



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

Proyecto técnico administrativo de subestación de la red de transporte
de energía eléctrica

Autor: Dámaso Luis Sirvent Guinea

Director: Matías Juan Sánchez Mingarro

Madrid

Junio de 2025

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
“Proyecto técnico administrativo de subestación de la red de transporte
de energía eléctrica”

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2024-2025 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Dámaso Luis Sirvent Guinea

Fecha: 17/ 06/ 2025

Handwritten signature of Dámaso Luis Sirvent Guinea in black ink.

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Matías Juan Sánchez Mingarro

Fecha: 17/ 06/ 2025

Handwritten signature of Matías Juan Sánchez Mingarro in blue ink.



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

Proyecto técnico administrativo de subestación de la red de transporte
de energía eléctrica

Autor: Dámaso Luis Sirvent Guinea

Director: Matías Juan Sánchez Mingarro

Madrid

Junio de 2025

Agradecimientos

Agradecimientos a mis padres y amigos, que han sido mi mayor apoyo durante estos 4 años de carrera.

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE SUBESTACIÓN DE LA RED DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Autor: Sirvent Guinea, Dámaso Luis.

Director: Sánchez Mingarro, Matías Juan.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de una estación síncrona, subestación de la red de transporte de energía eléctrica que incorpora un compensador síncrono como elemento principal. La estación síncrona se construye en el municipio de Arucas, en la isla de Gran Canaria.

La estación síncrona tiene como objetivo mejorar la estabilidad de la red eléctrica ante cambios de tensión, mediante la regulación de la cantidad de potencia reactiva que el generador produce/consume. La estación síncrona dará una mayor fortaleza a la red eléctrica, aumentando su potencia de cortocircuito.

El principal objetivo es la realización de un diseño correcto para poder llevar a cabo una tramitación oficial del mismo. Esto exigirá que el proyecto cumpla con toda la normativa técnica y de seguridad exigida para poder integrar el SYNCON en la red de energía eléctrica de las Islas Canarias y así poder dar soporte a la misma.

El proyecto plantea la implantación de una única línea subterránea que conecta la nueva estación síncrona con la subestación de Arucas existente, minimizando así el impacto visual y medioambiental. La tecnología empleada para el diseño de la estación síncrona radica en tecnología AIS (Air-Insulated Switchgear).

Las características eléctricas de la estación síncrona son las siguientes:

Tensión nominal	66Kv
Frecuencia nominal	50hz
Rango de potencia reactiva	± 25 Mvar
Aporte de capacidad de cortocircuito a la red	118,03 MVA
Intensidad nominal	227,44A
Intensidad de cortocircuito	8,2KA

La estación síncrona se sitúa sobre un terreno cercano a la subestación de Arucas, se trata de un terreno de 1.849 m² que cuenta con acceso a la carretera GC-43. Este emplazamiento ha sido elegido debido a que es un terreno llano donde se puede edificar todas las instalaciones necesarias sin necesidad de hacer grandes movimientos de tierras.

Se emplean los siguientes elementos para el proyecto:

Aparenta	Unidades
Compensador síncrono	1
Equipo de excitación	1
Motor de arranque	1
Transformador de potencia	2
Interruptor de potencia	1
Seccionador	1
Terminaciones de alta tensión	3
Transformadores de intensidad	6
Transformadores de tensión	6

El sistema de protecciones, control y comunicaciones permite que la estación síncrona opere en un entorno seguro, automatizado y supervisado. Incluye relés de protección para los distintos equipos, un sistema de control centralizado mediante SCADA, y una red de comunicaciones en la que se emplea Ethernet y fibra óptica.

Las instalaciones cuentan con sistema de detección de incendios y un sistema de antiintrusismo para garantizar una protección total.

La obra civil incluye realizar movimientos de tierra, cimentaciones, canalizaciones, la instalación de un vallado perimetral de 148 m y la construcción de un edificio principal.

La estación síncrona dispone de un edificio de 16x22 m² de una sola planta que cuenta con una sala de aparenta, una sala de control, una sala de comunicaciones, un vestuario, un aseo, una sala de primeros auxilios, un cuarto de limpieza y un almacén.

Parte de la aparenta se instala en una zona determinada, en el exterior del edificio principal. Esta disposición permite una mejor ventilación natural de los equipos, reduciendo la carga térmica en el interior de la sala técnica.

Las instalaciones cuentan con un sistema de drenaje y saneamiento integrado, diseñado para evacuar tanto las aguas pluviales como las residuales. Además, se ha ejecutado una red de tierras de 45x29 m², construida con conductores de cobre, que garantiza la seguridad eléctrica de la instalación.

El proyecto incluye una serie de planos técnicos que recogen la implantación de la estación síncrona en el terreno, el esquema unifilar de la aparenta eléctrica, las características estructurales de la obra civil y la disposición de la aparenta.

Se incluye una serie de cálculos necesarios para verificar que la estación síncrona sea segura y eficiente. Además, se incorpora un pliego de condiciones que recoge las especificaciones técnicas, normativas y de calidad exigidas para la correcta ejecución del proyecto.

Previo a la puesta en funcionamiento, la estación síncrona será sometida tanto a pruebas de puesta en servicio, como a pruebas específicas a los distintos equipos de medida y protección.

Desde el punto de vistas económico se estima una inversión total de 2.398.962,86 €, IVA incluido, para ejecutar el proyecto.

Se concluye que, con la ejecución de este proyecto se obtiene una solución viable, que además consigue alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. La estación síncrona contribuye tanto a mejorar la red eléctrica insular, como a apoyar la transición hacia un sistema energético más sostenible.

TECHNICAL-ADMINISTRATIVE PROJECT FOR THE SUBSTATION OF THE ELECTRIC POWER TRANSMISSION GRID

Author: Sirvent Guinea, Dámaso Luis.

Supervisor: Sánchez Mingarro, Matías Juan.

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

ABSTRACT

The project consists of the construction of a synchronous station, a substation of the electric power transmission network that incorporates a synchronous compensator as the main element. The synchronous station is being built in the municipality of Arucas, on the island of Gran Canaria.

The synchronous station is intended to improve the stability of the power grid in the event of voltage changes by regulating the amount of reactive power produced/consumed by the generator. The synchronous station will give greater strength to the power grid by increasing its short-circuit power.

The main objective is the realization of a correct design in order to be able to carry out an official processing of the same. This will require that the project complies with all the technical and safety regulations required to be able to integrate the SYNCON into the power grid of the Canary Islands and thus be able to support it.

The project proposes the implementation of a single subway line connecting the new synchronous station with the existing Arucas substation, thus minimizing the visual and environmental impact. The technology used for the design of the synchronous station is based on AIS (Air-Insulated Switchgear) technology.

The electrical characteristics of the synchronous station are as follows:

Rated voltage	66Kv
Rated frequency	50hz
Reactive power range	± 25 Mvar
Short-circuit capacity contribution to the grid	118,03 MVA
Rated current	227,44A
Short-circuit current	8,2KA

The synchronous station is located on a plot of land close to the Arucas substation, a 1,849 m² plot with access to the GC-43 road. This site has been chosen because it is a flat land where all the necessary facilities can be built without the need for large earthworks.

The following elements are used for the project:

Equipement	Quantity
Synchronous compensator	1
Excitation equipment	1
Starter motor	1
Power transformer	2
Power circuit breaker	1
Disconnecting switch	1
High voltage terminations	3
Current transformers	6
Voltage transformers	6

The protection, control and communications system allows the synchronous station to operate in a safe, automated and supervised environment. It includes protection relays for the different equipment, a centralized control system through SCADA, and a communications network using Ethernet and fiber optics.

The facilities are equipped with a fire detection system and an anti-intrusion system to ensure total protection.

The civil works include earthworks, foundations, pipelines, the installation of a 148 m perimeter fence and the construction of a main building.

The synchronous station has a 16x22 m² single-story building with a switchgear room, a control room, a communications room, a dressing room, a toilet, a first aid room, a cleaning room and a storage room.

Part of the apparatus is installed in a specific area outside the main building. This arrangement allows better natural ventilation of the equipment, reducing the thermal load inside the technical room.

The facilities have an integrated drainage and sanitation system, designed to evacuate both rainwater and wastewater. In addition, a 45x29 m² grounding network, built with copper conductors, has been installed to ensure the electrical safety of the facility.

The project includes a series of technical drawings showing the implementation of the synchronous station on the ground, the single-line diagram of the electrical switchgear, the structural characteristics of the civil works and the layout of the switchgear.

It includes a series of calculations necessary to verify that the synchronous station is safe and efficient. It also includes a set of specifications that includes the technical, regulatory and quality specifications required for the correct execution of the project.

Prior to commissioning, the synchronous station will be subjected to commissioning tests, as well as specific tests to the different measuring and protection equipment.

From the economic point of view, a total investment of €2,398,962.86, including IVA, is estimated for the execution of the project.

It is concluded that, with the implementation of this project, a viable solution is obtained, which also manages to align with the Sustainable Development Goals of the United Nations. The synchronous station contributes both to improving the island's power grid and to supporting the transition to a more sustainable energy system.

Índice General

Documento N°1, Memoria Descriptiva.....	pág 12
Documento N°2, Planos.....	pág 95
Documento N°3, Pliego de Condiciones.....	pág 106
Documento N°4, Presupuestos.....	pág 151
Documento N°5, Bibliografía.....	pág 162

DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

Índice

Parte I	: Memoria	XV
Capítulo 1.	Generalidades	2
1.1	Antecedentes y estudios previos	2
1.2	Alcance del proyecto	3
1.3	Objeto	3
1.4	Normativa	3
Capítulo 2.	Descripción general de la estación síncrona	5
2.1	Emplazamiento	5
2.2	Condiciones ambientales	6
2.3	Características eléctricas	8
2.4	Tecnología de la estación síncrona	8
2.5	Rasgos distintivos del área seleccionada	9
Capítulo 3.	Sistemas primarios	10
3.1	Descripción general	10
3.2	Esquema unifilar	10
3.3	Compensador síncrono	11
3.3.1	Equipo de excitación	12
3.3.2	Motor de Arranque	13
3.4	Descripción de los módulos de la estación síncrona	14
Capítulo 4.	Sistemas secundarios	20
4.1	Sistemas auxiliares	20
4.2	Sistemas de protecciones	21
4.3	Sistemas de control, medida y telecomunicaciones	24
4.4	Sistemas contra incendios	26
4.5	Sistemas anti intrusismo	27
4.6	Sistemas de alumbrado	28
Capítulo 5.	Obra Civil	29
5.1	Descripción general	29
5.2	Drenajes y saneamientos	30

5.3	Edificaciones	30
5.4	Red de tierras.....	32
5.5	Acceso de las líneas.....	33
Parte II	: Cálculos.....	35
1.1	Introducción.....	36
1.2	Intensidad nominal	36
1.3	Intensidad y potencia de cortocircuito.....	37
1.4	Potencia de cortocircuito aportada por el compensador síncrono	38
1.5	Potencia del motor de arranque	41
1.6	Inercia del compensador síncrono.....	42
1.7	Cálculos de la red de tierras	43
1.7.1	Valor de la resistividad del terreno.....	43
1.7.2	Sección y diámetro del conductor de tierra.....	44
1.7.3	Tensiones de paso y de contacto admisibles	45
1.7.4	Tensiones de paso y de contacto aplicadas	46
1.7.5	Resistencia de puesta a tierra.....	48
Parte III	: ANEJOS.....	49

Parte I : MEMORIA

Capítulo 1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES Y ESTUDIOS PREVIOS

Red eléctrica tiene planeado implantar compensadores síncronos en varias ubicaciones de las Islas Canarias para mejorar la estabilidad e inercia de la red, de esta forma poder aumentar la implantación de energías renovables, debido a que los compensadores síncronos pueden aportar inercia al sistema eléctrico para mitigar la variabilidad que pueden provocar fuentes de energías renovables como la solar o la eólica.

El presente proyecto contempla la planificación y desarrollo de una estación síncrona, instalación eléctrica que tiene como equipo principal un compensador síncrono. La ubicación será el municipio de Arucas, Gran Canaria, donde red eléctrica tiene planeado instalar un compensador síncrono.

La finalidad de la estación síncrona es mejorar la calidad de la red eléctrica de las Islas Canarias. La estación proporciona mayor fortaleza a la red eléctrica, debido a que aportará una mayor potencia de cortocircuito a la red, lo cual es de suma importancia debido a que las Islas Canarias cuentan con una red eléctrica aislada de la península.

Se evaluarán varios factores para el diseño y construcción de la estación síncrona, para que esta sea eficiente en términos energéticos, fiable en su operación, segura para los equipos y el personal, y compatible con los requisitos técnicos, normativos y medioambientales establecidos por la ley vigente. Se tendrá en cuenta la integración de la estación síncrona en su entorno considerando aspectos como el impacto visual, las condiciones medioambientales y la adaptación al terreno.

1.2 ALCANCE DEL PROYECTO

En este proyecto se define un emplazamiento para situar el compensador síncrono, así como toda la aparenta que tiene el mismo. En la parte de la obra civil se ha diseñado las edificaciones necesarias para el correcto funcionamiento de las instalaciones. Además, se han diseñado otros sistemas necesarios como sistemas auxiliares, de control, de anti-intrusismo o de alumbrado. Asimismo, se incluyen cálculos que detallan que la estación síncrona es segura y eficiente. Se realizarán los planos y un pliego de condiciones necesarias para llevar a cabo el proyecto.

1.3 OBJETO

El principal objeto del proyecto es la realización de un diseño correcto de la estación síncrona para poder llevar a cabo una tramitación oficial del proyecto. Esto exigirá que el proyecto cumpla con toda la normativa técnica y de seguridad exigida para poder integrar el SYNCON en la red de energía eléctrica de las Islas Canarias y así poder dar soporte a la misma.

Otro de los principales objetos es desarrollar la estación síncrona de manera que contribuya a la sostenibilidad del planeta, para garantizar este objetivo se emplea una tecnología con menor impacto ambiental.

1.4 NORMATIVA

Para la realización del proyecto se tendrá en cuenta toda la normativa vigente aplicable al proyecto. Es de suma importancia el cumplimiento del 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. También se seguirá el reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT), la normativa UNE y el reglamento IEC.

Para la realización del proyecto se han aplicado una serie de normas y reglamentos específicos que se recogen en el documento 3, llamado “pliego de condiciones”.

Capítulo 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTACIÓN SÍNCRONA

2.1 *EMPLAZAMIENTO*

El emplazamiento será en Gran Canaria, debido a que Planificación Eléctrica menciona que la incorporación de compensadores síncronos de 25Mvar en la isla de Gran Canaria, reduce la influencia de la variación de tensión en uno de los nudos sobre el resto de los nudos de la isla. Esto quiere decir que el compensador síncrono permitirá mantener la tensión estable en puntos críticos de la red, evitando que las variaciones de tensión afecten al resto de la isla.

En concreto el emplazamiento se encuentra en una parcela a escasos metros de la Subestación Arucas, Gran Canaria. Este emplazamiento ha sido elegido debido a que es terreno llano donde se puede edificar todas las instalaciones necesarias sin necesidad de hacer grandes movimientos de tierras.

La otra razón de la elección de este emplazamiento es por la cercanía a la que se encuentra de la subestación eléctrica de Arucas, conexión eléctrica donde Planificación Eléctrica ha identificado como idónea para ubicar en el futuro un compensador síncrono de 25MVar (como se detalla en el Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026)

El emplazamiento se encuentra en las coordenadas 28° 05' 57.50" N 15° 31' 45.03" O y tiene acceso por la Carretera GC-43, lo que facilita la instalación de la maquinaria y el acceso del personal de la estación síncrona.

En el documento 2 se adjunta un plano donde se puede apreciar la situación de la parcela en el lugar elegido.

Para la implantación de la estación síncrona se ha seleccionado un terreno compuesto por dos subparcelas continuas. la subparcela “c” de la parcela 136 y la subparcela “c” de la parcela 137, ambas pertenecientes al Polígono 15 del término municipal de Arucas.

La referencia catastral de la parcela 136 es: 35006A015001360000JD.

La referencia catastral de la parcela 137 es: 35006A015001370000JX.

En los anejos se incluyen documentos obtenidos del catastro inmobiliario sobre las parcelas seleccionadas.

La subparcela 136-c cuenta con una superficie de 775 m², mientras que la subparcela 137-c dispone de 1.074 m², sumando un total de 1.849 m² de superficie útil. El tamaño de estos terrenos hace posible implantación de toda la aparenta y edificaciones necesarias.

2.2 *CONDICIONES AMBIENTALES*

En este apartado se realiza un breve estudio sobre las condiciones ambientales de la zona, para asegurarnos un correcto funcionamiento de todo el equipo.

	Temperatura media [°C]	Precipitación [mm]	Humedad [%]	Días lluviosos [días]
Enero	15.2	28	71%	5
Febrero	15	30	72%	4
Marzo	15.9	27	72%	4
Abril	16.6	19	71%	4
Mayo	17.8	12	71%	2

	Temperatura media [°C]	Precipitación [mm]	Humedad [%]	Días lluviosos [días]
Junio	19.4	6	74%	1
Julio	20.7	6	75%	0
Agosto	21.8	6re	75%	1
Septiembre	21.6	14	75%	2
Octubre	20.6	30	75%	5
Noviembre	18.2	29	73%	5
Diciembre	16.5	38	73%	6

En cuanto al clima y temperatura, la zona de Arucas tiene un clima subtropical con temperaturas moderadas durante todo el año que oscilan entre 21,8°C y 15,00°C como se muestra en el gráfico superior. Este rango de temperaturas no es extremo, por lo que no afecta al rendimiento de los equipos eléctricos. La media anual de las precipitaciones es de 20mm, lo cual es inferior a la media española debido a un clima subtropical.

Debido a la cercanía del océano, la humedad relativa es elevada, oscilando entre un 71% y 75%. Además, la cercanía al océano provoca la presencia de partículas salinas en el aire.

Según la norma ITC-RAT 02 para las condiciones atmosférica se debe de tener en cuenta los efectos de la temperatura, del hielo y del viento. Estos efectos se tienen en cuenta en el diseño porque las instalaciones están cubiertas, además el sistema de climatización permitirá regular la temperatura para minimizar estos efectos.

El valor de la aceleración sísmica del municipio de Arucas es de 0,04g.

Según la norma NCSR-02 es necesario tener en cuenta las acciones sísmicas debido a que la estación síncrona es una construcción de especial importancia y que la aceleración sísmica de la población donde se ubica tiene un valor de 0,04g.

2.3 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Según el reglamento ITC-RAT 04, la estación síncrona es de segunda categoría debido a que la mayor tensión nominal es de 66Kv, entonces la tensión más elevada soportada es de 72,5 Kv.

Las características eléctricas de la estación eléctrica son las siguientes:

Tensión nominal	66Kv
Frecuencia nominal	50hz
Rango de potencia reactiva	± 25 Mvar
Aporte de capacidad de cortocircuito a la red	118,03 MVA
Intensidad nominal	227,44A
Intensidad de cortocircuito	8,2KA

2.4 TECNOLOGÍA DE LA ESTACIÓN SÍNCRONA

El uso de la tecnología AIS en los interruptores de la estación síncrona no es estrictamente necesario en todos los casos, pero en el caso de este proyecto se van a hacer uso.

Los interruptores con aislamiento en aire utilizan el aire ambiente como medio de aislamiento, aunque son más voluminosos que los interruptores con SF6, no emiten gases de efecto invernadero. Esto hace que el proyecto sea más sostenible, alineándose con el objetivo de contribuir a la sostenibilidad.

En el proyecto se emplea un compensador síncrono, este es un tipo de generador sin carga mecánica que solo produce/consume potencia reactiva. El compensador síncrono es capaz de regular la cantidad de potencia reactiva que produce/consume mediante el ajuste de su corriente de excitación, esta característica permite al compensador ayudar a estabilizar la red eléctrica en el caso de que esta sufra cambios de tensión. El compensador síncrono también

es capaz de proporcionar una mayor fortaleza a la red, debido a que aporta una mayor potencia de cortocircuito a la red.

2.5 RASGOS DISTINTIVOS DEL ÁREA SELECCIONADA

La zona de Arucas se encuentra a 240 metros de altitud sobre el nivel del mar, lo que hace que la estación síncrona no esté expuesta directamente a fenómenos costeros extremos.

La zona de Arucas no se encuentra dentro de un paraje natural protegido ni dentro de un parque nacional o zona especial de conservación. Esta circunstancia hace que la ejecución del proyecto sea más fácil, debido a que no es necesario obtener permisos ambientales adicionales específicos. Aunque sigue siendo necesario cumplir todos los requisitos ambientales aplicables fuera de espacios protegidos.

Es de suma importancia tener medidas de control sobre las emisiones atmosféricas emitidas durante el proyecto, así como los ruidos generados durante las obras y operación, debido a que la subestación síncrona se encuentra próxima a los núcleos poblacionales de Barrio Virgen del Pino y Los portales.

Para la conexión entre la estación síncrona y la subestación eléctrica de Arucas se optará por usar cables subterráneos. Se hace uso de cables subterráneos porque están protegidos físicamente contra contactos accidentales, tienen una menor exposición a condiciones climáticas desfavorables y presentan una mejora en cuanto a integración estética y urbanística en el municipio de Arucas.

Los cables subterráneos deberán de cumplir la norma IEC 60840 de la Comisión Electrotécnica Internacional. Se hará uso de aislamiento de polietileno reticulado, debido a que ofrece una mayor resistencia al envejecimiento comparado con otros aislamientos y ofrece menos pérdidas que otros aislamientos como el de aceite.

Capítulo 3. SISTEMAS PRIMARIOS

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La estación síncrona contará con la siguiente aparenta:

- Compensador síncrono.
- Transformador de alta a media tensión.
- Transformador de media a baja tensión.
- Equipo de excitación.
- Motor de arranque.
- Transformadores de medida.
- Seccionador.
- Interruptor de potencia.

Toda la aparenta relacionada con el compensador síncrono (compensador, equipo de excitación y motor de arranque) se sitúa en el interior del edificio, en cambio, tanto los transformadores como el interruptor de potencia y los seccionadores, se situarán en el exterior de las instalaciones.

En sección Anejos se incluye documentación del fabricante sobre la aparenta seleccionada.

3.2 ESQUEMA UNIFILAR

En el Documento 2, se incluye el esquema unifilar correspondiente a la estación síncrona, donde se detallan sus principales elementos de conexión.

3.3 COMPENSADOR SÍNCRONO

Se ha realizado una comparativa entre las principales empresas que fabrican compensadores síncronos y se ha elegido a ABB. Se ha escogido este fabricante porque hace una buena integración de sus equipos con tecnologías digitales y por ajustarse a todos los requisitos establecidos en el proyecto.

En la siguiente tabla se especifican las características que pueden aportar los compensadores síncronos de la empresa ABB:

Technical data	
Reactive power	Up to 80 MVar (higher output with parallel units)
Voltage	Up to 15 kV
Frequency	50/60 Hz
Speed	1000/1200/1500/1800 rpm, 4 or 6 poles
Short-circuit power	Custom (higher short-circuit power with parallel units)
Overload capabilities	Custom
Inertia	Up to 450 MWs with flywheel (higher inertia with parallel units)
Maximum voltage withstandability	15 kV (+10% continuous)
Excitation	Brushless, PMG excitation supply
Insulation class/ temperature rise	- Condenser: F/B (stator), H/B (rotor) - Pony motor: F/B
Mounting	Horizontal
Cooling	- Condenser: IC81W or IC616 - Flywheel: IC86W or IC36 - Pony motor: IC 411
IP class	Up to IP56
Standards	IEC or NEMA

El compensador síncrono cuenta con las siguientes características de diseño:

Potencia nominal	±25Mvar
Constante de Inercia	5s
Potencia aparente de cortocircuito	150MVA
Tensión nominal	11Kv

Frecuencia nominal	50hz
Velocidad nominal	1500 rpm
Número de polos	4

Como se busca que el aporte a la potencia de cortocircuito a la red sea un valor de 6 veces la potencia nominal de la máquina, es necesario tener una constante de inercia alta. En general los valores de la constante de inercia en los compensadores síncronos están entre 2 y 5s. Por este motivo se elige una constante de inercia con valor $H=5s$.

En la sección de cálculos se detalla si es necesario añadir un volante de inercia al compensador síncrono. En concreto en el cálculo *Inercia del compensador síncrono*.



3.3.1 EQUIPO DE EXCITACIÓN

El equipo de excitación es el encargado de dar corriente al devanado de campo de rotor del compensador síncrono, de esta forma se produce el campo magnético necesario para que el compensador síncrono pueda producir o consumir potencia reactiva.

Para el equipo de excitación se elige el modelo UNITROL 6000 de ABB. Este equipo proporciona el máximo rendimiento de control al compensador síncrono, manteniéndolo

dentro de unos límites seguros. Además, este sistema permite la operación, monitoreo y mantenimiento simple del sistema.

3.3.2 MOTOR DE ARRANQUE

El compensador síncrono funciona sin carga, debido a que se encarga de regular únicamente la potencia reactiva que este suministra o absorbe de la red, pero es necesario aplicar carga mecánica para que este arranque y empiece a funcionar, para ello se empleará un motor de inducción modular del fabricante ABB. El modelo empleado es NMI 560L4L.

El motor de arranque se conecta al lado de tensión de 11KV dentro de la estación síncrona.

Características del motor de arranque:

Potencia nominal	5300 Kw
Tensión nominal	11Kv
Frecuencia nominal	50 hz
Numero de polos	4
Velocidad nominal	1488 rpm
Par nominal	34004 Nm
Tipo de refrigeración	IC81W
Protección	IP55
Clase de aislamiento	F

El motor seleccionado es de tensión nominal 10 kV, pero las necesidades del proyecto exigen que el motor sea de 11Kv. Por lo que se solicitará al fabricante que cambie la tensión nominal del motor a 11kV.

En la sección de cálculos se justifica brevemente la elección de la potencia de este motor de arranque.

3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS DE LA ESTACIÓN SÍNCRONA

Transformador 66Kv/11Kv

Este transformador se encarga de conectar la estación síncrona a la red eléctrica de la subestación eléctrica de Arucas.

Se ha seleccionado un transformador modelo S11 del fabricante Daelim, se ha hecho la elección de este transformador porque cumple con todos los requisitos del proyecto, además de que ofrece un precio muy competitivo. Así mismo, se ha seleccionado el modelo S11 sobre el S10 porque tiene una mayor eficiencia energética.

El transformador elegido cuenta con las siguientes características:

Potencia nominal	30 MVa
Tensión primaria	66Kv
Tensión secundaria	11Kv
Frecuencia nominal	50 hz
Tipo de conexión	YNd11
Método de enfriamiento	Aceite natural

Este transformador cuenta con la certificación de calidad ISO9001:2008, además cumple con la norma IEC60076.

