Intensidad en régimen permanente a plena carga 23.880 A
- S Distancia entre fases 320 mm
- d Diámetro medio de la pantalla metálica 130,5 mm
- ω Pulsación de la corriente 2πf=100π rad/s

Pantalla-tierra monofásica

Se ha considerado la presencia de un cable de tierra de Cu de 240 mm² de sección, necesario para el retorno de la corriente de defecto.

La tensión inducida (pantalla-tierra) por metro de cable en el caso de cortocircuito monofásico, para conexión de pantallas tipo single point con un cable de acompañamiento, viene dada por:

$$E = I_{cc} \cdot \sqrt{R_s^2 + \left(2 \cdot \omega \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot S_{fc}^2}{r \cdot d} \right) \right)^2} = 7,6 \text{ V/m}$$

Siendo:

- I_{cc} Intensidad de cortocircuito monofásico 20.060 A
- S_{fc} Distancia entre la fase más alejada y el cable de tierra 432 mm
- d Diámetro medio de la pantalla metálica 130,5 mm
- ω Pulsación de la corriente 2πf=100π rad rad/s
- R_S Resistencia del cable de tierra 0,0754 ohm/km
- r Radio medio geométrico del cable de tierra 0,75 r_c = 7,5 mm
- r_c Radio del cable de tierra (conductor) 9,95 mm

Definición limitadores de tensión en Pantallas

Los descargadores o limitadores de tensión en pantallas (LTP) deben cumplir las siguientes características:

- Tensión nominal o asignada (kVrms) igual o superior a la mayor sobretensión esperada.
- Tensión residual (kVrms) igual o inferior a 20 kV.
- Intensidad de descarga nominal 10 kA.
- Empleo de los mismos LTP en toda la línea, en la medida de lo posible, o al menos en tramos completos con el mismo sistema de conexionado de pantallas.

En base a lo anterior, se instalarán descargadores de 7,5 kV.

3.2.5 Campo magnético

En la siguiente figura se muestra el valor de campo magnético a 1 metro sobre el nivel del terreno en las condiciones de corriente nominal de la línea (1.598 A por cada circuito, correspondientes a 1.107 MVA):

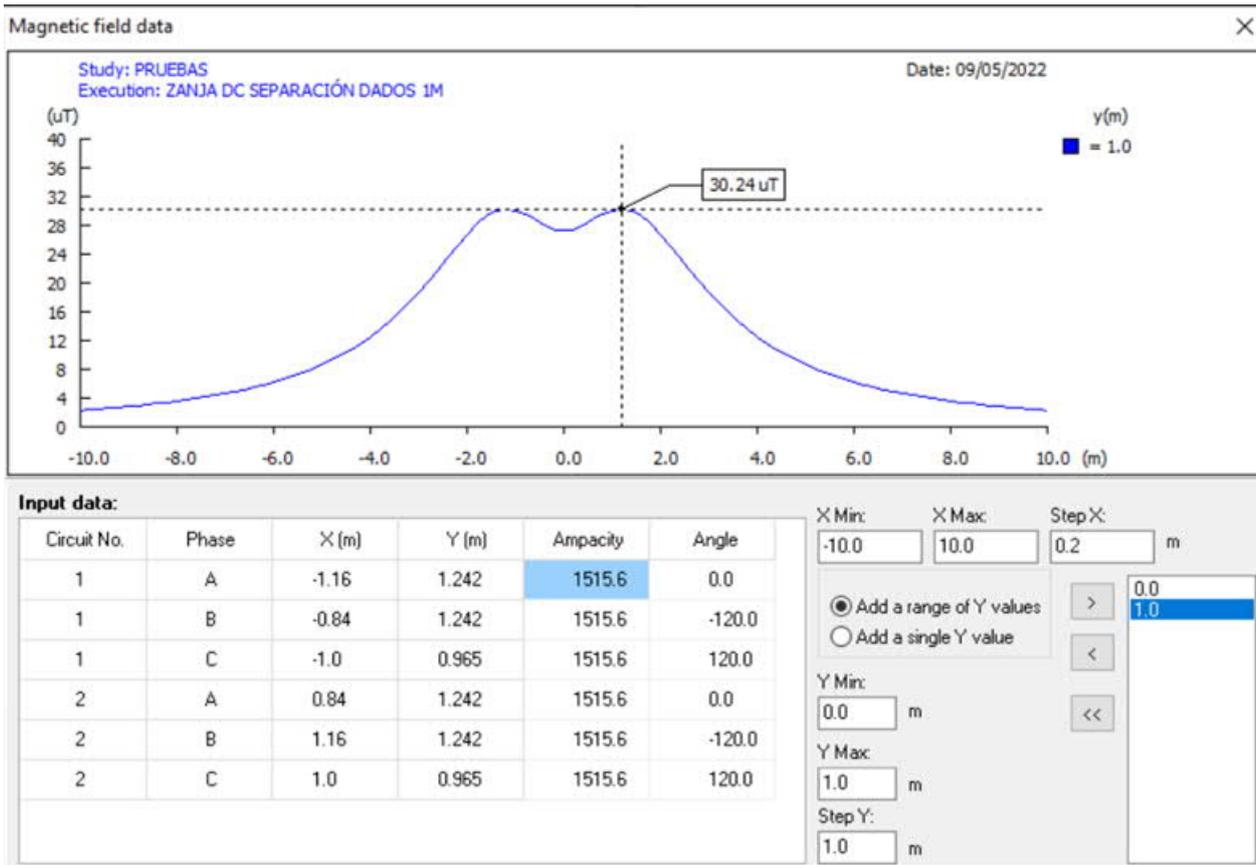


Figura 1. Valores de campo magnético a 1 m sobre la superficie del terreno (1.598 A – 1.107 MVA)

Los valores de campo magnético son inferiores al nivel de referencia (100 μ T)

Madrid, mayo de 2022

El Ingeniero industrial

David González Jouanneau
Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones
Red Eléctrica de España, S.A.U.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

ESTACIÓN CONVERTSORA ALTERNA/CONTINUA DE GATIKA Y LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE CIRCUITO SUBTERRÁNEA 400 kV

DOCUMENTO 2 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Madrid, mayo de 2022

ÍNDICE

CAPÍTULO 1.	OBJETO	3
CAPÍTULO 2.	NORMATIVA APLICABLE	4
2.1	EQUIPAMIENTO Y MONTAJE.....	4
2.2	OBRA CIVIL	5
2.2.1	Estructuras.....	5
2.2.2	Varios.....	5
CAPÍTULO 3.	GESTIÓN DE CALIDAD	7
CAPÍTULO 4.	GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL.....	8
CAPÍTULO 5.	SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	9
CAPÍTULO 6.	VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN	10

CAPÍTULO 1. OBJETO

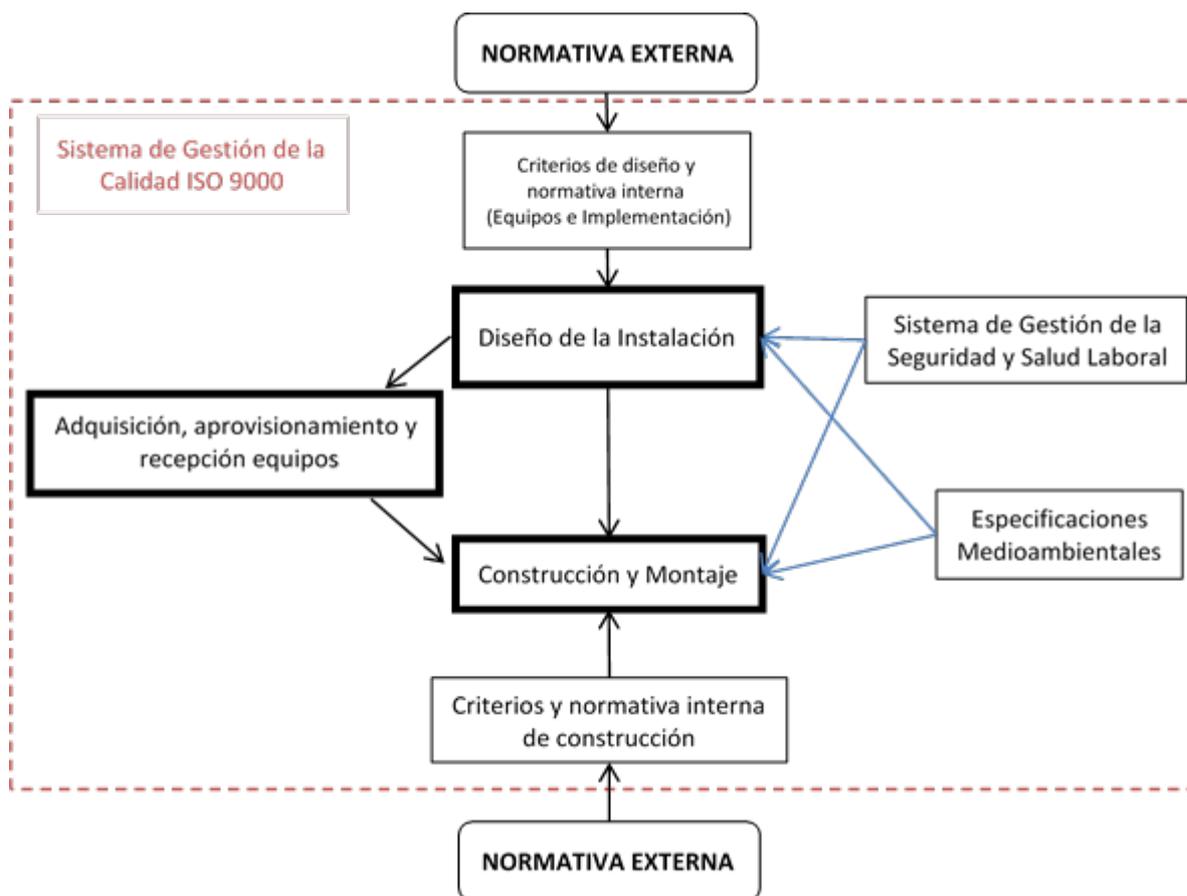
El objeto del presente Pliego de Condiciones es aportar la información necesaria para definir los materiales y equipos y su correcto montaje para lo que se han considerado los siguientes aspectos.

1º Normativa: Los equipos y su montaje será conforme a la normativa legal y de referencia.

2º Gestión de Calidad: El Plan de Calidad recoge las características técnicas de los equipos y su montaje. Además, la certificación ISO-9000 asegura la calidad de la instalación construida.

3º Gestión medioambiental: Con el objeto de minimizar los impactos que puedan acarrear la construcción y funcionamiento de la instalación.

4º Seguridad Laboral: Para asegurar que tanto el montaje como la explotación de los equipos de esta instalación cumplen con las medidas de seguridad requeridas.



CAPÍTULO 2. NORMATIVA APLICABLE

Se aplicarán por el orden en que se relacionan, cuando no existan contradicciones legales, las siguientes normas:

- Normativa de RED ELÉCTRICA (DYES; Procedimientos Técnicos; y Procedimientos de Dirección).
- Normativa Europea EN.
- Normativa CENELEC.
- Normativa CEI.
- Normativa UNE.
- Otras normas y recomendaciones (IEEE, MF, ACI, CIGRE, ANSI, AISC, etc).

2.1 EQUIPAMIENTO Y MONTAJE

El presente Proyecto ha sido redactado basándose en los anteriores reglamentos y normas, y más concretamente, en los siguientes, que serán de obligado cumplimiento:

- 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 337/2014, de 9 de mayo.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT). Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología. BOE 18 de septiembre de 2002, e Instrucciones Técnicas Complementarias y sus modificaciones posteriores.
- Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) que le afecten.
- Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 614/01 de 8 de junio sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 1215/97 de 18 de julio sobre Equipos de trabajo.
- R.D. 486/97 de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/97 de 14 de abril sobre Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/97 de 30 de mayo sobre Utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Ley 32/2006 de 18 de octubre Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción.

- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- R.D. 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

En el caso de discrepancias entre las diversas normas se seguirá siempre el criterio más restrictivo.

2.2 OBRA CIVIL

2.2.1 Estructuras

• Acciones en la edificación

- Documento básico de seguridad estructural DB-SE-AE “Acciones en la Edificación” del Código técnico de la edificación. R.D. 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.
- Norma de construcción sismo-resistente: parte general y edificación (NCSR-02). R.D. 997/2002, de 27 de septiembre, del Ministerio de Fomento. BOE 11 de octubre de 2002.

• Acero

- Documento básico de seguridad estructural DB-SE-A “Acero” del Código técnico de la edificación. R.D. 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.

• Hormigón

- Código Estructural, aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio.

• Forjados

- Código Estructural, aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio.
- 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 337/2014, de 9 de mayo.

2.2.2 Varios

- Normas tecnológicas de la edificación. Decreto del Ministerio de la Vivienda nº 3565/72, de 23 de diciembre. BOE del 15 de enero de 1973.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, 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-RAT 01 a 23.
- Instrucciones técnicas complementarias en subestaciones. Real Decreto nº 842/02 de 2 de agosto, en BOE 18 de septiembre de 2002.
- Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) que le afecten.

- Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 614/01 de 8 de junio sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 1215/97 de 18 de julio sobre Equipos de trabajo.
- R.D. 486/97 de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/97 de 14 de abril sobre Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/97 de 30 de mayo sobre Utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Ley 32/2006 de 18 de octubre Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

En el caso de discrepancias entre las diversas normas se seguirá siempre el criterio más restrictivo.

- **Electricidad**

- Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT) e Instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT01 a BT51. R.D 842/2002, de 2 de agosto del Ministerio de Industria y Energía. BOE 18 de septiembre de 2002.
- Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales de cables protectores de material plástico. Resolución de 18-ene-88, de la Dirección General de Innovación Industrial. BOE 19 de febrero de 1988.

- **Instalaciones de Protección Contra Incendios**

- 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 337/2014, de 9 de mayo.
- R.D 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

- **Instalaciones de Protección Contra Intrusión**

- Ley de Seguridad Privada 05/2014.
- Reglamento de Seguridad Privada RD 2364/1994.
- Órdenes del Ministerio del Interior INT/316 e INT/317.

CAPÍTULO 3. GESTIÓN DE CALIDAD

Afecta a los procesos: ingeniería, construcción, calificación de proveedores, compras, transferencia de instalaciones y gestión de proyectos y también a los recursos: cualificación de las personas, equipos de inspección, medida y ensayo y homologación de equipos. Sistema de calidad certificado que cumple con la normativa ISO 9000.

CAPÍTULO 4. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

Las obras del proyecto se ejecutan garantizando el cumplimiento de la legislación y reglamentación aplicable. En el *Anexo 2.1 Especificaciones técnicas de carácter ambiental* de este documento se detallan los aspectos medioambientales que rigen la ejecución de este proyecto.

CAPÍTULO 5. SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, al amparo de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, se incluye en el presente proyecto, el *Estudio de Seguridad y Salud* correspondiente para su ejecución.

CAPÍTULO 6. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN

De acuerdo con los sistemas de gestión certificados, se garantiza el correcto montaje verificado y validando la instalación y equipos mediante:

- **Pruebas en vacío**

Una vez finalizados los trabajos de obra civil y montaje electromecánico se procederá a la realización de las pruebas en vacío de la Instalación de acuerdo con las instrucciones técnicas correspondientes recogida en la normativa interna.

- **Pruebas en tensión**

Las pruebas en tensión tendrán por objeto comprobar la adecuación al uso de la instalación conforme a los criterios funcionales establecidos en el Proyecto.

Los protocolos de las pruebas a realizar así como los criterios para su ejecución serán redactados conforme a lo especificado en la documentación técnica aplicable.

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero industrial



David González Jouanneau

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones
Red Eléctrica de España, S.A.U.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA DE GATIKA Y LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE CIRCUITO SUBTERRÁNEA 400 kV

ANEXO 1 REQUISITOS AMBIENTALES. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Madrid, mayo de 2022

ÍNDICE

1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN	3
2.- ESPECIFICACIONES DE CARÁCTER GENERAL	3
2.1.- Condicionados de los Organismos de la Administración	3
2.2.- Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible	3
2.3.- Cambios de aceites y grasas	4
2.4.- Campamento de obra	4
2.5.- Gestión de residuos	4
2.6.- Incidentes con consecuencias ambientales	4
3.- REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LOS MOVIMIENTOS DE TIERRAS	5
3.1.- Zonificación de los trabajos	5
3.2.- Accesos	5
3.3.- Retirada de la cubierta vegetal	5
3.4.- Patrimonio cultural	6
3.5.- Movimiento de tierra para la explanación	6
4.- REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA OBRA CIVIL	6
5.- REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO	7
5.1.- Llenado de equipos con aceite	7
5.2.- Llenado de equipos con SF6	7
6.- ACONDICIONAMIENTO FINAL DE OBRA	7

1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN.

Este documento tiene por objeto establecer los requisitos de carácter ambiental que se deben cumplir en los trabajos de obra civil y montaje electromecánico que se van a realizar para la construcción de la estación convertora 400 kV C.A. / \pm 400 kV C.C. de Gatika, para minimizar los posibles impactos ambientales que puede conllevar el desarrollo de los trabajos de construcción.

El alcance de esta especificación comprende todos los trabajos de obra civil y montaje electromecánico de la estación.

2.- REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL.

Se contemplará un estricto cumplimiento de los requisitos medioambientales legales que en cada momento establecidos en los distintos ámbitos: europeo, estatal, autonómico y municipal. Las Especificaciones Ambientales de Construcción de Subestaciones que regirán la ejecución de la obra indicarán todos los requisitos a cumplir en relación a los trabajos.

2.1.- Condicionados de los Organismos de la Administración.

Durante el proceso de Autorización Administrativa los organismos públicos y entidades que puedan ser afectadas por el desarrollo del proyecto emitirán los condicionados correspondientes que serán aplicados en el desarrollo de la ejecución de la obra.

2.2.- Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible.

Para evitar que las zonas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible se dispongan sobre suelo desnudo o sin mecanismos de retención de posibles derrames, se contará con una bandeja metálica sobre la que se colocaran los recipientes que contengan combustible.

La bandeja será estanca, con un bordillo mínimo de 10 cm y con capacidad igual o mayor que la del mayor de los recipientes que se ubiquen en ella. Será necesario disponer de una lona para tapar la bandeja con el fin de evitar que en caso de lluvia se llene de agua, a no ser que el almacenamiento se realice bajo cubierta.

En el caso de que sea necesario disponer de grupos electrógenos, su tanque de almacenamiento principal deberá tener doble pared y todas las tuberías irán encamisadas. Si no es así se colocarán sobre bandeja estanca de las características anteriormente descritas.

2.3.- Cambios de aceites y grasas.

No se verterán aceites y grasas al suelo, por lo que se tomarán todas las medidas preventivas necesarias.

El cambio de aceites de la maquinaria se realizará en un taller autorizado. Si ello no fuera posible se efectuará sobre el terreno utilizando siempre los accesorios necesarios (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable) para evitar posibles vertidos al suelo.

2.4.- Campamento de obra.

El campamento de obra dispondrá de los contenedores necesarios para los residuos sólidos urbanos que generen las personas que trabajan en la obra.

No serán utilizadas fosas sépticas/pozos filtrantes en la instalación sin autorización de la Confederación Hidrográfica correspondiente. Preferentemente se usarán depósitos estancos de acumulación o de wáter químico, que serán desmontados una vez hayan finalizados los trabajos. El mantenimiento de estos sistemas será el adecuado para evitar olores y molestias en el entorno de los trabajos.

2.5.- Gestión de residuos.

La gestión de los residuos se realizará conforme a la legislación específica vigente. Será según lo establecido en los siguientes documentos:

- **Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.** Incluido como anexo al presente documento.
- **Plan de gestión de residuos de construcción y demolición:** Entregado por el contratista, aprobado por la dirección facultativa y aceptado por el Departamento de Medio Ambiente de REE.

2.6.- Incidentes con consecuencias ambientales.

Se consideran incidencias medioambientales aquellas situaciones que por su posible afección al medio requieren actuaciones de emergencia.

Los principales incidentes que pueden tener lugar son incendios y fugas/derrames de material contaminante.

El riesgo de incendios viene asociado principalmente al almacenamiento y manipulación de productos inflamables. Se establecerán todas las medidas de prevención de incendios y se prestará especial atención para que los productos inflamables no entren en contacto con fuentes de calor: trabajo de soldaduras, recalentamiento de máquinas, cigarrillos etc. En el lugar de trabajo se contará con los extintores adecuados.

Además de las medidas de prevención de fugas y derrames (descritas en apartados anteriores) se contará en obra con los materiales necesarios para la actuación frente a derrames de sustancias potencialmente contaminantes.

3.- REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LOS MOVIMIENTOS DE TIERRAS.

3.1.- Zonificación de los trabajos

Antes de comenzar los trabajos se realizará una zonificación para ordenar el tránsito de la maquinaria y delimitar las zonas afectadas por las obras.

Las zonas definidas se deben señalar de forma temporal mediante estacas o cintas de plástico de colores vistosos.

3.2. - Accesos

Sólo se utilizará el acceso definido, minimizando la afección a los terrenos colindantes.

El tratamiento superficial de los accesos auxiliares será mínimo, evitando realizar explanaciones de ningún tipo y usando maquinaria ligera, de forma que se posibilite una fácil regeneración natural o artificial.

Para reducir al mínimo las posibles alteraciones de la red de drenaje y con el fin de evitar la interrupción de las aguas de escorrentía, se procederá a entubar los drenajes afectados.

3.3.- Retirada de la cubierta vegetal

Se respetarán todos los ejemplares arbóreos que no sean incompatibles con el desarrollo del proyecto de la estación. Para todas las labores de obra que afecten a arbolado se obtendrán los permisos pertinentes, de los órganos ambientales competentes, atendiendo en todo momento a las instrucciones que dicten estos organismos.

3.4.- Patrimonio cultural

Si durante la ejecución de las obras apareciesen restos arqueológicos y/o paleontológicos, se informará a las autoridades competentes y se pararán los trabajos hasta la adopción de las medidas oportunas.

3.5.- Movimientos de tierra para la explanación

Al inicio de los trabajos se procederá a la retirada de la tierra vegetal, para su posterior reutilización, de forma que ésta no se mezcle con sustratos profundos o que quede sepultada por acumular sobre ella tierra de menor calidad.

La tierra vegetal se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva y se realizará de tal modo que no pierda sus características (altura máxima de los acopios de 2 metros).

Se evitará que en los movimientos de tierras se produzcan acumulaciones de materiales en los cauces y zonas de policía de estos, facilitando la continuidad de las aguas.

Se señalará adecuadamente la salida de camiones de las obras, procurando que se mantenga la limpieza de polvo y barro de las vías y carreteras aledañas para la seguridad de los usuarios.

Durante la realización de la explanación del parque, se evitará en lo posible la compactación de los suelos no afectados por ésta, limitando al máximo las zonas en las que vaya a entrar maquinaria pesada.

En los casos en que sea preciso el aporte de materiales de excavación ajenos a la zona de la estación, se procurará evitar los vertidos de éstos sobre los suelos circundantes de la explanación.

4.- REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA OBRA CIVIL.

Limpieza de cubas de hormigonado

Se delimitará y señalizará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la estación. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

5.- REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

5.1.- Llenado de equipos con aceite.

Cuando se llenan de aceite las máquinas de potencia se tomarán las máximas precauciones para evitar posibles accidentes con consecuencias medioambientales.

No se comenzará el llenado de equipos hasta que no estén operativos los fosos de recogida de aceite.

Como complemento y para evitar un accidente, debajo de todos los empalmes de tubos utilizados en la maniobra se deberán situar recipientes preparados para la recogida de posibles pérdidas, con el tamaño suficiente para evitar vertidos al suelo.

5.2.- Llenado de equipos con SF6

El llenado de equipos con SF6 se llevará a cabo por personal especializado, evitándose así fugas de gas a la atmósfera. Las botellas de SF6 (vacías y con SF6 que no se ha utilizado en el llenado) serán retiradas por el proveedor para garantizar la adecuada gestión de las mismas.

6.- ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA OBRA.

Una vez finalizados todos los trabajos se realizará una revisión del estado de limpieza y conservación del entorno de la estación, con el fin de proceder a la recogida de restos de todo tipo que pudieran haber quedado acumulados y gestionarlos adecuadamente.

Se procederá a la rehabilitación de todos los daños ocasionados sobre las propiedades derivados de la ejecución de los trabajos.

Se revisará la situación de todas las servidumbres previamente existentes y el cumplimiento de los acuerdos adoptados con particulares y administración, acometiendo las medidas correctoras que fueran precisas si se detectan carencias o incumplimientos.

Donde sea viable, se restituirá la forma y aspecto originales del terreno.

De forma inmediata a la finalización de la obra y en el caso que sea necesario, se revegetarán las superficies desprovistas de vegetación que pudieran estar expuestas a procesos erosivos y si así se ha definido, se realizarán los trabajos de integración paisajística de la instalación.

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero industrial



David González Jouanneau
Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones
Red Eléctrica de España, S.A.U.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

**INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA
POR EL GOLFO DE BIZKAIA**

**ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA
DE GATIKA Y LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE
CIRCUITO SUBTERRÁNEA 400 KV**

ANEXO 1.1

**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE
CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.**

Madrid, mayo de 2022

INDICE

1.	ANTECEDENTES	3
2.	ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR	4
3.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS.....	5
4.	MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA.	7
5.	DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS	10
6.	VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN	12

ANEXOS:

- 1.1.1. ESTIMACIÓN DE LAS CANTIDADES DE RESIDUOS A GENERAR**
- 1.1.2. CROQUIS DE LAS ZONAS DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS**
- 1.1.3. MODELO A012**
- 1.1.4. ESTIMACIÓN DE LOS COSTES DE GESTIÓN**

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 minimizar la generación de residuos, segregar y almacenar correctamente los residuos generados 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 PROYECTO

La situación y descripción general del proyecto está reflejado en el capítulo 2 del Documento 1: Memoria del presente Proyecto de Ejecución.

1.3 DESCRIPCION GENERAL DE LOS TRABAJOS

Las actividades a llevar a cabo y que van a dar lugar a la generación de residuos van a ser las siguientes:

- Actuaciones y tareas previas de preparación de los terrenos: desbroces etc.
- Realización de acopios, campamento de obra e instalación de medios auxiliares
- Movimiento de tierras: retirada de tierra vegetal, excavaciones (desmontes y terraplenes), accesos, movimientos y traslados de tierras
- Obra civil: cimentaciones, hormigonados, drenajes etc., edificio, instalación de edificios prefabricados....
- Montaje electromecánico: aparamenta eléctrica, servicios auxiliares etc
- Instalaciones asociadas al edificio y acabados
- Limpieza de obra y restauración

- Actividades auxiliares (oficina)

2. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

Durante los trabajos descritos se prevé generar los siguientes residuos, codificados de acuerdo a lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular (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 **ANEXO 1.1.1**, 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

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 fase de elección del emplazamiento y diseño del proyecto, de los movimientos de tierras a llevar a cabo.
 - Utilizar de las tierras sobrantes de excavación en la propia obra: rampas de acceso, rellenos, restauraciones etc. (De este modo se reduce el transporte para reutilización en otras zonas o para traslado a vertedero)
 - En los casos en que sea preciso el aporte de materiales de excavación, ajenos a la zona de la estación, controlar que los volúmenes aportados sean exclusivamente los precisos para los rellenos.