Transformador de media a baja tensión.

Este transformador permite alimentar los equipos de baja tensión (como los sistemas auxiliares y sistema de excitación) a partir de la red de media tensión de la estación síncrona.

Se ha seleccionado un transformador trifásico en aceite de la empresa Promelsa.

Potencia nominal	500 KVA
Tensión primaria	11Kv
Tensión secundaria	400/230V
Frecuencia nominal	50 hz
Tipo de conexión	YNd11
Método de enfriamiento	Aceite dieléctrica

Este transformador cuenta con tanques fabricados de acero laminado en frío con espesores adecuados para evitar cualquier tipo de deformación o fisuras. Además, la refrigeración del transformador se realiza a través de un sistema de aletas, esto garantiza que el transformador pueda funcionar a una temperatura adecuada.

Interruptor de potencia

El interruptor de potencia tiene como función la interrupción segura de corriente tanto para condiciones normales de operación, como para condiciones de cortocircuito, garantizando así la seguridad de la estación síncrona. Se ha seleccionado el modelo 3AV1 Blue 145 kV de la empresa Siemens.

El interruptor de potencia cuenta con las siguientes características:

Tensión asignada	145 Kv
Tensión de servicio típica	66Kv
Tensión nominal soportada a frecuencia industrial	275
Tensión nominal soportada al impulso de rayo	650
Corriente nominal	3150 A
Corriente de cortocircuito	50 KA

Duración del cortocircuito	3 s
Frecuencia nominal	50 hz
Corriente de cierre	108 KA
Tecnología de aislamiento	AIS
Tipo de interruptor	Live Tank
Temperatura de operación	de -60 °C a +55°C
N.º de unidades de interrupción por polo	1

Se ha seleccionado un interruptor con una tensión asignada de 145 kV y una corriente nominal de 3150 A para la estación síncrona que tiene 66 kV de tensión de servicio y una intensidad estimada de 223 A. Esta decisión se ha tomado para cumplir con la norma IEC 62271-100, de esta forma la tensión asignada de 145 kV garantiza un nivel de aislamiento adecuado en caso de que se produzcan sobretensiones. De la misma forma, se ha seleccionado una corriente nominal de 3150 A para dar un margen térmico suficiente al interruptor.

El interruptor se dispone en el lado de 66kV para poder aislar la aparenta de la estación síncrona en caso de fallo de la red eléctrica o de la estación síncrona.

El mecanismo empleado por el interruptor está basado en el principio de muelles de energía almacenada. Este diseño hace posible integrar el sistema de muelles de energía almacenada dentro del armario de control en una carcasa compacta, además tanto los muelles de cierre como los de apertura están ubicados dentro del mecanismo de operación, lo que da lugar un dispositivo simple y robusto. El uso de pocas piezas móviles garantiza que el interruptor proporcione seguridad, economía y durabilidad.

El empleo de tecnología AIS (Air Insulated Switchgear), que utiliza aire como medio aislante y de extinción del arco en lugar del gas SF₆ característico de la tecnología GIS, permite un acceso más sencillo a los mecanismos de operación. Esta elección técnica

también reduce el impacto ambiental, garantizando la contribución del proyecto a la sostenibilidad.

Seccionador

Este equipo proporciona la posibilidad de que exista una desconexión física, lo que da una mayor seguridad al operario en caso de que se encuentre realizando tareas de mantenimiento.

Los seccionadores elegidos deben de seguir la norma ITC-RAT-06.

El seccionador se pondrá en el lado de 66kV, se emplea un seccionador de doble apertura 3DN2 fabricado por la empresa Siemens. Este seccionador permite tener rangos de tensión entre 36 kV y 800 kV y una corriente nominal de hasta 5000A, además cuenta con un sistema de control de calidad certificado según DIN EN ISO 9001.

Transformadores de medida

Se instalan transformadores de medición para medir la corriente y tensión en dos zonas, la zona que se encuentra a 11 kV y la zona que se encuentra a 66 kV, estos se instalan para verificar que toda la aparenta funcione de forma eficiente y segura.

- Transformador de tensión:

Este transformador se conecta en paralelo a la línea. El lado primario se conecta entre fase y tierra, y el lado secundario proporciona una tensión reducida que se adapta al equipo de medida utilizado.

En el lado de 66 kV se emplea un transformador de medición de tensión modelo UTB-72 de la compañía Arteche, este cuenta con las siguientes características:

Tensión máxima de servicio	72,5 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial	140 kV
Tensión de impulso	325 kVp
Línea de fuga estándar	1.825 mm
Potencia térmica	1.500 VA
Tipo de aislamiento	Papel-aceite
Frecuencia Nominal	50 hz

En el lado de 11 kV se emplea un transformador de medición de tensión modelo URJ-17 de la compañía Arteche, este cuenta con las siguientes características:

Tensión máxima de servicio	17,5 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial	38 kV
Tensión de impulso	95 kVp
Línea de fuga estándar	550 mm
Potencia térmica	400 VA
Tipo de aislamiento	Resina cicloalifática
Frecuencia Nominal	50 hz

- Transformador de intensidad

El transformador de corriente o TC se conecta en serie con la línea que se desea medir, la corriente pasa por el devanado primario del transformador, y en el devanado secundario se encuentra el instrumento de medida.

En el lado de 66 kV se emplea un transformador de medición de intensidad CA-100 de la empresa Arteche, que cuenta con las siguientes características:

Tensión máxima de servicio	100 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial	185 kV
Tensión de impulso	560 kVp
Intensidad primaria admisible	5000 A
Tipo de aislamiento	Papel-aceite
Frecuencia Nominal	50hz
Tensión máxima de cortocircuito	120 KA/s

En el lado de 11 kV se emplea un transformador de medición de intensidad CRB-17 de la empresa Artech, que cuenta con las siguientes características:

Tensión máxima de servicio	17,5 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial	38 kV
Tensión de impulso	95 kVp
Línea de fuga estándar	420 mm
Tipo de aislamiento	Aislamiento seco
Frecuencia Nominal	50hz

Capítulo 4. SISTEMAS SECUNDARIOS

4.1 *SISTEMAS AUXILIARES*

Los sistemas auxiliares se alimentan mediante el transformador de servicios. Mediante este transformador se obtiene la tensión necesaria para alimentar los sistemas auxiliares de la estación síncrona.

Los sistemas auxiliares están formados por tres sistemas:

- De corriente alterna (400/230V).
- De corriente continua a 125 V.
- De corriente continua a 48 V.

Para asegurar el funcionamiento continuo de los sistemas auxiliares, se lleva a cabo la instalación de un grupo electrógeno que entrará en funcionamiento en caso de que la red de suministro eléctrico falle. El grupo electrógeno es el modelo AX-500 Plus Strong, fabricado por la empresa Axionss, este cuenta con una potencia nominal de 500KVA y una corriente nominal de 720A.

Ambos sistemas de corriente continua están compuestos principalmente por dos baterías fabricadas con una aleación Níquel - Cadmio, encargadas de mantener los sistemas en funcionamiento en caso de un corte de suministro. Se incluyen dos baterías en ambos sistemas para garantizar que los sistemas puedan seguir operando si una batería falla o se encuentra en mantenimiento. Además, cada sistema tiene dos rectificadores (uno por batería).

El sistema de corriente alterna alimenta:

- Sistema SCADA.
- Sistema de alumbrado.
- Sistema antiintrusismo.

- Equipo de excitación.

El sistema de corriente continua de 125V alimenta:

- Relés de protección.
- Sistemas de fuerza para interruptores y seccionadores.

El sistema de corriente continua de 48V alimenta:

- Los circuitos de comunicación y telecontrol.

4.2 SISTEMAS DE PROTECCIONES

Los sistemas de protección se encargan de garantizar la seguridad de las personas, la integridad de los equipos y la estabilidad del sistema eléctrico.

Los sistemas de protección deben de cumplir la norma UNE-EN IEC 60255, que especifica requisitos y reglas aplicables a los relés de medida y equipos de protección.

Para proteger el compensador síncrono se usa un relé de protección SEL-700G de Schweitzer Engineering Laboratories. Este equipo ofrece elementos de protección como sobrevoltaje o pérdida de sincronismo.



Para la protección diferencial de barras se emplea un relé SEL-487B de Schweitzer Engineering Laboratories, ya que ofrece una detección optimizada de fallas del diferencial de barras de baja impedancia con alta velocidad y seguridad.

Para una protección contra la sobre corriente se emplea un relé de protección SEL-487B de Schweitzer Engineering Laboratories. Este relé es capaz de hacer elegir al operario entre diez curvas de sobre corriente para cada entrada de corriente y así obtener protección adicional en la instalación.



Para proteger el motor que arranca el compensador síncrono, se emplea un relé SEL-710-5 de Schweitzer Engineering Laboratories. Este relé cuenta con características como detección de ruptura de barras del rotor o la reducción del riesgo de arco eléctrico.

Para proporcionar tanto la protección diferencial como la protección de sobre corriente a los transformadores de la estación síncrona, se emplea un relé de protección SIPROTEC 7UT85, fabricado por la empresa Siemens. Este relé de protección cuenta con un control dinámico de voltaje para adaptar el valor objetivo del voltaje a través de una curva característica dependiente de la dirección de potencia, además cuenta con editor lógico gráfico para crear potentes funciones de automatización en el dispositivo.

Dado que los relés de protección constituyen un sistema crítico para la operativa de la estación síncrona, se instala una arquitectura de protección redundante. Para ello, se disponen relés del mismo fabricante conectados en paralelo, para que, en caso de fallo del relé principal, el sistema secundario asuma automáticamente su función. Además, el sistema que alimenta los relés cuenta con una fuente de suministro adicional redundante, para evitar cualquier interrupción del suministro.

Todos los relés de protección irán ubicados en un armario con un tamaño suficiente dentro de la sala de control.

Para garantizar la seguridad de las personas que se encuentren dentro de las instalaciones, se montarán placas con instrucciones sobre los primeros auxilios que deban realizarse a posibles accidentados por el contacto con elementos que se encuentran en tensión.

En el caso de que la estación síncrona disponga de servicio permanente de personal, se dispondrá de elementos necesarios para practicar los primeros auxilios como un botiquín de urgencia o mantas ignífugas.

4.3 SISTEMAS DE CONTROL, MEDIDA Y TELECOMUNICACIONES.

El nivel cero de control consta de todos los sensores y elementos de mando de la estación síncrona.

En el nivel uno de control se encuentran los relés mencionados en el apartado *sistemas de protecciones*. Estos equipos se encargan de medir, analizar y disparar si detectan algún fallo de seguridad.

En el nivel dos de control se encuentra la unidad de control local de la estación síncrona. Esta unidad se encarga de recibir y coordinar las señales de los relés de protección y los sensores del nivel cero. En este nivel se dispone del sistema RTU (remote terminal unit), este se encarga de recoger los datos de sensores y relés y llevarlos a los niveles tres y cuatro.

En el nivel tres de control se encuentra supervisión local. Esta consta de una serie de controles accesibles al operador que le permite visualizar las alarmas y estados de los equipos, así como ejecutar maniobras.

En el nivel cuatro de control abarca la gestión remota de la estación síncrona.

En los niveles tres y cuatro se dispone del sistema SCADA (supervisory control and data acquisition). Este sistema se emplea para supervisar, controlar y automatizar los procesos llevados a cabo dentro de la estación síncrona.

Para el sistema SCADA se emplea el software EcoStruxure Power SCADA Operation de la empresa Schneider Electric. Este software cuenta con una rápida adquisición de datos y control, además tiene un acceso rápido y consistente a la información procesable de la estación síncrona. Este software se instala en un PC SIMATIC IPC647E de la empresa Siemens, configurado de tal forma que cumpla con las especificaciones necesarias para que el software EcoStruxure Power pueda funcionar de una forma adecuada.

La conexión entre los niveles cero y tres se realiza de forma local mediante fibra óptica.

La conexión entre el nivel dos y cuatro se realiza de forma remota mediante una VPN o dirección IP privada.

Este sistema de control y telecomunicaciones permite a la compañía eléctrica conocer el estado de todos los elementos de la estación síncrona, además de conocer la cantidad de potencia reactiva que está generando/absorbiendo el compensador síncrono.

Con el fin de garantizar el funcionamiento de la estación síncrona, se implanta una arquitectura redundante que cuenta con los siguientes elementos:

- En el sistema SCADA, se instalan dos PCs con el software SCADA. Uno de ellos funcionará como servidor principal, mientras que el otro actuará como servidor de respaldo, este monitoriza al principal y toma control automáticamente en caso de fallo.
- Controladores: Se instalan controles redundantes, que actúan automáticamente en caso de que se produzca un fallo en el equipo principal.
- Para asegurar un funcionamiento continuo de la red de telecomunicaciones, se establece una red redundante. Esta consiste en dos caminos de comunicación independientes por fibra óptica, de forma que si uno falla, el otro puede seguir transmitiendo datos.
- La estación síncrona cuenta con servidores redundantes, configurados de tal forma que si el servidor principal falla, el de respaldo entra en funcionamiento evitando cualquier interrupción en la supervisión y el control de la estación síncrona.

Además, el sistema que alimenta a los sistemas de control, medida y telecomunicaciones cuenta con una fuente de suministro adicional redundante, para evitar cualquier interrupción en el suministro.

Adicionalmente, se hará la instalación de una línea de telefonía fija para realizar de forma efectiva comunicaciones de emergencia, además de reforzar la comunicación con el centro de coordinación e incidencias de la compañía eléctrica.

4.4 SISTEMAS CONTRA INCENDIOS

Es necesario que el sistema de incendios cumpla con la normativa ITC-RAT-14 para los espacios interiores y la normativa ITC-RAT-15 los espacios exteriores. Para la determinación de las protecciones contra incendios se ha de tener en cuenta tanto la posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación, como la posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación.

Debido a que hay transformadores, es necesaria la construcción de fosas colectoras de líquido aislante. La fosa colectora debe de tener la capacidad suficiente de almacenar la totalidad del fluido del transformador más grande.

Se colocará un extintor de eficacia mínima 89B, este debe de colocarse en el exterior de la instalación, a una distancia de no más de 15 metros de esta.

El sistema antiincendios consta de:

- Detectores de humo en áreas donde pueden haber equipos eléctricos sensibles.
- Detectores de CO² para detectar fuego.
- Sistemas de extinción de incendios que puedan apagar el fuego y a ser posible no dañar los equipos eléctricos.
- Barreras cortafuegos y recubrimientos ignífugos para evitar la propagación del fuego por las instalaciones.

En cuanto al compensador síncrono, al tratarse de una máquina giratoria con componentes eléctricos y mecánicos críticos, se dispone de un sistema de protección contraincendios específico. Este sistema de protección contraincendios específico incluye la instalación de detectores térmicos y de humo en el interior de la carcasa de la máquina síncrona para la detección de un posible incendio. Dentro de la carcasa se incluye un sistema de extinción de incendios por gas FM-200, este es un agente extintor de incendios que no deja polvo, aceites

ni humedad, esto garantiza que no se dañe el compensador síncrono ni que haya peligro eléctrico para las personas en caso de incendio. Estas medidas están alienadas con las exigencias previstas en la norma UNE-EN 12094-1:2004 para la implantación de sistemas fijos para la lucha contra incendios.

4.5 SISTEMAS ANTI INTRUSISMO

La estación síncrona tendrá un acceso restringido, solo las personas autorizadas por la compañía eléctrica van a poder acceder a las instalaciones. Para garantizar que ninguna persona no autorizada pueda acceder a las instalaciones se van a poner una serie de medidas de anti intrusismo.

Las instalaciones cuentan con una serie de carteles que advierten que el acceso a la estación síncrona es restringido, esto se emplea como sistema de disuasión a posibles intrusiones no autorizadas.

Se realiza la instalación de cámaras de seguridad tanto en el exterior como en el interior de las instalaciones, además de sensores perimetrales (infrarrojos o microondas) y de apertura de puerta.

Los empleados y personas autorizadas deberán de usar tarjetas magnéticas personales para acceder a las instalaciones, además las zonas más sensibles, como la sala de control, tendrán una identificación adicional mediante reconocimiento huellas dactilares.

Las medidas de anti intrusismo estarán conectadas mediante fibra óptica con el sistema de telecomunicaciones para que la compañía eléctrica pueda supervisar que nadie esté accediendo a las instalaciones sin autorización.

4.6 SISTEMAS DE ALUMBRADO

Para la iluminación de las zonas exteriores donde se encuentra la aparenta que pueda poner en riesgo al operario se usará luminaria que proporcione al menos 15 lux.

En el resto de las zonas exteriores se emplea también una iluminación que proporciona 15 lux para que el operario tenga una visión uniforme.

En el interior de las instalaciones las luminarias deberán de cumplir la norma UNE-EN 60598. Se emplean pantallas LED de 36W, para conseguir una iluminación adecuada en cada sala. Estas lámparas LED se alimentarán con corriente alterna.

En caso de corte de suministro, la estación síncrona contará con un conjunto de alumbrados especiales de emergencia de acuerdo con el reglamento electrotécnico para baja tensión. Este alumbrado de emergencia consistirá en una serie lámparas fluorescentes que deben de proporcionar al menos 0,5 lux durante al menos 1 hora.

Capítulo 5. OBRA CIVIL

5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La normativa ITC-RAT 15 establece que la altura mínima del vallado debe de ser de al menos 2,2 metros. La valla tendrá 3 metros de altura para evitar que personal no autorizado acceda a las instalaciones. La valla debe de tener carteles de advertencia de peligro por alta tensión en cada una de sus orientaciones, además su construcción debe de ser adecuada para disuadir su escala.

La estación síncrona contará con dos accesos. El primero será para transportar maquinaria pesada y el segundo será de acceso peatonal. Ambas puertas se abatirán hacia fuera y tendrán un sistema de bloqueo automático para mayor seguridad, además las puertas contarán con un sistema que permita traspasarlas fácilmente desde el interior y que dificulte el acceso desde el exterior a toda persona no autorizada.

No es necesario construir un nuevo acceso a la carretera, ya que el terreno cuenta con un camino existente de anchura suficiente que conecta la estación síncrona con la carretera GC-43.

Antes de empezar con la obra es necesario retirar del terreno cualquier elemento existente como hojas, ramas, residuos u otros materiales. Estos materiales deben de ser retirados a un punto limpio.

Se realiza la excavación y preparación del terreno. Primero se excava hasta alcanzar la profundidad necesaria, después se extiende una capa de grava, para evitar que se forme lodo en el terreno. Posteriormente se pasa un rodillo o máquina compactadora para que la grava alcance la densidad deseada. Posteriormente se instala el sistema de drenaje, se realiza el hormigonado y se instala la red de tierras. Adicionalmente se realizará la prueba de Porter para determinar el peso volumétrico y la humedad en los suelos granulares.

5.2 DRENAJES Y SANEAMIENTOS

Para evitar la acumulación de agua en la estación síncrona por lluvias, se instalará una serie de tubos de drenaje. Estos tubos llevarán el agua a un conjunto de depósitos que se encontrarán a una distancia suficiente de material eléctrico para no provocar averías en el mismo. Posteriormente el agua se filtrará en el terreno mediante pozos filtrantes, para evitar sobrecargar las redes públicas de agua del municipio de Arucas.

El sistema de agua residual se compondrá por una serie de tuberías y conductos separados del sistema de drenaje. Los conductos contarán con una inclinación mínima del 2% o con un sistema de bombeo. Las aguas residuales de la estación síncrona se verterán al sistema de alcantarillado del barrio Virgen del Pino.

5.3 EDIFICACIONES

Se contará con un edificio de tamaño de $16 \times 22 \text{ m}^2$, este tendrá una planta de altura. En esta planta nos encontramos con un corredor que da acceso a las siguientes salas:

- Sala de aparenta: Esta sala tiene un espacio suficiente para que los operarios puedan hacer maniobras de mantenimiento y supervisión de forma segura. En esta sala se encuentra el compensador síncrono, el equipo de excitación y el motor de arranque. La sala de aparenta cuenta con dos accesos, uno que conecta al corredor principal y otro de gran tamaño que conecta al exterior, este último se usa para mover la aparenta al interior al realizar su instalación. En esta sala podemos encontrar una grúa de pórtico, necesaria para realizar tareas de mantenimiento. Esta sala cuenta con ventilación forzada debido a que en ella se encuentran equipos con mucha potencia que generan mucho calor.

- Sala de control: En esta sala se ubican los armarios con todos los dispositivos de medida, protección y control de la aparenta. Todo el cableado se instala en un falso suelo para facilitar las labores de mantenimiento.
- Sala de telecomunicaciones: Esta alberga los paneles de fibra óptica, los servidores, los rúters y switches.
- Vestuario y Aseo: Estas salas están destinadas para que los operarios puedan usarlas durante su estancia en la estación síncrona.
- Despacho: Contará con un escritorio y una mesa de reuniones.
- Sala de primeros auxilios: Esta sala contará con un botiquín de primeros auxilios, una camilla, mantas ignífugas/térmicas, punto de limpieza y teléfono con comunicación directa con los servicios emergencias. Esta sala contará con una salida al exterior del edificio, para garantizar un traslado directo a una ambulancia en una supuesta emergencia.
- Cuarto de limpieza: Contará con todos los medios para realizar la limpieza de las instalaciones de la estación síncrona.
- Cuarto de herramientas y almacenamiento: Esta sala contará con todas las herramientas necesarias para hacer el mantenimiento de las instalaciones y la aparenta.

El vestuario y sala de primeros auxilios contarán con ventilación natural, debido a que son salas que no son de uso continuo por el personal, además no generan ni calor ni humedad.

Las puertas y salidas se dispondrán de tal forma que su acceso será lo más corto y directo posible, por seguridad el corredor principal contará con dos puertas para que sea más rápido

salir en caso de evacuación. Todos los pasillos tendrán trazados adecuados y correctamente señalizados para que el tránsito sea fácil y seguro, además se evitarán objetos que puedan obstaculizar el paso para evitar que dificulten la salida del personal en caso de emergencia.

El plano del edificio se encuentra en la sección de planos.

En el exterior del edificio se dispondrá una zona con aparenta. En esta zona exterior se situarán los dos transformadores de tensión, así como los transformadores de medida, el seccionador y el interruptor de potencia. Cada elemento es anclado sobre una losa de hormigón armado con tornillos/pernos mediante tacos mecánicos o expansivos.

5.4 RED DE TIERRAS

Según la normativa ITC-RAT 13, toda instalación eléctrica debe de tener una instalación de tierra diseñada para que en cualquier punto de la misma las personas estén sometidas como máximo a tensiones de paso o contacto que estén dentro de unos valores de seguridad adecuados para el cuerpo humano.

El material empleado para la red de tierras es el cobre, pues permite una densidad de corriente mayor durante un fallo de un segundo frente a otros conductores como el aluminio o el acero.

Se conectará a red de tierras:

- Todos los enchufes y tomas de corriente.
- El sistema de pararrayos.
- Las carcasas metálicas de los equipos que se encuentran en tensión.
- Todos los elementos metálicos que puedan estar sometidos a tensión de forma ocasional en caso de que se produzca un fallo o incidente en la estación síncrona.

Los conductores de las líneas de puesta a tierra deben instalarse procurando que su recorrido sea lo más corto posible, evitando trazados tortuosos y curvas de poco radio. Los empalmes y uniones deberán realizarse con medios de unión apropiados, que aseguren la permanencia de la unión y no experimenten al paso de la corriente calentamientos superiores a los del conductor.

La instalación de tierra será comprobada en el momento del establecimiento y revisada por la empresa instaladora al menos una vez cada tres años a fin de comprobar su estado. Esta verificación consistirá tanto en una inspección visual, como en una medida de la resistencia de puesta a tierra.

5.5 ACCESO DE LAS LÍNEAS

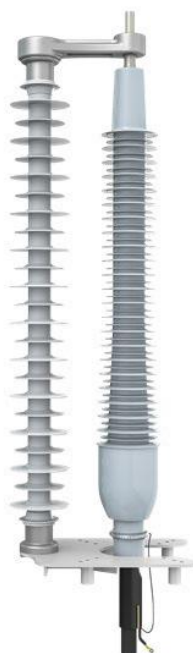
Solo existirá una línea de interconexión entre la estación síncrona y la red eléctrica, debido a que el compensador síncrono no cambia el flujo de potencia activa, solo corrige la tensión inyectando o absorbiendo potencia reactiva. Para los cables de potencia, se hará uso de cables de alta tensión con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

La línea irá conectada de forma subterránea de la estación síncrona a la subestación eléctrica de Arucas. Los conductores trifásicos se instalarán dentro de tubos con aislamiento de polietileno de alta densidad. Los tubos se apoyarán sobre una cama de arena fina que dará protección tanto a los cables, como a los tubos. Por encima de la cama de arena se colocará una malla de advertencia para advertir la presencia de los tubos con los cables de alta tensión.

Para realizar la conexión desde el conductor que se encuentra bajo tierra hasta la aparenta de la estación síncrona, se empleará una terminación exterior de alta tensión modelo EST72-C19-SUB fabricado por la empresa Pfisterer.

Esta terminación exterior de alta tensión cuenta con las siguientes características:

Tensión máxima (Um)	72,5 Kv
Tensión nominal	66 Kv
Material de aislamiento	Silicona
Tipo de cable compatible	XLPE o EPR
Distancia mínima de fuga	1813 mm
Clase de contaminación	III / d (según IEC 60815-3)



La propiedad de las líneas eléctricas corresponde a Red Eléctrica, entonces el mantenimiento de las líneas eléctricas también es responsabilidad suya.

Parte II : CÁLCULOS

1.1 INTRODUCCIÓN

En esta sección se detallan los cálculos necesarios para verificar que la estación síncrona es segura y eficiente.

En esta sección se detallan los siguientes cálculos:

- Intensidad nominal.
- Intensidad y potencia de cortocircuito.
- Potencia de cortocircuito aportada por el compensador síncrono.
- Inercia del compensador síncrono.
- Potencia del motor de arranque.
- Red de tierras.

1.2 INTENSIDAD NOMINAL

La intensidad nominal es la corriente que circula por la estación síncrona en condiciones normales de funcionamiento.

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} * V_n}$$

La potencia nominal es de $S_n = 26MVA$, mientras que la tensión nominal en el lado de alta tensión es de $V_n = 66Kv$

$$I_n = \frac{26 * 10^6}{\sqrt{3} * 66.000} = 227,44 A$$

1.3 INTENSIDAD Y POTENCIA DE CORTOCIRCUITO

La intensidad de cortocircuito es la corriente máxima que puede circular por las instalaciones en el caso de que se produzca un cortocircuito.

La potencia de cortocircuito es la potencia aparente máxima que puede ser entregada por la red o generada localmente en el caso de que se produzca un cortocircuito.

En este proyecto, se ha tomado la intensidad y potencia de circuito que especifica Red Eléctrica.