- Cerámicas mortero y hormigón:
 - Reutilización, en la medida de lo posible en la propia obra: rellenos

- 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 (ej. Botellas de SF6 vacías o medio llenas)
 - 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).
 - Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido.

- Tierras contaminadas
 - Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas:

- Disponer de bandeja metálica para almacenamiento de combustibles.
- 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. Si no es así colocar en una bandeja estanca o losa de hormigón impermeabilizada y con bordillo.
- Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido. No realizar llenados de máquinas de potencia sin estar operativos los fosos de recogida de aceite. Colocar recipientes o material absorbente debajo de todos los empalmes de tubos utilizados durante la maniobra, para la recogida de posibles pérdidas.
- Buenas prácticas en los trasiegos
- 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

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.

- 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.

En el campamento de obra, se procurará además segregar los RSU en las distintas fracciones (embases y embalajes, papel, vidrio y resto).

- Almacenamiento:

Desde la generación de los residuos hasta su eliminación o valorización final, éstos serán almacenados de forma separada en el lugar de trabajo, según vaya a ser su gestión final, como se ha indicado en el punto anterior.

Par 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 833/1988 y Ley 10/98), 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.
- 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 estación. 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.

Además de las zonas definidas, el campamento de obra deberá disponer de uno o más contenedores, con su correspondiente tapadera (para evitar la entrada del agua de lluvia) para los residuos sólidos urbanos (restos de comidas, envases de bebidas, etc.) que generen las personas que trabajan en la obra. Estos contenedores deberán estar claramente identificados, de forma que todo el personal de la obra sepa donde se almacena cada tipo de residuo.

En el croquis del **ANEXO 1.1.2** se muestran las zonas destinadas al almacenamiento de residuos. Estas zonas podrán ser redefinidas por el contratista que reflejará los cambios en el correspondiente Plan de residuos. Además, en dicho

plan se incluirá la descripción de los distintos 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.

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. Si no es posible se gestionará su entrega a una planta de compostaje y en último caso se trasladarán a vertedero controlado.

Excedentes de excavación, escombros, y excedentes de hormigón: como ya se ha comentado se 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.

Chatarra: se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones.

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” (**Modelo A012, adjunto en el ANEXO 1.1.3**). 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 **ANEXO 1.1.4** se incluye una estimación de los costes de la gestión de los residuos. 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 las cantidades estimadas en este estado del proyecto también se irán ajustando con el desarrollo del mismo.

Madrid, mayo de 2022

El Ingeniero industrial



David González Jouanneau

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA DE GATIKA Y LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE CIRCUITO SUBTERRÁNEA 400 kV

ANEXO 1.1.1 ESTIMACIÓN DE LAS CANTIDADES DE RESIDUOS A GENERAR

Madrid, mayo de 2022

Tipo de residuo	Código	Unidad	PARQUE		MÁQUINAS		TOTAL
			O.C.	MONTAJE	O.C.	MONTAJE	
Excedentes de excavación(*)	170101	M3	700,000	0,00	700,000	0,00	700,000
Restos de hormigón	170101	M3	29,05	0,00	48,00	0,00	84
Lodos fosas sépticas	200304	KG	1.416,00	0,00	792,96	377,60	5.596
Papel y cartón	200101	KG	72,62	0,00	0,00	320,00	858
Maderas	170201	KG	2.904,80	0,00	0,00	4.000,00	12.945
Plásticos (envases y embalajes)	170203	KG	101,67	0,00	0,00	320,00	889
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402	KG	508,34	0,00	416,00	4.800,00	12.759
Restos asimilables a urbanos	200301	KG	116,19	0,00	0,00	48,00	557
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si segregan)	150102/150104/150105/150106	KG	29,05	0,00	0,00	48,00	464
Trapos impregnados	150202*	KG	21,79	0,00	0,00	16,00	69
Tierras contaminadas	170503*	M3	17,43	0,00	0,00	0,00	19
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*	KG	31,95	0,00	0,00	24,00	158
Aceites usados	13020 *	L	20,00	0,00	20,00	0,00	50
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	KG	0,00	0,00	0,00	0,00	0

(*) La cantidad estimada se corresponde con los excedentes de excavación que no está previsto reutilizar en la propia obra.



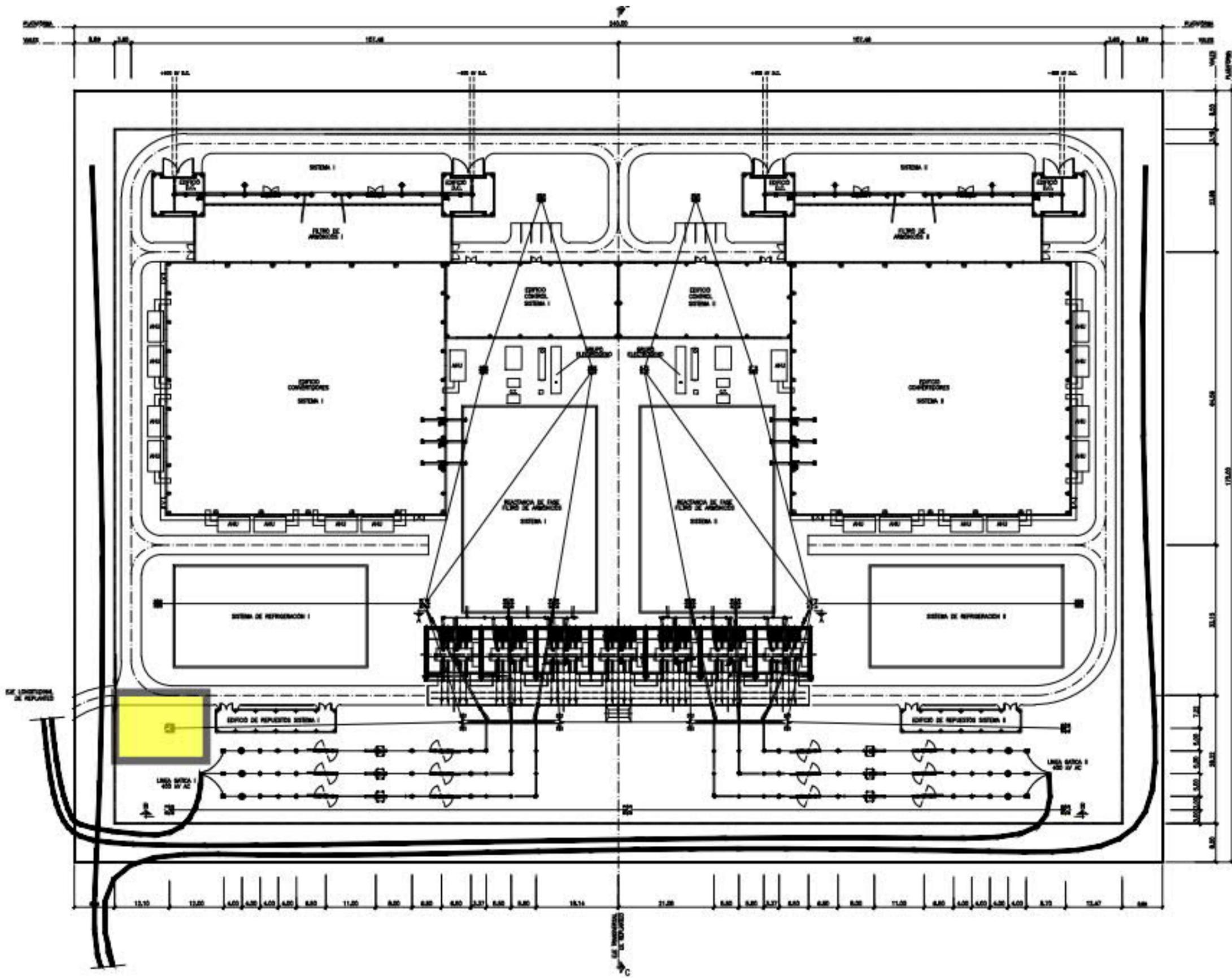
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA DE GATIKA Y LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE CIRCUITO SUBTERRÁNEA 400 kV

ANEXO 1.1.2 PLANO DE LAS ZONAS DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS

Madrid, mayo de 2022



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202101465. Fecha Visado: 23/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/verificacion>. Cod.Ver: 1155335.
 Nº Colegiado: 11729. Colegiado: DAVID GONZALEZ JOUANNEAU



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA DE GATIKA Y LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE CIRCUITO SUBTERRÁNEA 400 kV

ANEXO 1.1.3 MODELO A012

Madrid, mayo de 2022

A012 · Gestión de residuos generados en las obras de construcción

Año:	Proyecto:	Instalación:	Actividad:	Hoja de
------	-----------	--------------	------------	---------

Tipo de Residuo	Fecha (o periodo) de Generación	Cantidad Generada (1)	Tipo de Gestión (2)	Fecha de Gestión	Observaciones
NO PELIGROSOS:					
- ESCOMBROS			VERTEDERO AUTORIZADO		
- EXCEDENTES DE EXCAVACIÓN					
- RSU: restos de comida, plásticos..			CONTENEDOR MUNICIPAL		
- PAPEL Y CARTÓN					
- MADERAS					
- PLÁSTICOS					
- CHATARRAS					
- OTROS					
PELIGROSOS:					
- ACEITES USADOS					
- TRAJOS IMPREGNADOS CON GRASAS, DISOLVENTES, ETC.					
- ENVASES QUE HAN CONTENIDO SUSTANCIAS PELIGROSAS (Ver pictograma)					
- TIERRAS CONTAMINADAS					
OTROS					

Responsable del registro:

Firma:

Fecha: / /

(1) Para que la cuantificación en todo Red Eléctrica resulte más sencilla, se proponen las siguientes unidades a utilizar:

Restos vegetales	Kg	Excedentes de excavación	m ³	Escombros	Kg	Maderas	Kg
Papel y cartón	Kg	Chatarras	Kg	Vidrio	Kg	Envases de sust. Peligrosas	Kg
Trajos impregnados	Kg	Aceite usado	Litros	Suelos contaminados con hidrocarburos	m ³		

(2) especificar:



- Entrega a vertedero autorizado
- Entrega a particular
- Entrega a gestor autorizado
- Otro tipo de gestión (indicar cual)



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA DE GATIKA Y LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE CIRCUITO SUBTERRÁNEA 400 kV

ANEXO 1.1.4 ESTIMACIÓN DE LOS COSTES DE GESTIÓN

Madrid, mayo de 2022

Tipo de residuo	Código	Unidad	Precio/unidad	Cantidades	Coste
Excedentes de excavación	170504	m ³	7	700.000	119.000
Restos de hormigón	170101	m ³	7,4	50	370
Papel y cartón	150101/200101	kg	2	250	500
Maderas	170201	kg	1	1100	1.100
Plásticos (envases y embalajes)	170203	kg	5	140	700
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402	kg	1	300	300
Restos asimilables a urbanos	200301	kg	2	35	70
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (S)	150102/150104/150105/150106	kg	2	350	700
Tropos impregnados	150202*	kg	10	15	150
Tierras contaminadas	170503*	m ³	400	2	800
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*	kg	10	12	120
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	kg	0,013	1600	21
Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas..	170107	m ³	7,7	0	0
Maderas	170201	kg	0,025	0	0
Materiales cerámicos (aisladores)	170103	kg	0,014	0	0
Vidrio (aisladores)	170201	kg	0,014	0	0
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402	kg	0,006	0	0
Materiales de aislamiento que contienen amianto	170601*	kg	0,210	0	0
Materiales de construcción que contienen amianto (Uralitas)	170605	kg	0,210	0	0
Aceites usados sin PCBs (aislante)	130307*	kg	0,773	0	0
Aceites usados con PCBs	130301*	kg	2,600	0	0
Transformadores/equipos con PCBs	160209*/160210*	kg	3,333	0	0
Equipos que han contenido aceite	160213*	kg	0,970	0	0
Baterías Ni/Cd	160602*	kg	0,922	0	0
Baterías Pb	160601*	kg	0,864	0	0
Fluorescentes/lámparas de vapor de Hg	200121*	kg	3,500	0	0



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA DE GATIKA Y LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE CIRCUITO SUBTERRÁNEA 400 kV

ANEXO 2 ESTUDIO DE SEGURIDAD

Madrid, mayo de 2022

ÍNDICE

1.	MEMORIA.....	3
1.1	Objeto de este Estudio	3
2.	CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....	3
2.1	Situación y Descripción de la Obra	3
2.2	Presupuesto, Plazo de Ejecución y Mano de Obra.....	6
2.3	Control de accesos.....	6
2.4	Trabajos previos, interferencias y servicios afectados.....	7
2.5	Unidades constructivas que componen la Obra	7
	Movimiento de tierras.....	7
	Obra Civil.....	7
	Montaje de estructuras y equipos.....	8
2.6	Identificación de riesgos	9
	Organización de la Seguridad	11
	Principios Generales aplicables durante la Ejecución de la Obra	11
	Formación.....	12
	Medicina Preventiva.....	12
	Medios de Protección.....	12
2.7	Locales de descanso y servicios higiénicos	12
2.8	Disposiciones de Emergencia	13
	Vías de Evacuación	13
	Iluminación	13
	Instalaciones de suministro y reparto de energía.....	13
	Ventilación	14
	Ambientes nocivos y factores atmosféricos	14
	Detección y lucha contra incendios	14
	Primeros auxilios.....	14
2.9	Plan de seguridad.....	14
3.	PLIEGO DE CONDICIONES	15
3.1	Normativa legal de aplicación	15
3.2	Normativa interna de INELFE	15
4.	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD.....	16
5.	CROQUIS Y FICHAS TÉCNICAS.....	17

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 explanación, obra civil y montaje electromecánico a realizar en la estación convertidora de Gatika 400 kV C.A. / \pm 400 kV C.C. Facilitando la aplicación que la Dirección Facultativa debe realizar de tales medidas, conforme establece el R.D. 1627/97 por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad en las Obras de Construcción.

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 se incluye como anexo a todos los contratos firmados entre Inelfe, S.A.S. y las Empresas Contratistas que intervengan en la Obra.

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.

INELFE 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

La estación convertidora estará situada en el término municipal de Gatika

Las condiciones climáticas y geotécnicas del punto de instalación son:

Altura del terreno	113 m
Tipo de Zona	A
Temperaturas extremas	+ 40° C/-25° C
Velocidad máxima del viento	140 km/h
Contaminación ambiental	Alta
Nivel de niebla	Media
Publiometría	Media

La obra básicamente consiste en la construcción de dos sistemas de conversión de corriente alterna en corriente continua y viceversa. Para ello habrá que realizar la explanación de una plataforma para contener los dos sistemas de conversión, viales y vallado perimetral.

Ambos sistemas de conversión dispondrán:

- Un parque de 400 kV
- Un banco de transformadores de potencia 400/420 kV de 3x350 MVA de potencia.
- Un parque de 420 kV
- Un convertidor
- Un parque de continua.

Para ello se procederá a realizar las siguientes actividades:

- Realización del movimiento de tierras necesario, para construir la plataforma sobre la que se montará la estación convertidora.
- Realización de la red de tierras.
- Realización de las cimentaciones necesarias para la instalación de la estructura metálica de soporte de la aparamenta y de los pórticos de conexión con la subestación.
- La construcción de dos edificios (Edificios de Control) destinados a albergar los equipos de control y de maniobra de la instalación principal, así como los sistemas de alimentación de los servicios auxiliares.
- La construcción de dos edificios (Edificios de Convertidores) destinados a albergar los equipos (transistores IGBTs) encargados de transformación la corriente alterna en continua y viceversa.
- Se construirán canales cables de reducida profundidad que unirán el parque con los edificios de control.
- Montaje de embarrados principales y embarrado altos.
- Montaje de la aparamenta y de los embarrados de conexión correspondientes a los dos sistemas de conversión.
- Se dispondrán las cajas de centralización para los transformadores de medida.
- Realización del sistema de alumbrado.
- Realización del cerramiento perimetral de la estación.

La disposición física de los elementos del parque responde a las siguientes características:

Parque sistema de corriente alterna 400 kV

-	Entre ejes de conductores tendidos	6.400 mm
-	Altura de tendidos altos	21.450 mm
-	Altura de barras piloto para conexión alta tensión	16.410 mm

Parque sistema de corriente continua

-	Entre ejes de aparellaje (en exterior, previo al paso de tres hilos a uno)	7.500 mm
-	Altura de embarrados en exterior entre pasamuros y bobinas	6.650 mm
-	Altura de embarrados de paso de tres hilos a un hilo en las bobinas	3.250 mm
-	Altura de embarrados altos en exterior (unión de apartamenta)	8.100 mm
-	Altura de embarrados altos en interior (a la salida de los convertidores)	6.780 mm (*)
-	Altura de embarrados bajos en interior (unión de dos ramas por fase)	3.430 mm (*)

*Altura sobre suelo de edificio

Comunes

-	Anchura de vial transformador	5.000 mm
-	Anchura de vial longitudinal	4.000 mm
-	Anchura de vial transversal	3.000 mm
-	Altura de gálibos en viales secundarios	4.000 mm

2.2 Presupuesto, Plazo de Ejecución y Mano de Obra

La Obra adjudicada a Contratistas se estima en los siguientes valores

Actividad contratada	Presupuesto (K€)	Jornadas - hombre Previstas	Plazo ejecución (meses)
Movimiento de tierras	2040	840	7
Construcción Edificios	25568	3150	9
Obra Civil del parque	6392	360	5
Montaje de la estructura	2000	180	5
Montaje de la apartamenta	2000	300	5
Montaje en b.t.	2300	420	5
Presupuesto adjudicado	40300	Kilo €uros	
Volumen mano de obra estimada	5250	Jornadas - hombre	
Punta de trabajadores	50	Trabajadores	

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 el Volumen de Mano de Obra supere 500 jornadas - hombre
- Cuando la duración sea superior a 30 días y haya 20 o más trabajadores

Se procede a elaborar este Estudio de Seguridad y Salud.

2.3 Control de accesos

Dado que la situación de la estación, está cercana a núcleos urbanos o zonas de paso, la presencia de personal ajeno a la obra no es improbable. Por lo tanto, el cerramiento perimetral se realizará tan pronto como sea posible.

En el portón de acceso se dispondrán señales informativas de riesgo.

2.4 Trabajos previos, interferencias y servicios afectados

Los trabajos de Explanación y Movimiento de tierras no estarán interferidos por ningún otro. Los trabajos de Obra Civil no estarán interferidos en su mayor parte con ningún otro, si bien en la fase final interferirán con el inicio de los trabajos de montaje.

2.5 Unidades constructivas que componen la Obra

Movimiento de tierras

Consiste en preparar el terreno a fin de disponerlo en condiciones para ubicar los elementos componentes de la estación. El movimiento de tierras abarcará la plataforma completa del parque de 400 kV C.A., parque de 420 kV C.A. y parque de continua, las zonas de los edificios y los accesos.

Básicamente se utilizará maquinaria pesada de explanación y retirada de tierras.

Acopio

Los materiales y equipos a instalar, provenientes de los suministradores se descargarán con medios mecánicos.

Se almacenarán en la campa situada en la propia estación, en ubicación estable, apartado de las posiciones en construcción y donde no interfiera en el desarrollo posterior de los trabajos.

Drenajes y saneamientos

La red cubrirá todo el parque, incluidas las calles nuevas. Se realizará con tubo drenante en distribución que no produzca un efluente masivo. La zanja principal alcanzará en su punto más bajo una profundidad que se estima en 1,5 m.

Obra Civil

Consiste en la realización de dos edificios de control, cuatro edificios de convertidores, cuatro edificios para los polos de continua, dos edificios de repuestos y muros cortafuego, los cuales se construirán sucesivamente.

Se dispondrá de campa de almacenaje de materiales de construcción en zona que no interfiera a los restantes trabajos y a las vías de circulación de vehículos.

La preparación de armaduras de encofrados se ubicará fuera las zonas de paso.

Cimentaciones de soportes

Las cimentaciones para los pórticos y estructuras soportantes de la nueva apartamentada y de las cajas de centralización se realizarán en dados de hormigón en masa.

Canales de cables

Se diseñan para proteger los cables de control y fuerza en su recorrido desde los mandos de cada equipo a las casetas de relés y desde estas últimas hasta el edificio de control. Los canales de cables serán hormigonados in situ.

Edificios de Control

Será de planta rectangular construido con muros de fábrica con bloques de hormigón armado y forjados planos. La solera del suelo será de falso suelo en las salas de equipos eléctricos y pavimento de hormigón industrial en las salas de taller y auxiliares.

Edificios de convertidores

Deberán construirse dos edificios simétricos uno del otro, con los huecos necesarios para la conexión de los bujes a los convertidores. Cada edificio constará de una sala de convertidores con puente grúa de 2.5 t de capacidad.

La solera/losa de hormigón deberá tener adicional al armado de acero requerido, una malla de acero soldada consistente de una retícula de alambre de 50 x 50 mm de lado con hilos de 3 mm de diámetro, cada punto de cruce debe ser una unión soldada, los lados traslapados deben tener soldadura sobre toda la longitud traslapada.

Edificio para terminales de corriente continua

Se construirán cuatro edificios para albergar las botellas terminales de los cables de corriente continua (dos por cada sistema). Dispondrán de una única sala donde se situarán los terminales de continua. Estarán diseñados de manera que se pueda disponer en su interior un polipasto de 2.5 t de capacidad.

Montaje de estructuras y equipos

En esta fase se instalarán los pórticos, embarrados altos, las estructuras soportantes de los equipos, los propios equipos y los embarrados de conexión.

Se planificarán las actividades de montaje de forma que no interfieran entre sí y especialmente se cuidará que no afecten a las de Obra Civil que aún persistan.

Las estructuras metálicas y soportes de la aparamenta se construirán con perfiles normalizados de alma llena.

Trabajos de cableado y trabajos en b.t

El tendido de cables de fuerza y control desde los equipos del parque a los edificios se realizará manualmente siguiendo el trazado marcado por los canales.

El montaje de los equipos de Control, Protecciones, Comunicaciones y Medidas se realizará simultáneamente a los trabajos de cableado.

Puesta en Servicio

Se prevé que la puesta en servicio se realice por fases terminadas conectando eléctricamente la nueva instalación a la red eléctrica.

Las calles y equipos puestos en servicio se delimitarán y se aislarán, de forma que permitan la ejecución de las posteriores fases de trabajo, si éste fuera el caso.

2.6 Identificación de riesgos

Las Empresa adjudicatarias de las obras han de considerar que la evaluación de los riesgos asociados a cada una de las actividades de construcción de Subestaciones supone el análisis previo de:

- Las condiciones generales del trabajo, 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.

Por ello las Empresas Contratistas adjudicatarias de los trabajos deben disponer de una Evaluación de Riesgos genérica concerniente a sus trabajos.

No obstante se prevé que los riesgos que se pueden presentar son:

<i>Situaciones pormenorizadas de riesgo</i>	
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos, por existencia de vertidos o líquidos, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.).
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles, desde andamios y plataformas temporales, desniveles, huecos, zanjas, taludes, desde estructuras pórticos.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas o de elementos manipulados con aparatos elevadores.
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos, desplome de muros o hundimiento de zanjas o galerías
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos, contra objetos móviles, golpes por herramientas manuales y eléctricas.
Maquinaria automotriz y vehículos	Atropello a peatones, choques y golpes entre vehículos, vuelco de vehículos y caída de cargas
Atrapamientos por mecanismos en movimiento	Atrapamientos por herramientas manuales, portátiles eléctricas. Atrapamientos por mecanismos en movimiento.
Cortes	Cortes por herramientas portátiles eléctricas o manuales y cortes por objetos superficiales o punzantes.
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Contactos térmicos	Contactos con fluidos o sustancias calientes / fríos. Contacto con proyecciones.
Contactos químicos	Contacto con sustancias corrosivas, irritantes/ alergizantes u otras.
Contactos eléctricos	Contactos directos, indirectos o descargas eléctricas
Arcos eléctricos	Calor, proyecciones o radiaciones no ionizantes.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar, tirar de objetos. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases.
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables. Focos de ignición, proyecciones de chispas o partículas calientes.
Confinamiento	Golpes, choques, cortes o atrapamientos por espacio reducido. Dificultades para rescate.
Tráfico	Choques entre vehículos o contra objetos fijos Atropello de peatones o en situaciones de trabajo Vuelco de vehículos por accidente de tráfico.
Agresión de animales	Picadura de insectos, ataque de perros o agresión por otros animales.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor o al frío Cambios bruscos de temperatura.
Radiaciones no ionizantes	Exposición a radiación ultravioleta, infrarroja o visible.
Carga física	Movimientos repetitivos. Carga estática o postural (espacios de trabajo) o dinámica (actividad física). Condiciones climáticas exteriores.
Carga mental	Distribución de tiempos. Horario de trabajo

Organización de la Seguridad

Coordinador en Materia de Seguridad y Salud

Las tareas de Obra Civil y Montaje Electromecánico si bien estarán programadas en su mayor parte en periodos distintos, pueden que en algún momento interfieran entre sí, por lo que si así fuera sobre la base del Art. 3 del R.D. 1627, INELFE en su calidad de Promotor procederá a nombrar Coordinador en Materia de Seguridad.

Jefes de Trabajo de las Empresas Contratistas

Las personas que ejerzan in situ las funciones Jefes dirigiendo y planificando las actividades de los operarios garantizarán que los trabajadores conocen los principios de acción preventiva y velarán por su aplicación.

Vigilante de Seguridad 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 Vigilante de Seguridad para los trabajos, bien a tiempo total o compartido, con formación en temas de Seguridad (cursillo, prueba, etc.) o con suficiente experiencia para desarrollar este cometido.

Quien actúe como Jefe de Obra organizará la labor del Vigilante y pondrá a su disposición los medios precisos para que pueda desarrollar las funciones preventivas.

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 y en particular:

- a) Garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada pueden acceder a las zonas de riesgo grave o específico.
- b) Dar las debidas instrucciones a los empleados.
- c) El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- d) La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- e) El mantenimiento de los medios y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra.
- f) La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de trabajo.
- g) La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- h) 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.

- i) La cooperación entre INELFE y el Contratista.

Formación

El personal de la Empresa Contratista que sea habitual en estos trabajos debe estar instruido en Seguridad. 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.

Los operarios que realicen trabajos con riesgo eléctrico tendrán la categoría de “personal autorizado o cualificado” para las funciones que le asigna el R.D. 614/2001.

Medicina Preventiva

La Empresa Contratista queda obligada a aportar a la obra trabajadores con reconocimiento médico realizado. Si como consecuencia de este reconocimiento fuera aconsejable el cambio de puesto de trabajo, la Empresa Contratista queda obligada a realizarlo.

En cualquier momento INELFE podrá solicitar certificados de estos reconocimientos.

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.

2.7 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 de los locales y servicios higiénicos necesarios.

Si se utilizasen instalaciones permanentes existentes en la instalación, no será preciso dotar a la Obra de instalaciones temporales. Esta circunstancia será reflejada en el Plan de Seguridad.