En el caso de la potencia de cortocircuito:

$$P_{cc,I} = 879 \text{ MVA}$$

$$P_{cc,III} = 937 \text{ MVA}$$

En el caso de la intensidad de cortocircuito:

$$I_{cc,I} = 7,7 \text{ KA}$$

$$I_{cc,III} = 8,2 \text{ KA}$$

La intensidad de cortocircuito es importante para ajustar los relés de medida.

En esta sección se detalla la potencia de cortocircuito que tiene la red eléctrica, pero sin tener la potencia de cortocircuito aportada por el compensador síncrono, este cálculo se realiza en la siguiente sección.

1.4 POTENCIA DE CORTOCIRCUITO APORTADA POR EL COMPENSADOR SÍNCRONO

En esta sección se lleva a cabo los cálculos necesarios para obtener el valor de la potencia de cortocircuito aportada por el compensador síncrono a la red eléctrica.

Como se van a emplear magnitudes unitarias para realizar los cálculos, se establecen las siguientes bases:

Lado de Alta Tensión (66 kV)	Lado de Media Tensión (11 kV)
$S_{base} = 25 \text{ MVA}$	$S_{base} = 25 \text{ MVA}$
$U_{base \text{ alta}} = 66 \text{ kV}$	$U_{base \text{ media}} = 11 \text{ kV}$

Para calcular la potencia aportada, primero se realiza el cálculo de la impedancia subtransitoria del compensador síncrono.

Para aplicar la fórmula de la impedancia subtransitoria se asume un sistema lineal y simétrico respecto a la máquina síncrona, que la tensión se mantiene constante durante el transitorio de cortocircuito, y que la potencia de cortocircuito representa la capacidad máxima que el compensador síncrono puede aportar en estado subtransitorio.

$$Z'' = \frac{U_{compensador}^2}{S_{cc}}$$

Siendo:

- $U_{compensador}$: La tensión nominal del compensador síncrono. El valor es de 11kV.

- S_{cc} : La potencia aparente de cortocircuito que aporta el compensador síncrono (el valor coincide con ser 6 veces más que el valor de su potencia nominal). El valor es 150MVA.

Para calcular la impedancia transitoria en magnitudes unitarias se realizado el siguiente desarrollo:

$$Z''_{pu} = \frac{Z''}{Z_{base}} = \frac{\frac{U_{compensador}^2}{S_{cc}}}{\frac{U_{base media}^2}{S_{base}}} = \frac{S_{base}}{S_{cc}}$$

Nota: $U_{compensador}$ y $U_{base media}$ tienen el mismo valor.

Resultado:

$$Z''_{pu} = 0,1666 pu$$

Para calcular la potencia de cortocircuito aportada por el compensador síncrono a la red, se plantea la hipótesis de que el transformador de potencia posee una impedancia del 4%. Asimismo, se asume una impedancia típica de la red de 0,05 pu.

Estos datos están referidos a sus respectivas bases, entonces para efectuar los cálculos es necesario realizar un cambio de base que permita expresar las magnitudes en las bases definidas inicialmente.

$$Z_{trafo,25} = Z_{trafo,30} \times \frac{S_{base}}{S_{trafo}}$$

$$Z_{red,25} = Z_{trafo,30} \times \frac{S_{base}}{S_{red}}$$

Siendo:

- $Z_{trafo,25}$: Valor de la impedancia del transformador de potencia en magnitudes unitarias, referido a las bases iniciales.
- $Z_{trafo,30}$: Valor de la impedancia del transformador de potencia en magnitudes unitarias, referido a la base de transformador. Toma como valor 0,04 pu.
- S_{trafo} : Valor de la base del transformador. Se toma como valor 30MVA.
- $Z_{red,25}$: Valor de la impedancia de la red en magnitudes unitarias, referido a las bases iniciales.
- $Z_{red,30}$: Valor de la impedancia de la red en magnitudes unitarias, referido a las base de la red. Toma como valor 0,05 pu.
- S_{red} : Valor de la base de la red. Se supone un valor de 100MVA

Resultados:

$$Z_{trafo,25} = 0,0333 \text{ pu}$$

$$Z_{red,25} = 0,0125 \text{ pu}$$

Se suman todas las impedancias referidas a la base de 25 MVA para obtener la impedancia total vista por la red:

$$Z_{total} = Z''_{pu} + Z_{trafo,25} + Z_{red,25} = 0,1666 + 0,0333 + 0,0125 = 0,2118 \text{ pu}$$

De esta forma se obtiene el valor de la potencia de cortocircuito que el compensador aporta a la red eléctrica en magnitudes reales:

$$S_{compensador} = S_{base} \times S_{compensador,pu} = S_{base} \times \frac{U_{alta}^2}{Z_{total}} = 25 \times \frac{1^2}{0,2118} = 118,03 \text{ MVA}$$

Gracias a este aporte de potencia de cortocircuito por parte del compensador síncrono, la red eléctrica pasar a tener una potencia de cortocircuito de 1055,03MVA.

1.5 POTENCIA DEL MOTOR DE ARRANQUE

Para calcular la potencia requerida por el motor para arrancar el compensador síncrono, primero calculamos el par de arranque:

$$M_{arranque} = J_{compensador} \left(\frac{w_{arranque}}{t_{arranque}} \right)$$

Siendo:

- $J_{compensador}$: El momento de inercia del compensador síncrono. El valor es de 10.142,4 kg m²
- $w_{arranque}$: La velocidad angular que alcanza el compensador síncrono cuando se arranca, en este caso coincide con la velocidad angular nominal. El valor es de 157 rad/s
- $t_{arranque}$: tiempo que se tarda en arrancar el compensador síncrono. Se estima un valor de 47 s, que es un tiempo razonable para que arranque el compensador.

Resultado:

$$M_{arranque} = 33.879,93 Nm$$

Cálculo de la potencia mecánica que tiene que hacer el motor para arrancar el compensador síncrono:

$$P_{arranque} = M_{arranque} * w_{arranque}$$

Siendo:

- $M_{arranque}$: Par de arranque del compensador síncrono. Este valor es de 33.879,93 Nm
- $\omega_{arranque}$: La velocidad angular que alcanza el compensador síncrono cuando se arranca, en este caso coincide con la velocidad angular nominal. El valor es de 157 rad/s

Resultado:

$$P_{arranque} = 5319 \text{ Kw}$$

Este valor es similar a la potencia nominal del motor elegido.

1.6 INERCIA DEL COMPENSADOR SÍNCRONO

La energía cinética del rotor a velocidad nominal se define como:

$$E_c = H * S_n$$

Siendo:

- H: Constante de inercia, cuyo valor es 5MJ/MVA
- S_n : Potencia aparente de la máquina síncrona, cuyo valor es 25MVA

Resultado:

$$E_c = 125 \text{ MJ}$$

Sabiendo que $1 \text{ MJ} = 1 \text{ MWs}$, se obtiene que la energía de la máquina síncrona es 125MWs. Por lo tanto, no es necesario poner un volante de inercia adicional en el compensador síncrono, ya que la energía cinética requerida está cubierta por el diseño de la propia máquina. Según la hoja de especificaciones del fabricante solo es necesario instalar un volante de inercia en el caso de que la energía cinética del compensador se acerque a 450MWs.

El momento de inercia se puede calcular como:

$$J = \frac{2 * E_c}{w^2}$$

Siendo:

- E_c : Energía cinética del rotor a velocidad nominal. $E_c = 125 \text{ MJ}$
- w : Velocidad angular. $w = 2\pi * \frac{1500}{60} = 157 \text{ rad/s}$

Resultado:

$$J = 10.142,4 \text{ kg m}^2$$

1.7 CÁLCULOS DE LA RED DE TIERRAS

En esta sección se detallan una serie de cálculos necesarios para el diseño de la red de tierras.

1.7.1 VALOR DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

La normativa ITC-RAT 13 establece que la resistividad del terreno se puede estimar por medio de la siguiente tabla:

Naturaleza del terreno	Resistividad en ohmios.m.
Terrenos pantanosos.	de algunas unidades a 30
Limo.	20 a 100
Humus.	10 a 150
Turba húmeda.	5 a 100
Arcilla plástica.	50
Margas y arcillas compactas.	100 a 200
Margas del jurásico.	30 a 40
Arena arcillosa.	50 a 500
Arena silíceas.	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped.	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo.	1500 a 3000
Calizas blandas.	100 a 300
Calizas compactas.	1000 a 5000
Calizas agrietadas.	500 a 1000
Pizarras.	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo.	800
Granitos y gres procedentes de alteración.	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados.	100 a 600
Hormigón.	2000 a 3000
Basalto o grava.	3000 a 5000

Como la parcela donde se construye la estación síncrona tiene un suelo pedregoso cubierto de césped, se toma como valor de resistividad 300 $\Omega \cdot m$.

1.7.2 SECCIÓN Y DIÁMETRO DEL CONDUCTOR DE TIERRA

La normativa ITC-RAT 13 establece que para calcular la sección mínima de un conductor de tierra con material de cobre, hay que utilizar la siguiente relación:

$$S_{min} = \frac{I_{cc}}{160}$$

Siendo I_{cc} la corriente de cortocircuito monofásica de la instalación. Esta toma un valor de 7,7 KA.

Resultado:

$$S_{min} = 48,13 \text{ mm}^2$$

La norma IEC 60228 establece las secciones normalizadas para los conductores, según esta norma se elige un conductor con sección de 50 mm². Este valor también cumple la normativa que establece que los conductores de cobre deben de tener sección mínima de 25 mm².

La siguiente relación nos dice el diámetro del conductor:

$$d_{conductor} = 2 \sqrt{\frac{S_{conductor}}{\pi}}$$

Donde:

- $S_{conductor}$: Sección del conductor. Este valor es 50 mm²

Resultado:

$$d_{conductor} \approx 8mm$$

1.7.3 TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO ADMISIBLES

Para calcular las tensiones admisibles de contacto y de paso, se usa la normativa ITC-RAT 13:

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{R_{a1}/2 + 1,5 \rho_s}{1000} \right]$$

$$U_p = 10 U_{ca} \left[1 + \frac{2 R_{a1} + 6 \rho_s}{1000} \right]$$

Siendo:

- R_{a1} : Resistencia de contacto entre la persona y el terreno debido al calzado. Se emplea un valor de 2000Ω .
- ρ_s : Resistividad del suelo cerca de la superficie. Se emplea como valor $300 \Omega m$
- U_{ca} : Valor admisible de la tensión de contacto aplicada, el valor de esta depende de la duración de la corriente de la falta (incidencia eléctrica).

El valor admisible de la tensión de contacto aplicada depende de la duración de la corriente de la falta (incidencia eléctrica), como podemos ver en la siguiente tabla:

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada U_{ca} en función de la duración de la corriente de falta t_f

Se selecciona un valor de 0,5s en función del tiempo de respuesta de los relés de protección.

Resultados:

$$U_c = 530,5 V$$

$$U_p = 15.096 V$$

1.7.4 TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO APLICADAS

Para el cálculo se plantea una configuración de red de tierras, se realiza el cálculo de las tensiones aplicadas y después se comprueba que el cálculo se cumple.

Se utiliza una red de tierras que ocupa una superficie de $47 \times 31 \text{ m}^2$

Las tensiones de paso y de contacto se calculan de la siguiente forma:

$$V_{p1} = 0,366 * \rho_s * i * \log \left(\frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2 + h^2}{h^2} \right)$$

$$V_{c1} = 0,366 * \rho_s * i * \log \left(\frac{(D^2 + 4h^3)^{3/2}}{16h * d_{conductor} * D} \right)$$

Siendo:

- ρ_s : Valor de la resistividad del suelo. En este caso $300 \Omega\text{m}$.
- h : Altura a la que se encuentra la red de tierras por debajo del suelo. El valor empleado es de $0,8 \text{ m}$.
- D : Longitud del lado de cada cuadrícula. En este caso el valor es de 2m .
- $d_{conductor}$: Diámetro del conductor. Este valor es 8mm .
- i : Intensidad lineal de la corriente. Esta se calcula como:

$$i = \frac{I_{cc,I}}{L + L'}$$

Donde L es la longitud total del conductor que forma la red de tierras (1535 m), L' (2256 m) y $I_{cc,I}$ es la corriente de cortocircuito monofásica ($7,7\text{KA}$). Se obtiene:

$$i = 2,031 \text{ A/m}$$

Resultado:

$$V_{p1} = 91,14 \text{ V}$$

$$V_{c1} = 415,06 \text{ V}$$

Ambas tensiones son menores a las tensiones admisibles, entonces se puede afirmar que el diseño de la red de tierras es correcto.

La longitud necesaria de conductor que se emplea para esta red de tierras es 1535 m.

1.7.5 RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Para calcular la resistencia de puesta a tierra se empleará la siguiente fórmula:

$$R_{pat} = \rho_s \left[\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right]$$

Siendo:

- ρ_s : Resistividad del suelo cerca de la superficie. Se emplea como valor 300 Ωm .
- L: Longitud total de conductor para la red de tierras. Se emplea como valor 1535 m.
- h: Profundidad a la que el conductor va enterrado. Se emplea como valor 0,8m.
- A: Superficie total ocupada por la malla. Se emplea como valor $47 \times 31 \text{ m}^2 = 1457 \text{ m}^2$

Resultado:

$$R_{pat} = 3,70 \Omega$$

Parte III : ANEJOS

Objetivos de desarrollo sostenible

La implantación de un compensador síncrono dentro de las Islas Canarias se alinea con varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), estos son un conjunto de 17 objetivos globales adoptados por la asamblea general de las Naciones Unidas que buscan erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para el año 2030.

1. ODS 7: Energía asequible y no contaminante, este proyecto contribuye a este objetivo debido que facilita la implantación de energías renovables dentro de las Islas Canarias.
2. ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura, este proyecto contribuye a este objetivo debido a que moderniza y fortalece la infraestructura eléctrica de las Islas Canarias, haciendo que sea más fiable y sostenible.



Flexible solutions to the challenges facing power grids today

Synchronous condensers deliver instantaneous support to strengthen and stabilize the network, and improve power quality. Functions include providing inertia, increasing short-circuit current (SCC), supplying or absorbing reactive power, supporting voltage and boosting fault ride-through capability.



Technical data	
Reactive power	Up to 80 MVar (higher output with parallel units)
Voltage	Up to 15 kV
Frequency	50/60 Hz
Speed	1000/1200/1500/1800 rpm, 4 or 6 poles
Short-circuit power	Custom (higher short-circuit power with parallel units)
Overload capabilities	Custom
Inertia	Up to 450 MWs with flywheel (higher inertia with parallel units)
Maximum voltage withstandability	15 kV (+10% continuous)
Excitation	Brushless, PMG excitation supply
Insulation class/temperature rise	• Condenser: F/B (stator), H/B (rotor) • Pony motor: F/B
Mounting	Horizontal
Cooling	• Condenser: IC81W or IC616 • Flywheel: IC86W or IC36 • Pony motor: IC 411
IP class	Up to IP56
Standards	IEC or NEMA

Challenge	ABB synchronous condenser package solutions	Key features
Frequency instability in power grid.	Provide high and instantaneous inertia, reducing Rate of Change of Frequency (RoCoF) and ensuring network frequency stability.	Additional inertia up to 450 MWs with flywheel (higher inertia with parallel units).
Voltage stability issues, need for reactive power compensation.	Supply and absorb reactive power, providing dynamic reactive power compensation to support network voltage.	Reactive power up to 80 MVar (higher output with parallel units).
Transient stability issues in the network requiring FRT (fault ride-through).	Support network transient stability through increased inertia, increased overall short-circuit capacity, and dynamic overloadability during network transients.	Excellent dynamic properties and short-term overload capability in transient situations stabilize the network in the event of contingencies. Over-excitation (field forcing) capacity increases the margins for transient stability.
Low fault current level in the grid.	Increase transmission line capacity and contribute to overall short-circuit capacity in the network node where installed.	Short-circuit power level can be customized (higher short-circuit power with parallel units).
Power quality issues.	Increase the network's short-circuit fault levels, which reduces voltage harmonics. Fast, dynamic reactive power compensation stabilizes network voltage fluctuations.	Over-excitation (field forcing) capacity increases the margins for transient stability.
Grid code compliance issues.	Support grid code compliance.	ABB supplies simulation models (PSCAD, PSS/E®, Powerfactory), as well as grid code compliance simulation and validation services.
Requirement for fast delivery and installation to support weak grid.	Supplied in pre-designed packages complete with drawings for shorter engineering and overall project times. Clear mechanical and electrical interfaces ensure easy substation integration.	Pre-designed ABB synchronous condenser package solutions can be in service in as little as 12 months from the initial plan.

Modular package overview

This example shows two parallel water or air-cooled SCs and flywheels with condenser circuit breakers (CCBs) on the secondary side of a three-winding step-up transformer. Deploying parallel units with flywheels provides higher reactive power, short-circuit power and inertia.

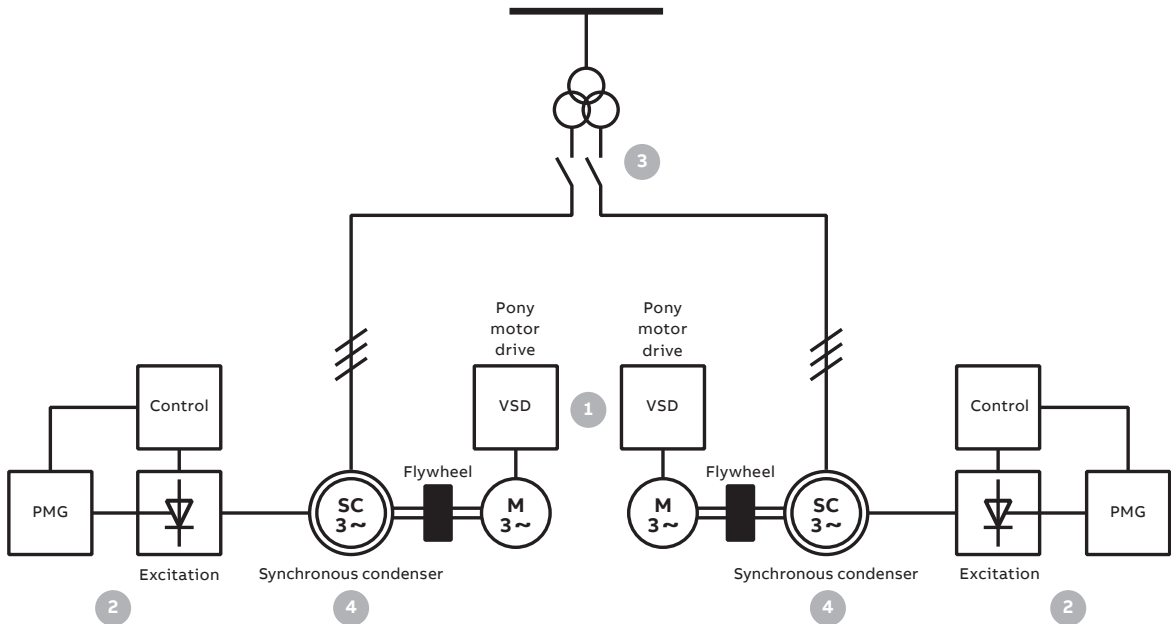
- 1

A small pony motor brings the synchronous condenser up to the network synchronous speed with the help of a variable speed drive.
- 2

Excitation is fully connected, and the voltage and power factor regulators start to operate, based on the voltage and power factor reference.
- 3

When synchronization is reached between the network and the synchronous condenser, the breaker to the network is closed. The SC is now running on-line.
- 4

After successful synchronization the pony motor is de-energized and runs idle with the SC.



Modular induction motors, type NMI

Easy to buy, integrate and use

NMI modular induction motors provide a cost-efficient solution for safe area applications. They are easy to integrate into the process due to their compact design, interface flexibility, and low noise.

NMI motors are designed on base standards of IEC 60034 and NEMA MG1 electrical part, having performance characteristics in accordance with requirements of load torque inertia and efficiency.

NMI motors have a welded steel frame. They are rated from 160 to 8,100 kW, and are available at 50 and 60 Hz in shaft heights from 355 to 630 mm.

The complete range is designed for fixed speed drive applications with DOL power supply, and is available for VFD cases fed by frequency converters.

The motors are available for horizontal or vertical mounting. Vertical mounting is specifically designed for vertical, condensate and circulating water pumps.

This catalog only shows the typical technical data at 50 Hz with fixed speed for synchronous speed from 1000 to 3000 rpm and 60 Hz from 900 to 1800 rpm. For VFD cases and for more detailed technical data on NMI modular induction motors, please contact ABB.

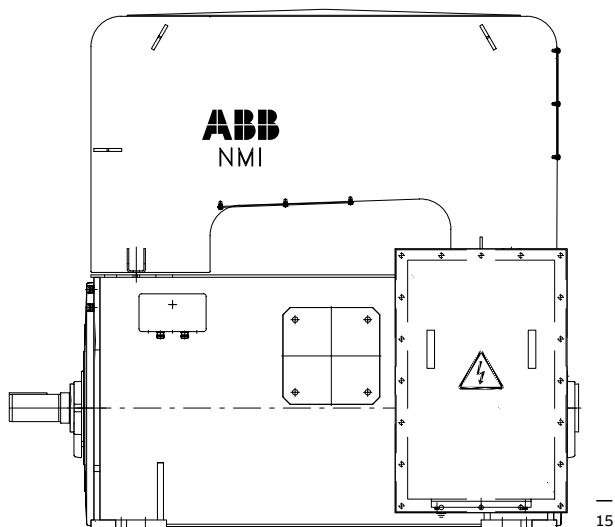


Modular induction motors, type NMI

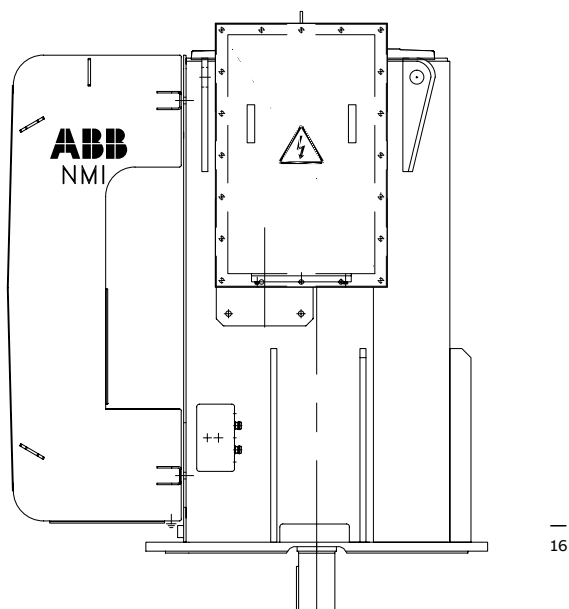
Mounting arrangements

Standard mounting arrangements for NMI motors

—
15
Code I: IM B3
Code II: IM 1001
Horizontal foot
mounted



—
16
Code I: IM V1
Code II: IM 4011
Vertical flange mounted
(free shaft end facing
downwards)



Modular induction motors, type NMI

Enclosure and cooling

—
17
IC01 / IP24
—
18
IC01 / IP24W
—
19
IC611 / IP55
—
20
IC81W / IP55

Standard combinations for NMI motors:

IC01 / IP24, NMI 355-500

The motor has a shaft mounted inside fan (if any) using the surrounding air for cooling. The motor is so designed that the ingress of rain, snow and airborne particles into the electrical parts is reduced. The motor is protected such that splashing water from any direction will have no harmful effect. The standard filter material is galvanized steel.

IC01 / IP24W, NMI 560-630

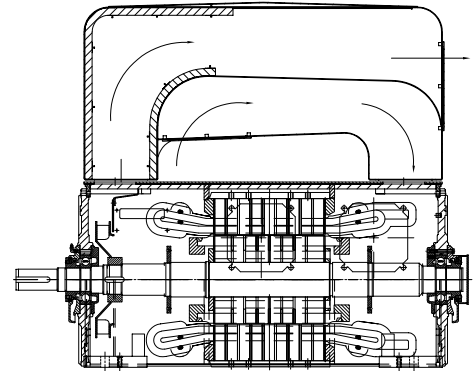
This weather protected motor has a shaft mounted cooling fan inside the housing. The design of the motor reduces the ingress of rain, snow and airborne particles into the electrical parts. In the air intake path this is achieved by ensuring that the average velocity does not exceed 3 m/s, allowing any heavier particles to settle. The design of the air intake path includes three acute direction changes in excess of 90 degrees to further reduce the flow rate to the optimal level. The motor is protected against splashing water from any direction.

IC611 / IP55

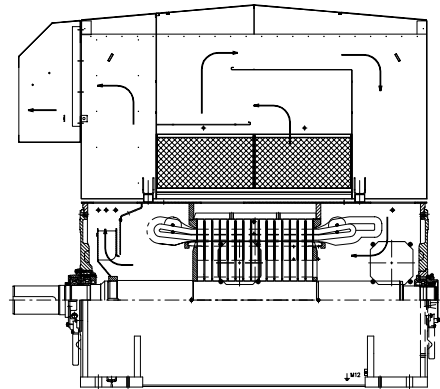
This design has an air-to-air heat exchanger mounted on the motor, which is fully enclosed. Shaft mounted fans are fitted both inside and outside of the casing to supply the inside and outside cooling circuits respectively. The motor is protected against dust and splashing water from any direction.

IC81W / IP55

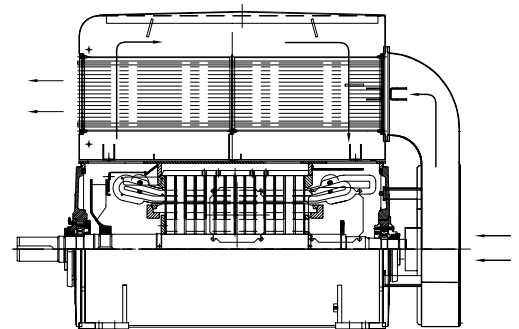
This fully enclosed motor is fitted with an air-to-water heat exchanger. A shaft mounted fan is fitted inside the casing to supply the internal cooling circuit. The motor is protected against dust and splashing water from any direction.