2.8 Disposiciones de Emergencia

Vías de Evacuación

Dadas las características de la obra, trabajos en exterior y edificios de pequeñas dimensiones no es necesario la definición de vías o salidas de emergencia para una posible evacuación.

Si en la construcción del edificio de control estima la presencia de más de 20 trabajadores, se realizará un plano con las distintas vías de evacuación que serán definidas teniendo en cuenta el número de los posibles usuarios, que deberá instalarse en un lugar visible a la entrada del edificio. Además, se instalará señalización indicando las diferentes vías de emergencia con la mayor prontitud posible.

Cuando sea necesario, la decisión de la evacuación del lugar trabajo será tomada por el Coordinador de Seguridad, y en el caso de que no esté presente, del supervisor de REE. Siendo el punto de reunión el portón principal de entrada a la estación.

Dado el limitado número de personas que se prevén van a coincidir en la Obra y la no existencia de recintos cerrados no se considera necesario establecer Equipos de Evacuación ni realizar simulacros al respecto.

Iluminación

Al tratarse de trabajos que se realizarán a la intemperie y en horario diurno, no será necesaria la instalación de alumbrado.

En el caso, que se realicen trabajos en horario nocturno, se instalará un sistema de alumbrado adecuado al trabajo que se va a realizar y que incluirá las vías de acceso 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).

Instalaciones de suministro y reparto de energía

Se instalará un grupo electrógeno para el suministro de la energía eléctrica.

Las instalaciones de suministro y reparto de energía en la obra deberán 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.

Cuando se trate de instalaciones eléctricas el acceso a las partes activas de las mismas quedará limitado a trabajadores autorizados o cualificados.

Ventilación

No se prevé la necesidad de realizar controles de ventilación dado el tipo de obra.

Ambientes nocivos y factores atmosféricos

Dado que se trata de un trabajo a la intemperie, la planificación de tareas que requieran un consumo metabólico alto se planificarán para que no coincidan con los periodos de temperatura extremos.

En caso de tormenta eléctrica se suspenderán los trabajos.

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (gases, vapores, polvo,...), sin la protección adecuada.

Detección y lucha contra incendios

No se prevé en la obra la existencia de carga térmica elevada, para facilitarlos se mantendrán adecuadas condiciones de orden y limpieza.

La Obra dispondrá de extintores la cantidad suficiente. Los extintores deberán situarse en lugares de fácil acceso.

No existirán B.I.E. Al no disponer el recinto de acometida de aguas.

El sistema de detección de incendios en los edificios se instalará en cuanto el avance de la Obra lo permita.

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 dispondrá de un botiquín de obra para prestar primeros auxilios. Asimismo deberá estar disponible en la obra un vehículo, para evacuar a un posible accidentado.

El Contratista expondrá, para conocimiento de todos sus trabajadores la dirección de los Centros de Asistencia más próximos.

2.9 Plan de seguridad

El Plan de Seguridad que elabore la Empresa adjudicataria de los trabajos debe establecer su forma particular de ejecutarlos, debe ser un documento ajustado a las situaciones de riesgos previsibles en la Obra.

El Plan de Seguridad una vez aprobado debe ser el documento aplicable en Obra, para lo cual debe permanecer en poder del Jefe de Trabajo y del Coordinador de Seguridad.

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1 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

Ley 54/03 de 12 de Diciembre de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.

R.D. 1627/97 de 24 de Octubre sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción

RD 171/04 de 30 Enero, por el que desarrolla el Art. 24 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

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

R.D. 486/97 de 14 de Abril sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo

R.D. 487/97 de 14 de Abril sobre Manipulación Manual de Cargas

R.D. 773/97 de 30 de Mayo sobre Utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual

O.M. de 18 de Octubre de 1984. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

3.2 Normativa interna de INELFE

La ejecución de la Obra queda igualmente condicionada por la normativa de REE que se referencia, a efectos de aspectos más generales que aplican a la Obra.

TM-001 Organización de la Seguridad en los Trabajos en instalaciones de A.T.

IM-002 Medidas de Seguridad en instalaciones de A.T. para trabajos sin tensión.

IM-013 Medidas de seguridad en trabajos en instalaciones de BT

AM-004 Aplicación de la línea de seguridad para trabajos en alturas

AM-005 Trabajos de mantenimiento manual y mecánica

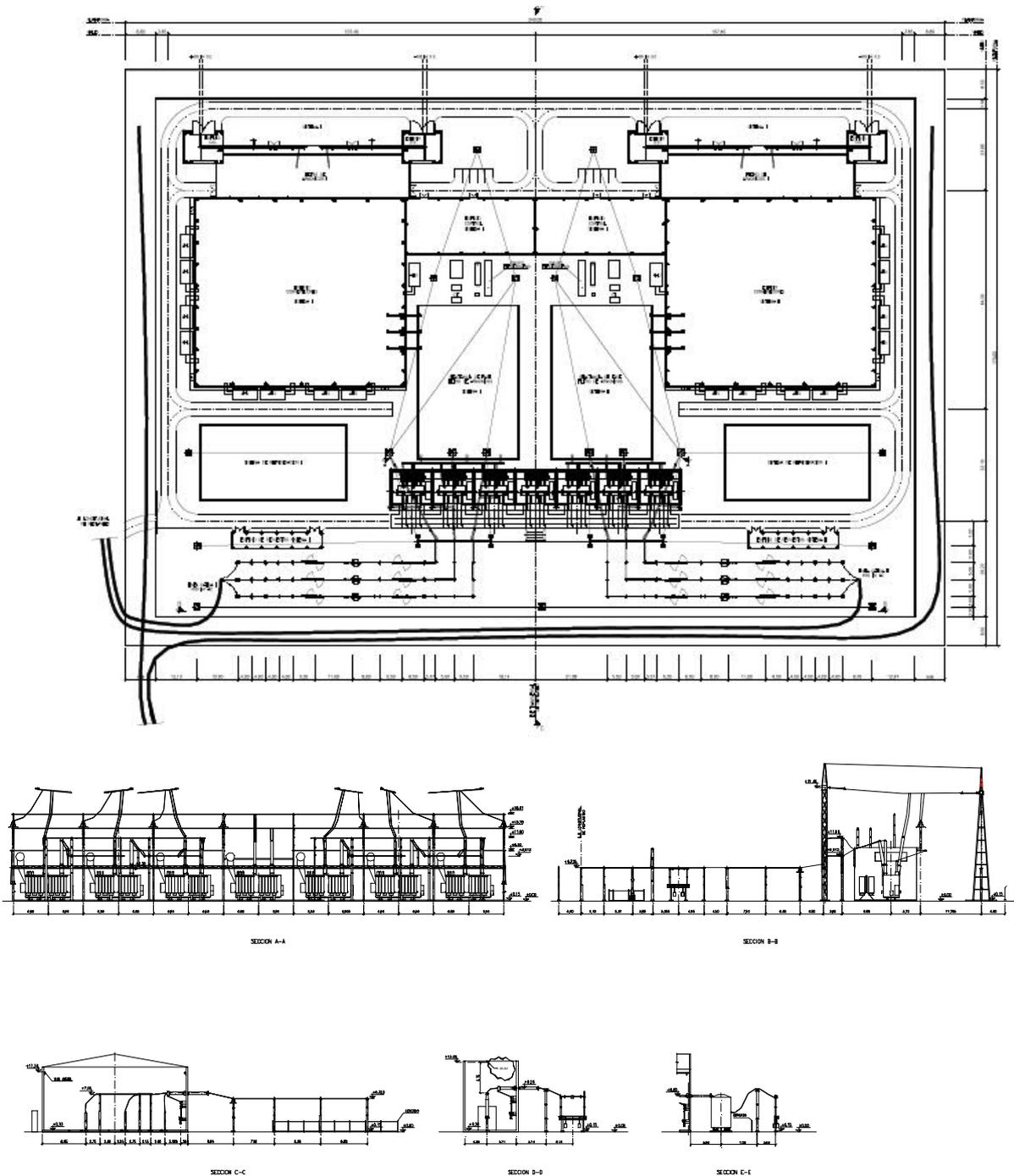
4. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

Estación convertora Gatika					
Duración del trabajo: (meses)		25			
Operarios previstos:		50			
Material de asignación personal					
Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Unidades equiv.	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Casco de protección	2	208	5,11	1.063
2	Botas de seguridad	4	417	46,58	19.424
3	Botas de agua.	2	208	38,43	7.993
4	Guantes de trabajo.	36	3750	4,38	16.425
5	Arnés de cintura o completo	0,5	52	146,12	7.598
6	Dispositivos anticaída y compl.	0,5	52	90,29	4.695
7	Trajes impermeables.	2	208	28,33	5.893
8	Gafas antiimpactos.	6	625	4,78	2.988
9	Pantalla de protección facial	2	208	9,44	1.964
10	Pantallas y gafas para soldadura	1	104	7,81	812
11	Mandiles, polaina, guantes soldadura	1	104	26,38	2.744
12	Ropa de trabajo	2	208	69,20	14.394
				Coste Parcial	85.993
Material de asignación colectiva					
Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Unidades equivalentes	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Cuerda 100m Línea de Seguridad	4	8	107,94	864
2	Complementos uso Lin. Seg.	10	21	120,05	2.521
3	Malla perforada de delimitación	1.000	2083	0,49	1.021
4	Cinta o cadena de delimitación	1000	2083	0,04	83
5	Señales de obligación e informativas	60	125	3,01	376
6	Botiquín primeros auxilios	2	4	18,06	72
7	Tablero o camilla evac. accidentados	1	2	253,80	508
8	Extintores	4	8	30,80	246
				Coste Parcial	5.691
Formación + Medicina preventiva					
Nº de orden	Concepto		Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios		50	34,00	1.700
2	Reconocimientos médicos		50	30,50	1.525
				Coste Parcial	3.225
				Total	94.909

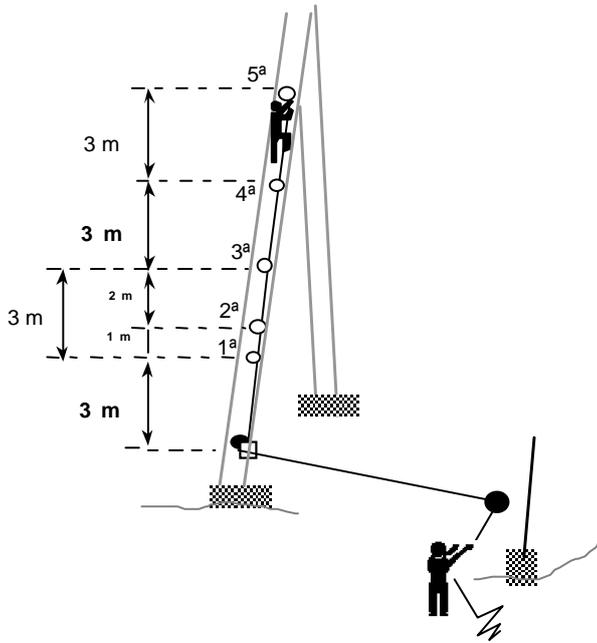
Asciende este Presupuesto de Seguridad a la cantidad de NOVENTA Y CUATRO MIL, NOVECIENTOS NUEVE EUROS.

5. CROQUIS Y FICHAS TÉCNICAS

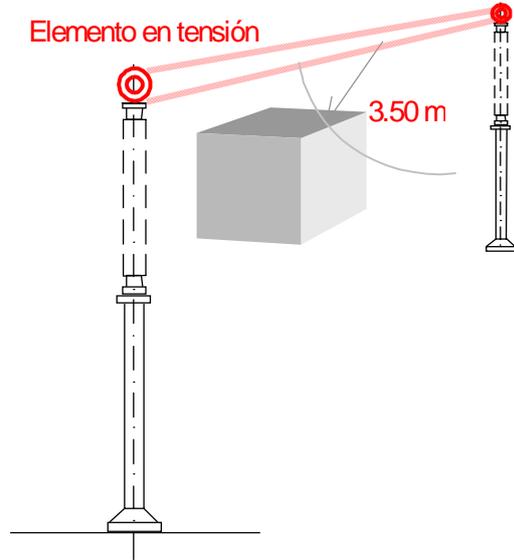
Se deberán tener en cuenta los planos incluidos en el documento nº 3 PLANOS, de este Proyecto de Ejecución. Además, se deben considerar los siguientes croquis:



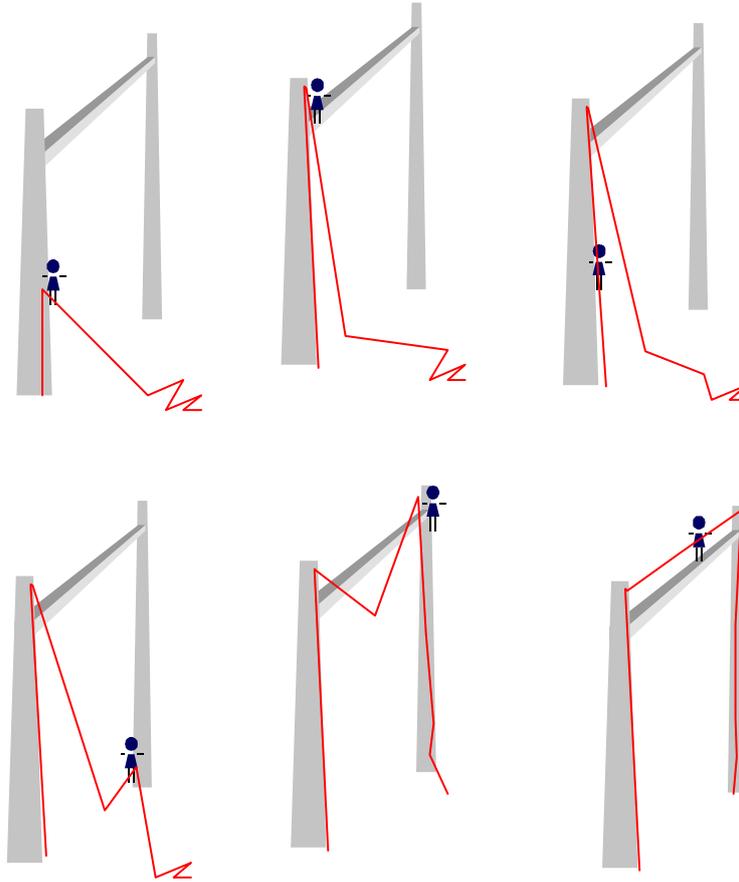
Indicación de Zona de actuación de Personal Cualificado y Límite de Aproximación de maquinaria a elementos en tensión (400 kV).



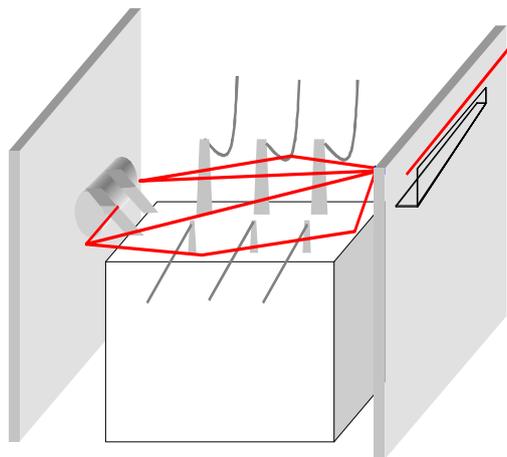
Esquema de utilización de la Línea de Seguridad



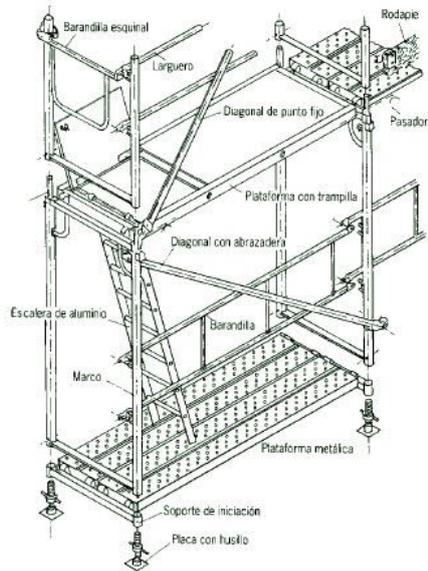
Instalación de línea de seguridad en pórticos



Instalación de la línea de seguridad en transformadores y reactancias



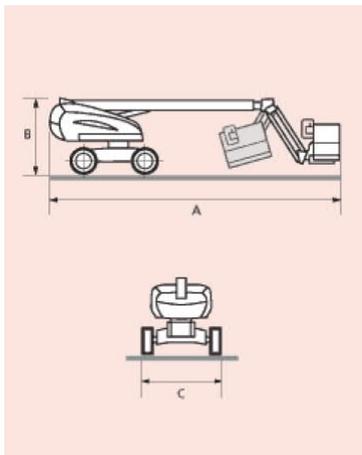
Esquemas de un andamio fijo prefabricado sistema modular



Andamios no permitidos



Se utilizarán grúas cestas preferentemente



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	

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero industrial



David González Jouanneau
Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones
Red Eléctrica de España, S.A.U.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA DE GATIKA Y LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE CIRCUITO SUBTERRÁNEA 400 kV

ANEXO 3 CAMPOS MAGNÉTICOS

Madrid, mayo de 2022

Índice

1.	OBJETO.....	3
2.	NORMATIVA VIGENTE	3
3.	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS	4
4.	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO	4
5.	RESULTADOS	10
6.	EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS	11
7.	CONCLUSIONES	11
8.	REFERENCIAS.....	12

1. OBJETO

El objeto de este estudio es estimar las emisiones de campo magnético en el exterior accesible por el público del parque de 400 kV AIS del proyecto tipo, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento de la subestación pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

El cálculo se circunscribe al parque de 400 kV AIS del proyecto tipo según se observa en la figura 4.

Respecto a la Estación convertidora el fabricante adjudicatario garantizará el cumplimiento de los campos magnéticos generados a la frecuencia industrial de 50 Hz, siendo el límite establecido de 100 microteslas (100 μ T).

2. NORMATIVA VIGENTE

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” (RAT). Este nuevo Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el “Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas”, adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μ T).

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

1. ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
2. ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
3. ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

En relación al campo magnético generado por los transformadores de potencia, se aplica la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, “Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia”.

Aunque la medida de campos magnéticos no es objeto del presente documento, a continuación se indican las normas aplicables a la misma:

1. Norma UNE 20833 de abril de 1997: “Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial”.
2. Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. “Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general”.
3. Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. “Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida”.
4. Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. “Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements”.

3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Para la elaboración del análisis del campo magnético, se ha desarrollado una aplicación que realiza la simulación y cálculo del campo magnético en los puntos deseados de la instalación y su entorno.

La aplicación desarrollada está realizada sobre Matlab/Octave. El cálculo está basado en un cálculo analítico (Biot y Savart de un segmento) realizado sobre el conjunto de conductores 3D de una subestación, discretizados a segmentos rectilíneos, y sobre un periodo de onda completo para obtener valores eficaces. Se tienen en cuenta los diferentes desfases entre fases o motivados por la presencia de un transformador. La misma metodología ha sido empleada con buenos resultados en otros estudios publicados [1], [2], [3].

A modo de validación de la aplicación se han calculado los ejemplos descritos en la Norma UNE-EN 62110, obteniéndose los mismos resultados que en dicha norma. El desarrollo de estos cálculos se recoge en el anexo a este documento.

El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE-CLC/TR-50453. De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envolventes de la aparamenta eléctrica, quedando el cálculo por el lado de la seguridad.

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores de la subestación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, de forma que se obtiene el máximo campo magnético. El estado de carga máximo planteado es técnicamente posible de alcanzar, pero difícil que se produzca en realidad, y en todo caso durante un breve espacio de tiempo.

En ocasiones, debido a la topología de la instalación, no es posible determinar las corrientes por todos los tramos de las diferentes posiciones. Para estos casos se estiman las corrientes por dichos tramos que den lugar a los campos más desfavorables.

Los resultados obtenidos se presentan en los límites exteriores de la subestación accesibles por el público, considerándose para el cálculo una distancia de 0,2 m del vallado y a una altura de 1 m, según UNE-EN 62110. De igual forma, se facilita el cálculo del campo B en toda la superficie de la subestación a una altura de 1 m a efectos informativos.

4. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO

Estación convertora 400 kV.

En referencia a la estación convertora el fabricante adjudicatario de la estación convertora garantizará el cumplimiento de los campos magnéticos generados a la frecuencia industrial de 50 Hz, siendo el límite establecido de 100 microteslas (100 μ T).

El fabricante adjudicatario de la estación convertora garantizará el cumplimiento de los campos magnéticos de los diferentes elementos así como en su conjunto.

El parque de 400 kV AIS del proyecto tipo tiene las siguientes características:

Nivel de 400 kV.

- TipoIntemperie convencional
- TopologíaInterruptor y medio
- Posiciones de línea4
- Posiciones de transformador2
- Posiciones de barras.....2
- Posiciones de reactancia1

- Superficie aprox. del parque27830 m²

El estado de carga considerado consiste en considerar las líneas 1 y 3 aportando su máxima potencia, los dos transformadores 400/220 kV evacuando su potencia máxima, la línea 2 evacuando su potencia máxima, y la línea 4 evacuando la potencia que no ha sido evacuada por los transformadores y la línea 2, hasta completar el total de la potencia aportada por las líneas 1 y 3. La reactancia consume su máxima potencia reactiva.

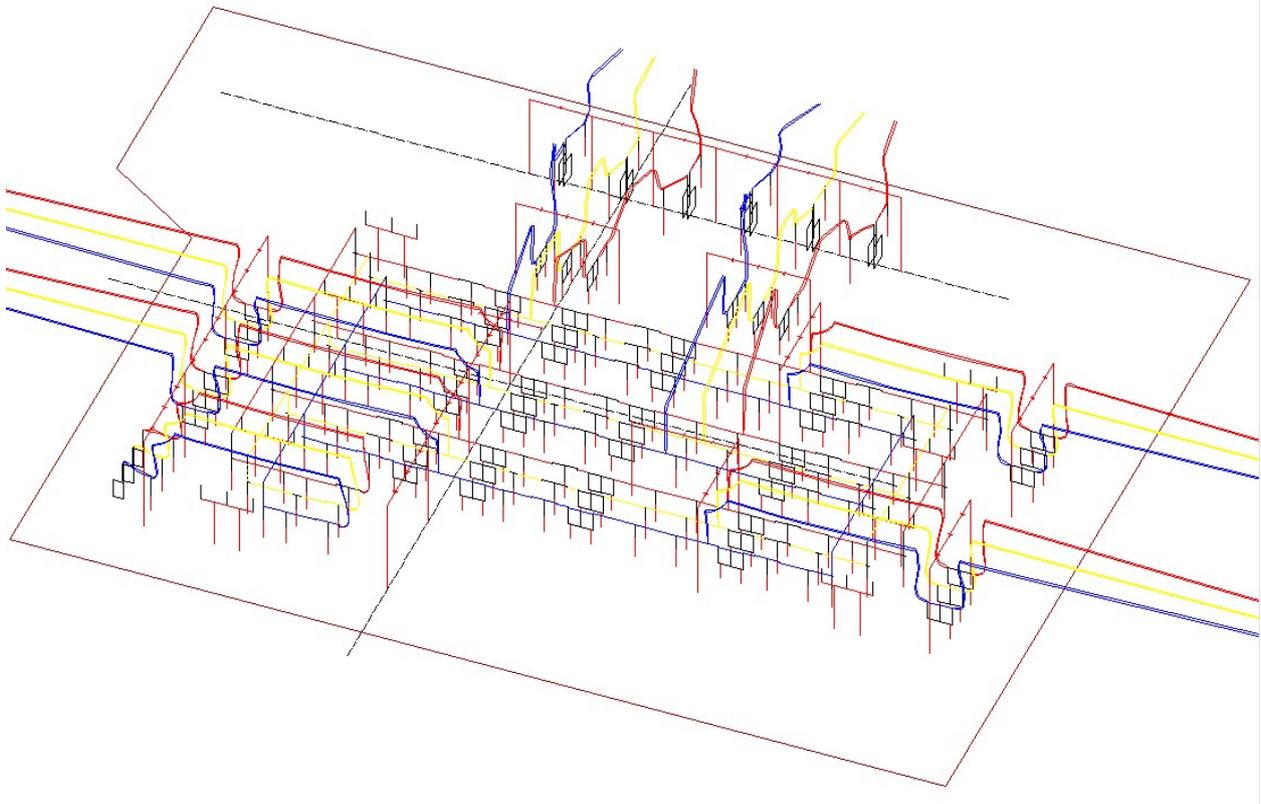


Fig 1: Modelo 3D de los cables de la instalación.