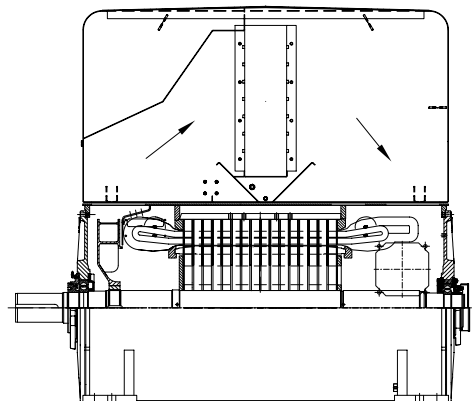
—
17



—
18



—
19



—
20

Modular induction motors, type NMI

Technical data

IP55, IC81W, insulation class F, temperature rise class B
10000 V, 50 Hz

Output [kW]	Motor type	Speed [r/min]	Efficiency		Power factor		I_N [A]	I_s I_N [pu]	T_N [Nm]	T_s T_N [pu]	T_{max} T_N [pu]	Rotor inertia [kgm²]	Motor weight [kg]	Sound pressure level L_p [dB(A)]
			Full load 100 %	3/4 load 75 %	Full load 100 %	3/4 load 75 %								
			10000 V 50 Hz											
1500 r/min = 4 poles														
315	NMI 355L4L	1487	94.3	93.9	0.76	0.68	25	7.2	2023	1.2	3.8	7.2	2400	74
355	NMI 355L4L	1486	94.4	94.2	0.78	0.72	28	6.6	2282	1.1	3.3	7.2	2400	74
400	NMI 355L4L	1484	94.4	94.4	0.81	0.75	30	6.0	2575	1.0	3.0	7.2	2400	74
450	NMI 355L4L	1481	94.3	94.5	0.82	0.77	33	5.5	2901	0.9	2.6	7.2	2400	74
500	NMI 355L4L	1481	94.5	94.6	0.81	0.76	37	5.7	3224	0.8	2.8	7.7	2490	74
560	NMI 355L4L	1482	94.7	94.8	0.83	0.78	41	6.0	3609	1.0	2.9	8.3	2560	74
600	NMI 355L4L	1480	94.6	94.9	0.83	0.79	44	5.6	3870	0.9	2.7	8.3	2560	74
630	NMI 400L4L	1486	94.8	94.9	0.87	0.84	44	6.0	4048	0.8	2.7	15.4	3050	74
710	NMI 400L4L	1487	94.8	95.0	0.86	0.83	50	6.5	4559	0.9	2.9	16.5	3140	74
800	NMI 400L4L	1487	94.9	95.0	0.84	0.80	58	6.4	5137	0.9	3.0	16.5	3140	74
900	NMI 400L4L	1485	95.0	95.2	0.86	0.83	64	6.4	5787	1.0	2.9	17.9	3270	74
1000	NMI 400L4L	1485	95.3	95.5	0.86	0.82	71	6.4	6431	1.0	2.9	19.0	3400	74
1120	NMI 400L4L	1485	95.5	95.6	0.86	0.82	79	6.4	7204	1.1	2.9	20.2	3510	74
1250	NMI 400L4L	1488	95.7	95.8	0.84	0.79	90	6.8	8021	1.0	3.1	20.6	3610	74
1400	NMI 450L4L	1486	95.5	95.7	0.87	0.85	97	5.4	8999	0.6	2.5	27.2	4140	75
1600	NMI 450L4L	1486	95.8	95.9	0.87	0.84	111	5.9	10278	0.7	2.8	30.8	4430	75
1800	NMI 450L4L	1486	95.9	96.1	0.87	0.84	125	5.7	11567	0.7	2.7	32.5	4580	75
2000	NMI 450L4L	1486	96.0	96.3	0.87	0.85	138	5.4	12855	0.6	2.5	33.6	4730	75
2240	NMI 500L4L	1486	95.9	96.1	0.90	0.88	151	6.0	14393	0.7	2.8	53.7	5610	75
2500	NMI 500L4L	1487	96.0	96.2	0.89	0.87	168	5.8	16056	0.7	2.7	59.3	5910	75
2800	NMI 500L4L	1487	96.2	96.4	0.90	0.88	186	6.0	17985	0.7	2.7	62.3	6130	75
3150	NMI 560L4L	1490	96.4	96.5	0.88	0.86	215	5.8	20190	0.6	2.7	92.5	8200	77
3550	NMI 560L4L	1489	96.5	96.6	0.89	0.88	238	5.6	22761	0.6	2.6	100.8	8650	77
4000	NMI 560L4L	1488	96.6	96.8	0.90	0.90	265	5.2	25663	0.6	2.4	109.1	9120	77
4500	NMI 560L4L	1489	96.7	96.9	0.90	0.89	300	5.4	28865	0.6	2.5	113.2	9350	77
5300	NMI 560L4L	1488	96.9	97.1	0.88	0.87	357	5.4	34004	0.6	2.5	121.6	9910	77
5600	NMI 630L4L	1491	96.8	96.9	0.91	0.90	369	5.3	35857	0.5	2.3	202.3	12190	78
6300	NMI 630L4L	1492	96.9	97.1	0.90	0.90	417	5.5	40330	0.5	2.5	216.8	12760	78
7100	NMI 630L4L	1492	97.1	97.2	0.89	0.88	477	5.4	45438	0.5	2.4	238.4	13620	78

Technical parameters of 66/11kv 3 phase step down/up 30 mva power trans

SZ11-M-2000-25000 Series on-load-tap-changing transformer

Rated Capacity KVA	Voltage Combination(KV)			Connection Cymbol	No-load Loss (KW)	On-load Loss (KW)	Short Circuit Impedance (%)	No-load Current (%)	Weight(KG)	
	H.V(KV)	Tapping range(%)	L.V(KV)						Oil	Total
2000	38.5 35 63 66	±3x2.5	6.3 10.5	Yd11	2.10	19.0	6.5	1.00	1780	6900
2500					2.48	21.4		1.00	1850	7280
3150					3.03	24.6		0.90	1930	7890
4000					3.63	29.0	7.0	0.90	2060	8860
5000					4.35	34.0		0.85	2260	10130
6300					5.28	36.6		0.80	2585	12140
8000				Ynd11	7.35	40.6	7.5	0.70	3000	14540
10000					8.70	48.0		0.70	3430	16100
12500					10.35	57.0		0.60	3520	19600
16000					12.6	70.0	8.0	0.60	4500	25200
20000					15.00	84.0		0.50	5700	31600
25000					17.70	100.0		0.50	7100	39200

TRIFASICOS EN ACEITE

Los transformadores trifásicos de distribución son utilizados para reducir o elevar el voltaje en redes eléctricas de pequeña, mediana o gran envergadura.

Nuestros transformadores están diseñados y fabricados con núcleo de acero silicoso de grano orientado, bobinados de cobre o aluminio (de acuerdo al requerimiento del cliente) y refrigerados con aceite dieléctrico mineral. La cuba o tanque es de acero y esta contiene los accesorios de protección/medición para tipo de aplicación o de acuerdo al requerimiento del cliente.

Los transformadores de distribución trifásicos PROMELSA son diseñados para operar a su potencia nominal en servicio continuo, pudiendo ser instalados en recintos a nivel de piso (interior) o directamente al exterior.

Su utilizan en la industria, zonas urbanas, minería, petroleras y toda actividad que requiera la utilización intensiva de energía eléctrica. Nuestra fabricación abarca aplicaciones típicas o especiales (diseño particular).



1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Potencia	Desde 5 KVA hasta 10000 KVA
Tensión	Hasta 36 KV
Frecuencia	50 Hz o 60 Hz
Altura de operación	Hasta 5500 msnm
Montaje	Interior o exterior
Normativa	IEC-60076, NTP IEC 60076, IEEE C57.12

2. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

2.1. NÚCLEO:

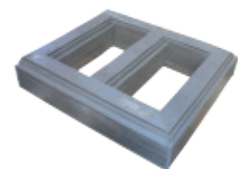
Fabricado con láminas de acero silicoso de grano orientado de alta permeabilidad magnética con recubrimiento aislante (Carlyte). Utilizamos dos tipos de núcleos:

Tipo enrollado, conformada por chapas cortadas a 90° y dobladas en "C" formando una sección sólida cuadrangular esta particular solución favorece el flujo magnético obteniéndose compacta en el Transformador. racterísticas constructivas más.

Tipo columna, conformada por chapas cortadas a 45° y apiladas formando escalones para obtener la sección circular más optimizada.



Núcleo enrollado



Núcleo columna

2.2. LAS BOBINAS

Los bobinados de M.T. y B.T. son fabricados con cobre o aluminio de alta conductividad y están provistos de canales de refrigeración.

Las bobinas de M.T. están fabricadas con conductores eléctricos de sección circular recubiertas con doble capa de esmalte clase térmica 180°C, y las bobinas de B.T. son fabricadas con platina de sección rectangular forradas con papel Kraft.

Los aislamientos usados en las bobinas son de clase térmicamente mejorados consistentes en papel kraft, cartón y papel prespan, estos se destacan por sus excelentes propiedades mecánicas y dieléctricas a los esfuerzos electrodinámicos y sobre tensiones transitorias que se presentan en la línea.

2.3. EL TANQUE

Los tanques son fabricados de acero laminado en frío de primera calidad y con espesores adecuados para evitar cualquier tipo de deformación o fisuras, las costuras de soldadura son verificadas presurizando el tanque y con un detector ultrasónico se descartan probables filtraciones.

La refrigeración del Transformador se realiza por el sistema de tanque ondulado (aletas) o por medio de radiadores, con ello se garantiza una eficiente transferencia de calor, que permite mantener el transformador operando a la temperatura adecuada.

2.4. PODEMOS SUMINISTRAR EQUIPOS EN:

- Aceite Dieléctrico Mineral: Con punto de inflamación aproximado de 150°C.
- Aceite Dieléctrico Vegetal (Envirotemp FR3): Con punto de inflamación superior a los 300°C.

2.5. ACCESORIOS ESTÁNDAR

- Aisladores primarios
- Aisladores secundarios
- Bases para su fijación
- Bornes de puesta a tierra
- Conmutación en vacío de cinco posiciones
- Conmutador para cambio de tensión
- Deshumecedor (para transformadores en aceite mineral)
- Tanque conservador (según diseño, para potencias > 250 KVA)
- Indicador de nivel de aceite s/contacto
- Niple de llenado de aceite con tapón
- Oreja de izaje
- Placa de características
- Pozo termométrico (según diseño, para potencias ≥ 100 KVA)
- Válvula de drenaje
- Válvula de sobrepresión s/ contacto
- Ruedas orientables (según diseño, para potencias ≥ 500 KVA)



2.6. ACCESORIOS OPCIONALES

- Relé Buchholz
- Indicador de nivel de aceite c/ contacto
- Termómetro de aceite c/ contacto
- Relé de imagen térmica
- Válvula de sobrepresión c/ contacto
- Cajuela de protección para aislar los bornes de MT y BT
- Ruedas orientables
- Pararrayos
- Manómetro

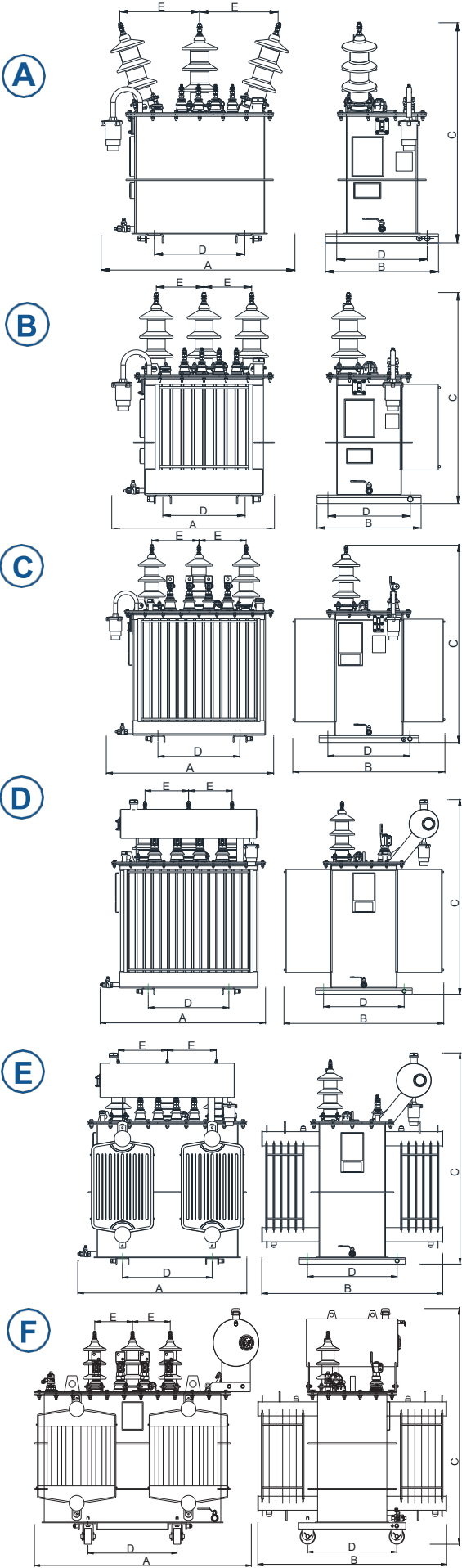


Aceite Dieléctrico Mineral



Aceite Dieléctrico Vegetal FR3

3. DIMENSIONES Y PESOS



TENSIÓN PRIMARIA 10 KV							
Potencia (KVA)	Dimensiones aproximadas en (mm) - Peso en (Kg)						Plano
	A	B	C	D	E	Peso (Kg)	
15	770	480	920	370	304	185	Figura A
25	770	480	950	370	304	205	Figura A
37.5	760	580	1000	380	220	255	Figura B
50	810	650	990	410	220	310	Figura B
75	840	690	1030	420	230	380	Figura B
100	880	765	1065	450	275	475	Figura B
125	895	710	1095	440	230	530	Figura C
160	955	760	1135	450	270	640	Figura C
200	965	880	1155	470	270	685	Figura C
250	1055	900	1205	490	250	855	Figura C
315	1035	1000	1250	500	270	950	Figura D
400	1040	1110	1330	550	300	1095	Figura E
500	1300	1160	1420	600	300	1500	Figura E
630	1510	1260	1510	590	300	1710	Figura F
800	1590	1270	1730	620	300	2250	Figura F
1000	1640	1380	1760	640	300	2560	Figura F

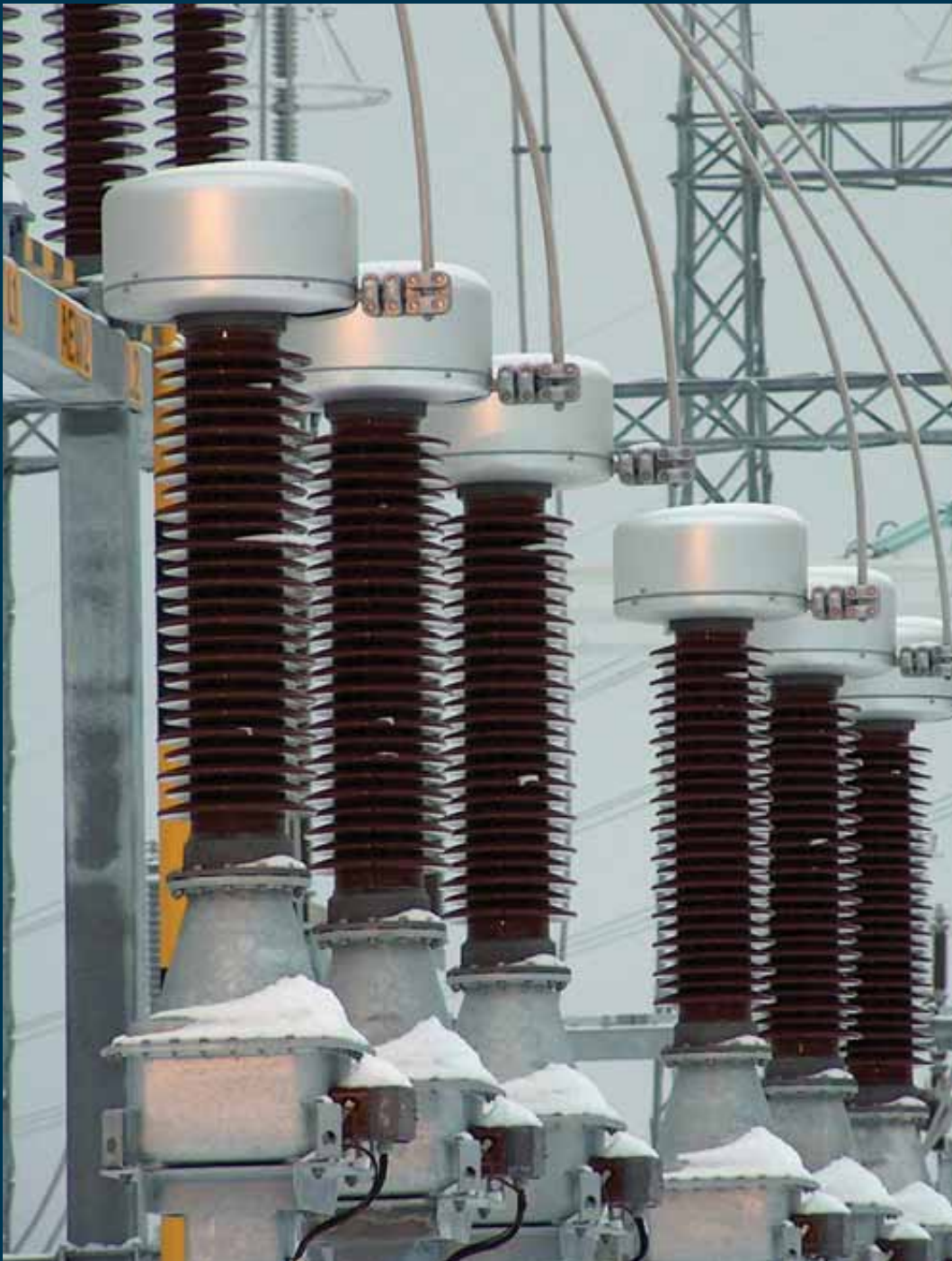
TENSIÓN PRIMARIA 22.9 KV							
Potencia (KVA)	Dimensiones aproximadas en (mm) - Peso en (Kg)						Plano
	A	B	C	D	E	Peso (Kg)	
15	865	510	1080	400	381	235	Figura A
25	865	510	1100	400	381	250	Figura A
37.5	885	600	1155	400	381	305	Figura B
50	905	670	1135	430	386	355	Figura B
75	925	710	1185	440	386	430	Figura B
100	965	785	1205	470	390	530	Figura B
125	970	740	1240	470	385	590	Figura C
160	990	780	1280	470	385	695	Figura C
200	995	890	1330	480	385	755	Figura C
250	1105	920	1315	510	370	915	Figura C
315	1095	1020	1385	520	380	1035	Figura D
400	1110	1140	1410	580	380	1205	Figura E
500	1550	1200	1490	620	360	1620	Figura E
630	1620	1260	1610	640	360	2040	Figura F
800	1690	1320	1730	670	360	2350	Figura F
1000	1740	1430	1760	690	360	2740	Figura F

TENSIÓN PRIMARIA (22.9-10) KV							
Potencia (KVA)	Dimensiones aproximadas en (mm) - Peso en (Kg)						Plano
	A	B	C	D	E	Peso (Kg)	
15	940	540	1110	430	410	290	Figura A
25	940	540	1140	430	380	320	Figura A
37.5	940	610	1190	410	385	340	Figura B
50	940	680	1180	440	385	390	Figura B
75	940	710	1230	440	385	450	Figura B
100	965	785	1225	470	390	545	Figura B
125	975	750	1265	480	385	615	Figura C
160	995	780	1305	470	385	720	Figura C
200	995	890	1330	480	385	790	Figura C
250	1125	940	1375	530	370	1050	Figura C
315	1095	1030	1415	530	380	1075	Figura D
400	1090	1130	1490	570	380	1220	Figura E
500	1500	1250	1460	600	360	1750	Figura E
630	1570	1300	1520	620	360	1950	Figura F
800	1690	1320	1730	670	360	2350	Figura F
1000	1780	1440	1730	700	360	2650	Figura F

2. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN INDUCTIVOS

Aislamiento papel-aceite

Aislamiento gas



➤ Transformadores de tensión inductivos de 123 kV.
Fingrid (Finlandia)

INTRODUCCIÓN

Los transformadores de tensión inductivos están diseñados para reducir las tensiones a valores manejables y proporcionales a las primarias originales, separando del circuito de alta tensión los instrumentos de medida, contadores, relés, etc.



> Modelo UTF



> Modelo UTE



> Modelo UTD



> Modelo UG

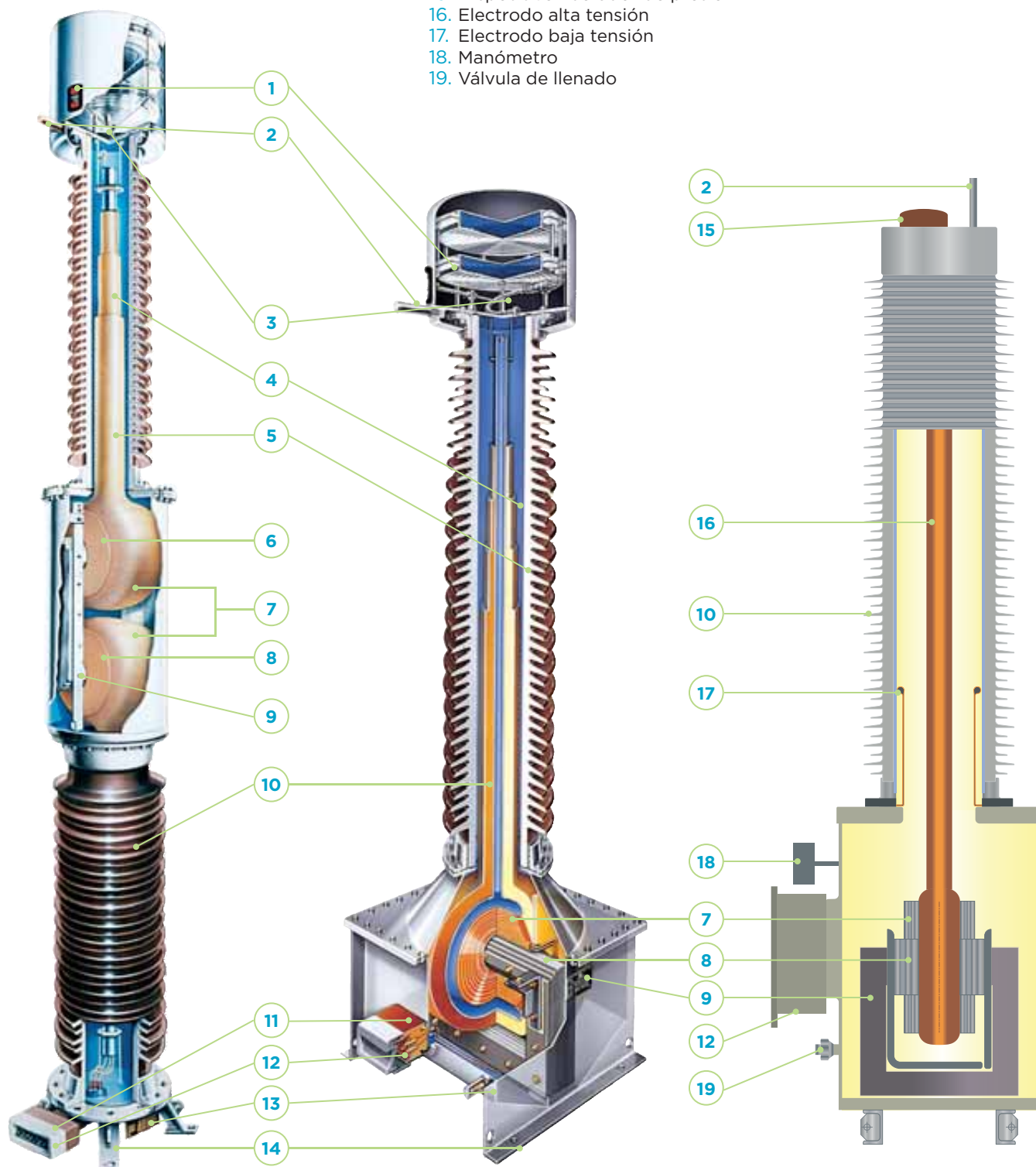
Modelo UT hasta 550 kV.

Modelo UG hasta 550 kV.

SECCIONES

1. Indicador de nivel de aceite
2. Terminal primario
3. Compensador de volumen de aceite
4. Borna condensadora
5. Aislamiento papel-aceite
6. Arrollamiento de compensación
7. Arrollamientos primarios

8. Arrollamientos secundarios
9. Núcleo
10. Aislamiento (porcelana o silicona)
11. Toma medida tangente delta
12. Caja terminales secundarios
13. Toma de muestras de aceite
14. Terminal de puesta a tierra
15. Dispositivo liberador de presión
16. Electrodo alta tensión
17. Electrodo baja tensión
18. Manómetro
19. Válvula de llenado



> Modelo UT. A partir de 362 kV

> Modelo UT. Hasta 300 kV

> Modelo UG. Hasta 550 kV

2. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN INDUCTIVOS > Aislamiento papel-aceite y gas

APLICACIONES

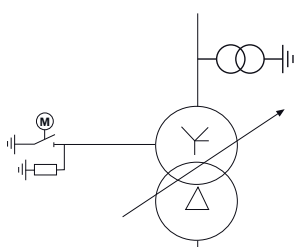
Ideal para instalación en puntos de medida por su muy alta clase de precisión.

Apto para descarga de líneas de alta tensión y bancos de condensadores.

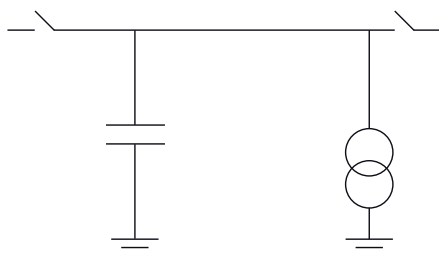
Excelente respuesta frecuencial, ideal para monitorización de la calidad de onda y medida de armónicos.

Ejemplos de aplicación:

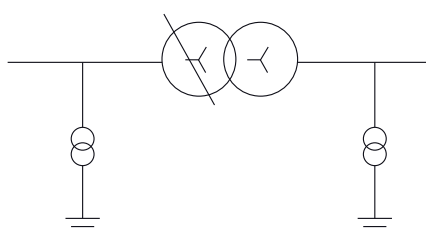
1. Medida para facturación.



2. Descarga de líneas y bancos de condensadores.



3. Protección de líneas y subestaciones de alta tensión.



4. Alimentación de servicios auxiliares.



1. Transformadores de tensión inductivos de 123 kV (Bosnia).



2. Transformadores de tensión inductivos de 123 kV. Transpower (Nueva Zelanda).



3. Transformadores de tensión inductivos de 420 kV. Rede Eléctrica Nacional (Portugal).



4. Transformador de tensión inductivo de 420 kV. Red Eléctrica de España.

DISEÑO Y FABRICACIÓN

El transformador de tensión puede tener varios circuitos secundarios para medida y/o protección. Todos los arrollamientos secundarios y el primario están bobinados sobre el mismo núcleo, por lo que se transmite toda la potencia.

El núcleo y los arrollamientos van colocados dentro de una cuba metálica. Los arrollamientos son de diseño antirresonante lo que proporciona al aparato un correcto comportamiento tanto a frecuencia industrial como ante fenómenos transitorios de alta frecuencia.

VENTAJAS

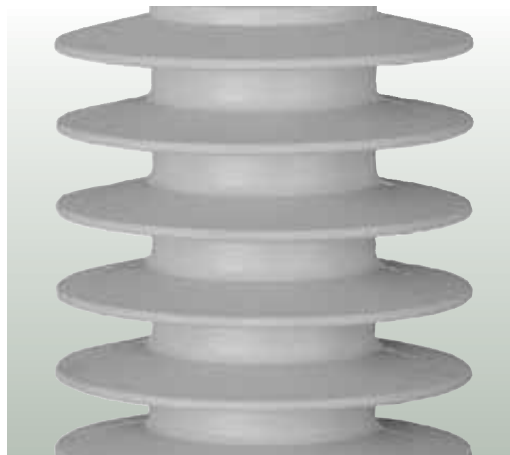
- › Muy alta precisión (hasta 0,1%) invariable a lo largo de la vida del aparato.
- › Diseño de arrollamientos antirresonante.
- › Diseño seguro en caso de fallo interno gracias a:
 - Partes activas dentro de cubas metálicas separadas de los aisladores.
 - Dispositivos de liberación de sobre-presión.
 - Conexiones eléctricas resistentes al corto-circuito.
- › Alta robustez mecánica y reducido tamaño mediante un diseño compacto que facilita el transporte, almacenaje, montaje y reduce el impacto visual de los aparatos.
- › Construcción hermética que garantiza una absoluta estanqueidad con el mínimo volumen de aceite o gas en su interior (en este caso se comprueba mediante ensayos a cada aparato).
- › Libres de mantenimiento durante su amplio periodo de funcionamiento.
- › Respuesta óptima en condiciones climáticas extremas, altitudes superiores a 1.000 m.s.n.m., ambientes salinos o contaminados. seísmos, etc.

- › Los aparatos se ensayan como rutina, a descargas parciales, tangente delta, aislamiento y precisión y están diseñados para soportar todos los ensayos tipo que indican las normas.
- › Cumple todo tipo de requerimientos a nivel mundial: IEC, IEEE, UNE, BS, VDE, SS, CAN, AS, NBR, JIS, GOST, NF y otras.
- › Disponibilidad de laboratorios propios homologados oficialmente.
- › Posibilidad de transporte y almacenamiento horizontal o vertical.

OPCIONES:

- › Amplia variedad de terminales primarios y secundarios.
- › Secundarios precintables.
- › Dispositivos de protección de secundarios dentro del bloque de bornas.

Alta precisión, exacta e invariable, unida a un diseño seguro y de máxima fiabilidad.



- › Indicador de nivel de aceite de transformador inductivo.
- › Posibilidad de diferentes tipos de aisladores (silicona, porcelana gris, porcelana color...).

2. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN INDUCTIVOS > Aislamiento papel-aceite y gas

AISLAMIENTO PAPEL ACEITE:

- › Sistema de compensación de nivel de aceite que regula eficazmente los cambios en el volumen de aceite debidos fundamentalmente a la variación de temperatura.
- › Válvula de toma de muestras de aceite para su análisis periódico.
- › Diseño amigable con el medio ambiente debido a la utilización de aceites aislantes de alta calidad y libres de PCB. Los materiales empleados son reciclables y resistentes a la intemperie.

OPCIONES:

- › Posibilidad de aislador de silicona.
- › Sistema de compensación de aceite con fuelle metálico. Opción de membrana de goma hasta 170 kV.
- › Posibilidad de conexión como paso de corriente.

AISLAMIENTO GAS:

- › Seguridad total en caso de arco interno: la sobrepresión se alivia gracias al dispositivo liberador de presión (disco de ruptura) en la parte superior.
- › Diseño pensado para minimizar el volumen, la presión y las fugas de gas, y reducir así su impacto ambiental.
- › Monitorización online del estado del aislamiento por medio de la alarma del manómetro.
- › Tanques y aisladores son diseñados, fabricados y ensayados según las normas internacionales de recipientes a presión.
- › Diseñado para trabajar a la tensión nominal con la presión de gas interna atmosférica.

- › Transformadores de intensidad y tensión inductivos de 420 kV. Red Eléctrica de España.



GAMA

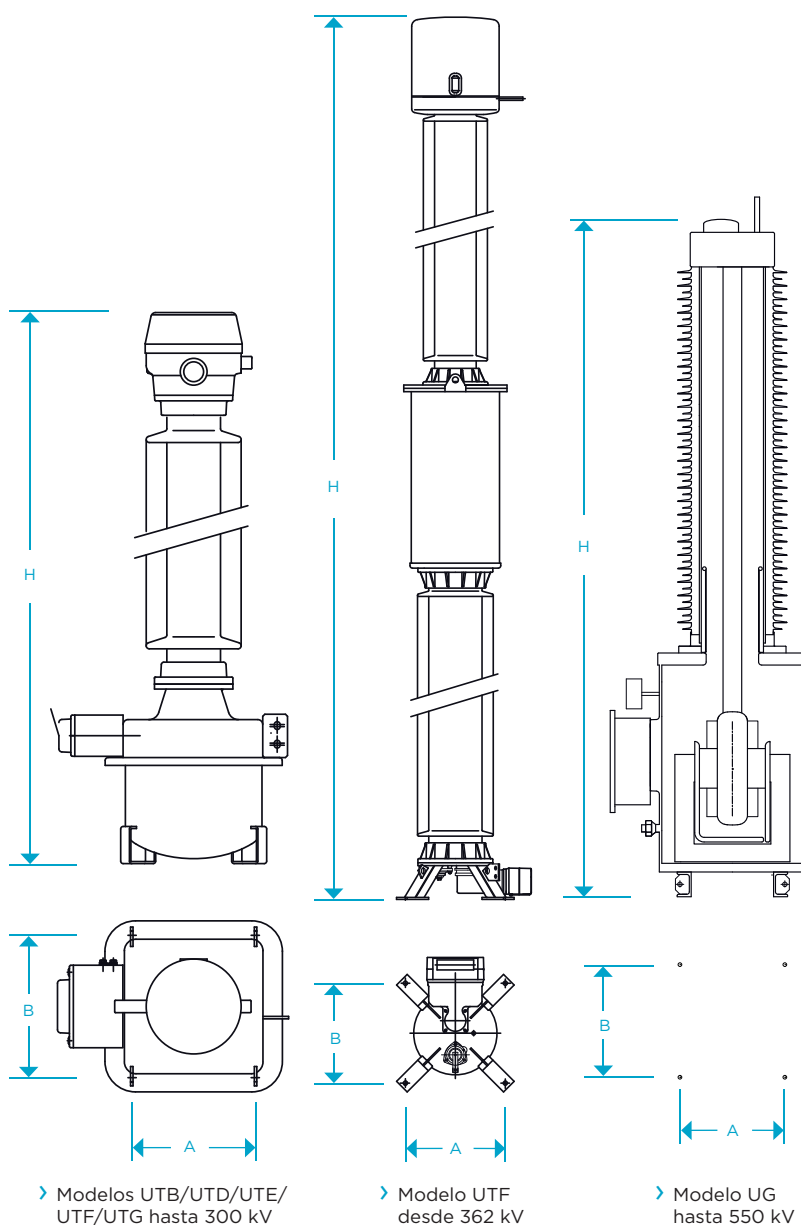
Los transformadores de tensión inductivos de ARTECHE se denominan mediante el uso de las letras (UT papel aceite, UG gas) seguidas de una tercera letra (sólo papel aceite), y de 2 ó 3 cifras que coinciden con la tensión máxima de la red para la que han sido diseñados.

Las tablas (siguiente página) muestran las gamas de ambos tipos de equipos fabricados por ARTECHE. Las características son orientativas; ARTECHE puede fabricarlos de acuerdo con cualquier norma nacional o internacional.

Clases y potencias de precisión estándar:

- › Según normas IEC
 - 100 VA Clase 0,2 / 3P
 - 250 VA Clase 0,5 / 3P
- › Según normas IEEE
 - 0.3 WXYZ
 - 1.2 WXYZ, ZZ

Posibilidad de clases y potencia de precisión superiores.



- › Transformadores de tensión inductivos de 123 kV. Electronet Services (Nueva Zelanda).
- › Transformadores de tensión inductivos de 420 kV. Elia (Bélgica).

2. TRANSFORMADORES DE TENSION INDUCTIVOS > Aislamiento papel-aceite y gas

Aislamiento papel-aceite > Modelo UT

Modelo	Tensión máxima de servicio (kV)	Tensiones de ensayo			Potencia térmica (VA)	Línea de fuga estándar (mm)	Dimensiones		Peso (kg)
		Frecuencia industrial (kV)	Impulso (kVp)	Maniobra (kVp)			A x B (mm)	H (mm)	
UTB-52	52	95	250	-	1.500	1.300	300x300	1.335	95
UTD-52	52	95	250	-	2.000	1.300	330x300	1.395	150
UTB-72	72,5	140	325	-	1.500	1.825	300x300	1.335	108
UTD-72	72,5	140	325	-	2.000	1.825	330x300	1.395	150
UTE-72	72,5	140	325	-	2.500	1.825	400x430	1.645	285
UTD-100	100	185	450	-	2.000	2.500	330x300	1.690	165
UTD-123	123	230	550	-	3.000	3.075	350x475	2.120	292
UTE-123	123	230	550	-	3.500	3.075	350x475	2.120	355
UTE-145	145	275	650	-	3.500	3.625	350x475	2.105	335
UTE-170	170	325	750	-	3.500	4.250	350x475	2.235	350
UTF-245	245	460	1.050	-	3.500	6.125	450x590	3.210	650
		395	950						
UTG-245	245	460	1.050	-	3.500	6.125	500x640	3.260	800
		395	950						
UTG-300	300	460	1.050	850	3.500	7.500	500x640	3.660	910
UTF-420	420	630	1.425	1.050	3.500	10.500	600x600	5.210	1.315
		575	1.300	950					
UTF-525	550(525)	680	1.550	1.175	3.500	13.125	600x600	6.070	1.700

Dimensiones y pesos aproximados. Para necesidades especiales, consultar.

Aislamiento gas > Modelo UG

Modelo	Tensión máxima de servicio (kV)	Tensiones de ensayo			Potencia térmica (VA)	Línea de fuga estándar (mm)	Dimensiones		Peso (kg)
		Frecuencia industrial (kV)	Impulso (kVp)	Maniobra (kVp)			A x B (mm)	H (mm)	
UG-123	123	230	550	-	1.000	3.813	315x315	2.400	450
UG-145	145	275	650	-	1.000	4.495	315x315	2.400	450
UG-170	170	325	750	-	1.000	5.270	315x315	2.600	470
UG-245	245	460	1.050	-	1.000	7.595	450x450	3.200	650
UG-300	300	460	1.050	850	1.000	9.300	450x450	3.550	700
UG-362	362	510	1.175	950	1.000	11.222	600x600	3.900	1.100
UG-420	420	630	1.425	1.050	1.000	13.020	600x600	4.600	1.200
UG-550	550	680	1.550	1.175	1.000	17.050	600x600	5.100	1.300

Dimensiones y pesos aproximados. Para necesidades especiales, consultar.

2. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN INDUCTIVOS

Aislamiento seco y papel-aceite



2. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN INDUCTIVOS > Aislamiento seco y papel-aceite

INTRODUCCIÓN

Los transformadores de tensión inductivos están diseñados para reducir las tensiones a valores manejables y proporcionales a las primarias originales. Separa del circuito de alta tensión los instrumentos de medida, contadores, relés, etc.

- Transformadores de tensión monofásicos, tipo UR, con aislamiento interno en resina epoxy, aislamiento externo en resina cicloalifática. Hasta 72,5 kV.
- Transformadores de tensión bifásicos, tipo VR, con aislamiento interno en resina epoxy, aislamiento externo en resina cicloalifática. Hasta 52 kV.
- Transformadores de tensión monofásicos, tipo UJ, con aislamiento interno en resina epoxy, parte inferior metalizada y aislador en silicona. Hasta 36 kV.
- Transformadores de tensión bifásicos, tipo VJ, con aislamiento interno en resina epoxy, parte inferior metalizada y aislador en silicona. Hasta 36 kV.
- Transformadores de tensión monofásicos, tipo UZ y UT, con aislamiento interno en papel aceite y aislador en porcelana o silicona. Hasta 72,5 kV.
- Transformadores de tensión bifásicos, tipo VZ, con aislamiento interno en papel aceite y aislador en porcelana o silicona. Hasta 36 kV.



Modelo UR



Modelo VJ



Modelo VZK



Modelo UTB

Modelos UR/UT hasta 72,5 kV.

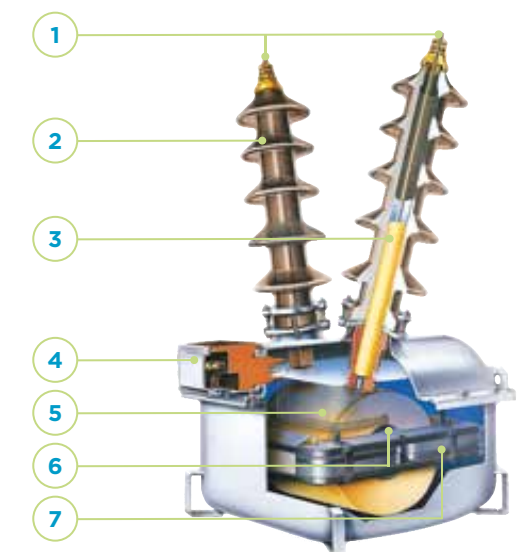
Modelo VR hasta 52 kV.

Modelos UJ/VJ hasta 36 kV.

Modelos UZK/VZK hasta 36 kV.

SECCIONES

1. Terminales primarios
2. Aislador de porcelana
3. Aislamiento papel-aceite
4. Caja de terminales secundarios
5. Bobinas primarias
6. Bobinados secundarios
7. Núcleo magnético



Modelo VZK

APLICACIONES

Los Transformadores de tensión para servicio exterior tienen múltiples aplicaciones.

Ejemplos de aplicación:

1. Medida para facturación.
2. Protección de subestaciones y líneas de distribución.
3. Protección de banco de condensadores.
4. Descarga de líneas y bancos de condensadores.
5. Alimentación de servicios auxiliares.
6. Alimentación de equipos de corte en automatización de la distribución (Reconectador, seccionalizador).



Transformadores de intensidad (CX) y tensión (UT) de 72,5 kV en protección de transformadores de potencia. Iberdrola (España).



Transformadores de tensión (VJ) de 24 kV. Alimentación auxiliar de equipos de corte en automatización de la distribución.



Transformadores de intensidad (CR) y tensión (UR) de 36 kV. Medida para facturación. Electronet Services (Nueva Zelanda).

DISEÑO Y FABRICACIÓN

Los transformadores de tensión con **aislamiento seco** de ARTECHE están fundidos bajo vacío con resina epoxy que fija, separa y aísla las partes activas del transformador, formando un cuerpo rígido con excelentes propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas.

Los transformadores con aislamiento externo de **resina cicloalifática** (UR/VR) son moldeados con una envolvente de resina cicloalifática. Este aislamiento tiene una gran línea de fuga y muy buena resistencia a la contaminación atmosférica, radiación ultra violeta, etc. Se forma así un cuerpo sólido de muy alta resistencia mecánica y excelente comportamiento térmico.

Los transformadores con aislamiento externo de **silicona** (UJ/VJ) tienen cuerpo de resina con un acabado exterior metálico puesto a tierra para controlar el campo eléctrico. El polo (o polos) tiene aislamiento externo de silicona con una excelente resistencia a la intemperie.

Los transformadores de tensión con **aislamiento papel-aceite** (UZ/VZ, UT) tienen el núcleo y los arrollamientos (partes activas) dentro de una cuba metálica. El aislamiento interno está formado por papel impregnado en aceite, mientras que el aislador externo puede ser porcelana o silicona. El conjunto está herméticamente cerrado.

Los modelos U son para conexión fase-tierra llevando un solo polo aislado. Los modelos V son para conexión entre fases, llevando dos polos aislados.

Transformadores de tensión de 72,5 kV (UTD). Panamá.

Transformadores de tensión de 36 kV (UZK). Transpower (Nueva Zelanda).



GAMA

Los transformadores de tensión con aislamiento seco o papel aceite ARTECHE se denominan mediante tres letras y dos cifras que coinciden con el nivel de tensión máxima de servicio.

Las dos primeras letras son de acuerdo con el tipo de transformador y la tercera con las variantes dentro de la línea.

Los transformadores de tensión que se denominan VR, VJ y VZ son para conexión fase-fase; y los UR, UJ, UZ y UT son para conexión fase-tierra.

Clases y potencias de precisión estándar:

- Según Normas IEC:
 - 100 VA Clase 0,2 / 3P
 - 250 VA Clase 0,5 / 3P
- Según Normas IEEE:
 - 0.3 WXYZ
 - 1.2 WXYZ, ZZ

Posibilidad de clase y potencias superiores.

Las siguientes tablas muestran la gama actual. Las características son orientativas; ARTECHE puede fabricar estos transformadores de acuerdo con cualquier norma nacional o internacional.

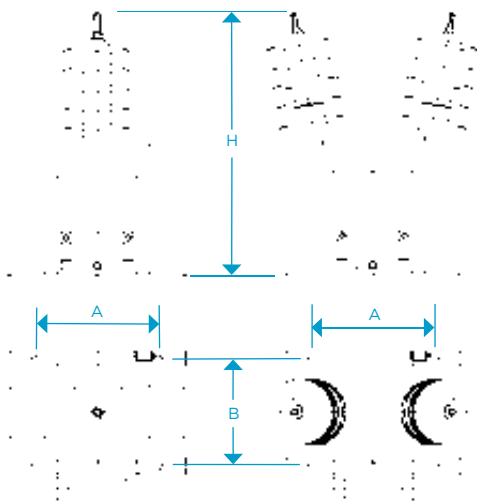


Fig. 5 - Modelo UR

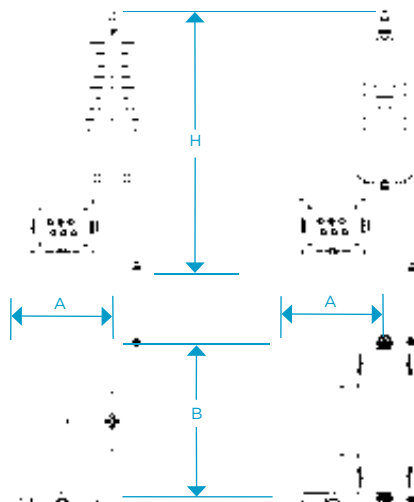


Fig. 6 - Modelo VR

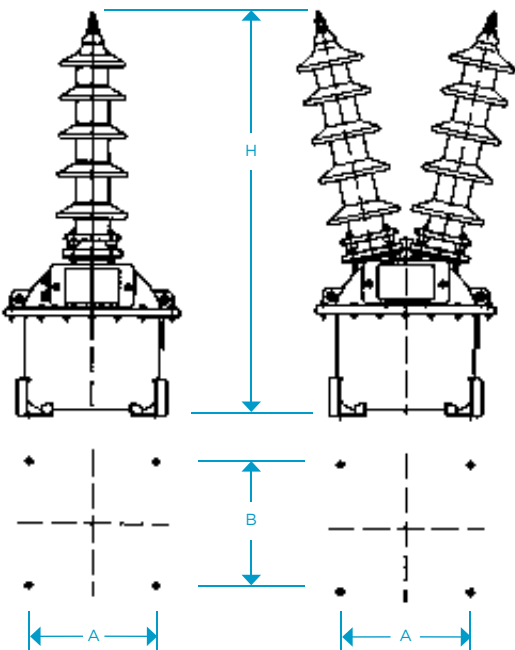


Fig. 9 - Modelo UZK

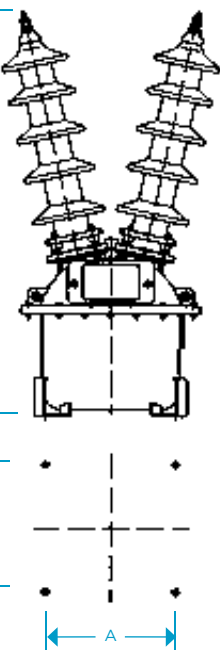


Fig. 10 - Modelo VZK

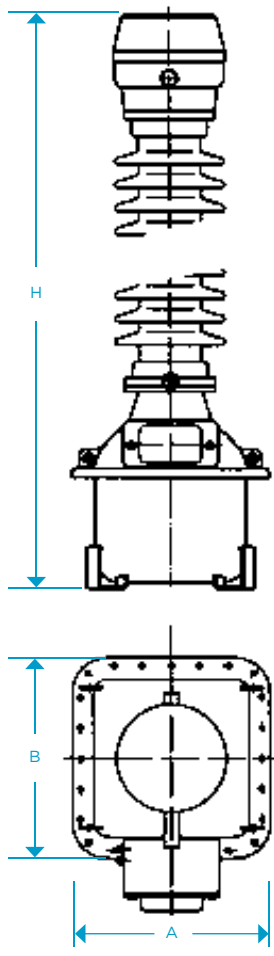


Fig. 11 - Modelo UT

Transformadores de tensión										
Modelo	Tensión máxima de servicio (kV)	Tensiones de ensayo		Línea de fuga estándar (mm)	Potencia térmica (VA)	Dimensiones				Peso (kg)
		Frecuencia industrial (kV)	Impulso (kVp)			Fig.	A (mm)	B (mm)	H (mm)	
Aislamiento de resina cicloalifática										
URJ-17	17,5	38	95	550	400	5	254	219	453	41
URL-17	17,5	38	95	545	450	5	254	219	453	33
URN-17	17,5	38	95	570	1500	5	254	219	500	55
URJ-24	24	50	125	910	400	5	254	219	575	43
URL-24	24	50	125	765	450	5	254	219	533	35
URN-24	24	50	125	800	600	5	254	219	570	57
URN-36	36	70	170	1340	600	5	254	219	708	60
URS-36	36	70	170	1260	1500	5	350	200	715	68
URU-52	52	95	250	1640	2500	5	500	400	1030	152
URU-72	72,5	140	325	2360	2500	6	500	400	1130	173
VRJ-17	17,5	38	95	615	400	6	254	219	450	43
VRL-17	17,5	38	95	610	600	6	254	219	435	38
VRN-17	17,5	38	95	620	1500	6	254	219	570	59
VRJ-24	24	50	125	955	750	6	254	219	560	45
VRL-24	24	50	125	955	750	6	254	219	560	40
VRN-24	24	50	125	790	750	5	254	219	570	59
VRN-36	36	70	170	1055	750	6	254	219	630	60
VRS-36	36	70	170	1140	1500	5	350	200	696	83
VRU-52	52	95	250	1552	4000	6	500	400	986	179
Aislamiento de silicona										
UJL-24	24	50	125	760	450	7	220	320	565	49
UJN-36	36	70	170	1360	600	7	220	320	787	85
VJL-24	24	50	125	760	500	8	220	320	550	60
VJN-36	36	70	170	1360	600	8	220	320	765	100
Aislamiento de papel aceite										
UZK-17	17,5	38	95	790	1500	9	300	300	970	85
UZK-24	24	50	125	790	1500	9	300	300	970	85
UZK-36	36	70	170	790	1500	9	300	300	970	85
UTB-52	52	95	250	2355	1500	11	300	300	1340	100
UTD-52	52	95	250	2355	2500	11	300	300	1410	150
UTB-72	72,5	140	325	2355	1500	11	300	300	1340	100
UTD-72	72,5	140	325	2355	2500	11	300	300	1410	150
UTE-72	72,5	140	325	2355	3000	11	450	450	1425	250
VZK-17	17,5	38	95	790	1500	10	300	300	940	100
VZK-24	24	50	125	790	1500	10	300	300	940	100
VZK-36	36	70	170	790	1500	10	300	300	940	100
UTD-72	72,5	140	325	1825	2000	7	300	300	1395	150

Dimensiones y pesos aproximados. Para necesidades específicas, consultar.



Hay transformadores de ARTECHE instalados en más de 150 países.

1. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD > Aislamiento papel-aceite, gas y seco

GAMA

Los transformadores de medida de intensidad de ARTECHE se denominan mediante las letras CA (tipo invertido, papel-aceite), LB (tipo horquilla, papel aceite), CG (tipo gas) o CX (tipo seco), seguidas de 2 ó 3 cifras que coinciden con la tensión máxima de servicio para la que han sido diseñados.

La tabla (siguiente página) muestra la gama actual de intensidad fabricada por ARTECHE. Las características son orientativas; ARTECHE puede fabricar estos transformadores de acuerdo con cualquier norma nacional o internacional.

Relaciones de transformación: todo tipo de combinaciones posibles en un mismo aparato.