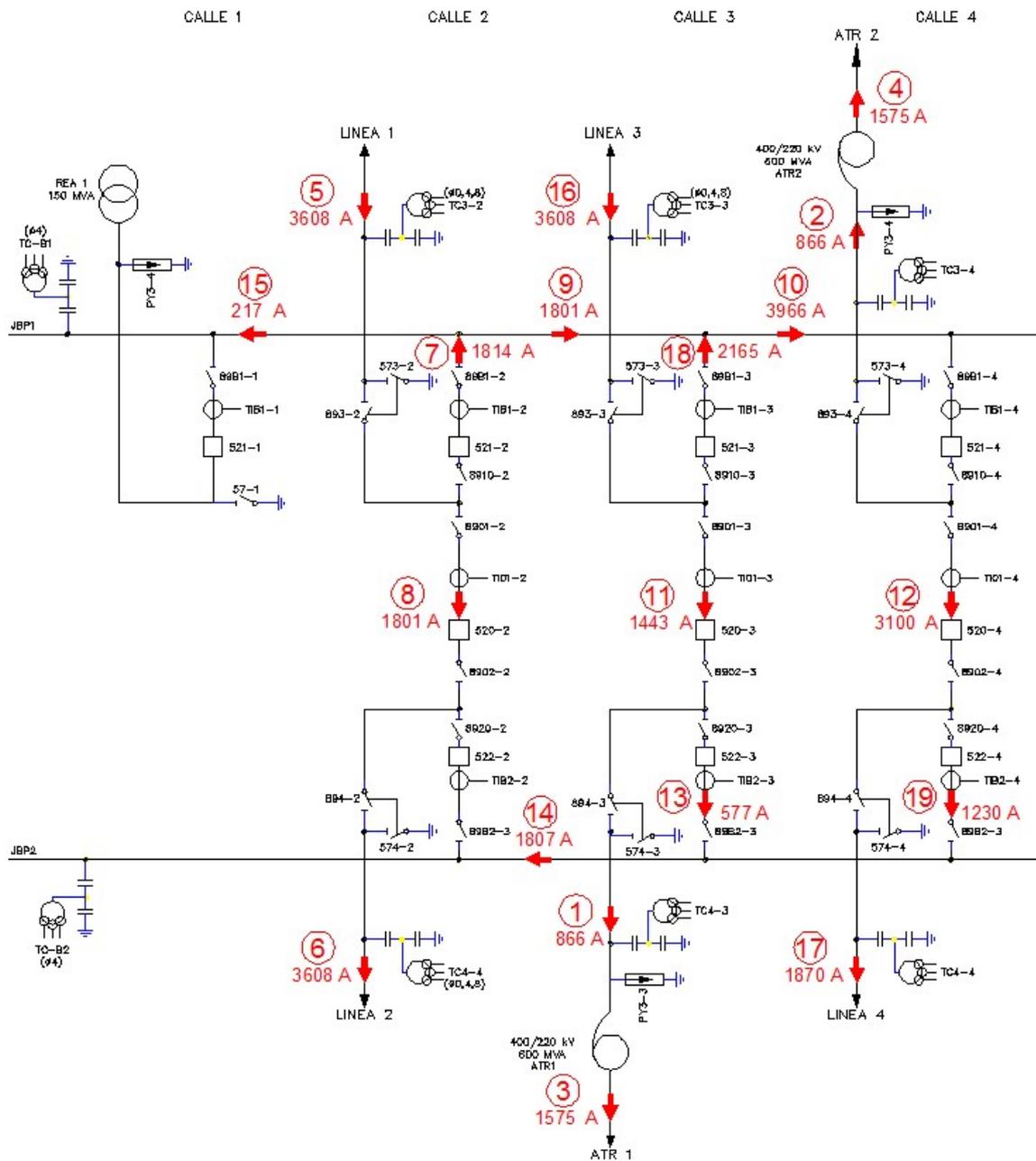


Fig 2: Unifilar con intensidades consideradas

Las intensidades consideradas para el cálculo del campo magnético son las siguientes:

POSICIÓN O TRAMO	REF.	INTENSIDAD (A)	FASE (º)	TIPO
TRAFO 1 400 kV	1	866 ₍₂₎	0	Trifásica equilibrada
TRAFO 2 400 kV	2	866 ₍₂₎	0	Trifásica equilibrada
TRAFO 1 220 kV	3	1575 ₍₂₎	0	Trifásica equilibrada

TRAFO 2 220 kV	4	1575 ⁽²⁾	0	Trifásica equilibrada
LÍNEA 1	5	3608 ⁽¹⁾	-3.4	Trifásica equilibrada
LÍNEA 2	6	3608 ⁽¹⁾	0	Trifásica equilibrada
CALLES 2 - BARRAS 1	7	1814	-6.9	Trifásica equilibrada
CALLE 2	8	1801	0	Trifásica equilibrada
BARRAS 1: CALLE 2- CALLE 3	9	1807	0	Trifásica equilibrada
CALLE 4 – BARRAS 1	10	3966	0	Trifásica equilibrada
CALLE 3	11	1443	0	Trifásica equilibrada
CALLE 4	12	3100	0	Trifásica equilibrada
CALLE 3 – BARRAS 2	13	577	0	Trifásica equilibrada
CALLE 2 – BARRAS 2	14	1807	0	Trifásica equilibrada
REACTANCIA	15	217 ⁽³⁾	-90	Trifásica equilibrada
LÍNEA 3	16	3608 ⁽¹⁾	0	Trifásica equilibrada
LÍNEA 4	17	1870	0	Trifásica equilibrada
CALLE 3 – BARRAS 1	18	2165	0	Trifásica equilibrada
CALLE 4 – BARRAS 2	19	1230	0	Trifásica equilibrada

- (1) Intensidad correspondiente a la capacidad de transporte máxima de la línea, 2500 MVA.
(2) Intensidad correspondiente a la potencia máxima del transformador, 600 MVA.
(3) Intensidad correspondiente a la potencia máxima de la reactancia, 150 MVA.

El Real Decreto 1066/2001 aconseja tomar medidas que limiten las radiaciones de campo eléctrico y magnético. En el caso que nos ocupa, las distancias existentes entre los equipos eléctricos y el cierre de la instalación, permiten reducir los niveles de exposición al público en general por debajo de los límites establecidos en el Real Decreto.

No se consideran las aportaciones del parque adyacente de 220 kV, salvo los representados en la figura 3.

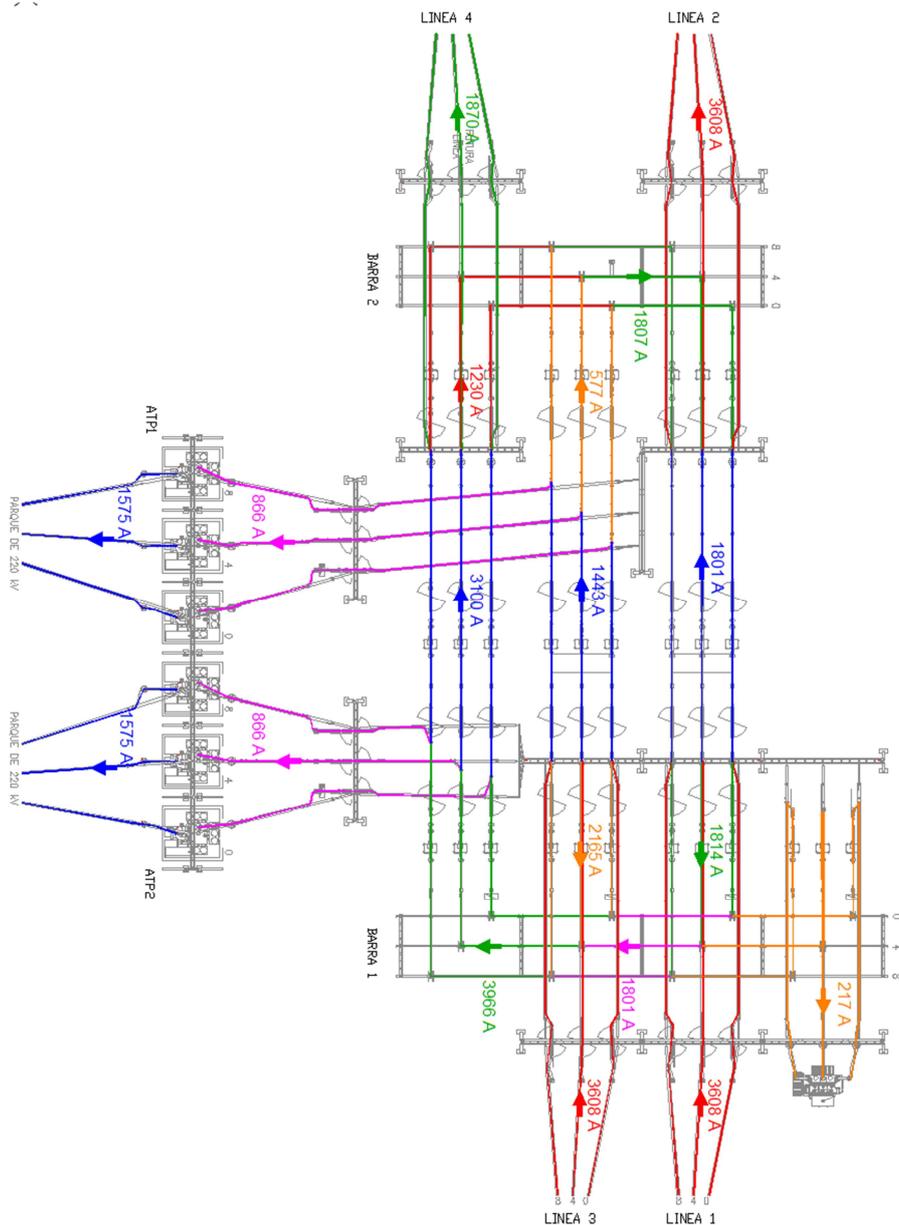


Fig 3: Intensidades estimadas para cálculo de campo magnético

Para la introducción de la topología del parque se ha partido de los planos de planta general del parque y cortes de las calles, así como la potencia de los transformadores y potencia máxima de las líneas.

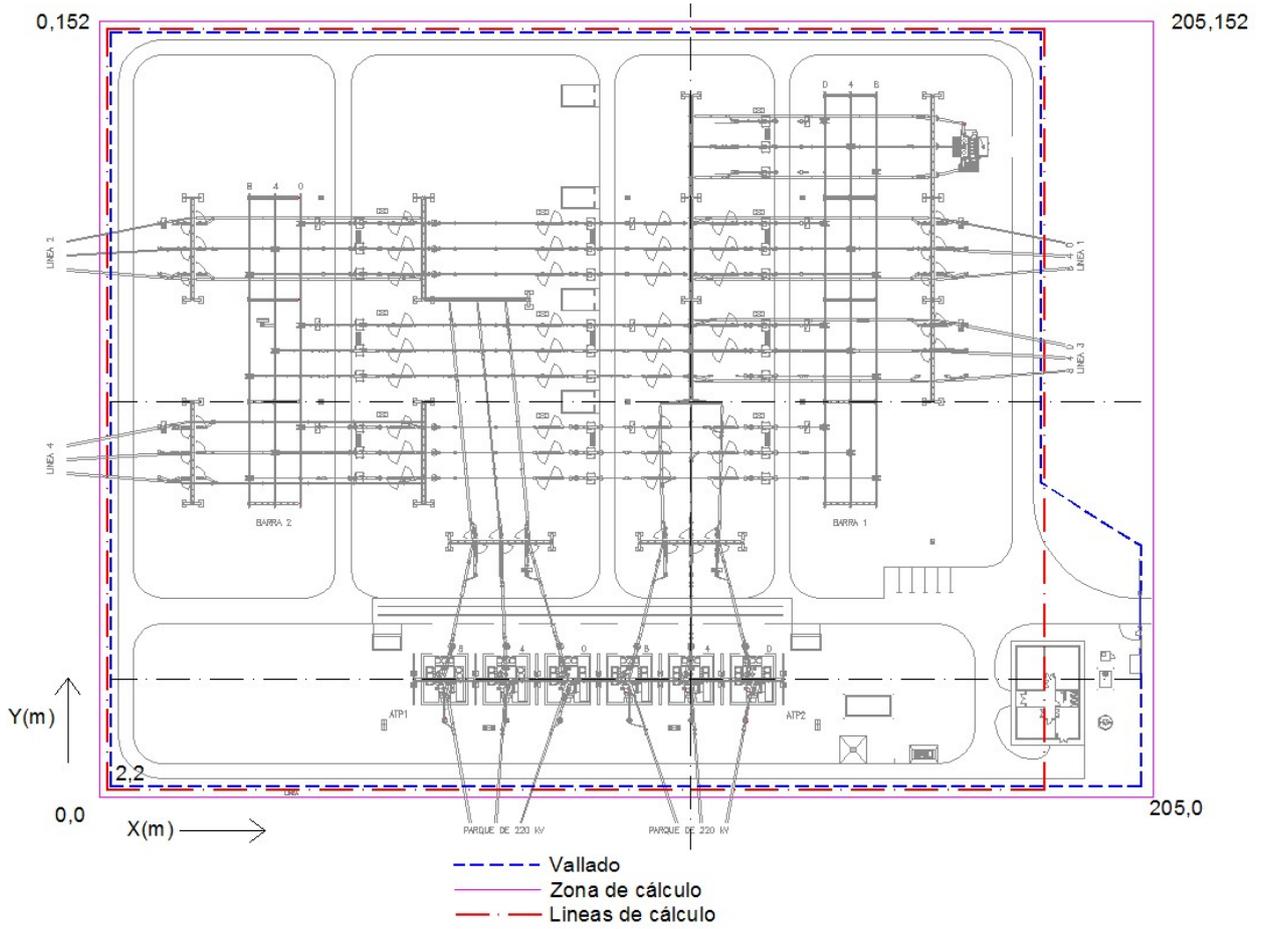


Fig 4: Vallado y zonas límite del cálculo

5. RESULTADOS

La simulación del campo magnético ha sido realizada con el estado de carga indicado anteriormente, estado de carga máximo realizable. Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual de la subestación.

Se ha obtenido el campo magnético en el parque de 400 kV, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior del parque de 400 kV. (Requerimiento reglamentario) como en el interior del mismo.

Debido a la irregularidad del vallado exterior, y a que los valores de campo magnético obtenidos están alejados de los límites reglamentarios, se ha considerado más adecuado presentar los resultados en las 4 líneas de cálculo representadas en la figura 4, aunque no coinciden en todo su recorrido con el vallado real del parque. En las zonas donde coincide el recorrido del vallado del parque con las líneas de cálculo, estas se sitúan en el exterior, a **0.2 m** del mismo.

Los valores más elevados de campo en el exterior se producen en la zona de entrada de las líneas de 400 kV, siendo de **22.4 μ T**.

Los resultados se incluyen en el plano "CAMPO MAGNÉTICO A 1 m. SOBRE EL SUELO".

En las figuras siguientes se representa, como resumen, el campo magnético en los puntos de intersección de una cuadrícula de 21 x 17, correspondiendo a un separación de 10.25 x 9.5m. La resolución utilizada para el cálculo es de 0.2 m.

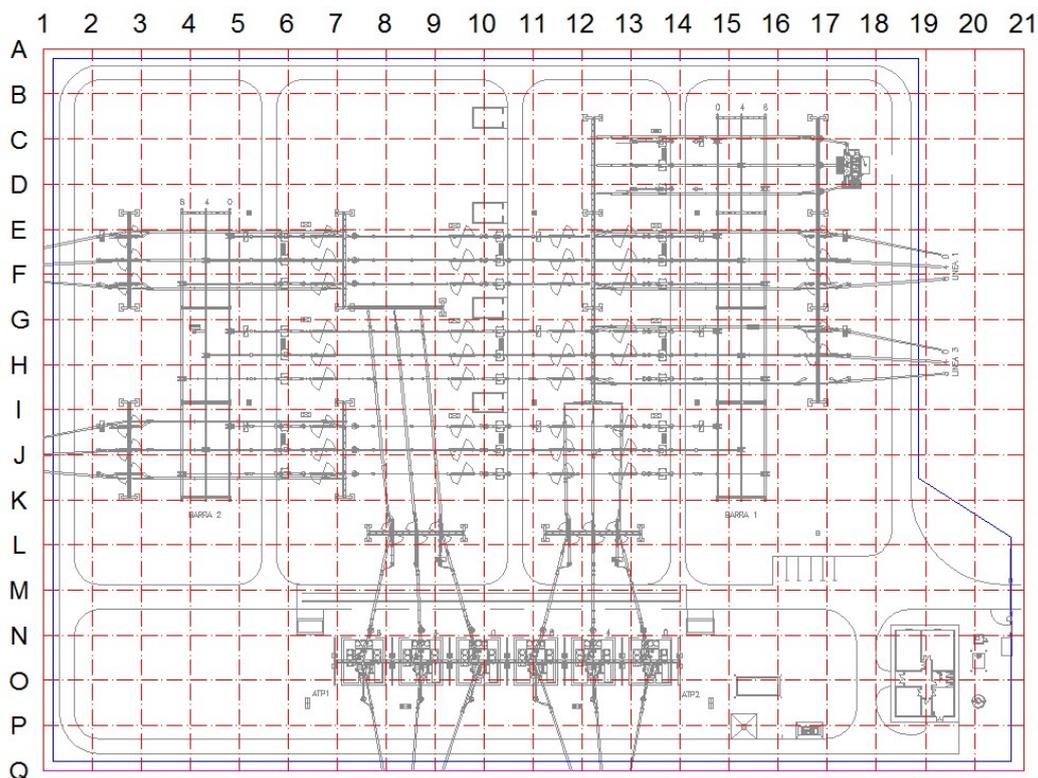


Fig 5: Cuadrícula para resumen de los resultados

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
A	3,49	3,46	3,43	3,42	3,39	3,31	3,19	3,11	3,11	3,17	3,30	3,51	3,77	4,01	4,14	4,21	4,27	4,36	4,42	4,41	4,33
B	4,79	4,69	4,61	4,63	4,63	4,50	4,25	4,10	4,12	4,22	4,38	4,69	5,18	5,60	5,71	5,71	5,75	5,94	6,06	6,02	5,87
C	7,50	7,17	6,84	7,04	7,20	7,04	6,45	6,16	6,37	6,55	6,66	7,05	8,07	9,01	8,57	8,73	8,98	9,21	9,35	9,15	8,82
D	12,57	12,36	11,38	11,40	11,16	11,31	10,21	10,65	12,02	12,37	11,96	11,26	12,24	12,33	13,36	14,59	14,47	15,48	14,98	14,18	13,48
E	19,03	27,21	34,09	18,90	10,67	13,59	7,86	25,99	31,49	31,59	29,72	17,63	10,35	10,88	13,42	28,08	38,41	26,49	21,26	19,58	18,53
F	19,34	36,10	54,29	26,44	32,78	30,95	16,25	34,23	39,26	38,15	36,31	21,35	27,26	36,07	37,86	33,31	52,55	25,80	21,10	19,79	18,77
G	12,45	13,86	16,00	29,98	28,78	18,37	10,52	12,88	17,35	19,05	20,15	12,43	27,30	33,59	42,37	29,13	20,46	16,27	18,66	17,81	16,88
H	4,15	5,90	12,45	24,05	23,88	16,82	12,44	11,99	20,29	22,12	20,66	10,79	39,54	44,82	39,10	39,12	58,73	28,29	21,26	20,06	19,22
I	3,85	6,82	13,37	17,79	13,64	14,18	23,39	36,08	36,76	34,18	35,77	41,15	48,24	50,42	62,31	48,78	25,57	21,53	19,12	17,88	17,04
J	9,21	18,93	30,30	31,23	41,32	43,79	56,43	72,14	75,59	78,68	82,17	92,60	110,57	114,63	102,70	57,53	21,29	14,45	13,43	12,60	11,91
K	10,03	13,54	18,54	20,94	24,65	27,21	32,43	43,01	48,43	43,33	45,49	57,74	60,15	58,98	53,18	32,03	15,90	10,66	9,17	8,47	7,97
L	7,14	7,57	8,43	9,81	10,87	11,97	13,39	22,76	28,83	14,91	15,74	32,70	24,44	18,53	16,58	12,95	9,46	7,37	6,37	5,85	5,48
M	4,70	4,86	5,14	5,57	5,95	6,56	9,58	18,23	19,95	10,69	11,46	21,51	18,65	10,18	7,59	6,63	5,73	4,98	4,49	4,17	3,92
N	3,21	3,29	3,36	3,45	3,52	4,01	8,12	18,08	18,78	9,93	10,74	19,41	18,43	7,68	4,14	3,82	3,64	3,42	3,21	3,04	2,89
O	2,28	2,31	2,30	2,28	2,38	3,58	10,56	25,42	24,37	14,80	15,76	24,45	25,33	9,45	3,28	2,47	2,44	2,42	2,35	2,27	2,18
P	1,69	1,68	1,65	1,63	1,91	3,81	10,67	19,13	17,72	10,41	11,89	18,30	18,56	9,94	3,62	1,94	1,75	1,77	1,77	1,73	1,68
Q	1,29	1,28	1,25	1,25	1,53	2,83	5,91	8,55	7,48	3,83	4,52	7,87	8,52	5,77	2,78	1,58	1,35	1,36	1,37	1,36	1,32

Fig 6: Valores de campo magnético en microteslas en los puntos de intersección de la cuadrícula de la figura 5. Los valores recuadrados son los más cercanos al vallado del parque.

6. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

De acuerdo con el Resumen informativo elaborado por el Ministerio de Sanidad y Consumo con fecha 11 de Mayo de 2001, a partir del informe técnico realizado por un Comité pluridisciplinar de Expertos Independientes en el que se evaluó el riesgo de los campos electromagnéticos sobre la salud humana, se puede concretar que para los niveles de campo magnético que se generan en el parque de 400 kV AIS del proyecto tipo, no se ocasionan efectos adversos para la salud, ya que son unos niveles de radiación muy inferiores a las 100 μT ., límite preventivo para el cual, se puede asegurar que no se ha identificado ningún mecanismo biológico que muestre una posible relación causal entre la exposición a estos niveles de campo electromagnético y el riesgo de padecer alguna enfermedad, en concordancia así mismo, con las conclusiones de la Recomendación del Consejo de Ministros de Salud de la Unión Europea (1999/519/CE), relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos de 0 Hz a 300 GHz, cuya transcripción al ámbito nacional queda recogido en el Real Decreto 1066/2001 28 de Septiembre de 2001.

Estos niveles de campo magnético no son, por otra parte, exclusivos de subestaciones eléctricas, siendo habituales en otros ambientes, como oficinas, medios de locomoción o incluso en ambientes residenciales fruto de la evolución tecnológica de la sociedad.

7. CONCLUSIONES

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado por la actividad del parque de 400 kV AIS del proyecto tipo, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento (hipótesis de carga máxima realizable), se obtiene que los valores de radiación emitidos están muy por debajo de los valores límite recomendados, esto es, 100 μT para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.

8. REFERENCIAS

[1] C. Munteanu, Ioan T. Pop, V. Topa, C. Hangea, T. Gutiu, S. Lup “Study of the Magnetic Field Distribution inside Very High Voltage Substations” 2012 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE 2012) IEEE.

[2] C. Munteanu, C. Diaconu, I. T. Pop, and V. Topa “Electric and Magnetic Field Distribution Inside High Voltage Power Stations from Romanian Power Grid” International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion. IEEE.

[3] G. Visan, I. T. Pop and C. Munteanu “Electric and Magnetic Field Distribution in Substations belonging to Transelectrica TSO” 2009 IEEE Bucharest Power Tech Conference.

Madrid, mayo de 2022

El Ingeniero industrial



David González Jouanneau

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA DE GATIKA Y LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE CIRCUITO SUBTERRÁNEA 400 kV

DOCUMENTO 3 PLANOS

Madrid, mayo de 2022

ÍNDICE

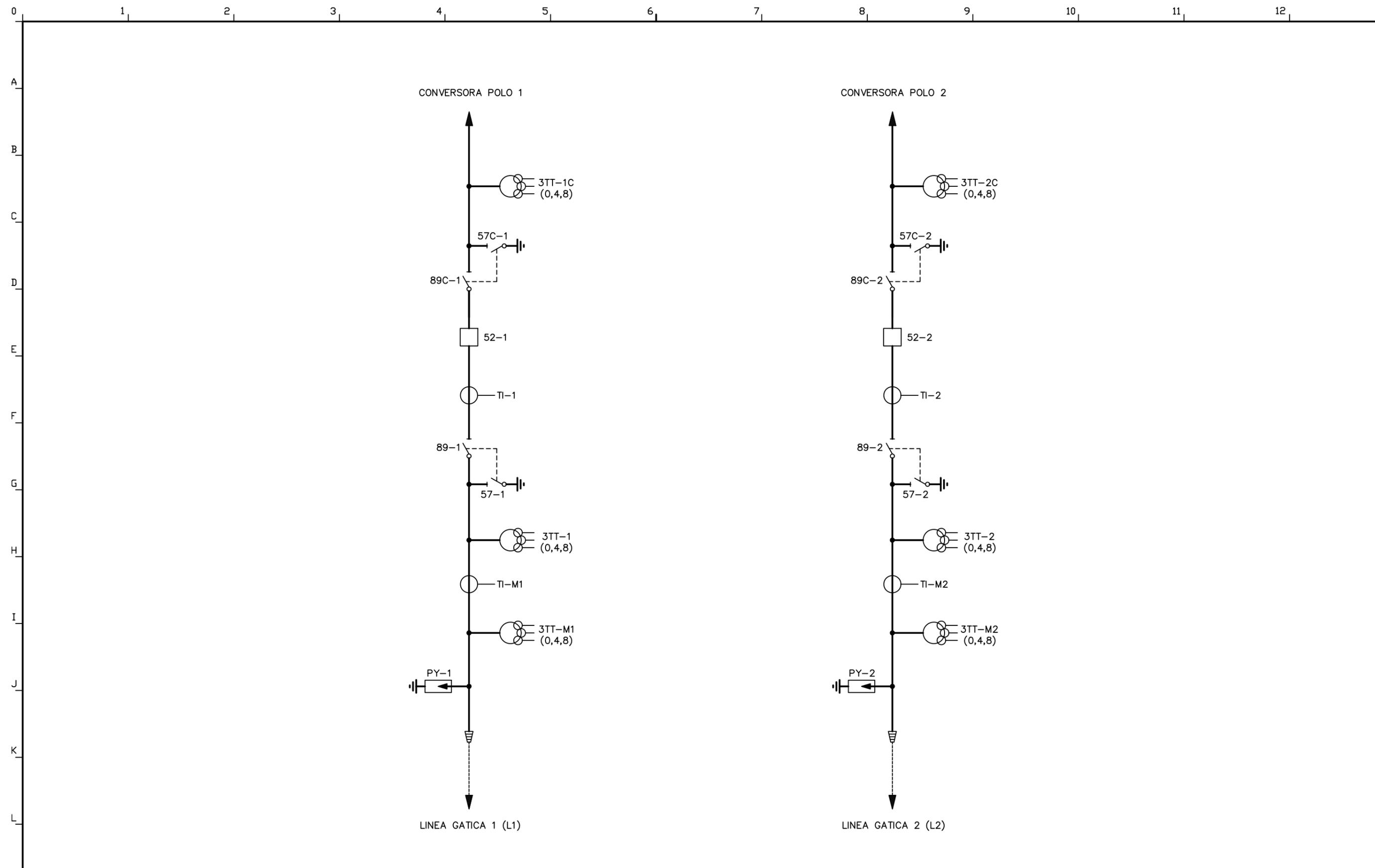
1. Esquema unifilar simplificado (P-ECGATA1000)
2. Esquema unifilar simplificado estación convertidora (P-ECGATA1001)
3. Situación y emplazamiento (P-ECGATB1000-B)
4. Implantación general (P-ECGATB1001-C)
5. Implantación general. Afecciones (P-ECGATB1002)
6. Planta general (P-ECGATB2000-B)
7. Secciones generales (P-ECGATB2001-B)
8. Edificio de control y convertidores, sistema I. Alzado (P-ECGATB2002-C)
9. Edificio de control y convertidores, sistema II. Alzado (P-ECGATB2003-C)
10. Movimiento de tierras. Replanteo de plataformas (P-ECGATC1000-A)
11. Movimiento de tierras. Perfiles. Plataforma (P-ECGATC1001-A)
12. Planta general. Cimentaciones y canales de cables (P-ECGATC5000-B)
13. Líneas 400 kV C.A. Definición conexiones P.a.T. (P-ECGATC5001_001-C)
14. Líneas 400 kV C.A. Definición conexiones P.a.T. (P-ECGATC5001_002-B)
15. Líneas 400 kV C.C. Definición conexiones P.a.T. (P-ECGATC5002-A)
16. Planta general. Red de tierras inferiores (P-ECGATF1000-B)

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero industrial



David González Jouanneau

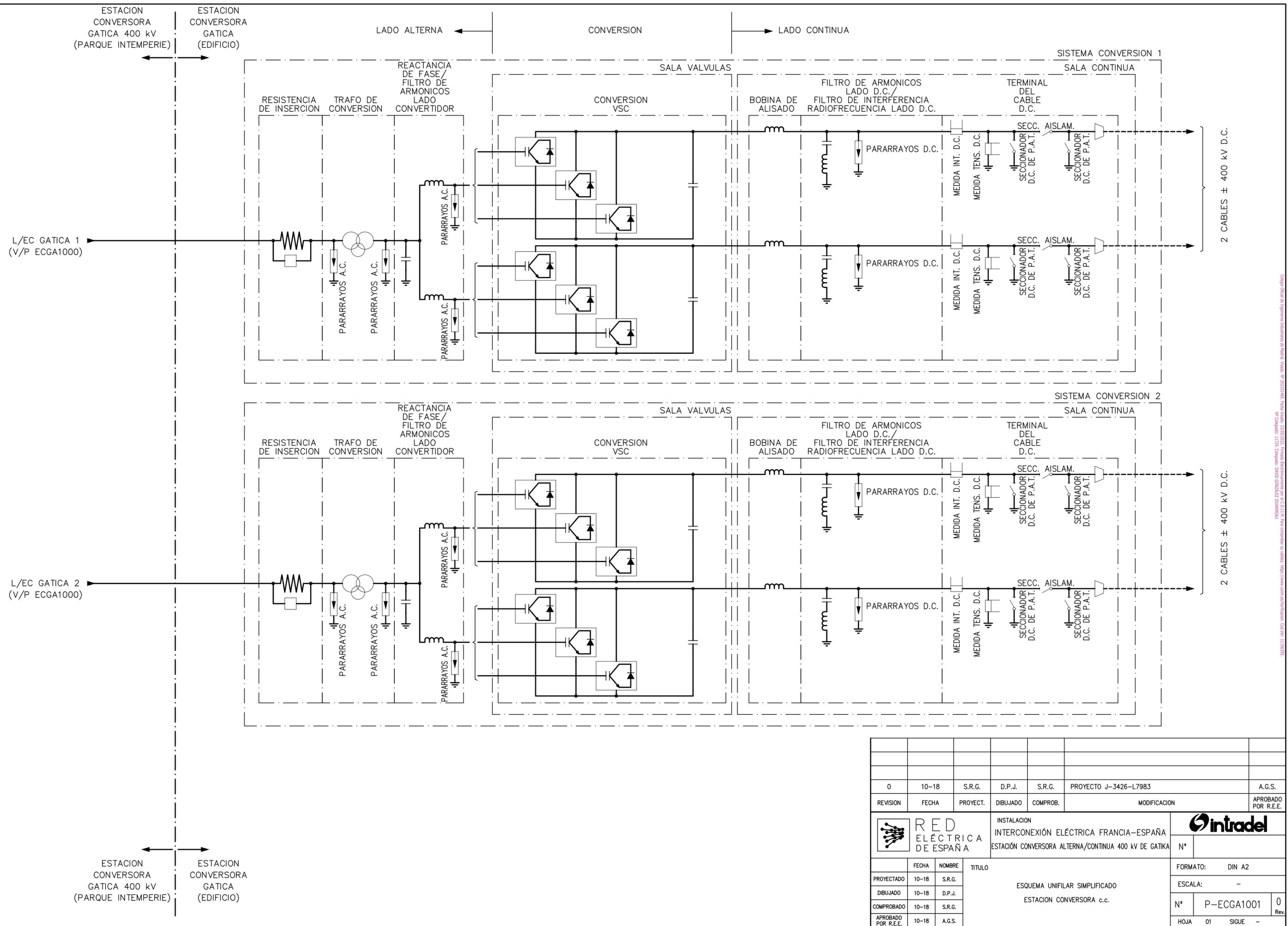
Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones
Red Eléctrica de España, S.A.U.



										FECHA	NOMBRE	 RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA	INSTALACION INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA 400 kV DE GATIKA					
										PROYECTADO	07-18					S.R.G.	Nº	
										DIBUJADO	07-18			E.M.C	NID:			
										COMPROBADO	07-18			S.R.G.	Nº	P-ECGA1000	0	
										APROBADO POR R.E.E.	07-18	A.G.S.	Rev.					
REV.	FECHA	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.	REV.	FECHA	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.	ESCALA	TITULO		ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO PARQUE 400 kV DE c.a.		HOJA	01	SIGUE	-

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202101465. Fecha Visado: 23/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/verificacion>. Cod. Ver: 1156355.
 Nº Colegiado: 11729. Colegiado: DAVID GONZALEZ JOUANNEAU

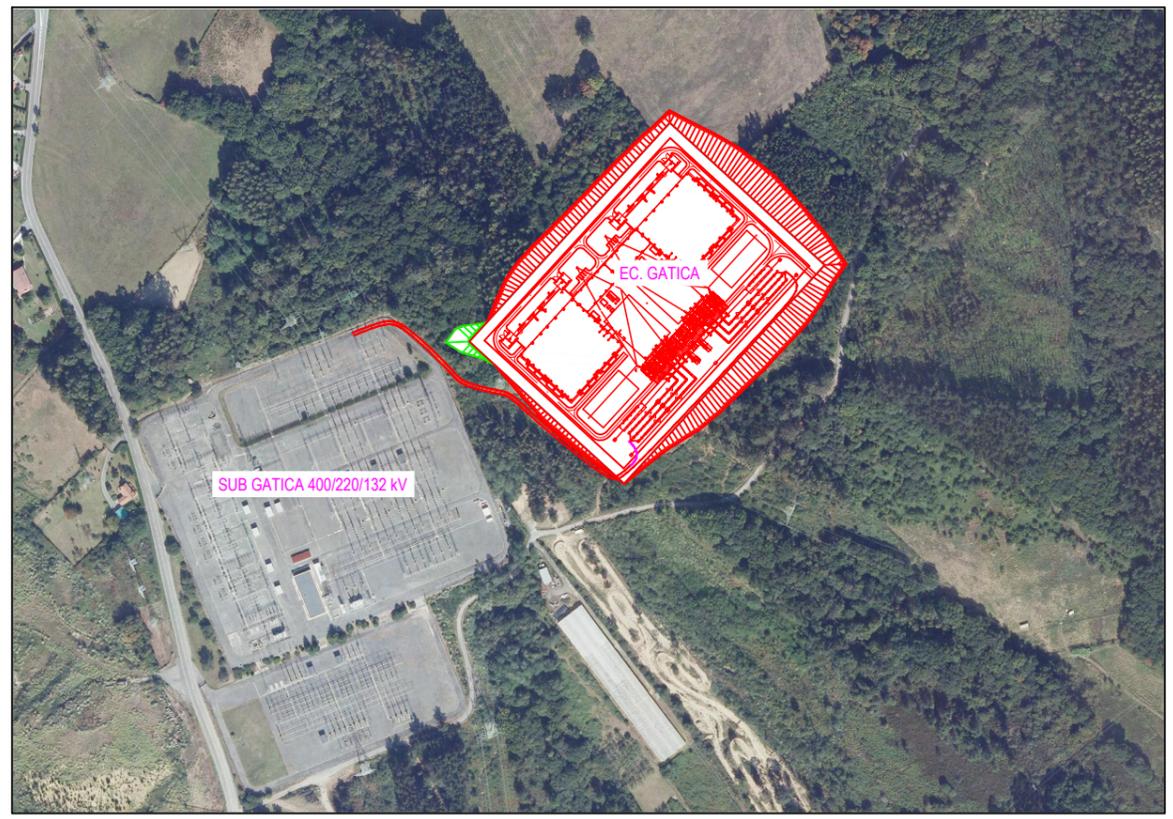
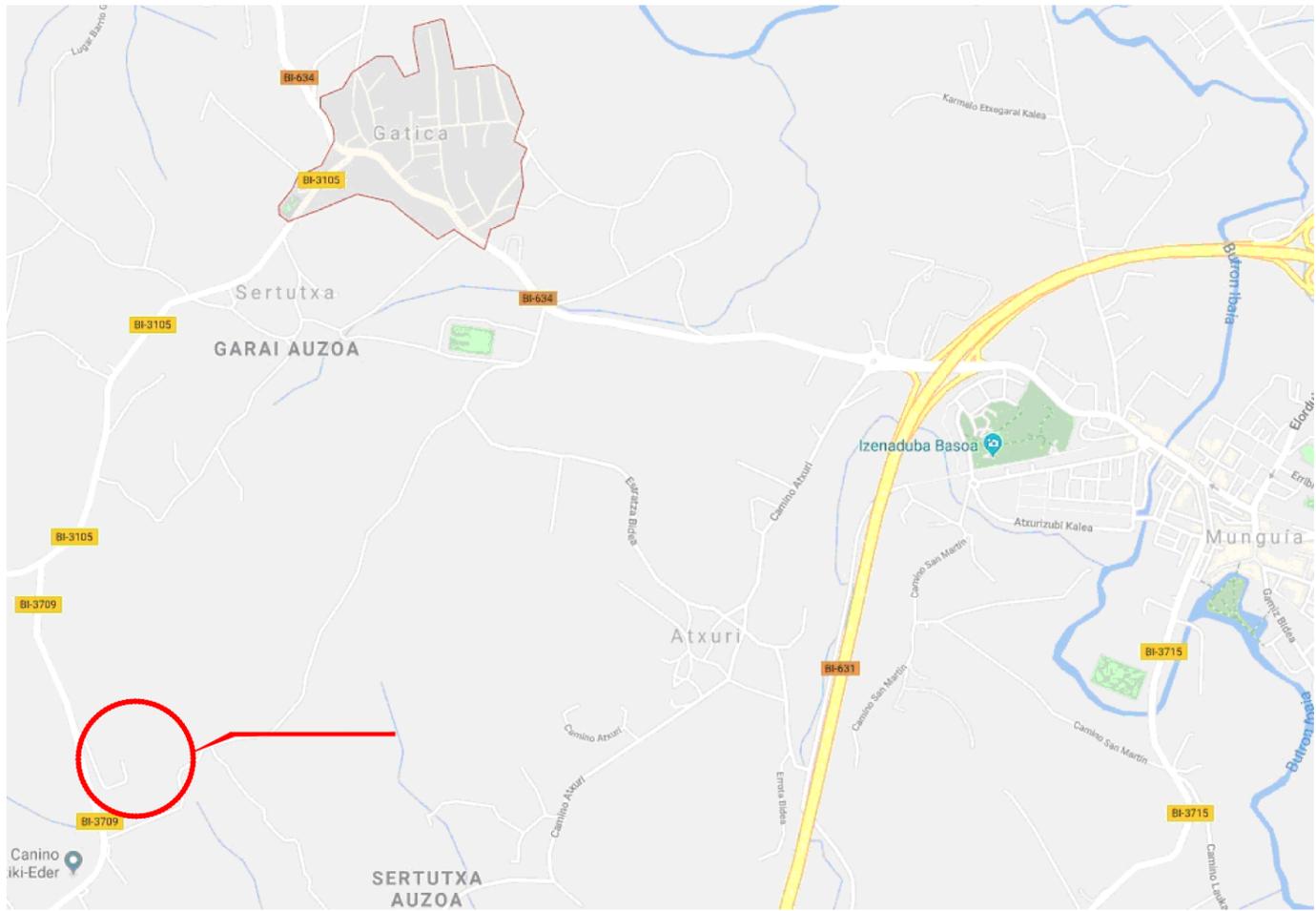
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución en forma alguna, ni para su explotación económica o para cualquier otro fin. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



0	10-18	S.R.G.	D.P.J.	S.R.G.	PROYECTO J-3426-L7983	A.G.S.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
		RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA		INSTALACION INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA ESTACIÓN CONVERSORA ALTERNA/CONTINUA 400 kV DE GATICA		
PROYECTADO 10-18 S.R.G.		DIBUJADO 10-18 D.P.J.		COMPROBADO 10-18 S.R.G.		APROBADO POR R.E.E. 10-18 A.G.S.
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO ESTACION CONVERSORA c.c.				N°: P-ECGA1001		0 Rev.
FECHA: 10-18 NOMBRE: S.R.G.				FORMATO: DIN A2		ESCALA: -
HOJA 01 SIGUE -				N°: P-ECGA1001		0 Rev.

Copyright de todos los derechos reservados de Madrid, España, el 20/10/2018. Firma Electrónica por el C.C.T.L.M. Para consultar su estado: https://www.arena.es/informacion/Consulta/1151555
 Nº Certificado: 11739. Creador: DAVID GONZALEZ ZOMARRAÑA

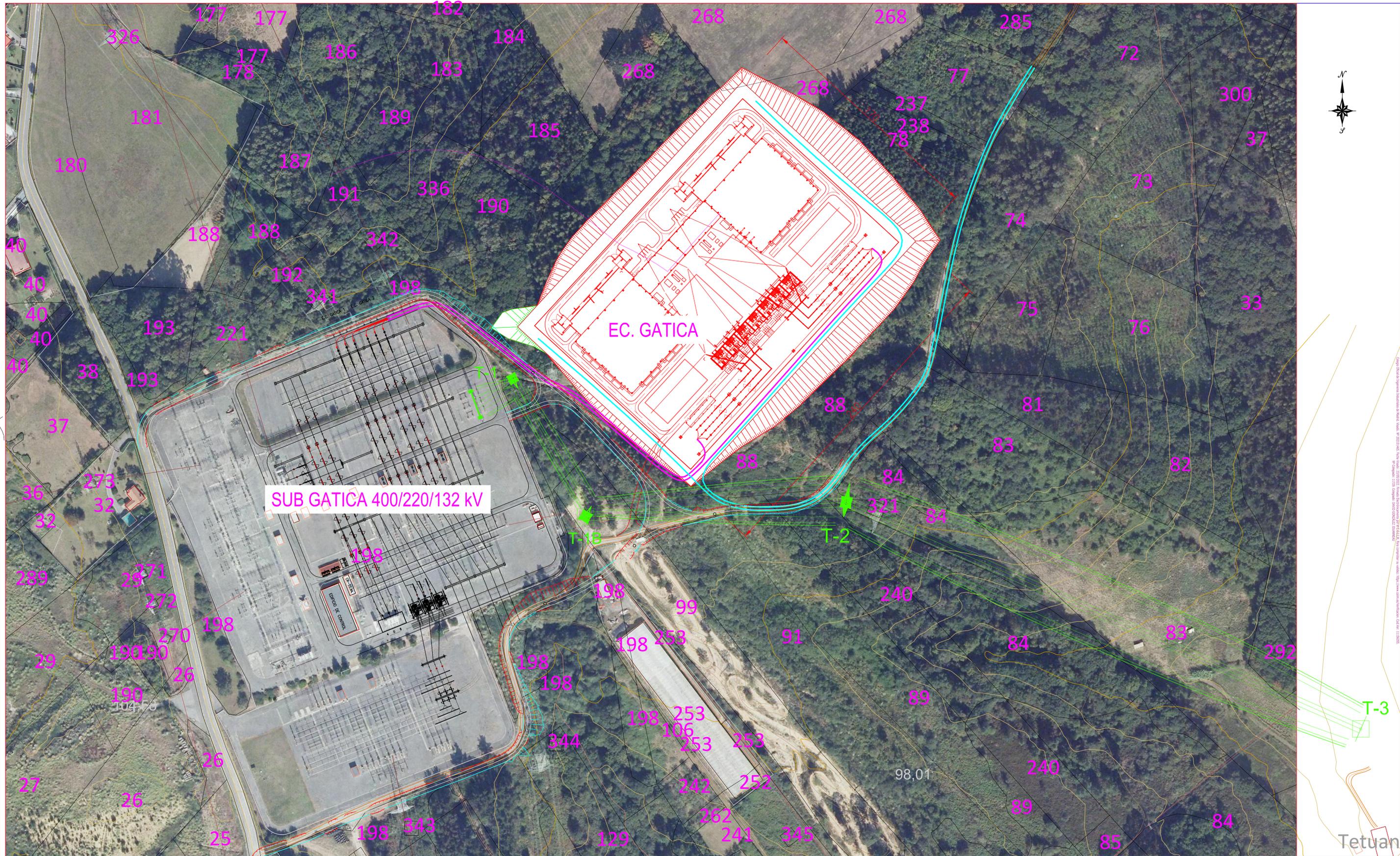
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
B	04-22	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	A.G.S.
A	12-21	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	A.G.S.
0	12-18	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	PROYECTO J-3426-L7483	A.G.S.

	INSTALACION INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA ESTACIÓN CONVERSORA ALTERNA/CONTINUA 400 kV DE GATICA				
	Nº	-			
PROYECTADO	10-18	O.D.G.	TÍTULO SITUACION Y EMPLAZAMIENTO		
DIBUJADO	10-18	J.C.M.			
COMPROBADO	10-18	B.M.I.			
APROBADO POR R.E.E.	10-18	A.G.S.			
FORMATO:	A3		Nº	P-ECGATB1000	
ESCALA:	S/E		Rev.	B	
HOJA	1	SIGUE	-		

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202101655. Fecha Visado: 23/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.comprobarevision.com/ver/1135353



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento, todos los derechos están reservados y por tanto su contenido permanece íntegro y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. o a sus filiales. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



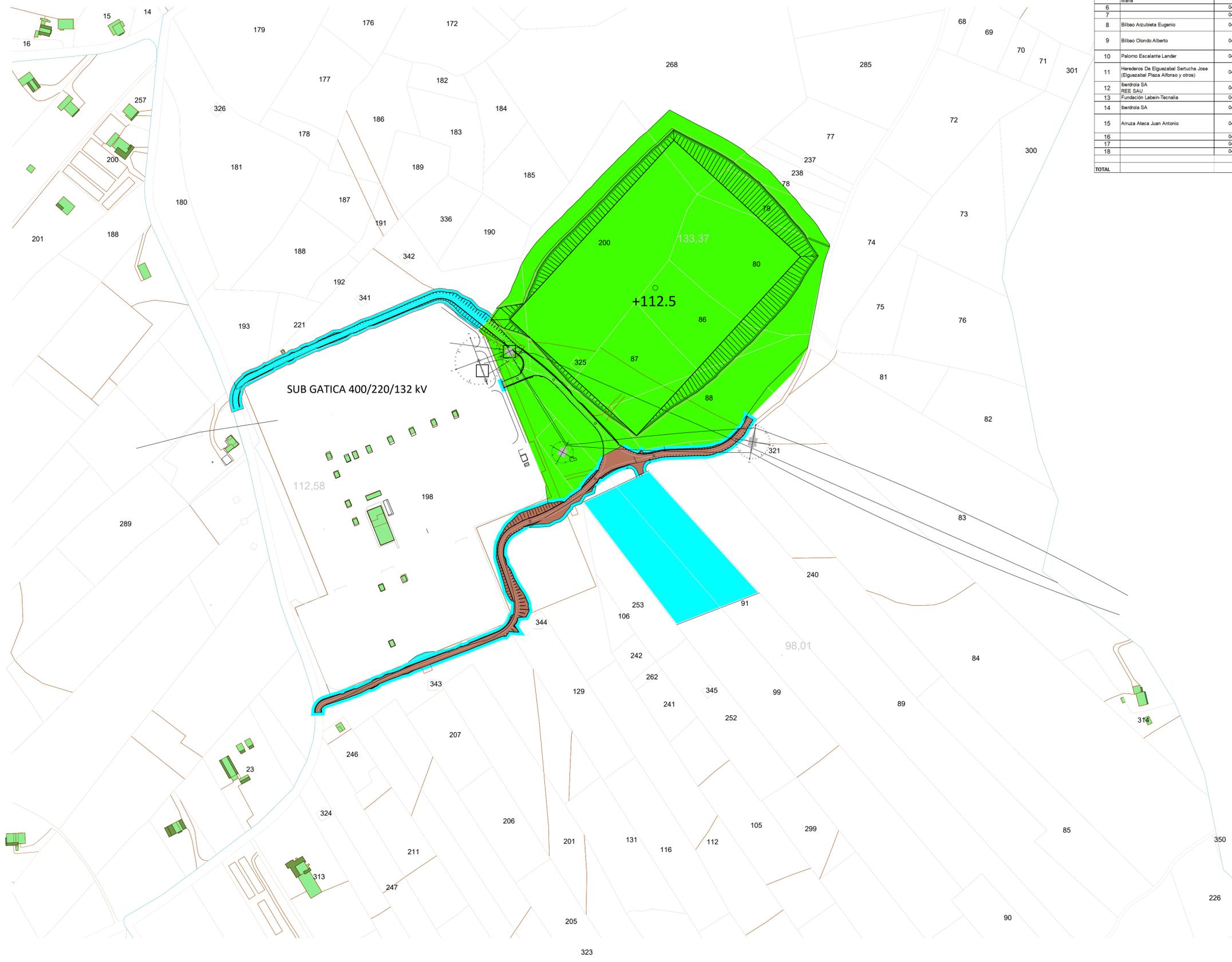
SUB GATICA 400/220/132 kV

EC. GATICA

Tetuan

C	04-22	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	A.G.S.
B	12-21	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	A.G.S.
A	04-19	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	A.G.S.
D	12-18	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	PROYECTO J-3426-L7483	A.G.S.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
				INSTALACION INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA ESTACIÓN CONVERSORA ALTERNA/CONTINUA 400 KV DE GATICA		
TÍTULO: PLANTA IMPLANTACION GENERAL						N°: - FORMATO: A1 ESCALA: 1:1250 N°: P-ECCGATB1001 C HOJA: 1 SIGUE: -
PROYECTADO	10-18	O.D.G.				
DIBUJADO	10-18	J.C.M.				
COMPROBADO	10-18	B.M.I.				
APROBADO POR R.E.E.	10-18	A.G.S.				

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., en su calidad de titular de todos los derechos de propiedad intelectual de este documento, prohíbe su reproducción o uso no autorizado sin el consentimiento escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado de este documento.

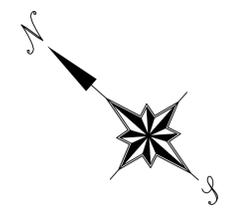
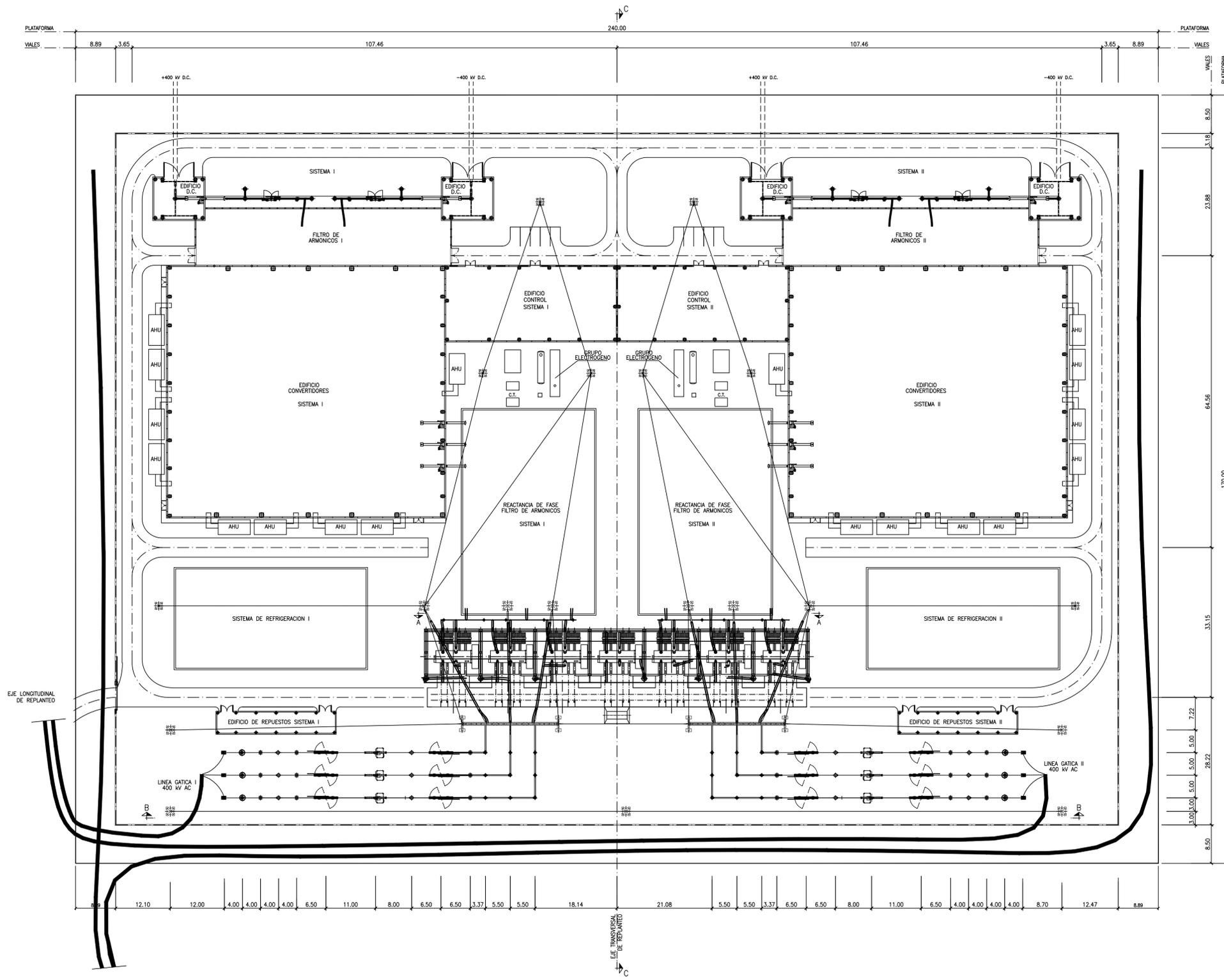


Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Poligono	Parcela	Superficie parcela (m ²)	Ocupación pleno dominio EC y línea (m ²)	Ocupación pleno dominio Acceso (m ²)	Superficie tala (m ²)	Ocupación Temporal (m ²)	Naturaleza del terreno
1		040006078	6	78	823,11					
2		040006079	6	79	3.884,32					
3		040006080	6	80	13.666,19					
4		040006083	6	83	339,83					
5	Herederos de Solano Gil Delgado Jose Maria	040006084	6	84	52.486	241,28	209,16	107,00	210,69	Basos (eucaliptales)/Forestal (eucaliptales)
6		040006086	6	86		7.012,35				
7		040006087	6	87		6.459,25				
8	Bitbao Azubieta Eugenio	040006088	6	88	9.535	9.815,88	0,00	0,00	69,58	Basos (eucaliptales)/Forestal (eucaliptales)
9	Bitbao Olondo Alberto	040006089	6	89	20.300	210,48	247,53		484,62	Basos (hostozabalak eta pinuak)/Forestal (Fronzosas y pinos)
10	Palomo Escalante Lander	040006091	6	91	41.628	4.404,07	796,67		6.091,04	Basos (intims pinuak)/Forestal (Pino radata)
11	Herederos De Eguazabal Sertucha Jose (Eguazabal Plaza Alfonso y otros)	040006099	6	99	28.026	2.069,65	282,73	587,12	6.488,68	Ez-emankoma (motocross zirkuituak)/Improductivo (circuitos de motocross)
12	Iberdrola SA RES SAU	040006198	6	198-A	95.581	3.036,33	2.714,24	2.878,33	2.812,70	Ez-emankoma/Improductivo
13	Fundación Labien-Tecnalia	040006198	6	198-B	123.434	5.144,10	350,12	2.314,56	2.987,88	Ez-emankoma/Improductivo
14	Iberdrola SA	040006200	6	200	32.191	22.942,71			1.001,47	Basos (intims pinuak)/Forestal (Pino radata)
15	Arzuza Ateca Juan Antonio	040006240	6	240	10.846	96,85	290,83		290,36	Basos (hostozabalak)/Forestal (Fronzosas)
16		040006237	6	238		102,78				
17		040006268	6	268		3.869,93				
18		040006325	6	325		100,02				
TOTAL						84109,13 (8,41 ha)	4891,28 (0,489 ha)		20397,92 (2,04 ha)	

LEYENDA

- OCUPACIÓN PLENO DOMINIO ESTACION CONVERSORA
- OCUPACIÓN PERMANENTE ACCESOS CON UN ANCHO MÍNIMO DE CAMINO DE 5m.
- OCUPACIÓN TEMPORAL:
 - PARALELA A LA OCUPACIÓN PERMANENTE DE ACCESOS SE MANTENDRÁ UNA FRANJA DE 3m. DE ANCHO DE OCUPACIÓN TEMPORAL.
 - EXISTEN ZONAS DE OCUPACIÓN TEMPORAL MARCADAS POR NECESIDADES DE OBRA INDICADAS ENTRE CAMINO DE ACCESO Y OCUPACIÓN DE LA ESTACION CONVERSORA.