Arrollamientos secundarios para:

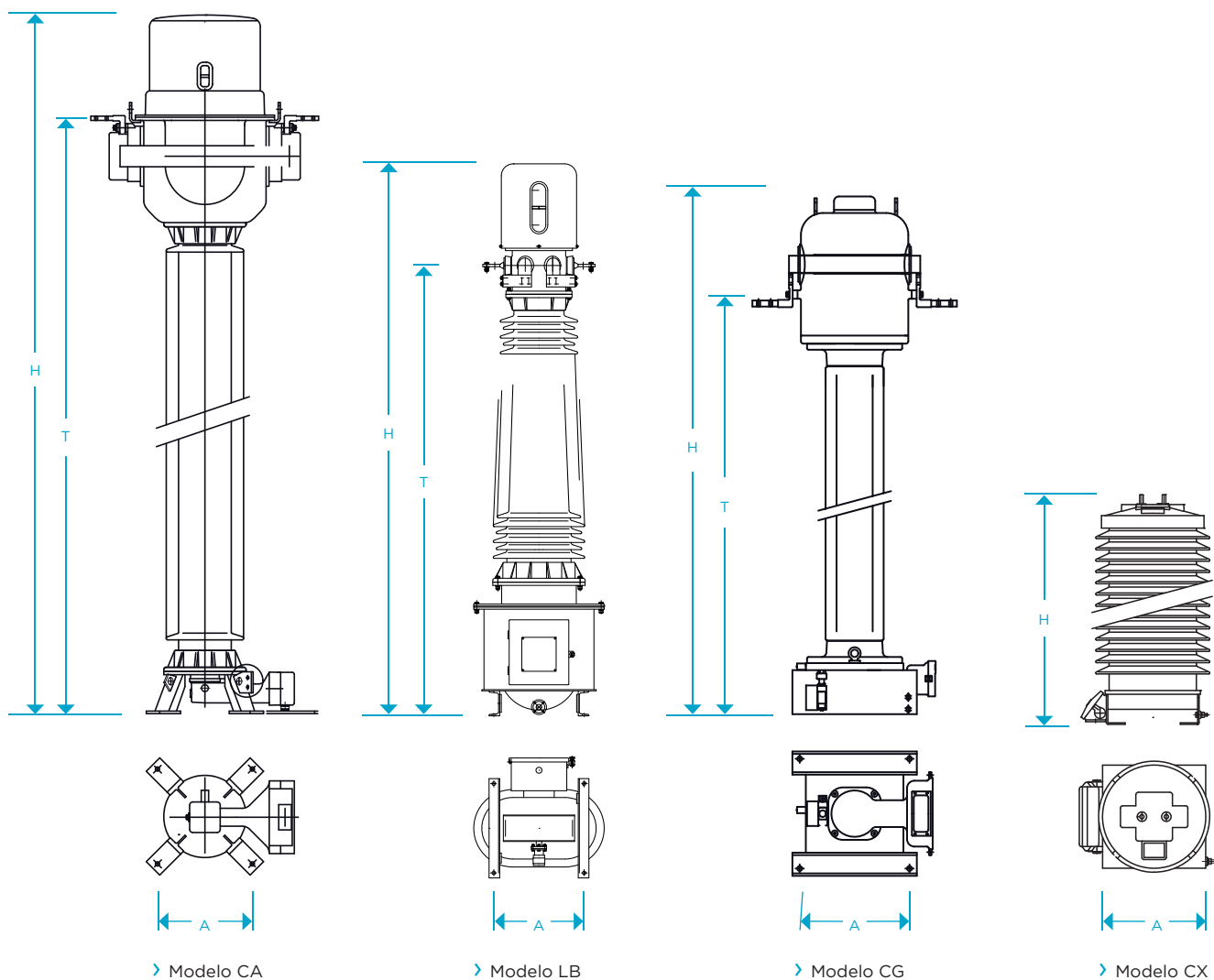
- › Protección: todo tipo de clases de protección posibles, núcleos lineales, de baja inducción, etc.
- › Medida: clases de precisión para cualquier necesidad de medida y facturación (incluyendo clase 0,1 / 0,15 de muy alta precisión y gama extendida en corriente).

Número de arrollamientos secundarios: según necesidades, hasta 10 secundarios o más son posibles en un solo aparato.



- › Transformadores de intensidad de 420 kV. Tennet (Holanda).
- › Transformadores de intensidad de 245 kV. SECO (Sudán).

1. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD > Aislamiento papel-aceite, gas y seco



- > Ensayo de tipo. CG 245 kV.
- > Transformadores de intensidad de 36 kV. Fingrid, Kimy (Finlandia).

1. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD > Aislamiento papel-aceite, gas y seco

Aislamiento papel-aceite > Modelo CA

Modelo	Tensión máxima de servicio (kV)	Tensiones de ensayo			Línea de fuga estándar (mm)	Dimensiones			Peso (kg)
		Frecuencia industrial (kV)	Impulso (kVp)	Maniobra (kVp)		A (mm)	T (mm)	H (mm)	
CA-36	36	70	170	-	900	350	1.185	1.625	250
CA-52	52	95	250	-	1.300	350	1.185	1.625	260
CA-72	72,5	140	325	-	1.825	350	1.335	1.775	280
CA-100	100	185	450	-	2.500	350	1.335	1.775	290
CA-123	123	230	550	-	3.075	350	1.665	2.095	300
CA-145	145	275	650	-	3.625	350	1.665	2.095	310
CA-170	170	325	750	-	4.250	350	1.895	2.335	330
CA-245	245	460	1.050	-	6.125	450	2.755	3.055	560
		395	950						
CA-300	300	460	1.050	850	7.500	450	3.170	3.580	650
CA-362	362	510	1.175	950	9.050	600	3.875	4.355	870
CA-420	420	630	1.425	1.050	10.500	600	3.875	4.355	920
		575	1.300						
CA-525	(525) 550	680	1.550	1.175	13.125	600	4.530	5.365	1.200
CA-550	(525) 550	800	1.800	1.175	13.750	600	5.205	5.960	1.700
CA-765	(765) 800	880	1.950	1.425	15.300	600	5.770	6.590	2.050
		975	2.100	1.550					

Dimensiones y pesos aproximados. Para necesidades especiales, consultar.

Intensidades primarias: desde 1 A hasta 5.000 A. Intensidades de cortocircuito: hasta 120 kA/1 s.

Aislamiento papel-aceite > Modelo LB

Modelo	Tensión máxima de servicio (kV)	Tensiones de ensayo			Línea de fuga estándar (mm)	Dimensiones			Peso (kg)
		Frecuencia industrial (kV)	Impulso (kVp)	Maniobra (kVp)		A (mm)	T (mm)	H (mm)	
LB-36	36	70	170	-	1.260	660x490	1.405	1.710	173
LB-72,5	72,5	140	325	-	2.250	775x650	1.360	1.810	470
LB-145	123	230	550	-	3.906	775x550	2.380	2.825	670
	145	275	650	-	4.495	775x550	2.450	2.895	690
LB-245	245	460	1.050	-	7.810	790x605	3.440	3.890	1.150
LB-362	362	510	1.175	950	11.260	910x750	3.550	4.100	1.380

Dimensiones y pesos aproximados. Para necesidades especiales, consultar.

Intensidades primarias: desde 1 A hasta 4.000 A. Intensidades de cortocircuito: hasta 50 kA/1 s.

1. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD > Aislamiento papel-aceite, gas y seco

Aislamiento gas > Modelo CG

Modelo	Tensión máxima de servicio (kV)	Tensiones de ensayo			Línea de fuga estándar (mm)	Dimensiones			Peso (kg)
		Frecuencia industrial (kV)	Impulso (kVp)	Maniobra (kVp)		A (mm)	T (mm)	H (mm)	
CG-145	123	230	550	-	3.625	450x450	1.895	2.330	205
CG-145	145	275	650	-	3.625	450x450	1.895	2.330	205
CG-170	170	325	750	-	4.250	450x450	2.070	2.505	235
CG-245	245	395	950	-	6.125	450x450	2.795	3.370	400
		460	1.050	-					
CG-300	300	460	1.050	850	7.500	450x450	3.180	3.755	430
CG-362	362	510	1.175	950	11.222	600x600	4.400	5.080	1.650
CG-420	420	630	1.425	1.050	13.020	800x800	4.900	5.580	1.700
CG-550	550	680	1.550	1.175	17.050	800x800	5.900	6.580	1.800

Dimensiones y pesos aproximados. Para necesidades especiales, consultar.

Intensidades primarias: hasta 5.000 A. Intensidades de cortocircuito: hasta 120 kA/1 s.

Aislamiento seco > Modelo CX

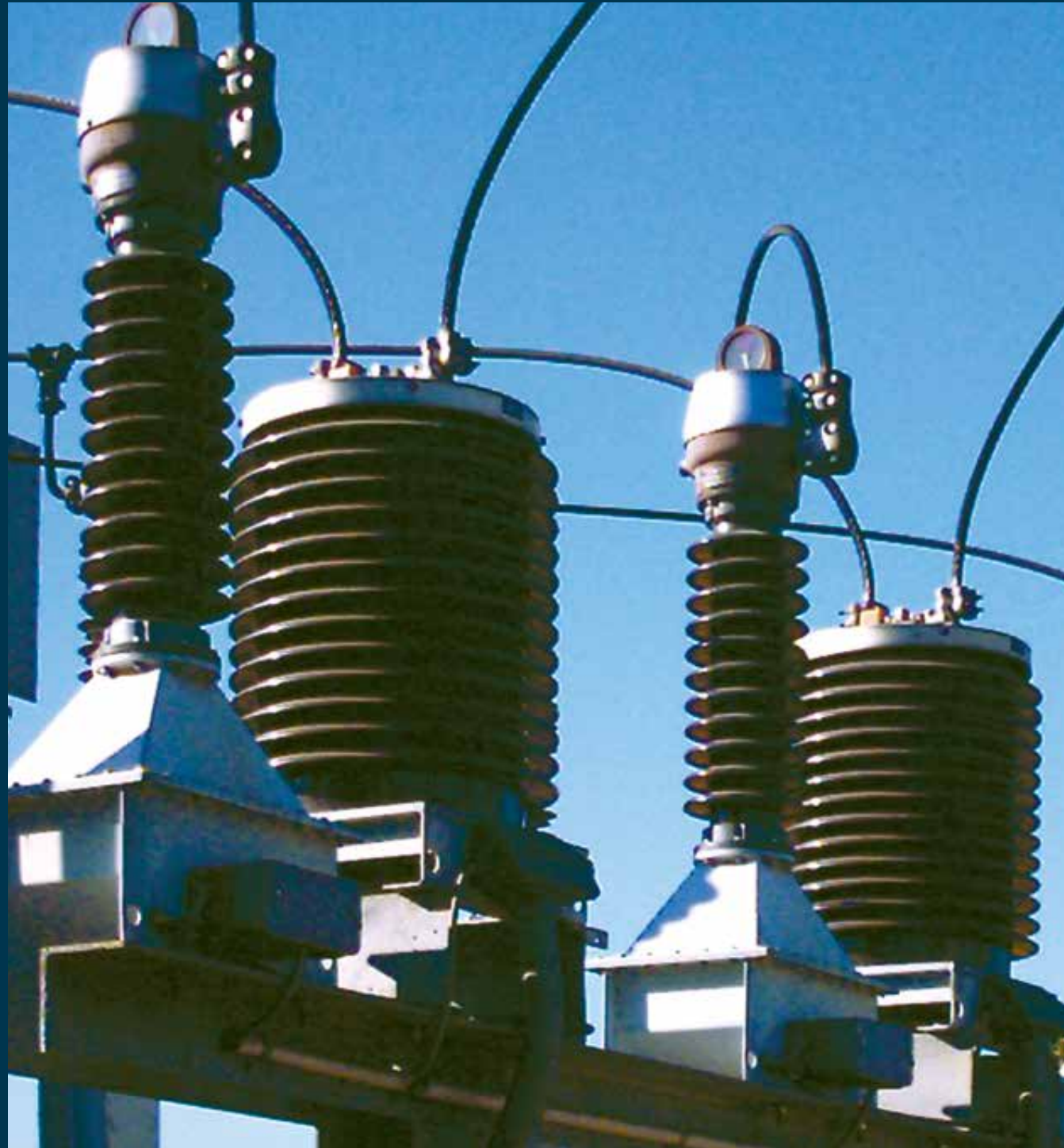
Modelo	Tensión máxima de servicio (kV)	Tensiones de ensayo		Línea de fuga estándar (mm)	Dimensiones		Peso (kg)
		Frecuencia industrial (kV)	Impulso (kVp)		A (mm)	H (mm)	
CXD-24	24	50	125	744	210	462	43
CXE-24	24	50	125	744	250	480	72
CXE-36	36	70	170	900	250	532	80
CXG-36	36	70	170	900	250	670	150
CXE-52	52	95	250	1.440	250	712	111
CXG-52	52	95	250	1.560	250	798	186
CXH-52	52	95	250	1.560	330	800	263
CXG-72	72,5	140	325	1.860	250	918	190
CXH-72	72,5	140	325	1.860	330	920	305

Dimensiones y pesos aproximados. Para necesidades especiales, consultar.

Intensidades primarias: desde 1 A hasta 2.400 A. Intensidades de cortocircuito: hasta 120 kA/1 s.

1. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD

Aislamiento seco



1. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD > Aislamiento seco

INTRODUCCIÓN

Los transformadores de intensidad están diseñados para reducir las intensidades a valores manejables y proporcionales a las primarias originales. Separa del circuito de alta tensión los instrumentos de medida, contadores, relés, etc.

- Transformadores tipo CR, con aislamiento interno en resina epoxy, aislamiento externo en resina cicloalifática y partes activas situadas en la parte central del transformador. Hasta 72,5 kV.
- Transformadores tipo CE, con aislamiento interno en resina epoxy, aislamiento externo en resina cicloalifática y partes activas situadas en la parte superior del transformador. Hasta 72,5 kV.
- Transformadores tipo CX, con aislamiento interno en resina epoxy, aislamiento externo en porcelana o silicona y partes activas situadas en la parte central del transformador. Hasta 72,5 kV.
- Transformadores tipo CPE, con aislamiento interno en resina epoxy, aislamiento externo en resina cicloalifática y partes activas situadas alrededor del conductor primario tipo barra pasante. Hasta 52 kV.



> Modelo CX



> Modelo CR



> Modelo CE



> Modelo CPE

Modelo CX hasta 72,5 kV.

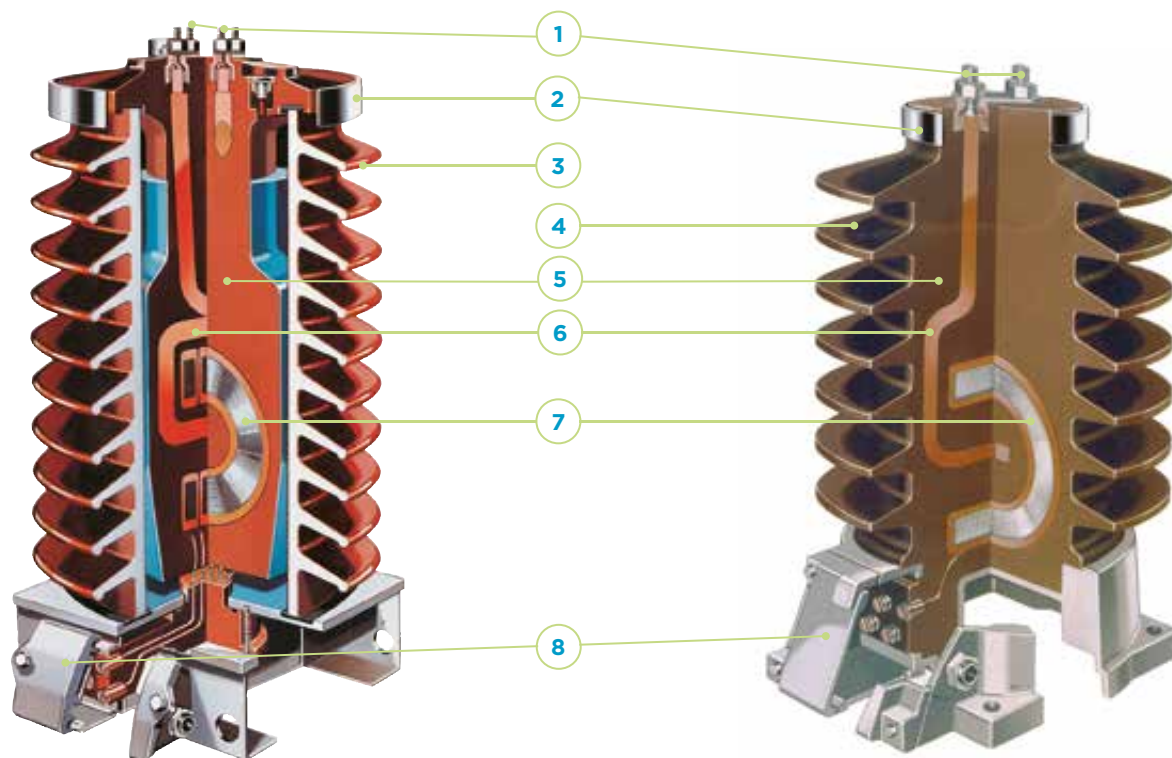
Modelo CR hasta 72,5 kV.

Modelo CE hasta 72,5 kV.

Modelo CPE hasta 52 kV.

SECCIONES

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1. Terminales primarios | 5. Resina epoxy |
| 2. Anillo equipotencial | 6. Arrollamientos primarios |
| 3. Aislador de porcelana o silicona | 7. Núcleos y arrollamientos secundarios |
| 4. Aislador de resina cicloalifática | 8. Caja de terminales secundarios |



> Modelo CX

> Modelo CR



> Transformadores de intensidad (CR) de 36 kV. Electronet Services (Nueva Zelanda).

APLICACIONES

Los transformadores de intensidad para servicio exterior tienen múltiples aplicaciones.

Ejemplos de aplicación:

1. Medida para facturación.
2. Protección de subestaciones y líneas de distribución.
3. Protección de transformadores de potencia.
4. Protección de bancos de condensadores.
5. Pasamuros exterior-exterior para el modelo CPE.



> Transformadores de intensidad (CX) 24 kV en protección de subestación. Iberdrola (España).



> Transformadores de intensidad (CR) y tensión (UR) de 36 kV. Medida para facturación. Electronet Services (Nueva Zelanda).



> Transformadores de intensidad (CX) de 72,5 kV dedicados a la protección de una subestación eólica. Iberdrola (España).

DISEÑO Y FABRICACIÓN

Los transformadores de medida con aislamiento seco de ARTECHE están fundidos bajo vacío con resina epoxy que fija, separa y aísla las partes activas del transformador, formando un cuerpo rígido con excelentes propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas.

Los modelos CR, CE y CPE son moldeados con una envolvente de resina cicloalifática. Este aislamiento tiene una gran línea de fuga y muy buena resistencia a la contaminación atmosférica, radiación ultra violeta, etc. Se forma así un cuerpo sólido de muy alta resistencia mecánica y excelente comportamiento térmico.

Los modelos CX tienen cuerpo de resina situado dentro de un aislador hueco de porcelana o silicona que provee la línea de fuga y excelente resistencia a la intemperie. La cámara entre el cuerpo de resina y el aislador de porcelana o silicona se sella herméticamente por juntas de caucho nitrílico; en los modelos para niveles de aislamiento arriba de 36 kV se rellena con aceite.

En los modelos CE, las partes activas se sitúan en la parte superior del transformador que tiene una superficie exterior con un recubrimiento metálico para un mejor control del campo eléctrico.

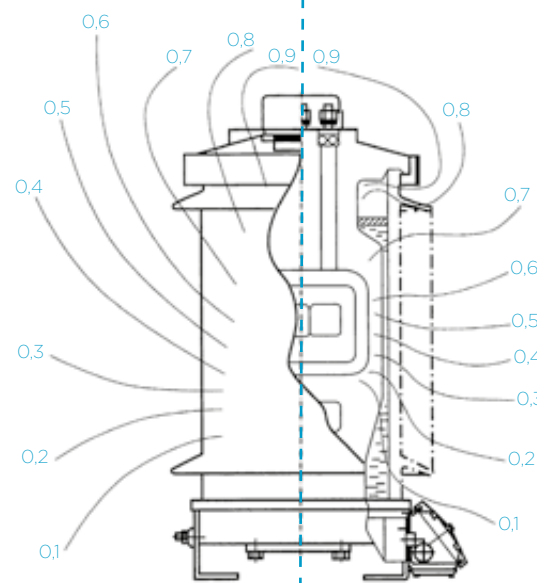
En los modelos CPE, las partes activas forman un transformador toroidal alrededor del conductor primario. Pueden ser tipo ventana o con la barra primaria integrada.

En los modelos CR y CX las partes activas se sitúan aproximadamente en la parte central de cuerpo de resina.

En todos los casos las salidas secundarias se encuentran en la parte inferior. Se utilizan anillos o pantallas deflectoras para una distribución adecuada del campo eléctrico a lo largo de todo el aislador.

CAMPO ELÉCTRICO EN UN TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD

SIN ANILLO EQUIPOTENCIAL | CON ANILLO EQUIPOTENCIAL



El anillo equipotencial prolonga notablemente la vida útil del transformador al evitar la degradación de la resina en su cabeza, por hacer que esta no esté sometida a ningún gradiente de potencial. Así se puede observar en la figura adjunta, donde se muestra la distribución de las líneas de campo en función de la existencia o no del anillo equipotencial.

ARTECHE monta dicho anillo de serie en todos los transformadores de intensidad con aislamiento seco tanto con resina como con porcelana o silicona.

VENTAJAS

- > Variedad de diseños para una mejor adaptación a las necesidades del cliente.
- > Moldeados en resina de alta rigidez dieléctrica.
- > Muy alta precisión (hasta 0,1%), exacta e invariable a lo largo de la vida del aparato.
- > Posibilidad de cambio de relación de transformación por el primario o secundario.
- > Bobinado primario con explosor para protección contra sobretensiones (CX-CR).
- > Posibilidad de cumplir con amplia gama de líneas de fuga, según especificación del cliente.
- > Responde perfectamente a condiciones climáticas extremas como temperaturas de -55°C, +50°C; radiación UV; altitudes superiores a 1.000 m.s.n.m.; ambientes salinos o contaminados; seísmos; etc.
- > Diseño compacto que facilita el transporte.
- > Libre de mantenimiento. No necesita recambios durante su extensa vida útil.
- > Instalación tanto vertical como horizontal.
- > Los materiales empleados en su construcción son reciclables y resistentes a la intemperie respetando la normativa medioambiental.
- > Los aparatos se ensayan como rutina, a descargas parciales, tangente delta, aislamiento y precisión y están diseñados para soportar todos los ensayos tipo que indican las normas.
- > Cumple todo tipo de requerimientos a nivel mundial: IEC, IEEE, UNE, BS, VDE, SS, CAN, AS, NBR, JIS, GOST, NF y otras.
- > Disponibilidad de laboratorios propios homologados oficialmente.

OPCIONES:

- > Amplia variedad de terminales primarios y secundarios.
- > Posibilidad de aislador en color marrón o gris.
- > Posibilidad de aisladores de silicona (modelo CX)
- > Caja de bornes secundarios precintable.
- > Partes metálicas y tornillería inoxidable de alta resistencia a la corrosión.
- > Diferentes prensaestopas disponibles en caja de terminales secundarios para salida de cables.
- > Posibilidad de soluciones asociadas a fenómenos de ferresonancia, reduciendo riesgos operativos y personales, y mejorando el rendimiento de la red (ver catálogo Servicios).



> Numerosos modelos presentan la posibilidad de emplear aisladores de silicona.



> Detalle de la prensaestopa, diseñadas según la especificación del cliente.



> Amplia gama de diseños en terminales primarios.



> Detalle del explosor en un CX para protección del bobinado primario.

GAMA

Los transformadores de intensidad con aislamiento seco ARTECHE se denominan mediante tres letras y dos cifras que coinciden con el nivel de tensión máxima de servicio.

Las dos primeras letras son de acuerdo con el tipo de transformador y la tercera con las variantes dentro de la línea. Los transformadores de intensidad se denominan mediante las letras CX (aislador porcelana o silicona), CR (aislamiento resina cicloalifática), CE (invertido, aislamiento resina cicloalifática) y CPE (aislamiento resina cicloalifática con transformador toroidal).

Relaciones de transformación: todo tipo de combinaciones posibles en un mismo aparato.

Arrollamientos secundarios para:

- Protección: todo tipo de clases de protección posibles, núcleos lineales, de baja inducción, etc.
- Medida: clases de precisión para cualquier necesidad de medida y facturación (incluyendo clase 0,1/0,15 de muy alta precisión y gama extendida en corriente).

Número de arrollamientos secundarios: según necesidades, hasta 4 secundarios son posibles en un solo aparato.

Las siguientes tablas muestran la gama actual. Las características son orientativas; ARTECHE puede fabricar estos transformadores de acuerdo con cualquier norma nacional o internacional.

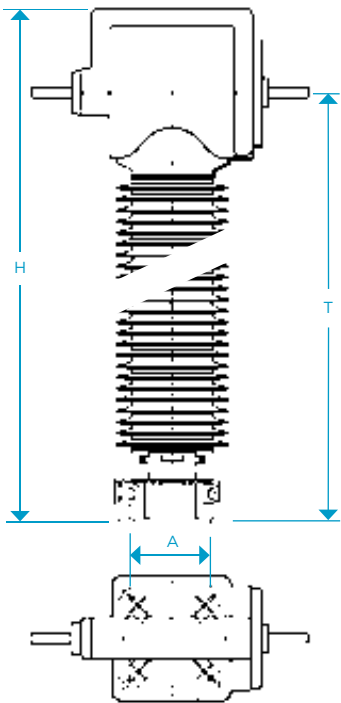


Fig. 1 - Modelo CE

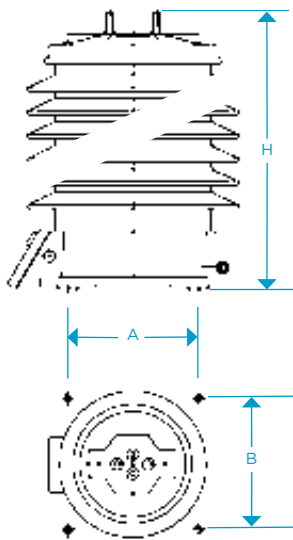


Fig. 2 - Modelos CX / CR

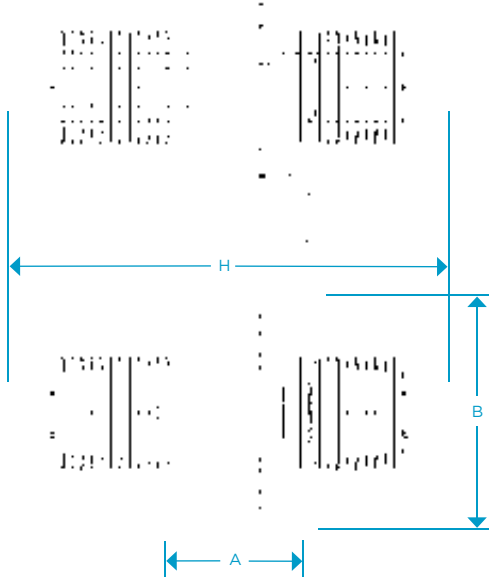


Fig. 3 - Modelo CPE

Transformadores de intensidad

Modelo	Tensión máxima de servicio (kV)	Tensiones de ensayo		Línea de fuga estándar (mm)	Dimensiones				Peso (kg)
		Frecuencia industrial (kV)	Impulso (kVp)		Fig.	A (mm)	B (mm)	H (mm)	
Aislamiento de resina cicloalifática									
CRB-17	17,5	38	95	420	2	219	254	335	22
CRE-17	17,5	38	95	440	2	219	254	300	35
CRB-24	24	50	125	590	2	219	254	371	24
CRE-24	24	50	125	620	2	219	254	370	40
CRF-24	24	50	125	810	2	219	254	370	45
CRE-36	36	70	170	925	2	219	254	475	45
CRF-36	36	70	170	915	2	219	254	440	50
CRH-36	36	70	170	1250	2	250	250	625	115
CRK-36	36	70	170	1135	2	350	350	551	146
CRH-52	52	95	250	1785	2	250	250	797	135
CRK-52	52	95	250	1815	2	350	350	690	185
CRH-72	72,5	140	325	1785	2	250	250	797	135
CRK-72	72,5	140	325	1815	2	350	350	877	235
CE-034	36	70	170	920	1	250	250	1135/855*	265
CE-046	52	90	250	1300	1	250	250	1340/1070*	270
CE-069	72,5	140	325	1815	1	350	350	1576/1305*	350
Aislamiento de porcelana o silicona									
CXD-24	24	50	125	744	2	210	210	462	43
CXE-36	36	70	170	900	2	250	250	532	80
CXE-52	52	95	250	1440	2	250	250	712	111
CXG-52	52	95	250	1560	2	250	250	798	186
CXH-52	52	95	250	1560	2	330	330	800	263
CXG-72	72,5	140	325	1860	2	250	250	918	190
CXH-72	72,5	140	325	1860	2	330	330	920	305
Aislamiento de resina cicloalifática									
CPE-36	36	70	170	1080	3	500	460	1395	270
CPE-52	52	95	250	1700	3	620	840	1460	380

* Dimensión T
Dimensiones y pesos aproximados. Para necesidades específicas, consultar.



- Transformador de intensidad de 72,5 kV (CX). Yuandon Textil Co. (Taiwan).
- Transformador de intensidad de 72,5 kV (CX). Nuon (Holanda).

1.1 EST-SUB termination

Dry-insulated outdoor cable terminations

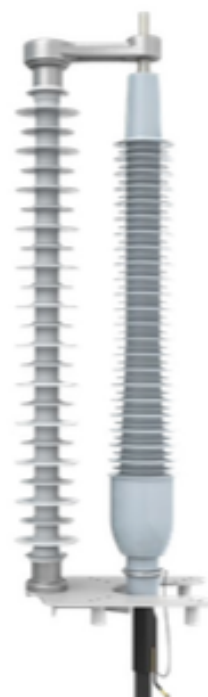
The dry-insulated EST-SUB is used in substations and on portal structures. The termination can be fitted to the cable separately on the ground, and then lifted up to the support structure and integrated into it. The support elements are attached independently of the cable connection.

At a glance

- For maintenance-free use in substations
- Simple cable termination installation on the ground
- Many different installation positions possible
- For efficient retrofit, especially for changeover to solid-insulated technology
- Oil and gas free, fully dry-insulated with solid materials, therefore:
- No handling of liquid or gaseous insulating materials during installation
- No leakage or environmental risks, explosion-proof
- Water and dirt repellent insulator sheds
- Routine tested before delivery
- Optional extras: Splice box, partial discharge sensor

Contact technology

- Standard design: Head fitting with SICON shear-off bolt technology
- On request: Head fitting with compression technology
- Specially for copper enameled wires conductors: Head fitting with FrontCon technology



EST-SUB termination

Highest voltage U_m [kV]	Nominal voltage U_n [kV]	BIL* [kV]	Conductor cross-section range [mm ²]	Ø over prepared insulation [mm]	Min. creepage distance [mm]	Pollution class IEC 60815-3	Designation
72.5	60 - 69	325	95 - 1200	32.5 - 64.4	1813	III / d	EST72-C19-SUB
72.5	60 - 69	325	95 - 2500	32.5 - 114.5	2248	IV / e	EST72-C23-SUB
123	110 - 115	550	150 - 2500	46 - 114.5	3075	III / d	EST123-C31-SUB
123	110 - 115	550	150 - 2500	46 - 114.5	3814	IV / e	EST123-C39-SUB
145	132 - 138	650	185 - 2500	46 - 114.5	3625	III / d	EST145-C37-SUB
145	132 - 138	650	185 - 2500	46 - 114.5	4495	IV / e	EST145-C45-SUB
170	150 - 161	750	240 - 2500	51.5 - 114.5	4250	III / d	EST170-C43-SUB
170	150 - 161	750	240 - 2500	51.5 - 114.5	5270	IV / e	EST170-C53-SUB

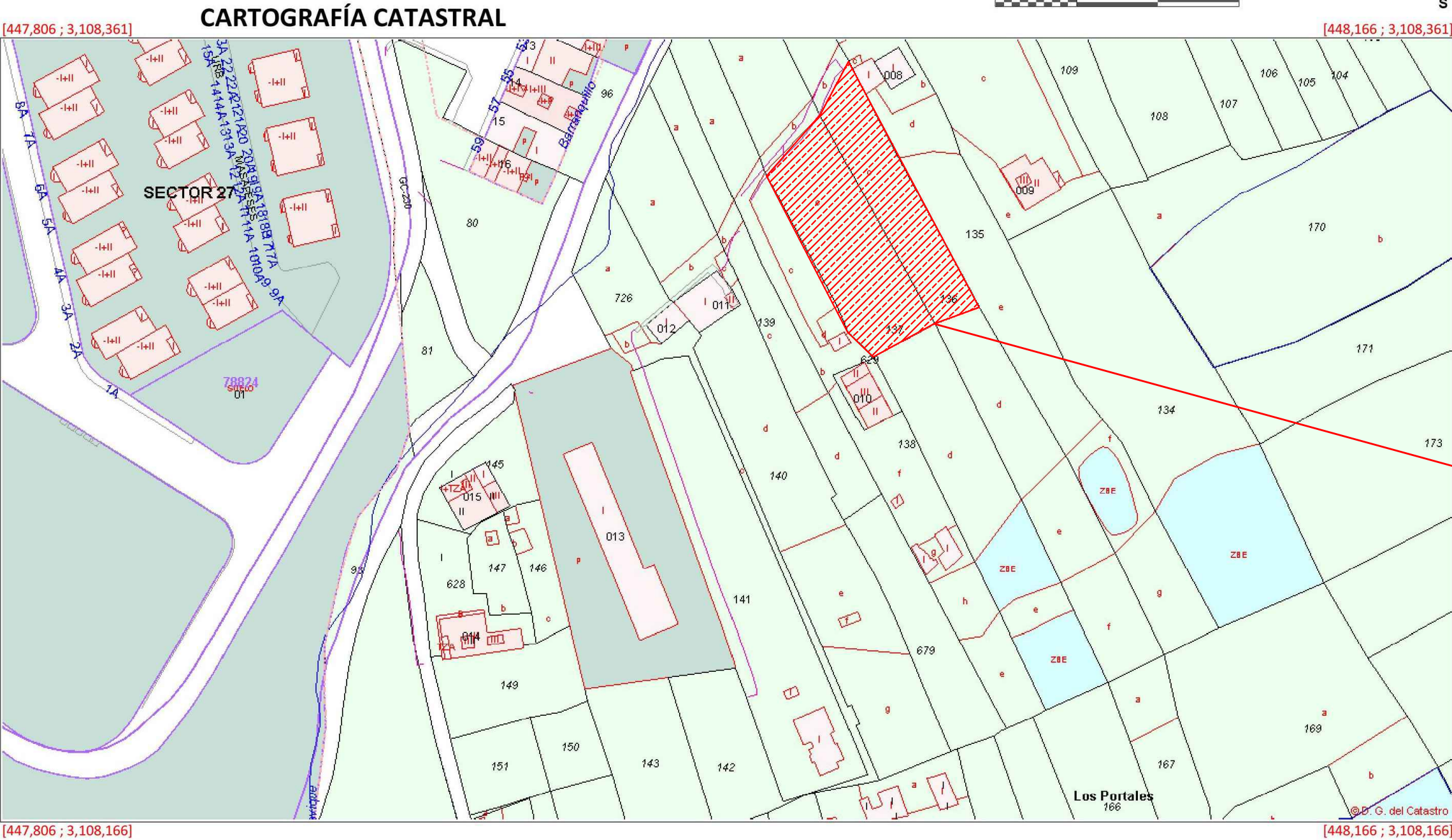
* Lightning impulse (withstand voltage)

DOCUMENTO 2: PLANOS



ESTACIÓN
SÍNCRONA

Diseñado	Nombre	Firma	Formato A3	I.C.A.I	
	Dámaso Sirvent	<i>Dámaso</i>		PROYECTO FIN DE GRADO	
ESCALA 1:1	SITUACIÓN ESTACIÓN SÍNCRONA			Índice de revisión 1	
	ESTACIÓN SÍNCRONA ARUCAS			Fecha de edición 23/5/2025	
				Plano número 1	
				Hoja 1 de 1	



Coordenadas del centro: X = 447,986 Y = 3,108,263

Este documento no es una certificación catastral

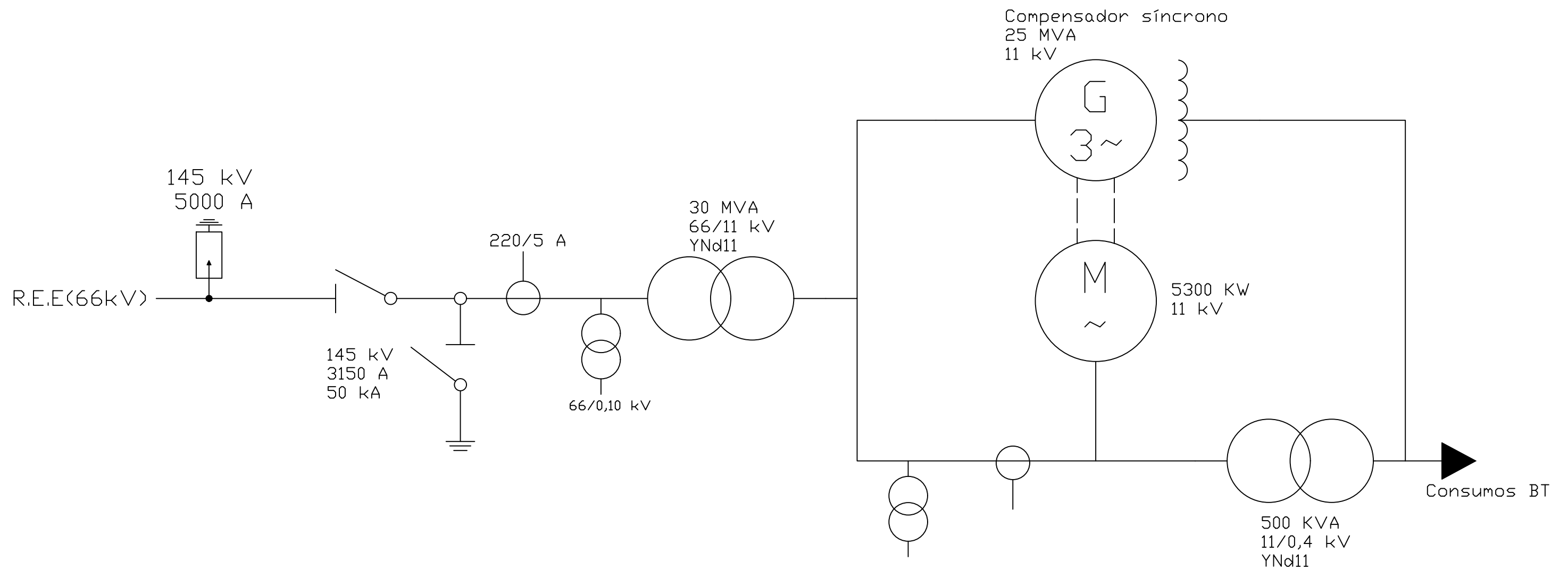
© Dirección General del Catastro 28/03/25

	Nombre	Firma	Formato A3	I.C.A.I	
Diseñado	Dámaso Sirvent			PROYECTO FIN DE GRADO	
ESCALA 1:1	SITUACIÓN DE LA ESTACIÓN SÍNCRONA EN EL CATASTRO			Índice de revisión 1	
	ESTACIÓN SÍNCRONA ARUCAS			Fecha de edición 23/5/2025	
				Plano número 2	
				Hoja 1 de 1	

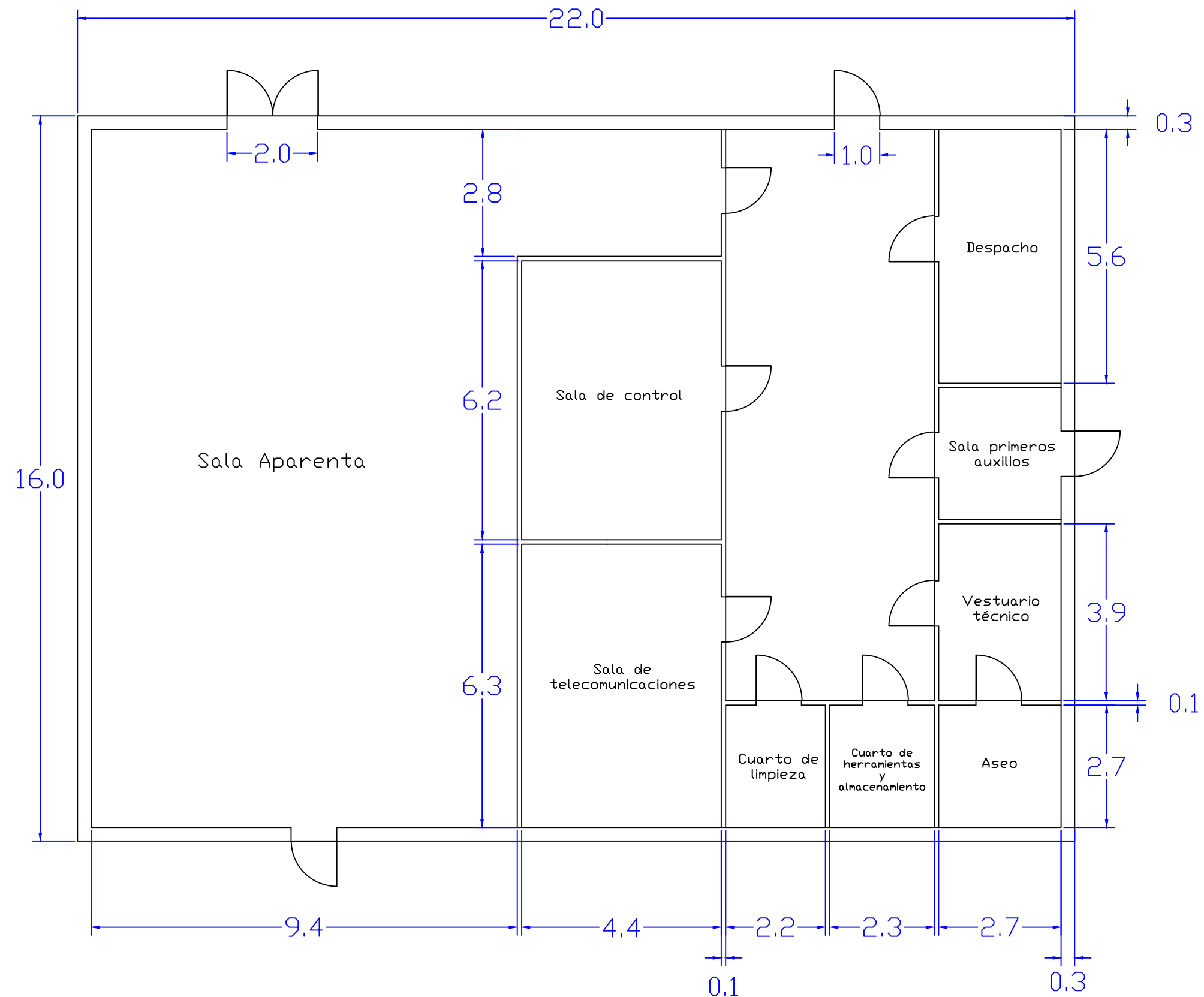


ESTACIÓN SÍNCRONA

	Nombre	Firma	Formato A3	I.C.A.I	
Diseñado	Dámaso Sirvent	<i>Dámaso</i>		PROYECTO FIN DE GRADO	
ESCALA 1:1	PLANO TOPOGRÁFICO			Índice de revisión 1	
	ESTACIÓN SÍNCRONA ARUCAS			Fecha de edición 23/5/2025	
				Plano número 3	
				Hoja 1 de 1	



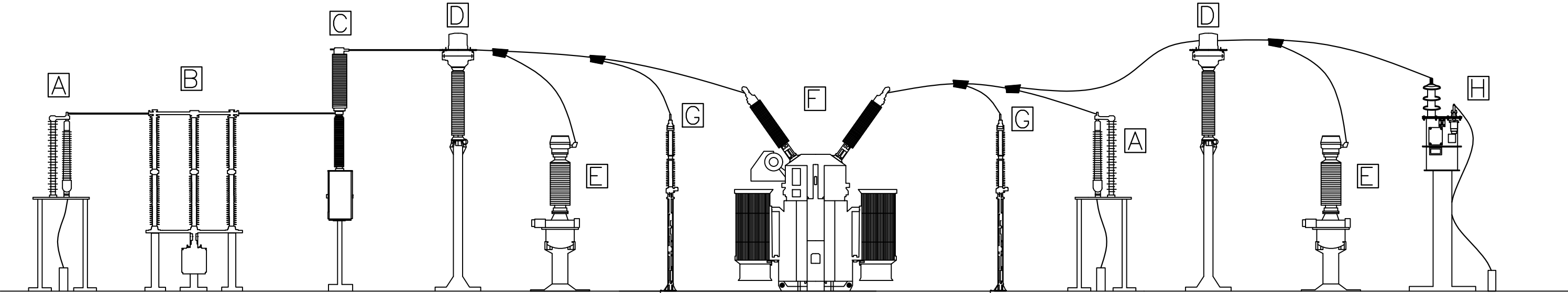
	Nombre	Firma	Formato A3	I.C.A.I
Diseñado	Dámaso Sirvent	<i>Dámaso</i>		
				PROYECTO FIN DE GRADO
ESCALA 1:1	UNIFILAR ESTACIÓN SÍNCRONA			Índice de revisión 1
	ESTACIÓN SÍNCRONA ARUCAS			Fecha de edición 24/5/2025
				Plano número 4
				Hoja 1 de 1



COTAS EN METROS

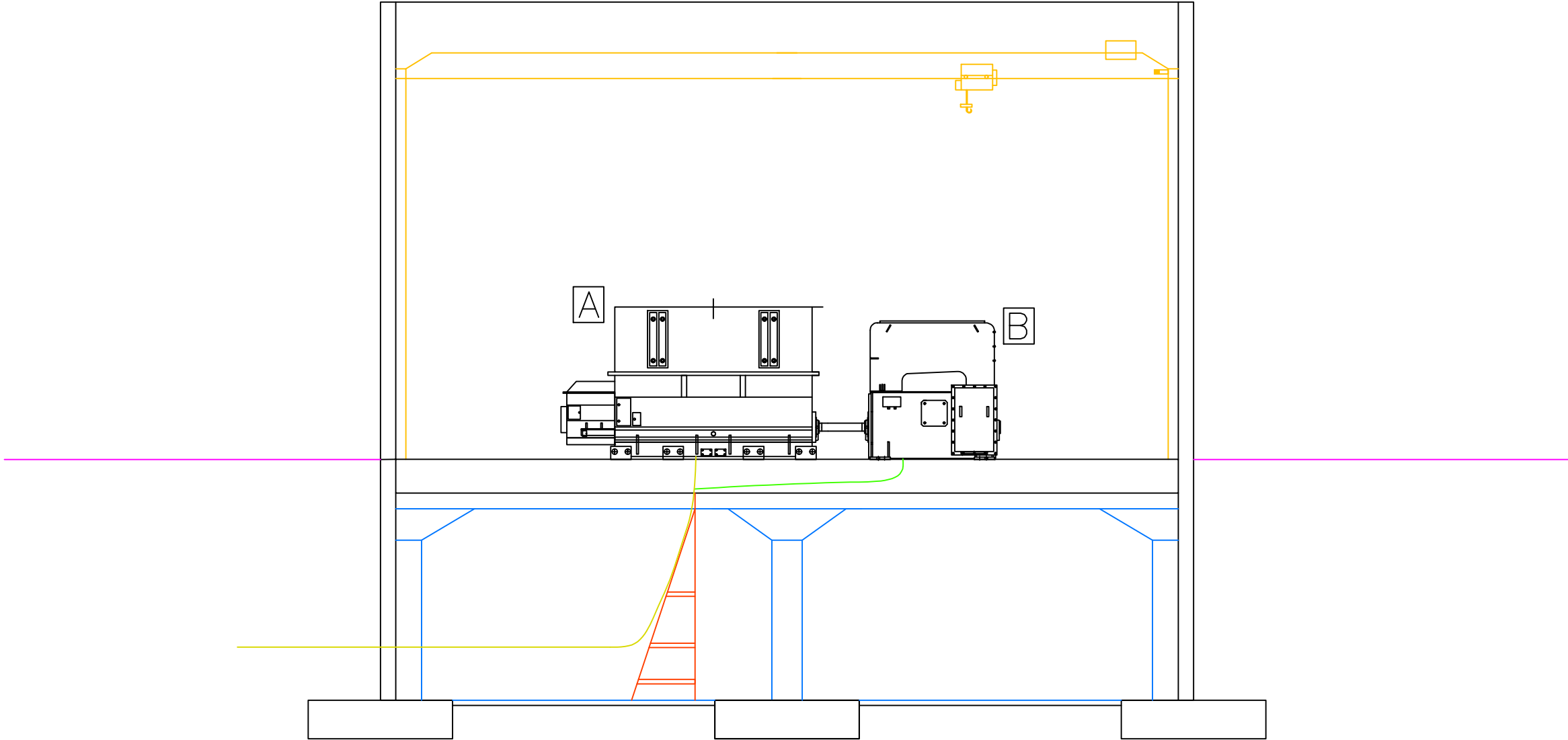
	Nombre	Firma	Formato A3	I.C.A.I
Diseñado	Dámaso Sirvent	<i>Dámaso</i>		PROYECTO FIN DE GRADO
ESCALA 1:1	PLANO EDIFICIO			Índice de revisión 1
	ESTACIÓN SÍNCRONA ARUCAS			Fecha de edición 16/6/2025
				Plano número 5
				Hoja 1 de 1

A	Terminación exterior de alta tensión
B	Seccionador de doble apertura 3DN2
C	Interruptor de pontecia
D	Transformador de intensidad
E	Transformador de tensión
F	Transformador de potencia 30MVA 66/11KV
G	Autoválvula pararrayos
H	Transformador de servicios auxiliares

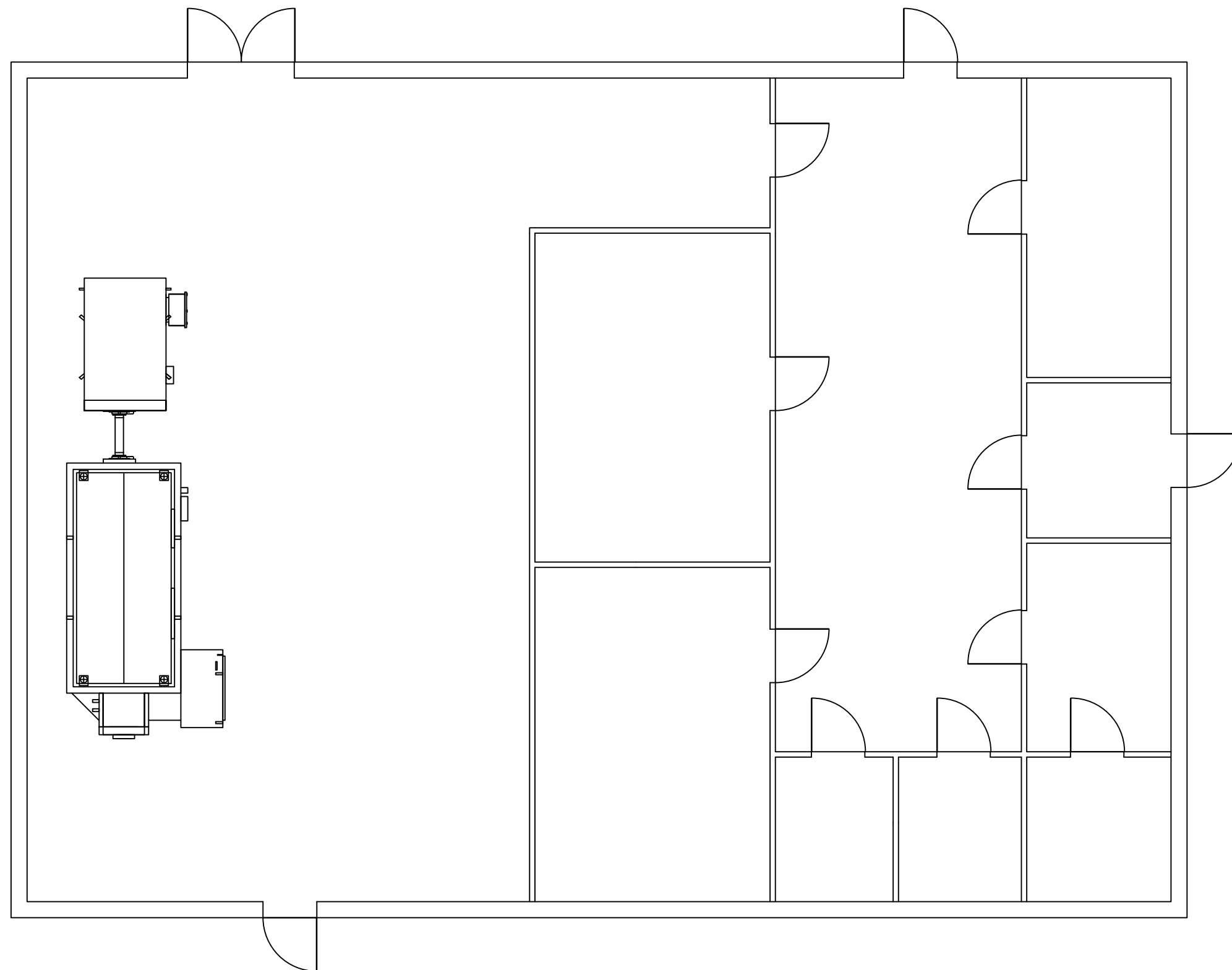
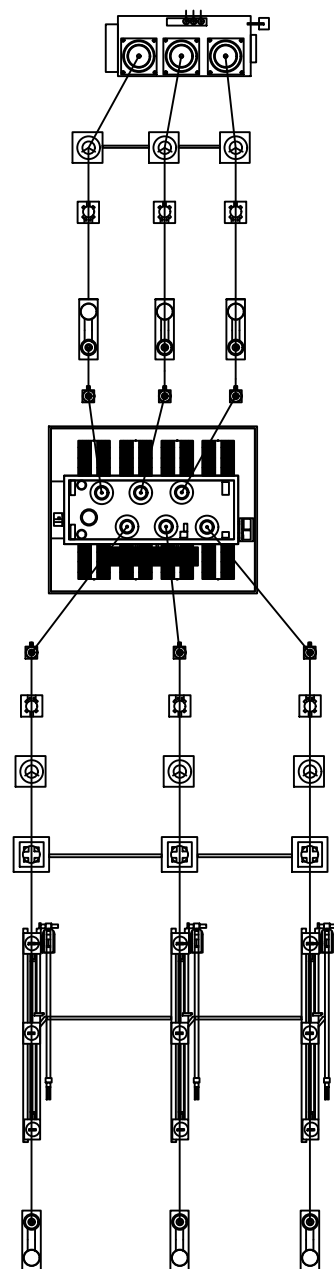