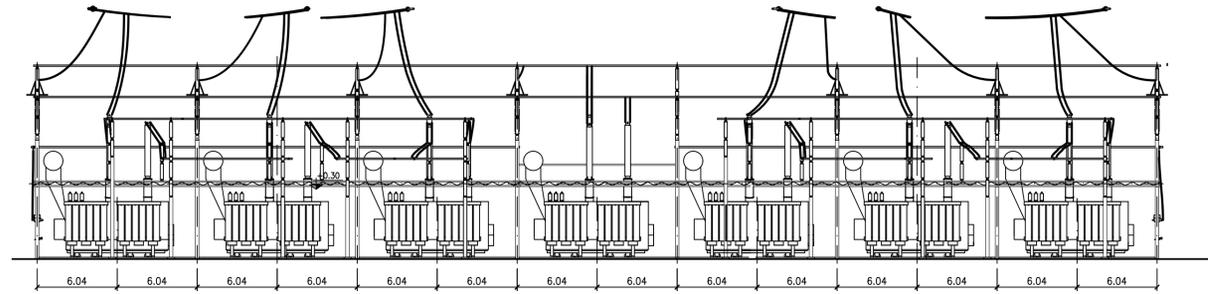
0	05-22	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	PROYECTO J-3426-L7483	A.G.S.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
		INSTALACION INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA ESTACIÓN CONVERSORA ALTERNA/CONTINUA 400 KV DE GATKA				
PROYECTADO	10-18	O.D.G.	PLANTA IMPLANTACION GENERAL			FORMATO: A1
DIBUJADO	10-18	J.C.M.	AFECCIONES			ESCALA: 1:200
COMPROBADO	10-18	B.M.I.	NUEVA ESTACION CONVERSORA Y LINEAS AC y DC 400 kv			Nº P-ECCATB1002 0
APROBADO POR R.E.E.	10-18	A.G.M.				HOJA 1 SIGUE -



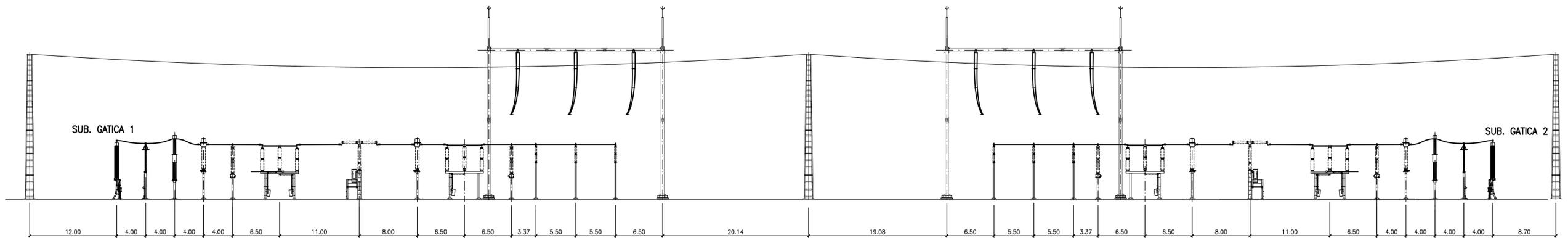
NOTAS:
 1. DIMENSIONES EN METROS.
PLANOS DE REFERENCIA:
 P-ECCATB2001 SECCIONES GENERALES

REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
B	04-22	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	A.G.S.
A	12-21	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	A.G.S.
0	12-18	O.D.G.	J.L.C.	B.M.I.	PROYECTO J-3426-L7983	A.G.S.

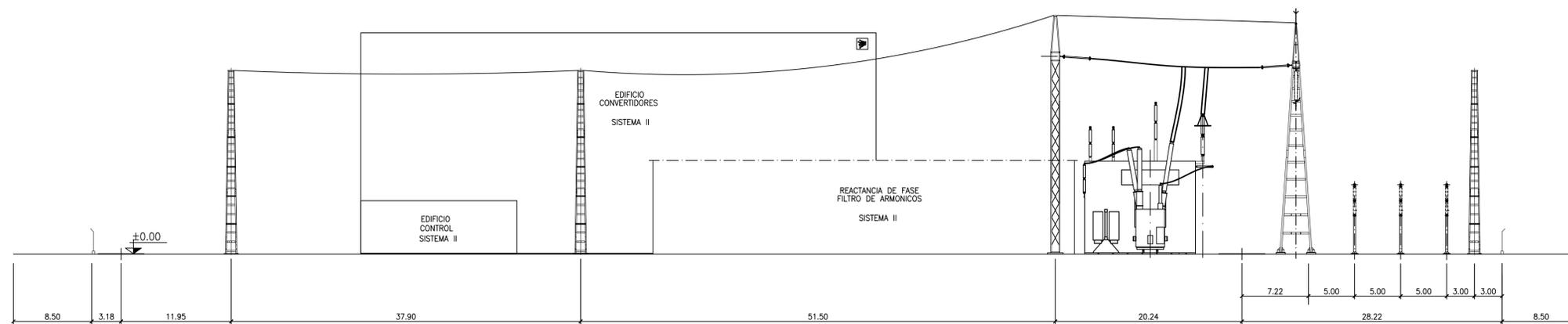
	INSTALACION INTERCONEXION ELECTRICA FRANCIA-ESPAÑA ESTACION CONVERSORA ALTERNA/CONTINUA 400 KV DE GATICA		FORMATO: DIN A1
			ESCALA: 1:500
PROYECTADO 10-18 O.D.G. DIBUJADO 10-18 J.L.C. COMPROBADO 10-18 B.M.I. APROBADO POR R.E.E. 01-10 A.G.S.	PLANTA GENERAL	N° P-ECCATB2000 HOJA - SIGUE -	B Rev.



SECCION A-A



SECCION B-B



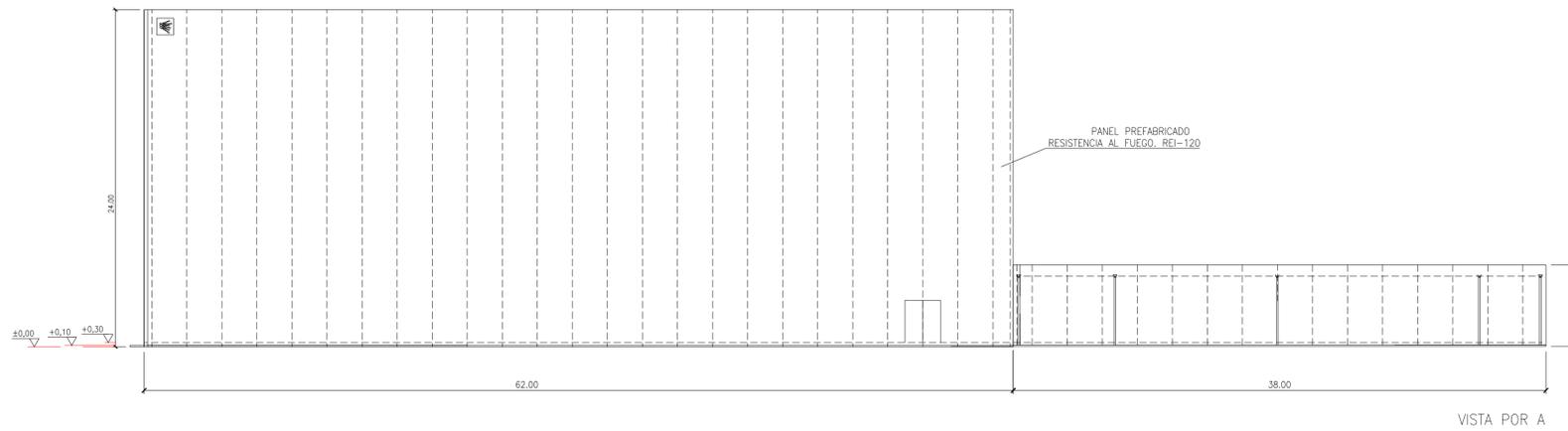
SECCION C-C

NOTAS:
1. DIMENSIONES EN METROS.

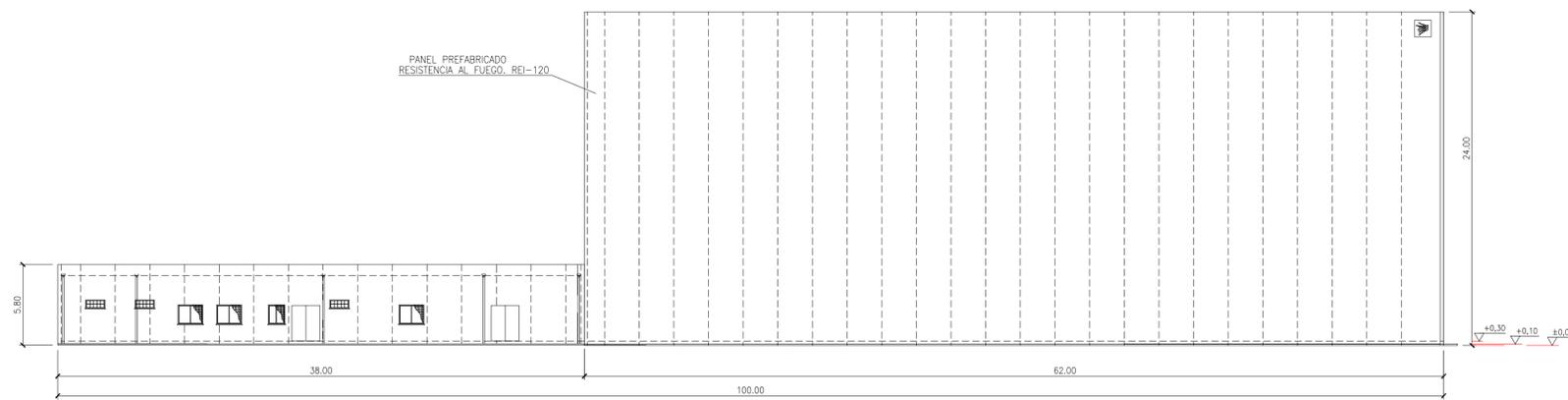
PLANOS DE REFERENCIA:
P-ECCATB2000 PLANTA GENERAL.

REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
B	04-22	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	A.G.S.
A	12-21	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	A.G.S.
0	12-18	O.D.G.	J.L.C.	B.M.I.	PROYECTO J-3426-L7983	A.G.S.

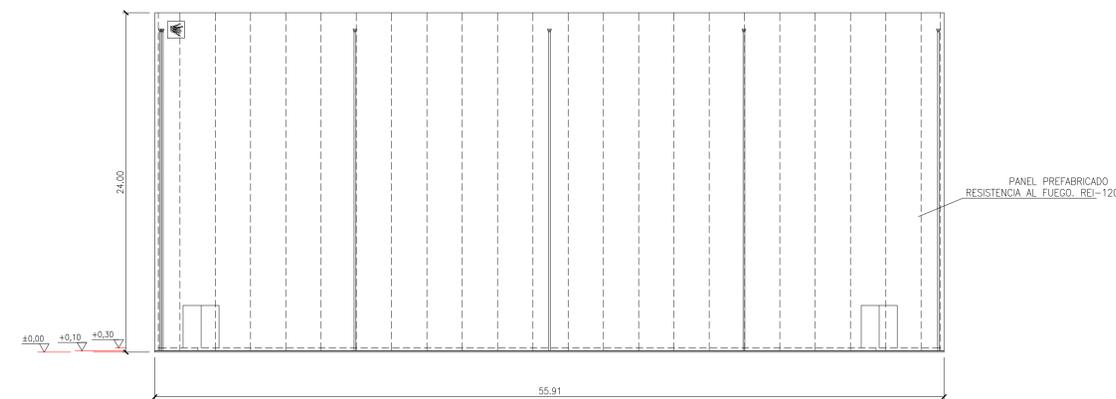
	RED ELECTRICA DE ESPAÑA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA 400 kV DE GATICA		FORMATO: DIN A1
			ESCALA: 1:300
FECHA: 10-18 O.D.G. NOMBRE: J.L.C.	TÍTULO: SECCIONES GENERALES	Nº: P-ECCATB2001	B Rev.
COMPROBADO: 10-18 B.M.I. APROBADO POR R.E.E.: 01-10 A.G.S.		HOJA: - SIGUE -	



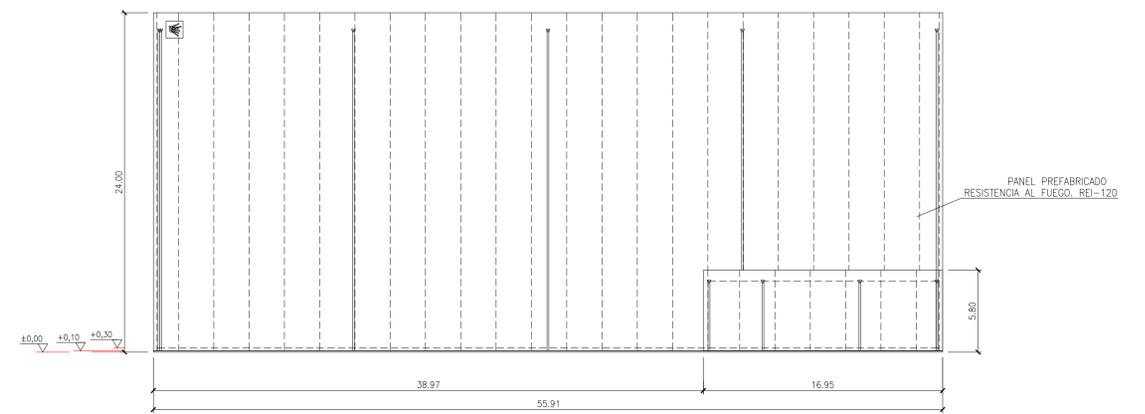
VISTA POR A



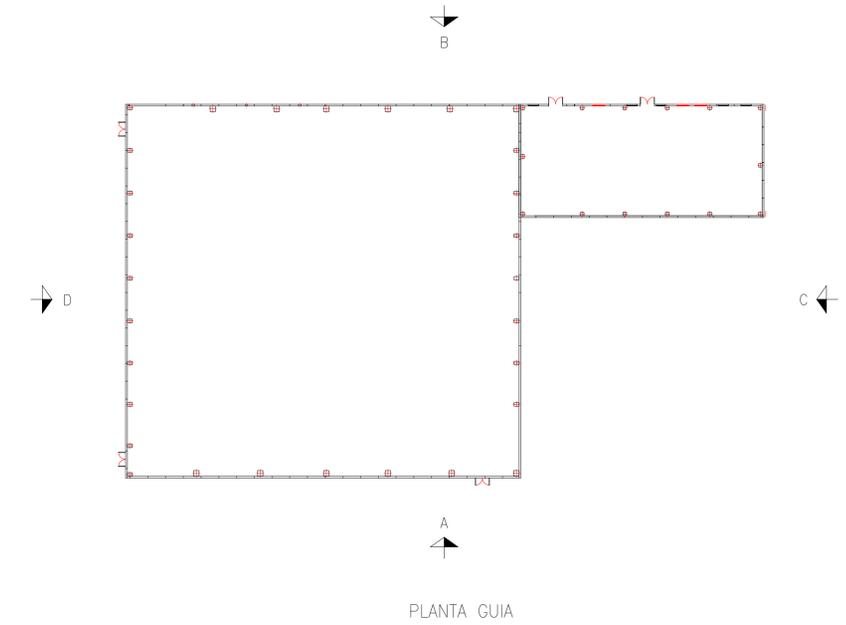
VISTA POR B



VISTA POR D



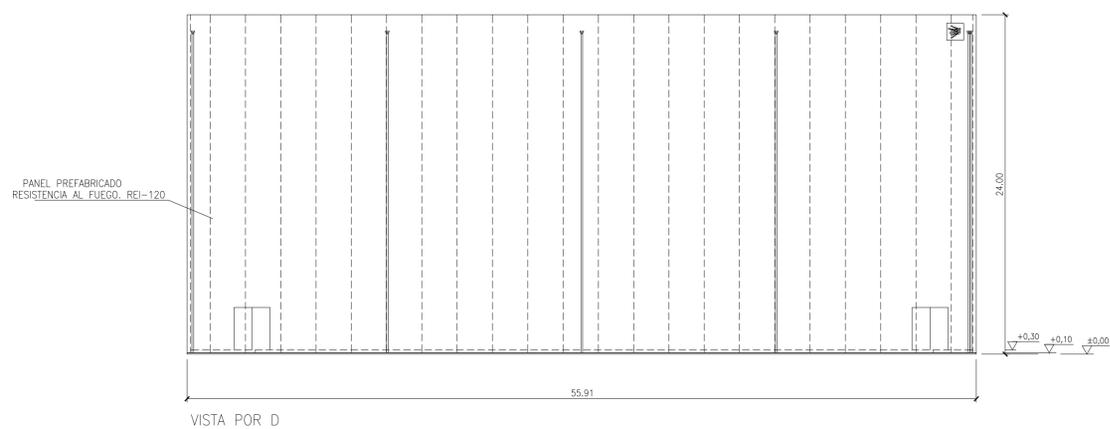
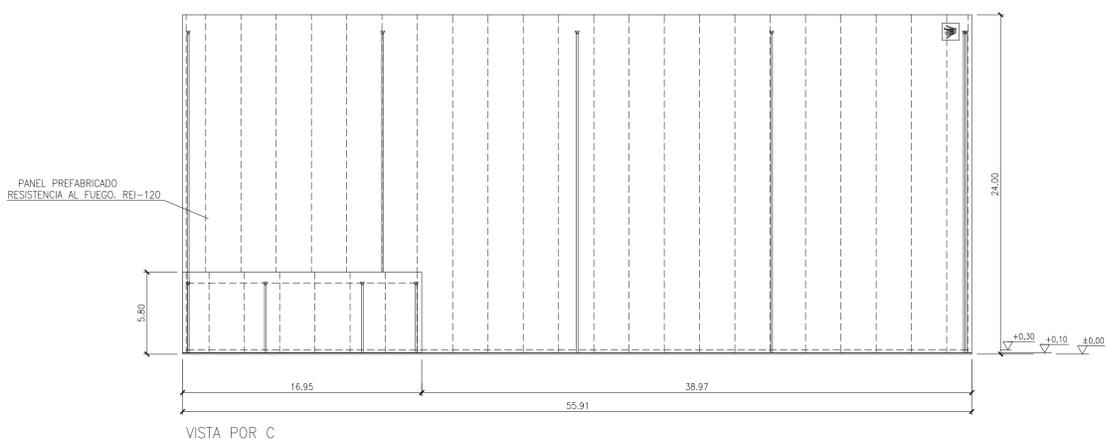
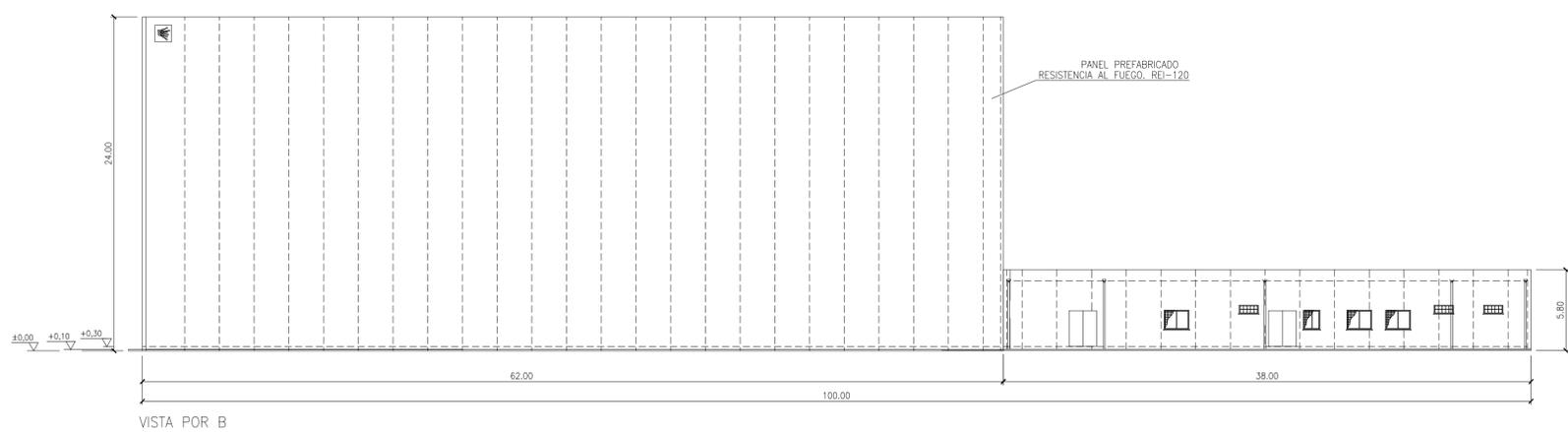
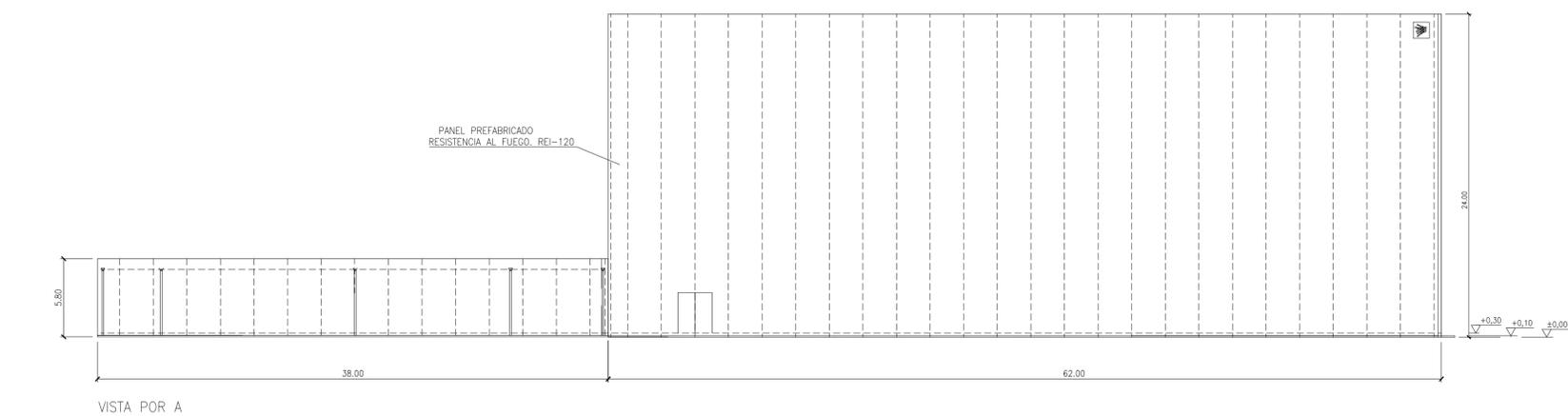
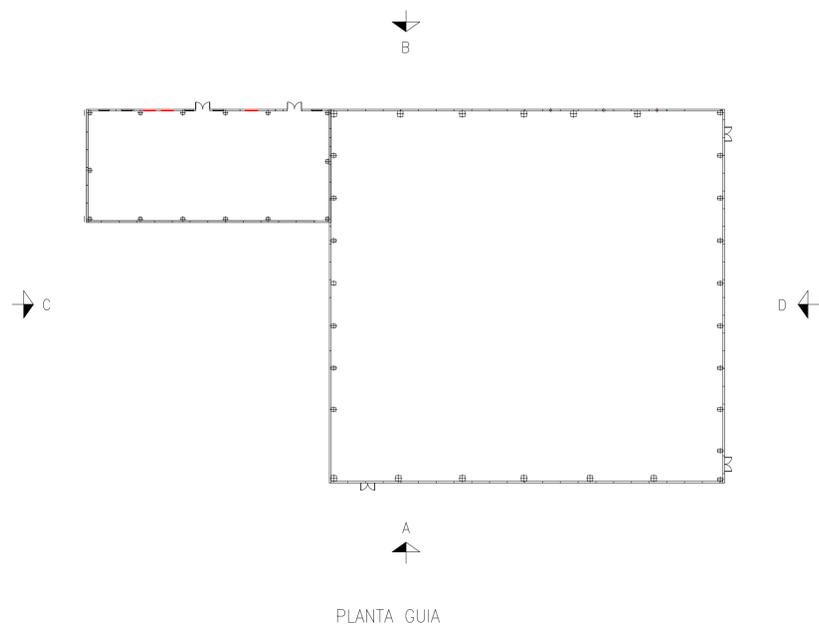
VISTA POR C



PLANTA GUIA

- NOTAS:
 1.- PLANO VALIDO UNICAMENTE PARA ESTIMACION TRABAJOS DE OBRA CIVIL.
 2.- COTAS Y ELEVACIONES EN METROS

C	04-22	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	E.B.F.
B	12-21	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	E.B.F.
A	01-19	O.D.G.	J.L.C.	B.M.I.	REVISIÓN ALTURAS EDIFICIOS	E.B.F.
O	12-18	O.D.G.	J.L.C.	B.M.I.	PROYECTO J-3426-L7983	E.B.F.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
		INSTALACION INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA ESTACIÓN CONVERTIDORA ALTERN/CONTINUA 400 kV DE GATKA				
FECHA PROYECTADO 10-18 DIBUJADO 10-18 COMPROBADO 10-18 APROBADO POR R.E.E. 01-10		O.D.G. J.L.C. B.M.I. E.B.F.		TITULO EDIFICIO DE CONTROL Y CONVERTIDORES, SISTEMA I ALZADOS		
FORMATO: DIN A1 ESCALA: 1:250				N° P=ECCATB2002 HOJA 01 SIGUE -		



NOTAS:
 1.- PLANO VALIDO UNICAMENTE PARA ESTIMACION TRABAJOS DE OBRA CIVIL.
 2.- COTAS Y ELEVACIONES EN METROS

C	04-22	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	E.B.F.
B	12-21	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	E.B.F.
A	01-19	O.D.G.	J.L.C.	B.M.I.	REVISION ALTURAS EDIFICIOS	E.B.F.
0	12-18	O.D.G.	J.L.C.	B.M.I.	PROYECTO J-3426-L7983	E.B.F.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
 RED ELECTRICA DE ESPAÑA			INSTALACION INTERCONEXION ELECTRICA FRANCIA-ESPAÑA ESTACION CONVERSORA ALTERN/CONTINUA 400 kV DE GATKA			
PROYECTADO		10-18	O.D.G.	TITULO		FORMATO: DIN A1
DIBUJADO		10-18	J.L.C.	EDIFICIO DE CONTROL Y CONVERTIDORES, SISTEMA II		ESCALA: 1:250
COMPROBADO		10-18	B.M.I.	ALZADOS		N° P-ECCATB2003
APROBADO POR R.E.E.		01-10	E.B.F.			HOJA 01 SIGUE --

rriLaurobide

NTE +112.5

COORDENADAS IMPLANTACION		
PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
REPLANTEO DE PLATAFORMA		
A	509794.0356	4799825.3401
B	509956.4401	4800000.7302
C	510081.5666	4799887.1940
D	509919.2759	4799710.3842

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos reservados y por tanto no está permitida la reproducción o el uso no autorizado del contenido del presente documento. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. - RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asume ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

112,58

104,58

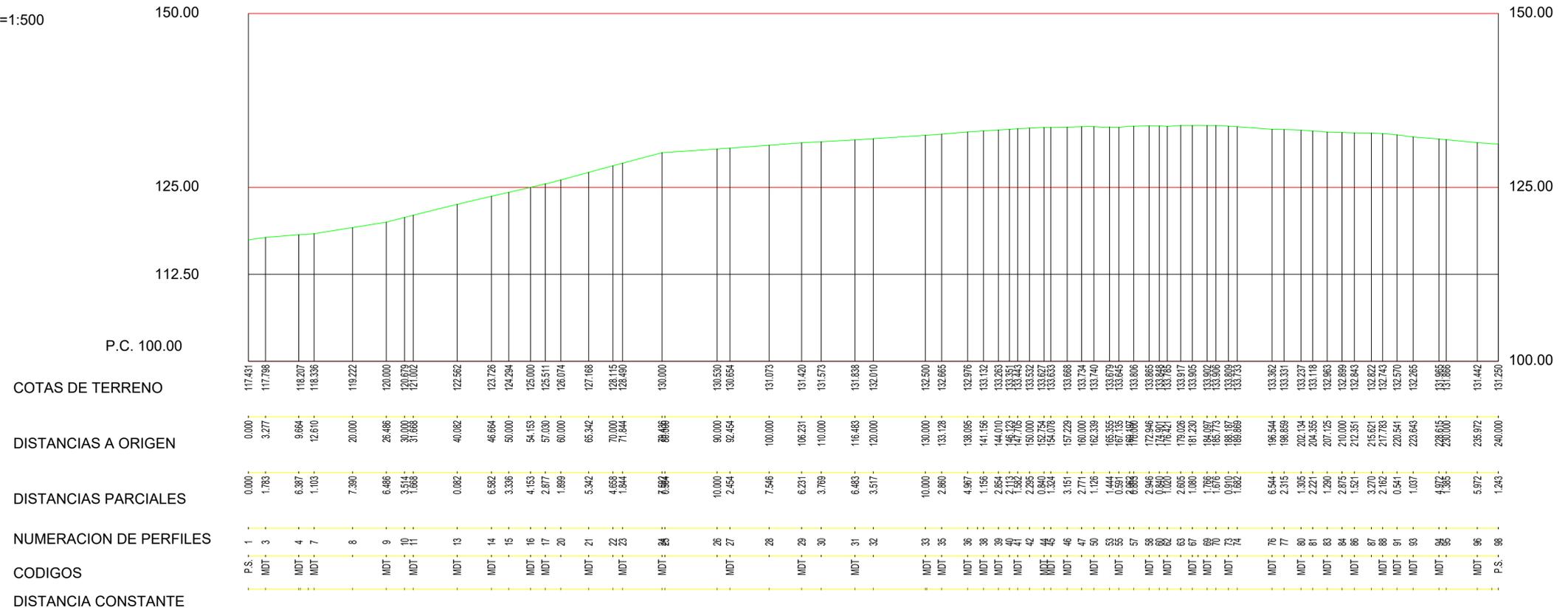
98,01

99,73

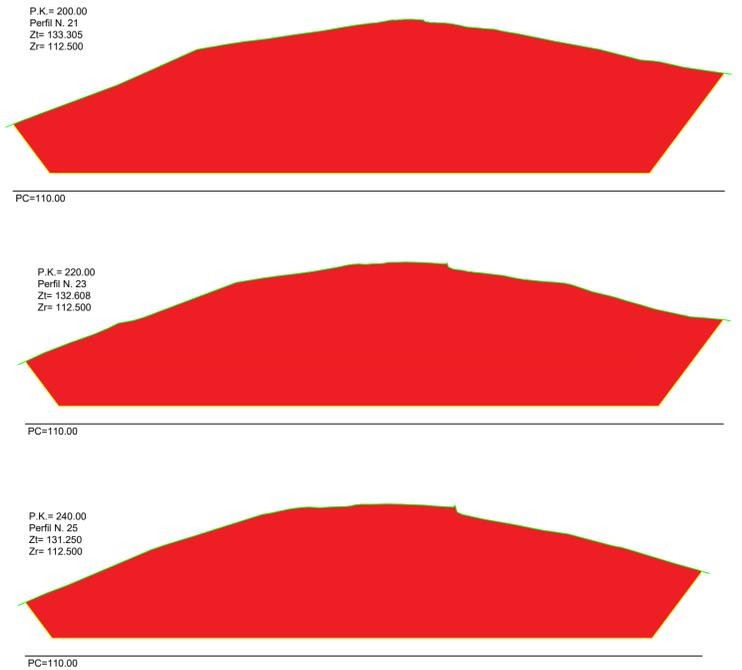
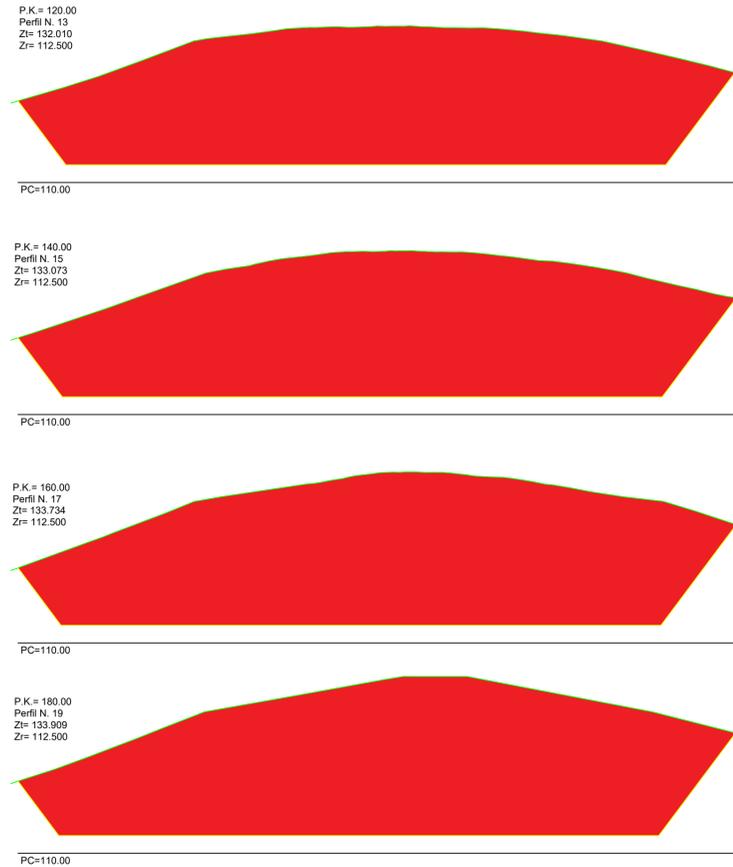
Aranburu

A	04-22	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION				E.B.F.
O	12-21	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	PROYECTO J-3428-L7483				E.B.F.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION				APROBADO POR R.E.E.
		INSTALACION SUBSTACION DE GATICA PARQUE DE 400/220 kV					N° -		
PROYECTADO	12-21	O.D.G.	TITULO			FORMATO: A1			
DIBUJADO	12-21	J.C.M.	MOVIMIENTO DE TIERRAS			ESCALA: 1:1250			
COMPROBADO	12-21	B.M.I.	REPLANTEO DE PLATAFORMA			N° P-ECCATC1000 A Rv.			
APROBADO POR R.E.E.	12-21	E.B.F.				HOJA 1 SIGUE -			

PERFIL LONGITUDINAL / ESCALAS H=1:1000 V=1:500



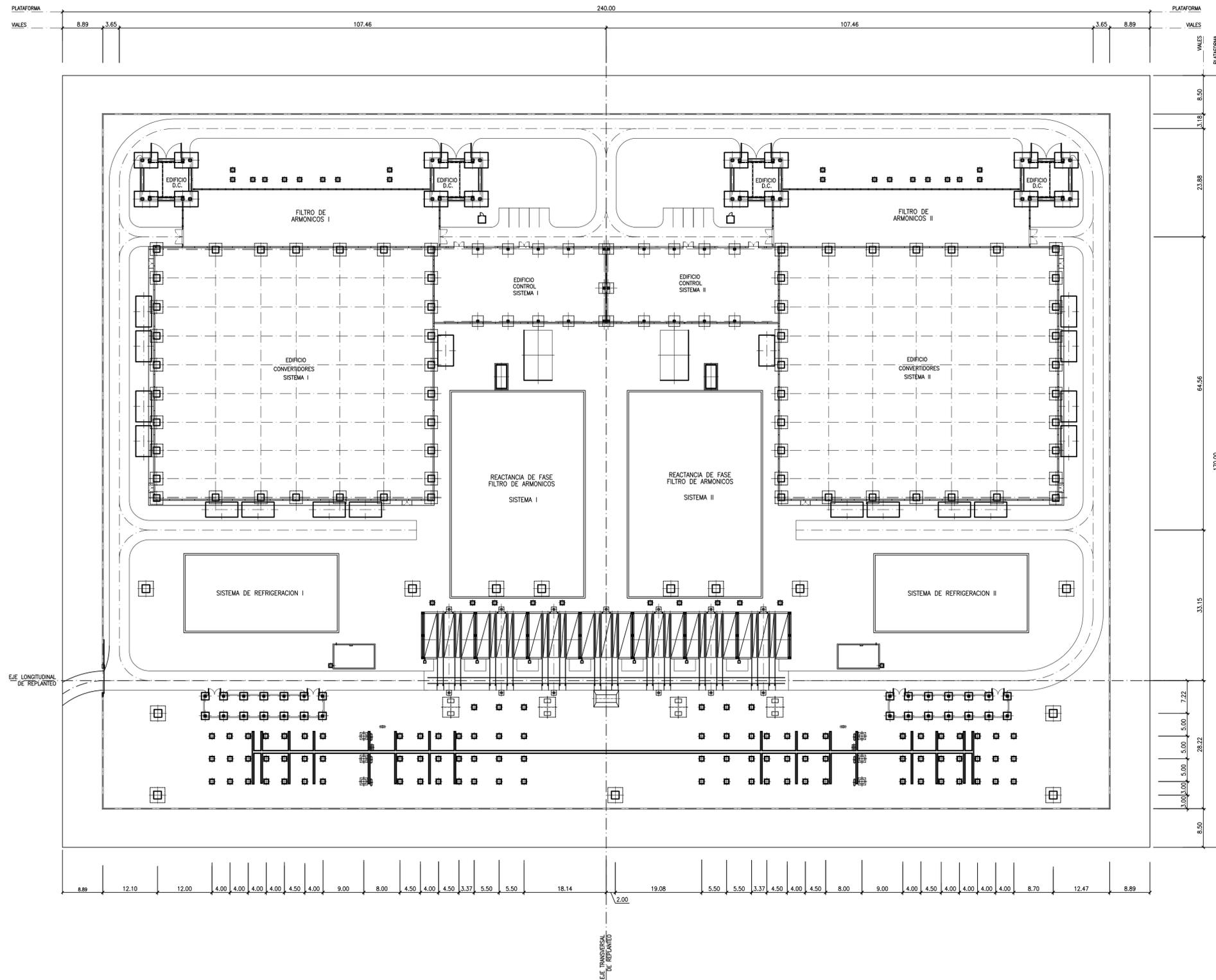
PERFILES TRANSVERSALES / ESCALAS H=1:1000 V=1:500



A	04-22	O.D.G.	J.C.M.	B.M.L.	ACTUALIZACION	E.B.F.
O	12-21	O.D.G.	J.C.M.	B.M.L.	PROYECTO J-3428-L7483	E.B.F.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
		INSTALACION SUBSTACION DE GATICA PARQUE DE 400/220 kV				
TITULO MOVIMIENTO DE TIERRAS PERFILES. PLATAFORMA						N° - E.B.F.
PROYECTADO	12-21	O.D.G.				FORMATO: A1
DIBUJADO	12-21	J.C.M.				ESCALA: 1:1000
COMPROBADO	12-21	B.M.L.				N° P-ECCGATC1001 A
APROBADO POR R.E.E.	12-21	E.B.F.				HOJA 1 SIGUE -

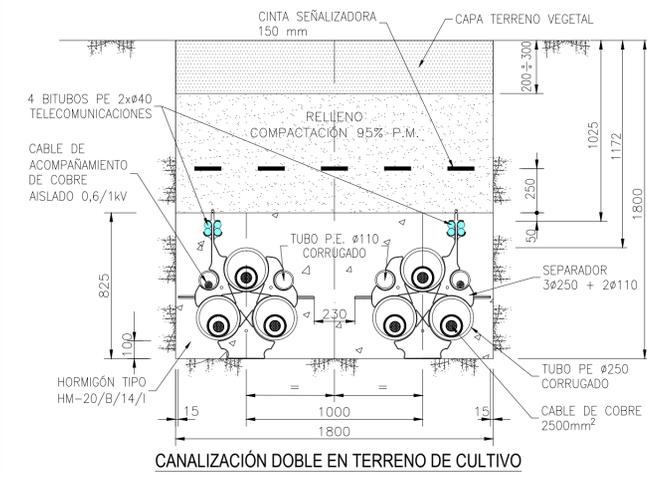
RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido permanece íntegro y exclusivamente a RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. o a sus filiales. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad para usos privados. RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asume ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

INFORMACION DE CONTACTO: RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. - AVDA. DE LA INDUSTRIA, 11 - 28014 MADRID - TEL: 91 340 10 00 - FAX: 91 340 10 01 - WWW.REE.ES

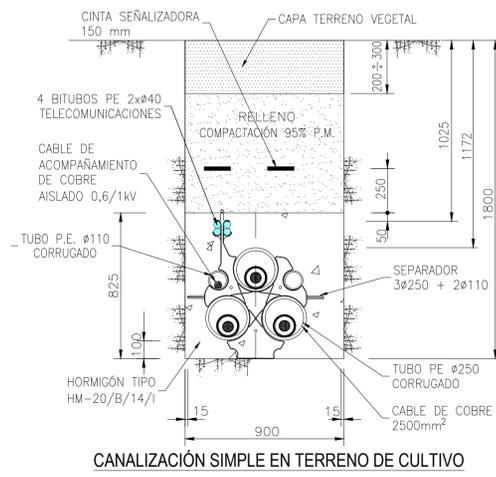


NOTAS:
1. DIMENSIONES EN METROS.

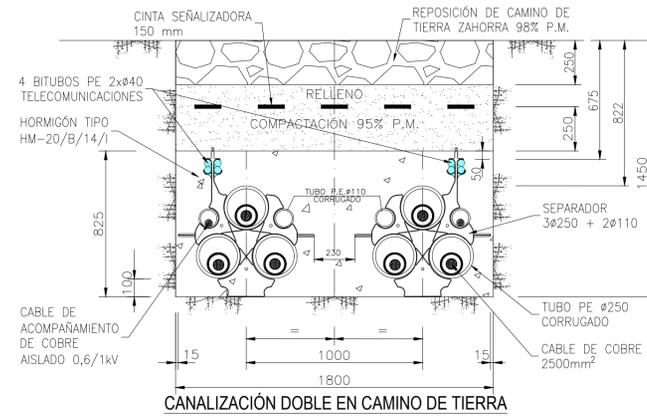
B	04-22	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	A.G.S.
A	12-21	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	A.G.S.
0	12-18	O.D.G.	J.L.C.	B.M.I.	PROYECTO J-3426-L7983	A.G.S.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
		INSTALACION INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA 400 kV DE GATICA				
PROYECTADO 10-18 O.D.G. DIBUJADO 10-18 J.L.C. COMPROBADO 10-18 B.M.I. APROBADO POR R.E.E. 01-10 A.G.S.		TITULO PLANTA GENERAL CIMENTACIONES Y CANALES DE CABLES			FORMATO: DIN A1 ESCALA: 1:500 N° P-ECCATC5000 B HOJA - SIGUE -	



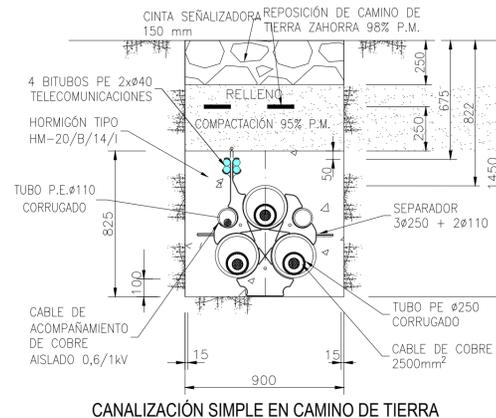
CANALIZACIÓN DOBLE EN TERRENO DE CULTIVO



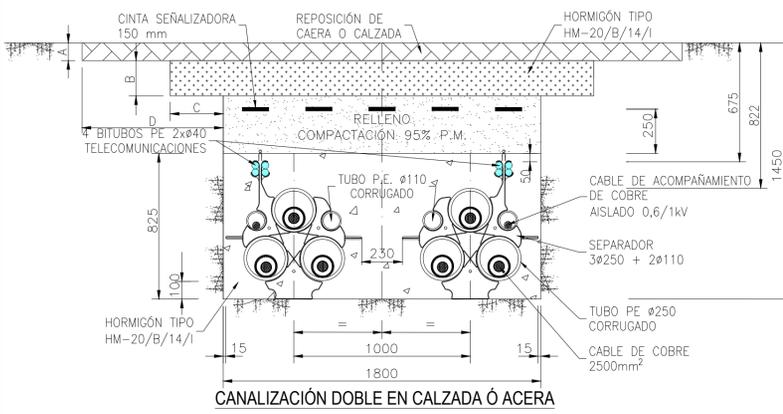
CANALIZACIÓN SIMPLE EN TERRENO DE CULTIVO



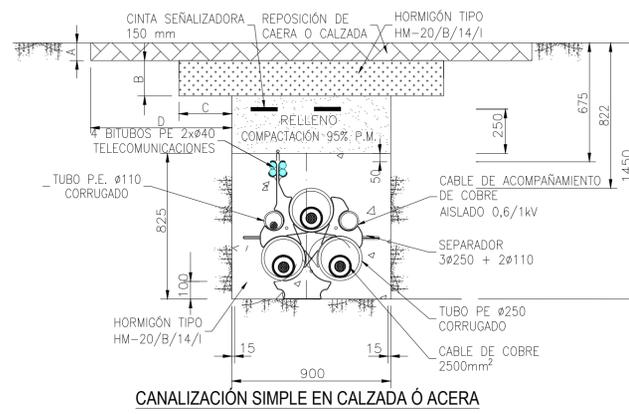
CANALIZACIÓN DOBLE EN CAMINO DE TIERRA



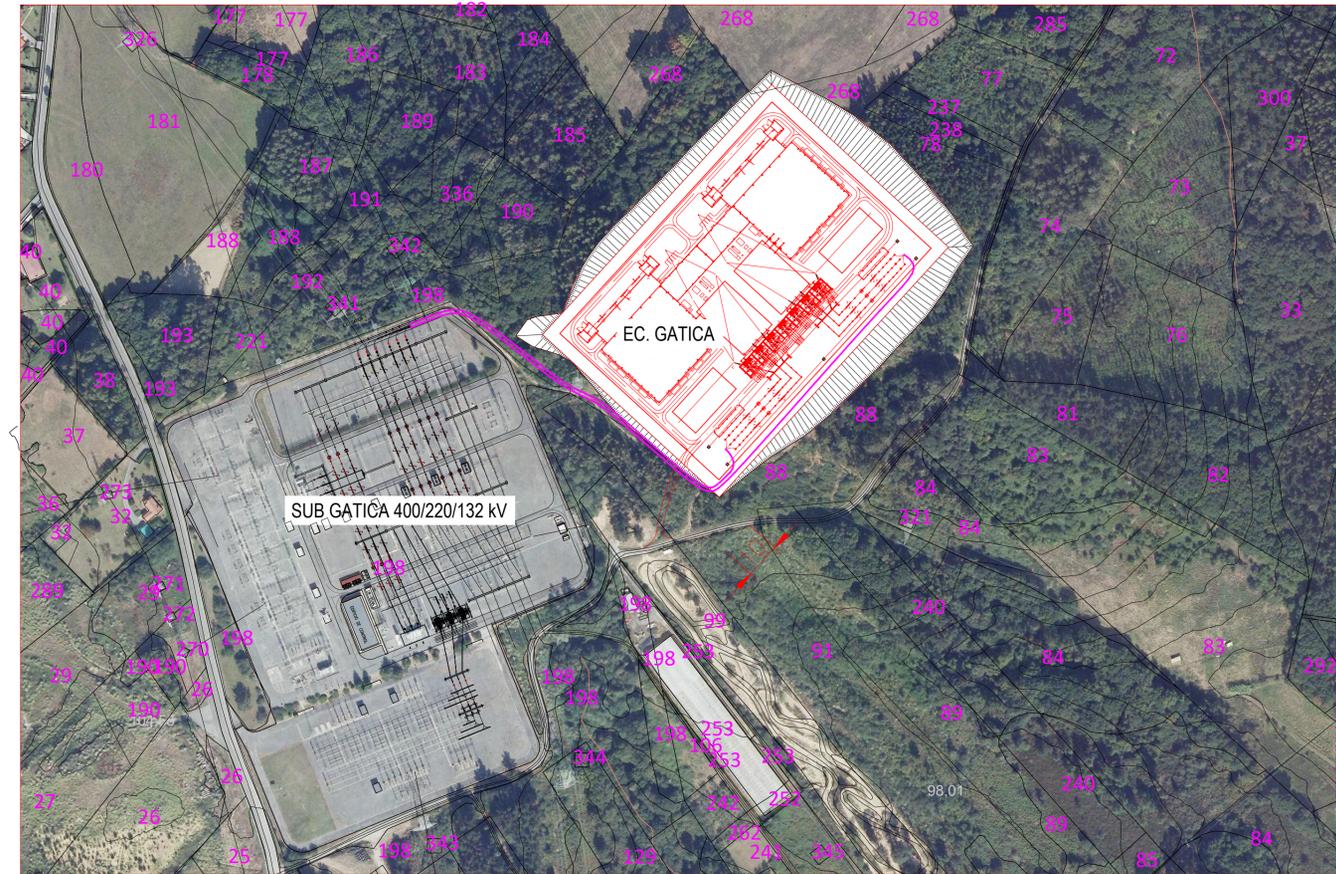
CANALIZACIÓN SIMPLE EN CAMINO DE TIERRA



CANALIZACIÓN DOBLE EN CALZADA Ó ACERA



CANALIZACIÓN SIMPLE EN CALZADA Ó ACERA



PLANTA DISPOSICIÓN LINEAS 400 kV.

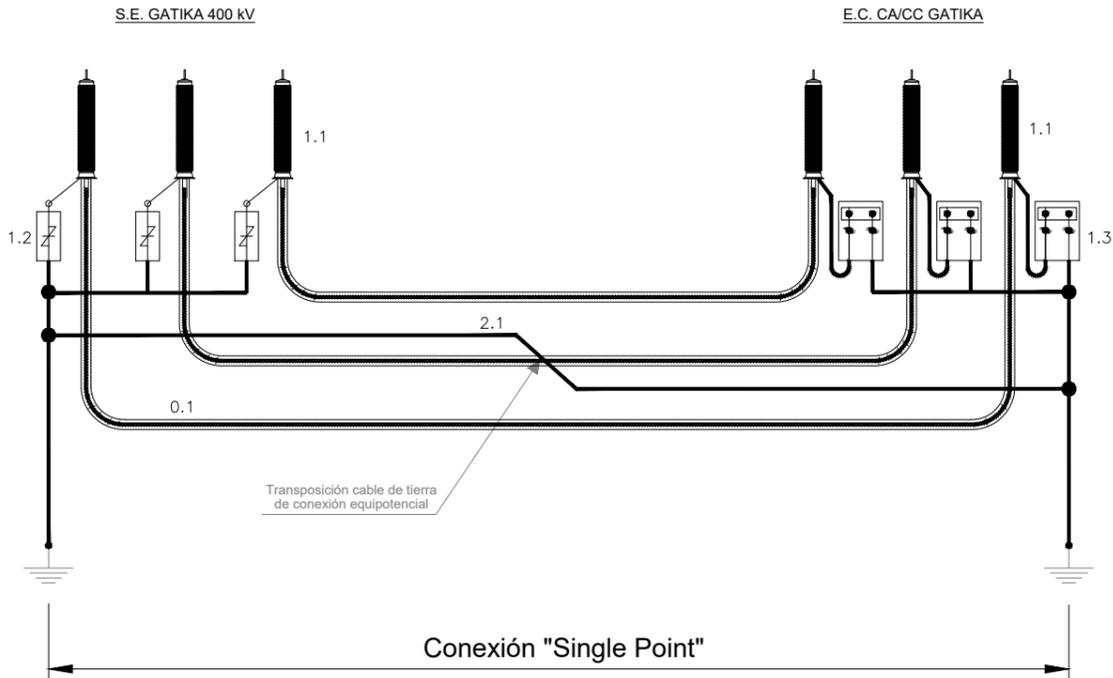
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual de presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto quedan expresamente prohibidos y sancionados cualquier uso no autorizado, reproducción, transformación, distribución, explotación económica o cualquier otro uso no autorizado. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. y sus filiales, no se responsabilizan de los contenidos de este documento.

C	04-22	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACIÓN	J.A.D.
B	12-21	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACIÓN	J.A.D.
A	04-19	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACIÓN	J.A.D.
D	12-18	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	PROYECTO J-3426-L7483	J.A.D.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
				INSTALACIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA ESTACIÓN CONVERSORA ALTERNA/CONTINUA 400 kV DE GATICA		
FECHA 10-18 O.D.G.		NOMBRE J.C.M.		TÍTULO LINEAS 400 kV c.a. DEFINICIÓN CONEXIONES P. o T.		
DIBUJADO 10-18 J.C.M.		COMPROBADO 10-18 B.M.I.		APROBADO POR R.E.E. 10-18 J.A.D.		
FORMATO: A1		ESCALA: 1:1000		N° P-ECCATC5001		
HOJA 1		SIGUE 2		C Rev.		

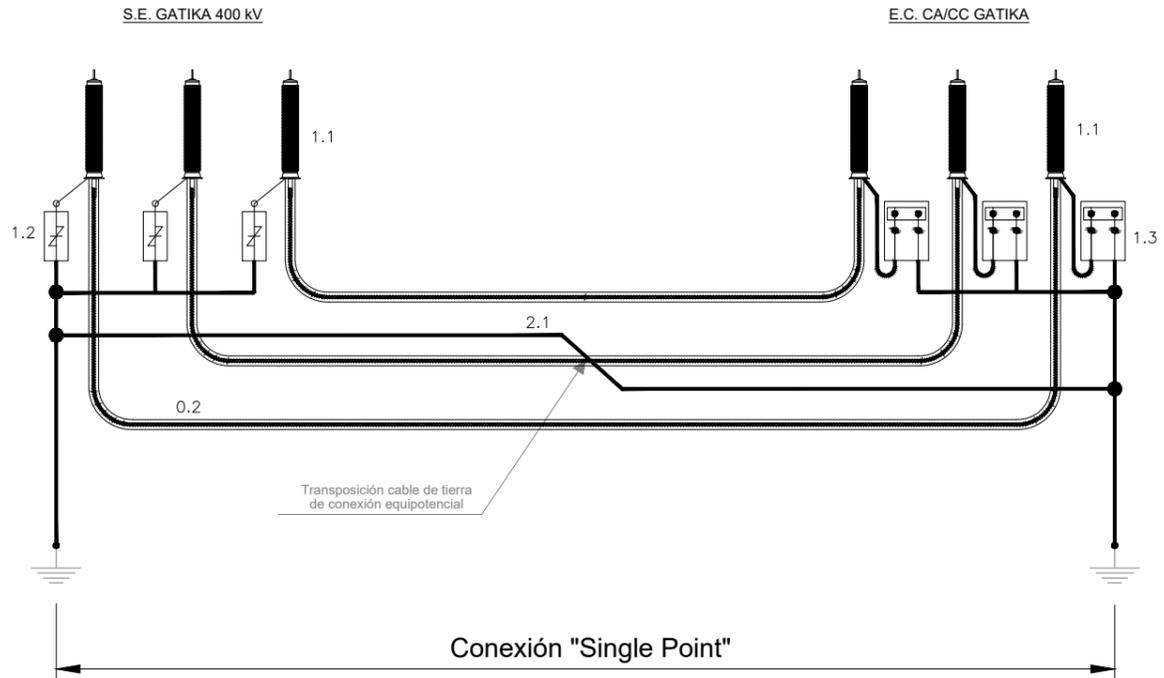
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado, Nº 202101465, Fecha Visado: 23/05/2022, Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.colim.es/Verificacion/100/Ver/1150383E, Nº Colegiado: 11729, Colegiado: DAVID GONZALEZ JOUANNEAU

CIRCUITO 1



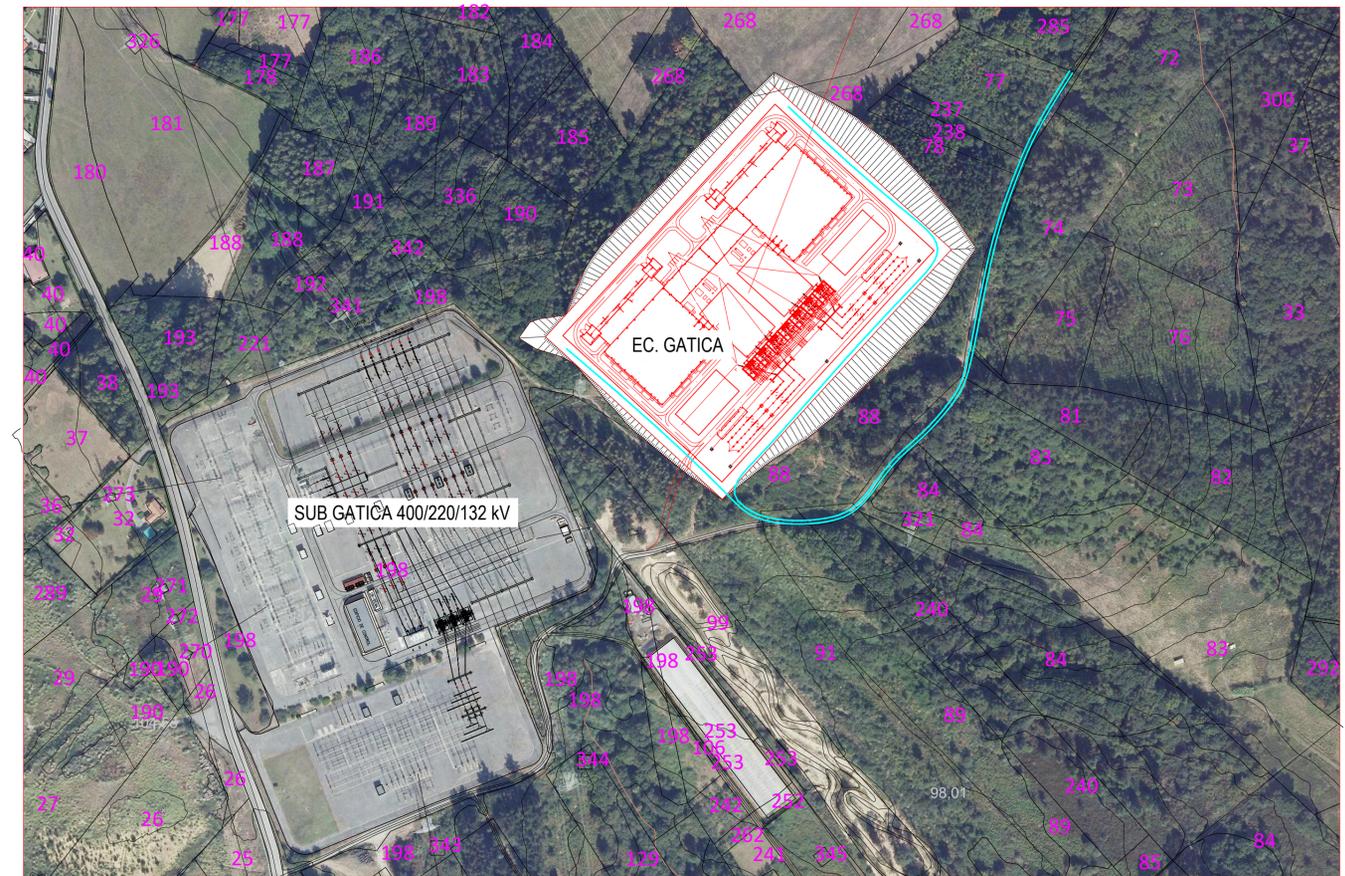
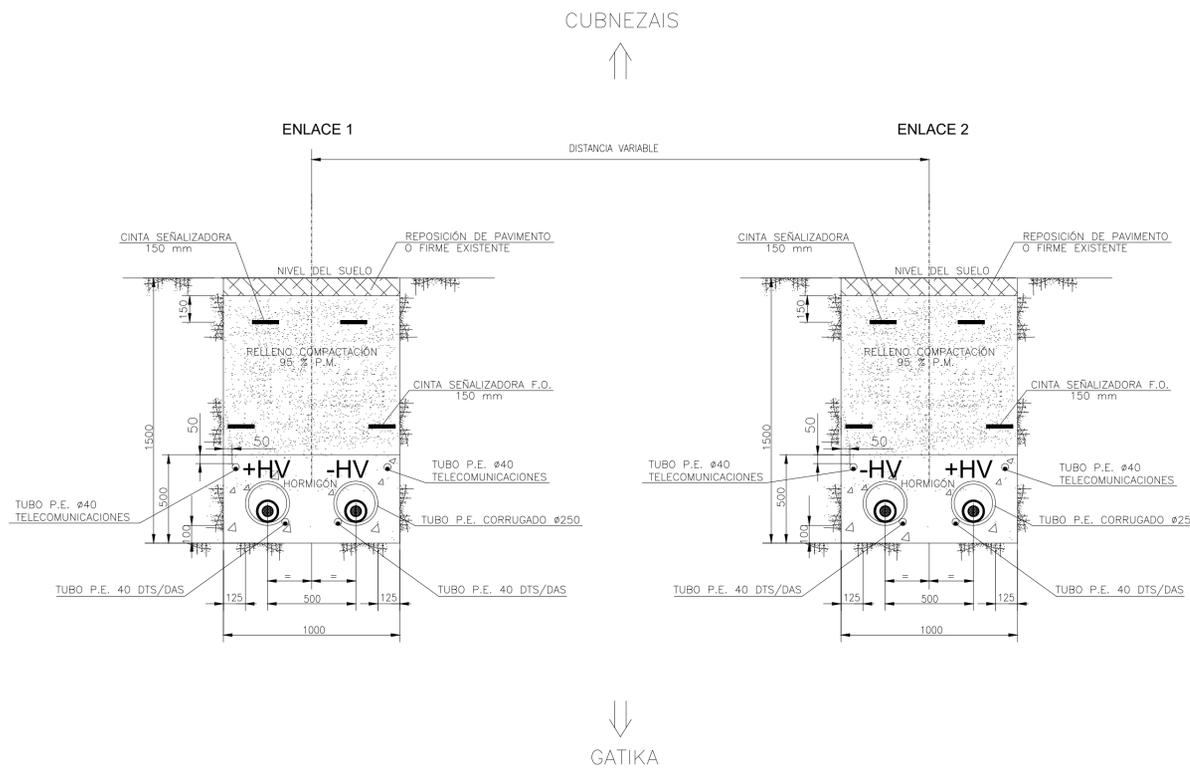
CIRCUITO 2



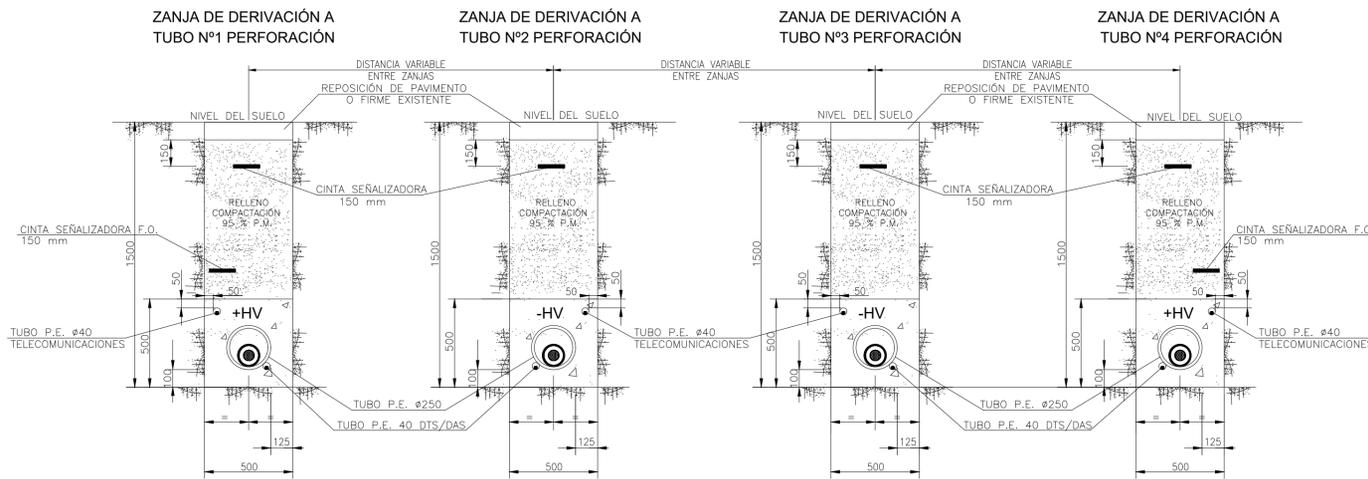
REF.	TIPO	SEC./TENSION	LONGITUD	REF.	DESIGNACION	TIPO	PLANO
				2.1	CABLE EQUIPOTENCIAL	RV 1x240	
				1.3	CAJA UNIPOLAR CONEXIÓN DIRECTA A TIERRA		
0.2	230/400 kV XLPE 2500 Cu + T375	1x2500/400 kV	1455 m	1.2	CAJA UNIPOLAR PUESTA A TIERRA CON DESCARGADORES		
0.1	230/400 kV XLPE 2500 Cu + T375	1x2500/400 kV	885.30 m	1.1	TERMINALES EXTERIORES		
CABLE				ACCESORIOS			

REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
B	04-22	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	J.A.D.
A	04-19	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	J.A.D.
0	12-18	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	PROYECTO J-3426-L7483	J.A.D.

	RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA		INSTALACION INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA ESTACIÓN CONVERSORA ALTERNA/CONTINUA 400 kV DE GATIKA				
	Nº	-					
PROYECTADO	12-18	O.D.G.	LINEAS 400 kV c.a. DEFINICIÓN CONEXIONES P a T		FORMATO:	A3	
DIBUJADO	12-18	J.C.M.			ESCALA:	S/E	
COMPROBADO	12-18	B.M.I.			Nº	P-ECGATC5001	B
APROBADO POR R.E.E.	12-18	J.A.D.			Rev.		
			HOJA	2	SIGUE	-	



PLANTA DISPOSICIÓN LINEAS 400 KV.

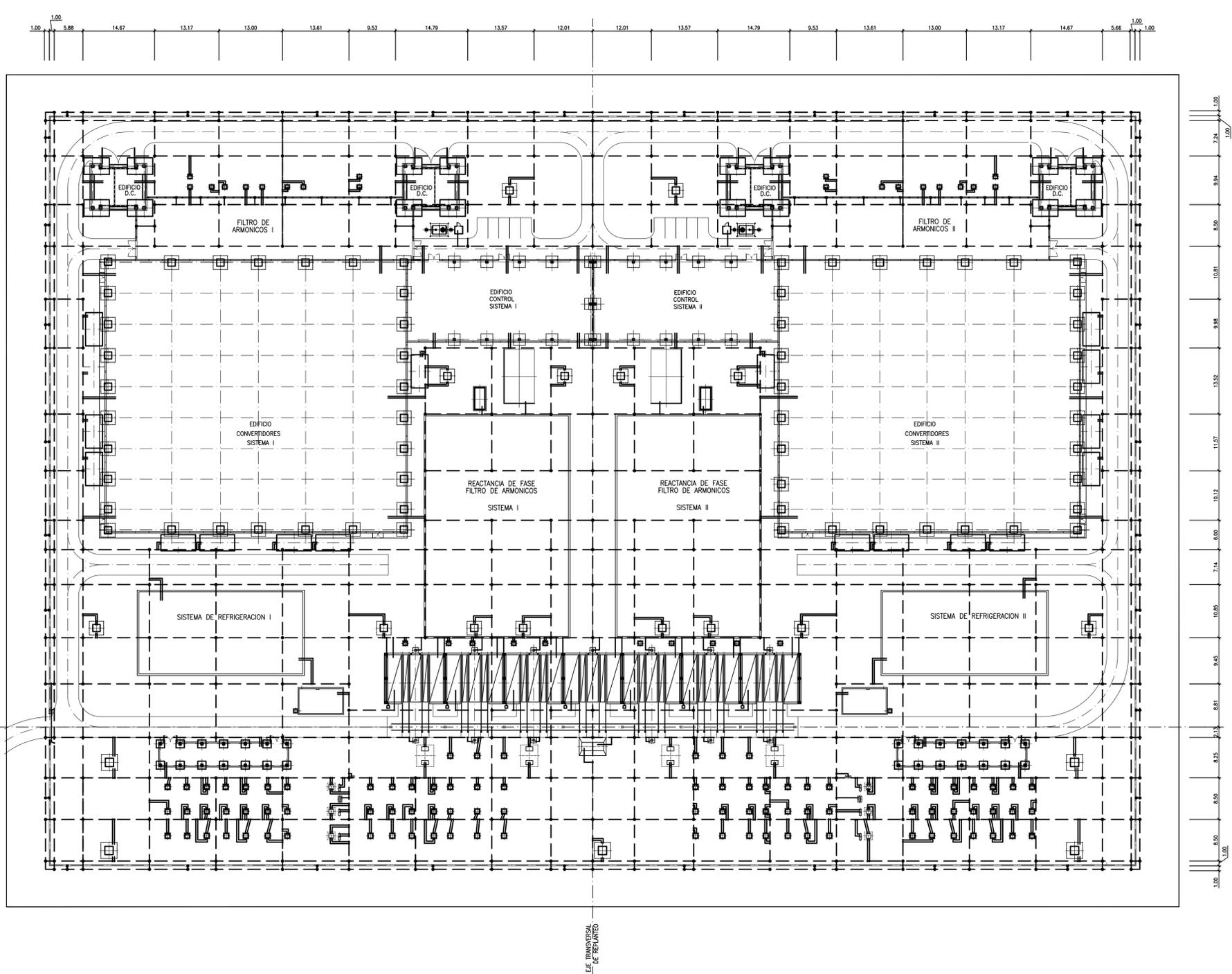


REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
A	04-22	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	J.A.D.
D	12-21	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	PROYECTO J-3426-L7483	J.A.D.

	INSTALACION INTERCONEXION ELECTRICA FRANCIA-ESPAÑA ESTACION CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA 400 KV DE GATICA		
	TITULO LINEAS 400 kv c.c. DEFINICION CONEXIONES P. o T.	N° P=ECCATC5002	
PROYECTADO 12-21 O.D.G.	DIBUJADO 12-21 J.C.M.	COMPROBADO 12-21 B.M.I.	APROBADO 12-21 J.A.D.
FORMATO: A1		ESCALA: 1:1000	HOJA 1 SIGUE -

RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual de presente documento, todos los derechos están reservados y por tanto quedando permitida su reproducción o uso en formato electrónico o impreso, siempre que se cite a RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. como autor de la obra. Toda reproducción no autorizada de este documento, en cualquier formato, será considerada como un delito de infracción de derechos de propiedad intelectual y será sancionada de acuerdo con lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual y en la Ley de Propiedad Industrial de España, S.A.U. RED ELECTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no asume ninguna responsabilidad derivada del uso no autorizado de este documento.

Proyecto de Interconexión Eléctrica Francia-España. Estación Convertora Alterna/Continua 400 kV de Gatica. Hoja: P=ECCATC5002. Escala: 1:1000.



- SIMBOLOS**
- SOLDADURA ALUMINOTERMICA EN CRUZ O EN "T"
 - CONEXION A ESTRUCTURA
 - CONEXION A CERRAMIENTO
 - MALLA PRINCIPAL DE CABLE DE CU DE 120 mm² A 60 cm DE PROFUNDIDAD (SE EJECUTARA PREFERENTEMENTE DURANTE LOS TRABAJOS DE MOVIMIENTO DE TIERRA).
 - CONEXIONES CON LA MALLA PRINCIPAL CON CABLE DE CU DE 120 mm² (SE REALIZARAN DURANTE LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL);
-PARA LOS SOPORTES DE APARAMENTA SE DEJARAN LATIGUILLOS DE 1.50 m DE LONGITUD EN LA CIMENTACION.
-PARA LAS COLUMNAS PRINCIPALES SE DEJARAN LATIGUILLOS DE 2.0 m DE LONGITUD EN LA CIMENTACION.

- NOTAS:**
- LOS SIGUIENTES ELEMENTOS DEBERAN SER CONECTADOS A LA MALLA DE TIERRAS DENTRO DE LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL:
 - CERCOS METALICOS DE ARQUETAS (TANTO DE CABLES COMO DE DRENAJE) Y CANALES REFORZADOS
 - CERRAMIENTO APROXIMADAMENTE CADA 20 m
 - MUELTOS DE ARRASTRE
 - RAILES DE VIALES DE RODADURA
 - CIMENTACIONES DE EDIFICIOS
 - SE DARÁ CONTINUIDAD EN LOS EDIFICIOS A LAS ARMADURAS DE MURO DE CIMENTACION Y SOLERA

REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
B	04-22	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	A.G.S.
A	12-21	O.D.G.	J.C.M.	B.M.I.	ACTUALIZACION	A.G.S.
0	12-18	O.D.G.	J.L.C.	B.M.I.	PROYECTO J-3426-L7983	A.G.S.

	INSTALACION INTERCONEXION ELECTRICA FRANCIA-ESPAÑA ESTACION CONVERSORA ALTERN/CONTINUA 400 kV DE GATICA	
	N°	
PROYECTADO 10-18 O.D.G. DIBUJADO 10-18 J.L.C. COMPROBADO 10-18 B.M.I. APROBADO POR R.E.E. 01-10 A.G.S.	TITULO PLANTA GENERAL RED DE TIERRAS INFERIORES	FORMATO: DIN A1 ESCALA: 1:500 N° P-ECCATF1000 B Rev. HOJA - SIGUE -



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA DE GATIKA Y LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE CIRCUITO SUBTERRÁNEA 400 kV

DOCUMENTO 4 PRESUPUESTO

Madrid, mayo de 2022

El presupuesto del presente proyecto incluye las partidas necesarias para el diseño y ejecución del proyecto. En este presupuesto no se incluyen otros costes incurridos para la final realización de la instalación, como son los costes de terrenos, licencias y tasas, costes financieros y costes de gestión y administración.

4.1 PRESUPUESTO DESGLOSADO ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA (EN EUROS).

4.1.1. Ingeniería.....	25.585.000
4.1.1.1. Ingeniería de Medio Ambiente	1.279.250
Restauración de zonas y siembra	182.389
4.1.1.2. Ingeniería de Proyecto	24.305.750
4.1.2. Materiales.....	133.200.000
4.1.2.1. Aparamenta y materiales de alta tensión (c.a. y c.c.)... 87.200.000	
4.1.2.2. Máquinas de Potencia	32.000.000
4.1.2.3. Protecciones, control y comunicaciones.....	14.000.000
4.1.3. Construcción	71.215.000
4.1.3.1. Obra civil	51.400.000
Movimiento de tierras	20.400.000
Obra civil de parque.....	9.000.000
Edificios y casetas	22.000.000
4.1.3.2. Montaje y equipos de seguridad de la instalación	19.400.000
Montaje electromecánico de parque	17.400.000
Equipo e instalaciones de seguridad	2.000.000
4.1.3.3. Servicios diversos	415.000
 <u>TOTAL PRESUPUESTO 4.1</u>	 <u>230.000.000 euros</u>

4.2 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL (EN EUROS).

4.2.1. Seguridad y salud laboral **94.909**

TOTAL PRESUPUESTO 4.2 **94.909 euros**

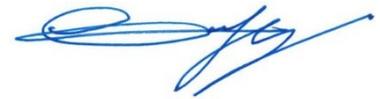
4.3 PRESUPUESTO TOTAL.

4.3.1. ESTACION CONVERSORA 230.000.000
4.3.2. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL 94.909

Total..... 230.094.909 euros

El presupuesto total de la Estación asciende a **DOSCIENTOS TREINTA MILLONES NOVENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTOS NUEVE EUROS.**

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero industrial



David González Jouanneau

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones
Red Eléctrica de España, S.A.U.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA FRANCIA-ESPAÑA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

ESTACIÓN CONVERTORA ALTERNA/CONTINUA DE GATIKA Y LINEA DE ALIMENTACIÓN DOBLE CIRCUITO SUBTERRANEA 400 kV

DOCUMENTO 5 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS

Madrid, mayo de 2022

1. OBJETO

En virtud de lo establecido en el Art. 54.1 de la Ley 54/1997 de 27 de Noviembre del Sector Eléctrico (LSE), y en el Art. 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, la Declaración, en concreto, de Utilidad Pública, lleva implícita, en todo caso, la necesidad de ocupación de los bienes o de adquisición de los derechos afectados e implica la urgente ocupación a los efectos del Art. 52 de la Ley 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.

2. AFECCIONES

La construcción de la estación convertora 400 kV C.A. / \pm 400 kV C.C. de Gatika requiere:

- La expropiación permanente o del pleno dominio de la superficie de terreno ocupado por la estación proyectada.
- La ocupación temporal de los terrenos necesarios para movimiento de maquinaria y acopio de material en la fase de ejecución de obra.

3. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

La construcción de la estación convertora 400 kV C.A. / \pm 400 kV C.C. de Gatika 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 queda reflejado en el plano de proyecto nº ECSLB10001, incluido en el Documento nº 3 "Planos".

En dicha relación de bienes y derechos se incorporan, en su caso a efectos meramente indicativos los bienes y derechos a cargo de las distintas administraciones y organismos, que pudieran resultar afectados por la instalación.

Parcela Proyecto	Propietario	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Ocupación pleno dominio EC (m2)	Ocupación pleno dominio Acceso (m ²)	Superficie tala (m ²)	Ocupación Temporal (m ²)	Naturaleza del terreno
1	Larrauri Sertucha, Maria Begoña	040006078	6	78	823	0	0	0	QB2 Pino radiata
2	Aramburu Amezaga, Victor	040006079	6	79	3.684	0	0	0	QB2 Pino radiata
3	Sertucha Ereñozaga, Maria Begoña	040006080	6	80	13.666	0	0	0	QB2 Pino radiata
4	Iriondo Elorza, Jose Miguel	040006083	6	83	340	0	0	0	NA1 Frondosas crec.med. y camino
5	Herederos de: Solano Gil Delgado, Jose Maria	040006084	6	84	241	209	107	211	NA1 Frondosas crec.med. y camino
6	Ugarte Arauco, Jose Antonio	040006086	6	86	7.012	0	0	0	QB3 Pino radiata
7	Arrieta Bilbao, Maria Luisa	040006087	6	87	6.459	0	0	0	HB2 Eucaliptar interior
8	Bilbao Arzubieta, Eugenio	040006088	6	88	9.816	0	0	70	HA1 Eucaliptar costa
9	Bilbao Olondo, Alberto	040006089	6	89	210	248	0	465	JA2 Zona urbanizada (camino)
10	Palomo Escalante, Lander	040006091	6	91	4.404	797	0	6.092	QB1 Pino radiata y camino
11	Herederos de: Elguezabal Elguezabal, Jesus Maria y otros	040006099	6	99	2.070	283	587	6.499	GA1 Pastizal y camino
12	Iberdrola SA Red Eléctrica de España SAU	040006198	6	198-A	3.036	2.714	2.878	2.813	JA2 Zona urbanizada (subestación)
13	Fundación Labein-Tecnalia	040006198	6	198-B	5.144	350	2.315	2.988	JA2 Zona urbanizada (camino)
14	Iberdrola SA	040006200	6	200	22.943	0	0	1.001	MB3 Argomal
15	Arruza Ateca, Juan Antonio	040006240	6	240	97	291	0	260	NA1 Frondosas crec.med. y camino
16	Larrauri Sertucha, Maria	040006237	6	238	103	0	0	0	QB2 Pino radiata
17	Unibaso Atela, Pedro	040006268	6	268	3.960	0	0	0	UA1 Pradera
18	Iberdrola SA	040006325	6	325	100	0	0	0	J12 Suelo ocupado
TOTAL					84.108 (8,411 ha)	4.892 (0,489 ha)		20.399 (2,040 ha)	

4. PLANOS PARCELARIOS.

Implantación general. Afecciones (P-ECGATB1002)

Madrid, Mayo de 2022
El Ingeniero industrial



David González Jouanneau
Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones
Red Eléctrica de España, S.A.U.