	Nombre	Firma	Formato A3	I.C.A.I
Diseñado	Dámaso Sirvent	<i>Damaso</i>		PROYECTO FIN DE GRADO
ESCALA 1:1	PERFIL DE LA APARENTA EXTERIOR			Índice de revisión 1
	ESTACIÓN SÍNCRONA ARUCAS			Fecha de edición 25/5/2025
				Plano número 6
				Hoja 1 de 1

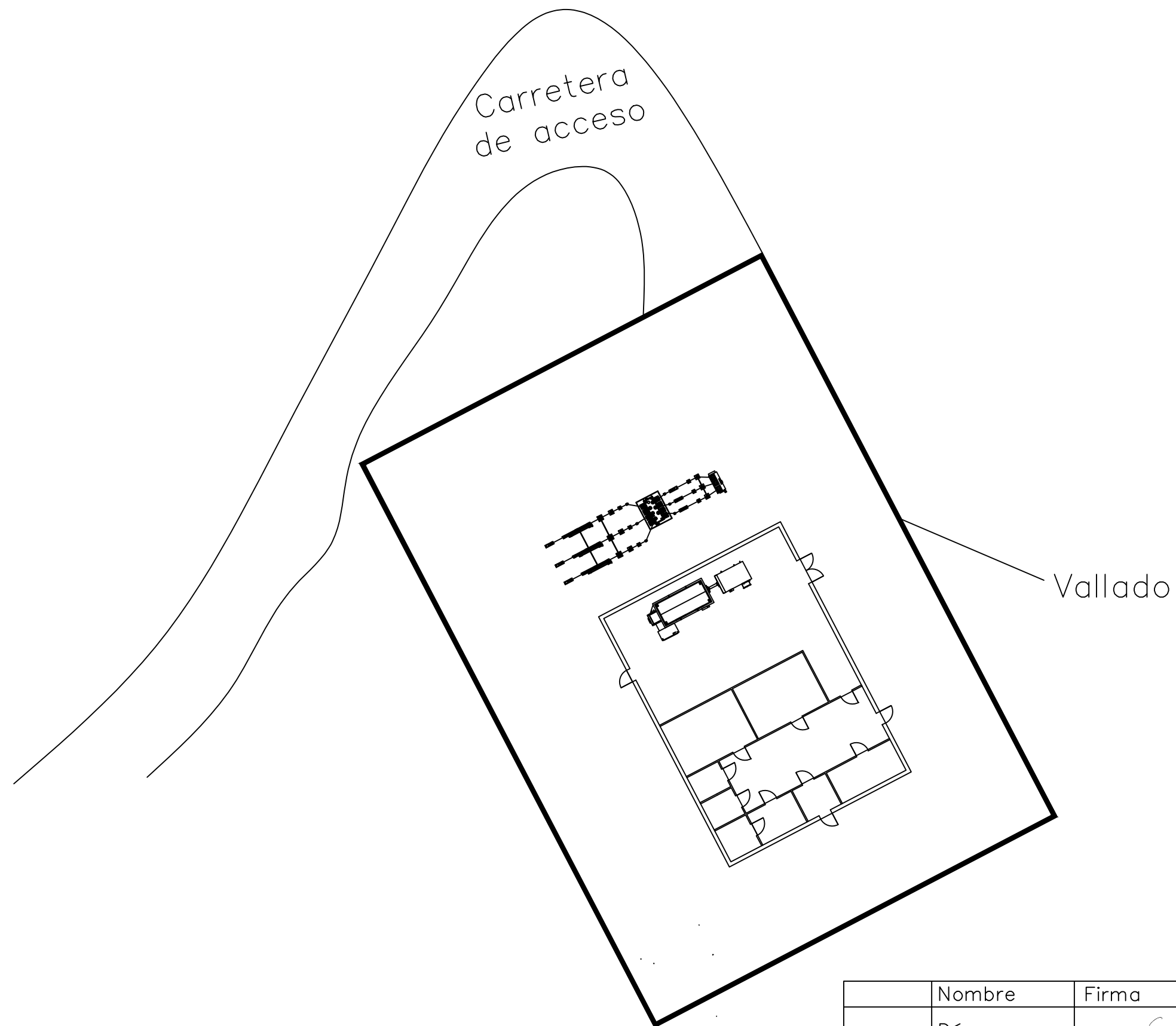
A	Compensador síncrono
B	Motor de arranque



	Nombre	Firma	Formato A3	I.C.A.I
Diseñado	Dámaso Sirvent	<i>Dámaso</i>		PROYECTO FIN DE GRADO
ESCALA 1:1	PERFIL SALA APARENTA			Índice de revisión 1
	ESTACIÓN SÍNCRONA ARUCAS			Fecha de edición 25/5/2025
				Plano número 7
				Hoja 1 de 1

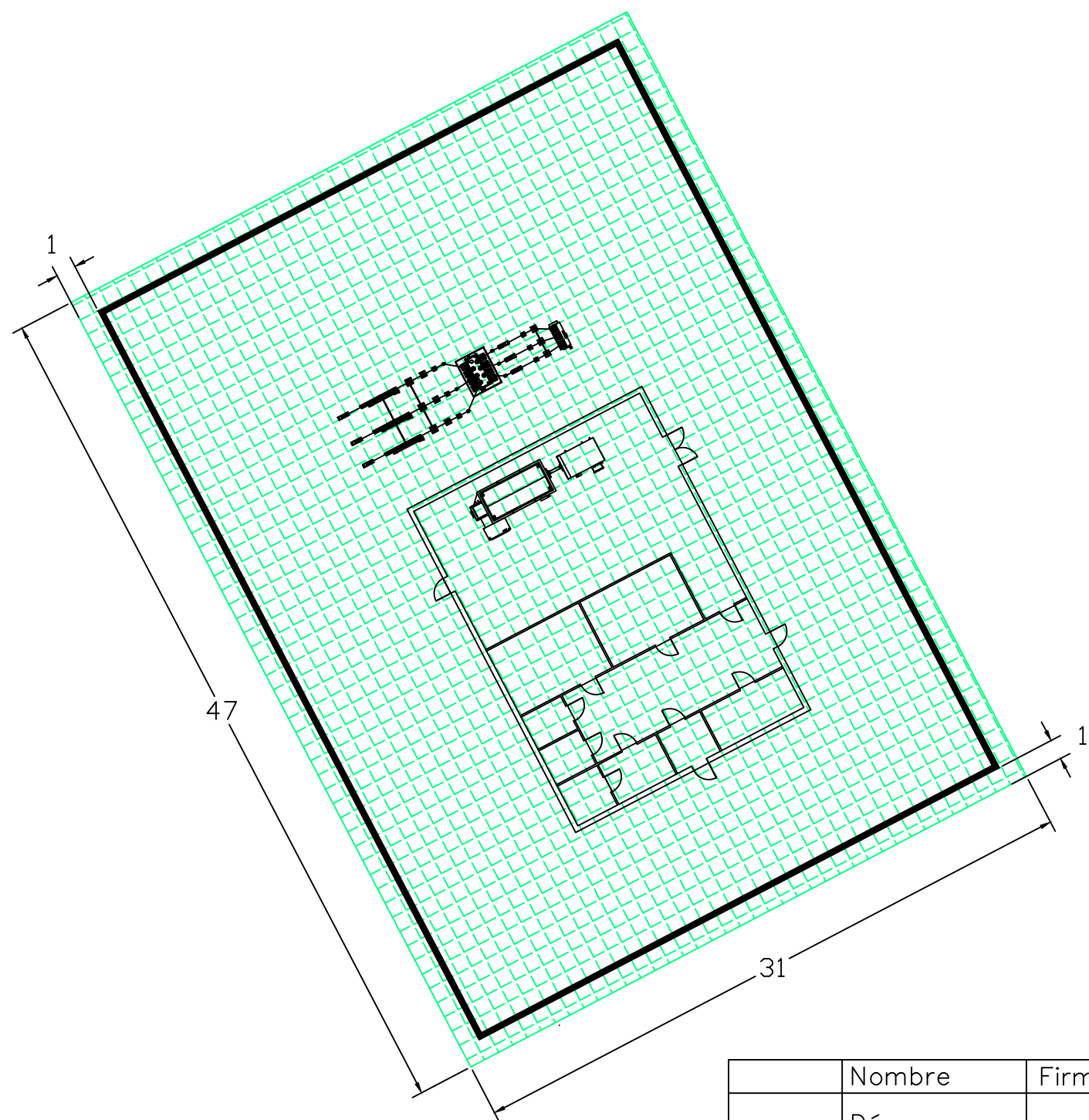


	Nombre	Firma	Formato A3	I.C.A.I.
Diseñado	Dámaso Sirvent	<i>Dámaso</i>		PROYECTO FIN DE GRADO
ESCALA 1:1	PLANTA GENERAL: APARAMENTA INTERIOR Y EXTERIOR			Índice de revisión 1
	ESTACIÓN SÍNCRONA ARUCAS			Fecha de edición 16/6/2025
				Plano número 8
				Hoja 1 de 1



	Nombre	Firma	Formato A3	I.C.A.I
Diseñado	Dámaso Sirvent	<i>Damaso</i>		PROYECTO FIN DE GRADO
ESCALA 1:1	PLANTA GENERAL			Índice de revisión 1
	ESTACIÓN SÍNCRONA ARUCAS			Fecha de edición 16/6/2025
				Plano número 9
				Hoja 1 de 1

COTAS EN METROS



	Nombre	Firma	Formato A3	I.C.A.I
Diseñado	Dámaso Sirvent	<i>Dámaso</i>		PROYECTO FIN DE GRADO
ESCALA 1:1	RED DE TIERRAS			Índice de revisión 1
	ESTACIÓN SÍNCRONA ARUCAS			Fecha de edición 16/6/2025
				Plano número 10
				Hoja 1 de 1

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

Índice

Parte I : GENERALES Y ECONÓMICAS.....	IV
Capítulo 1. Objeto.....	5
Capítulo 2. Normativa Aplicable.....	7
2.1 Equipamiento y montaje.....	7
2.2 Obra civil.....	9
2.3 Instalaciones.....	11
2.4 Protección.....	12
Capítulo 3. Gestión de calidad.....	15
Capítulo 4. Gestión medioambiental.....	16
Capítulo 5. seguridad en el trabajo.....	17
Capítulo 6. Verificación y validación.....	18
Capítulo 7. Estudio de seguridad y salud.....	19
7.1 Memoria.....	19
7.1.1 Objeto de este estudio.....	19
7.2 Características de la obra.....	19
7.2.1 Situación y descripción de la obra.....	19
7.2.2 Control de accesos.....	21
7.2.3 Trabajos previos, interferencias y servicios afectados.....	21
7.2.4 Unidades constructivas que componen la obra.....	21
7.2.5 Obra civil.....	22
7.2.6 Montaje de equipos.....	22
7.2.7 Puesta en servicio.....	23
7.2.8 Identificación de riesgos.....	23
7.2.9 Organización de la seguridad.....	26
7.2.10 Principios Generales aplicables durante la Ejecución de la Obra.....	27
7.2.11 Formación.....	28

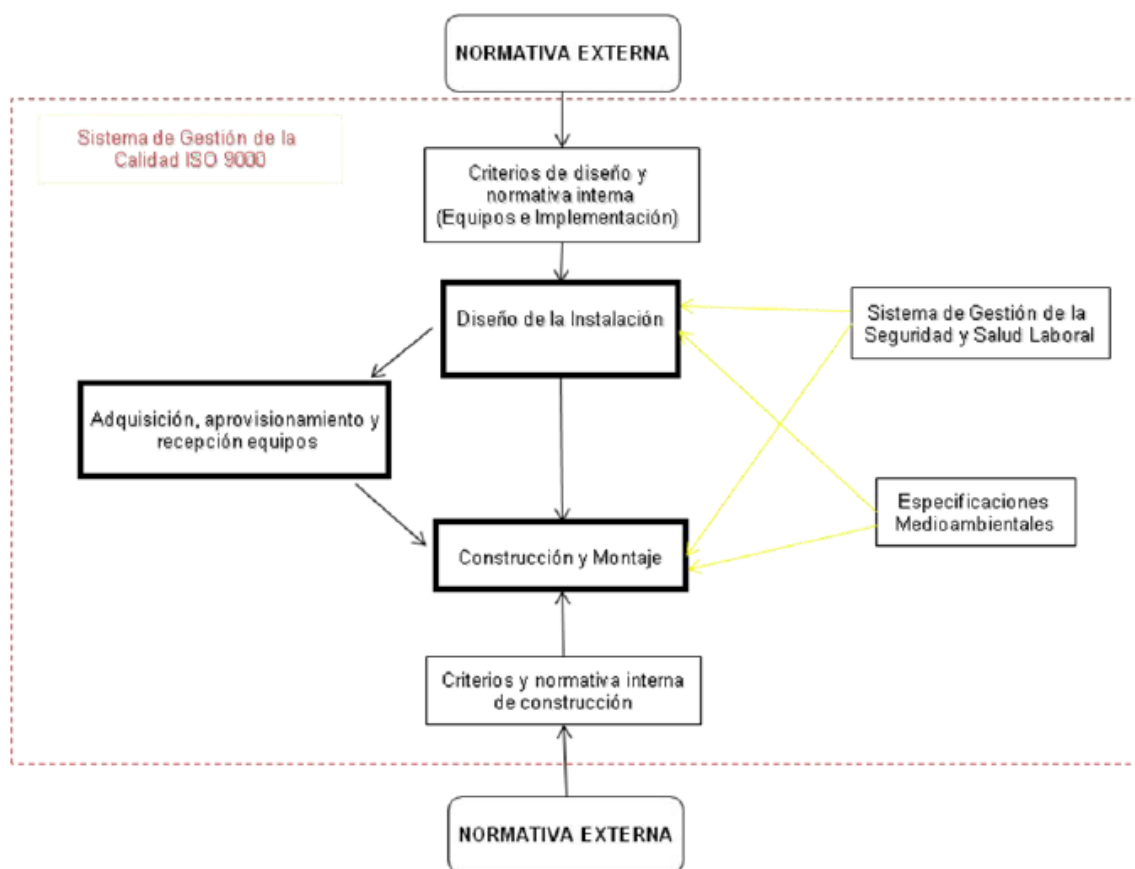
7.2.12 Medicina preventiva	28
7.2.13 Medios de protección	29
7.2.14 Locales de descanso y servicios higiénicos	29
7.2.15 Disposiciones de Emergencia.....	29
7.2.16 Plan de seguridad.....	33
7.3 Pliego de condiciones.....	33
7.3.1 Normativa legal de aplicación	33
7.3.2 Normativa interna de Red Eléctrica.....	34
Parte II : TÉCNICAS Y PARTICULARES	36
Capítulo 1. Ámbito de aplicación.....	37
Capítulo 2. Requisitos de carácter general.....	38
2.1 Condicionados de los organismos de la administración.....	38
2.2 Áreas de almacenamiento o de trasiego de combustible	38
2.3 Cambios de aceites y grasas	39
2.4 Campamento de obra.....	39
2.5 Gestión de residuos	40
2.6 Incidentes con consecuencias ambientales	40
Capítulo 3. Requisitos específicos para los movimientos de tierras	41
3.1 Zonificación de los trabajos	41
3.2 Accesos.....	41
3.3 Retirada de la cubierta vegetal	41
3.4 Patrimonio cultural.....	42
3.5 Movimientos de tierra para la explanación	42
Capítulo 4. Requisitos específicos para la obra civil.....	44
4.1 Limpieza de cubas de hormigonado	44
Capítulo 5. Acondicionamiento final de la obra	45
Capítulo 6. Requisitos específicos para el montaje electromecánico	46
6.1 Llenado de equipos con aceite.....	46

Parte I : GENERALES Y ECONÓMICAS

Capítulo 1. OBJETO

El objeto de este pliego de condiciones consiste en dar información necesaria para definir los materiales y equipos, para su correcto funcionamiento. Por ello se han considerado los siguientes aspectos esenciales:

1. Legislación y normativa: Los equipos y su montaje estarán conformes a la normativa legal y de referencia.
2. 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.
3. Gestión medioambiental: respecto a la construcción y funcionamiento, con el fin de minimizar el impacto.
4. Seguridad laboral: Para asegurarnos que tanto en el montaje, como en la explotación de los equipos se cumplen con todas las medidas de seguridad requeridas por la legislación.



Capítulo 2. **NORMATIVA APLICABLE**

Se aplicará la siguiente normativa:

- 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, CIGRE, MF, ACI, AISC, ANSI, etc.).
- Normativa específica de las Islas Canarias.

2.1 EQUIPAMIENTO Y MONTAJE

La redacción de este proyecto se ha basado en los anteriores reglamentos y normas, más en concreto, en las siguientes, que son de obligado cumplimiento:

- 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. Este decreto regula las condiciones técnicas y de seguridad de las instalaciones de alta tensión.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. Este decreto establece las condiciones técnicas y de seguridad de las instalaciones eléctricas de baja tensión.

- Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) que afecten a la estación síncrona. Estas son una serie de recomendaciones aplicables al sistema de telecomunicaciones de la instalación.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. Este decreto regula las condiciones de uso de equipos de protección individual para los trabajadores.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Esta ley establece las medidas necesarias para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Recomendaciones de seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas, redactadas por la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y

Seguridad en el Trabajo de UNESA. Estas recomendaciones recogen directrices para realizar trabajos y maniobras seguras dentro de las instalaciones eléctricas.

- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 786/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Este decreto regula las condiciones de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Esta ley establece exigencias de básicas de calidad y seguridad en los edificios de España.
- Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, por el que se establecen las normas tecnológicas de la edificación, NTE.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

Cabe mencionar que en el caso de que existan discrepancias entre las distintas normas expuestas, se seguirá siempre el criterio más restrictivo.

2.2 OBRA CIVIL

Edificación

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. El documento básico de Seguridad Estructural SE-AE “Acciones en la Edificación”
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).

Acero

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. El documento básico de seguridad estructural SE-A “Acero”.
- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).

Ladrillo

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. El documento básico de seguridad estructural SE-F “Fábrica”.

Hormigón

- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Actualización de las fichas de autorización de uso de sistemas de forjados RESOLUCIÓN de 30-ENE-97, del Ministerio de Fomento B.O.E.: 6-MAR-97.

Forjados

- Real Decreto 1247/2008 de 5 de julio, por el que se aprueba la " Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados (EFHE)".

2.3 *INSTALACIONES*

Electricidad

- Reglamento electrotécnico para baja tensión “REBT” e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT01 a BT51.
- Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnología, por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación con conductores aislados, bajo canales protectores de material plástico. Y su actualización a 20 de marzo de 2025.

Calefacción, climatización y agua caliente sanitaria

- Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. En concreto el documento HS “Salubridad”.

Alumbrado

- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

2.4 PROTECCIÓN

Instalaciones de protección contra incendios

- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. Correcciones 7 mayo 1994.
- Real Decreto 786/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. En este decreto el documento básico SI “Seguridad en caso de incendio”.

Aislamiento acústico

- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Modificaciones corrección de errores en BOE num. 304 de 20 de diciembre de 2007 (Ref. BOE-A-2007-21920).

Aislamiento térmico

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento básico HE “Ahorro de energía”.

Protección medioambiental

- Decreto-ley 5/2024, de 24 de junio, por el que se modifica la Ley 6/2022, de 27 de diciembre, de cambio climático y transición energética de Canarias.
- Decreto 277/2003, de 11 de noviembre, por el que se aprueba definitivamente el Plan Insular de Ordenación de Gran Canaria, a reserva de que se subsanen las deficiencias advertidas por la Comisión de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente de Canarias en sesión celebrada el 20 de mayo de 2003.

Seguridad

- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas : redactadas por la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS).

Capítulo 3. GESTIÓN DE CALIDAD

La gestión de calidad afecta a los siguientes procesos:

- Ingeniería.
- Construcción.
- Calificación de proveedores.
- Compras.
- Transferencia de instalaciones.
- Gestión de proyectos.
- Recursos.

Se debe de implantar un sistema de calidad certificado que cumpla con la normativa ISO 9000.

La gestión de calidad se adaptará a las condiciones específicas de la red eléctrica de las Islas Canarias, donde la fiabilidad del sistema es crítica debido a su aislamiento con la red eléctrica de la península. Esto implica un control más riguroso de la calidad en los equipos de regulación de tensión y frecuencia.

Capítulo 4. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

Todas las actuaciones llevadas a cabo para la ejecución de la obra deberán cumplir con la normativa vigente. En el Anexo “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.

Capítulo 7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

7.1 *MEMORIA*

7.1.1 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 síncrona de Arucas. 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 Red Eléctrica de España, S. A. 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.

RED ELÉCTRICA se reserva el derecho de la interpretación última del Plan de Seguridad que se apruebe.

7.2 *CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA*

7.2.1 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La estación síncrona está situada en el término municipal de Arucas, en la comunidad autónoma de Canarias.

Las condiciones climáticas y geotécnicas del punto de instalación son:

Altura del terreno	349 m
Temperaturas extremas	15,00°C / 21,8°C
Velocidad máxima del viento	65 Km/h
Contaminación ambiental	Baja
Nivel de niebla	Baja
Pluviometría	Baja

La obra básicamente consiste en:

- En la construcción de una estación síncrona en el municipio de Arucas.
- La explanación del terreno para contener la edificación que contendrá la aparenta de la estación síncrona.
- Instalación de la red de tierras.
- Edificación que contendrá la aparenta necesaria.
- Instalación de la aparenta necesaria para que la estación síncrona opere de forma eficiente y segura, esta aparenta está detallada en el documento de la memoria del proyecto.

Para ello se procederá a realizar las siguientes actividades:

- La construcción de un Edificio destinado a albergar la aparenta, los equipos de control y de maniobra de la instalación principal, así como los sistemas de alimentación de los servicios auxiliares.
- Se dispondrán las cajas de centralización para los transformadores de medida, así como para los circuitos de control y fuerza de las celdas a equipar.

- Se modificarán los Sistemas de Control, Telecomunicaciones, Protección y medida, instalando los BR's en sus salas de relés.
- Instalación de los servicios de c.a y c.c. de Servicios Auxiliares.
- Instalación de las redes de tierras, así como a la instalación de fuerza y alumbrado.
- Construcción de un cerramiento perimetral de parque.

7.2.2 CONTROL DE ACCESOS

Debido a que la estación síncrona se encuentra en una posición cercana a un núcleo urbano, para evitar el acceso de cualquier persona no autorizada a las instalaciones es necesario que el cerramiento perimetral se realice tan pronto como sea posible.

La parcela se encuentra vallada, por lo que no procede ninguna actuación en este campo.

En el portón de acceso se dispondrán señales informativas de riesgo.

7.2.3 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.

7.2.4 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 síncrona.

El movimiento de tierras abarcará la zona donde se encuentra la red de tierras, el edificio 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 síncrona, en ubicación estable, apartado de las posiciones en construcción y donde no interfiera en el desarrollo posterior de los trabajos.

7.2.5 OBRA CIVIL

Consiste en la construcción del edificio y plataformas donde se situará la aparenta.

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.

7.2.6 MONTAJE DE EQUIPOS

En esta fase se realizará el montaje de la aparenta.

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.

Trabajos de cableado y trabajos en b.t

El tendido de cables de fuerza y control 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.

7.2.7 PUESTA EN SERVICIO

Se prevé que la puesta en servicio se realice por fases terminadas conectando de forma progresiva el condensador síncrono.

7.2.8 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 estaciones síncronas 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.
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.

7.2.9 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, RED ELÉCTRICA 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.

7.2.10 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:

- Garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada pueden acceder a las zonas de riesgo grave o específico.
- Dar las debidas instrucciones a los empleados.
- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.

- El mantenimiento de los medios y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de trabajo.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación, en función de la evolución de obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre RED ELÉCTRICA y el Contratista.

7.2.11 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.

7.2.12 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 RED ELÉCTRICA podrá solicitar certificados de estos reconocimientos.

7.2.13 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.

7.2.14 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.

7.2.15 DISPOSICIONES DE EMERGENCIA

Vías de Evacuación

Dadas las características de la obra y del proyecto, al realizarse la actividad en el interior del edificio, se debe definir las vías de evacuación.

Si en la construcción del edificio estima la presencia de más de 30 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 síncrona.

En principio, se considera necesario establecer Equipos de Evacuación y se realizarán 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.

En los trabajos en galerías, centros subterráneos, etc. Previo al acceso al recinto y durante su permanencia en el mismo, se procederá a las determinaciones higiénicas oportunas de la atmósfera confinada que posibiliten conocer si los valores de oxígeno son suficientes o si los niveles de contaminantes tóxicos o inflamables están por encima de los niveles máximos permitidos.

Los trabajos a realizar en este tipo de recintos deberán en todo momento tener vigilancia desde el exterior, con una comunicación continua entre los trabajadores que permanezcan en el interior y exterior del recinto confinado. Tomándose todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

Dado que será necesario utilizar herramientas o máquinas que producen gases o vapores que reducen de forma peligrosa la concentración de oxígeno (<18%), y no esta asegurada una buena renovación del aire existente en el lugar de trabajo, se instalará un sistema de ventilación de aire limpio.

Al preverse la existencia de contaminantes inflamables, las herramientas a utilizar serán compatibles con el riesgo detectado (herramientas antideflagrantes).

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 facilitar lo 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 casetas y edificio 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. Se podrá hacer uso de los medios de primeros auxilios (camilla, elementos de cura, etc.) que exista en la estación síncrona. Asimismo, deberá estar disponible en la obra un vehículo, para evacuar a un posible accidentado.

7.2.16 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.

7.3 *PLIEGO DE CONDICIONES*

7.3.1 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.
- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación.

7.3.2 NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA

La ejecución de la Obra queda igualmente condicionada por la normativa de RED ELÉCTRICA que se referencia, a efectos de aspectos más generales que aplican a la Obra.

- TM-001 Organización de la Seguridad 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 manutención manual y mecánica.
- IC-003 Subcontratación por proveedores de Red Eléctrica a terceros.

Parte II : TÉCNICAS Y PARTICULARES

Capítulo 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 construcción de la estación síncrona en el municipio de Arucas, 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 síncrona.

Capítulo 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 estaciones síncronas 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 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.
- 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, cigarros 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.

Capítulo 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 síncrona. 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 síncrona, se procurará evitar los vertidos de éstos sobre los suelos circundantes de la explanación.

Capítulo 4. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA OBRA CIVIL

4.1 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 síncrona. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

Capítulo 5. 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 síncrona, 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.

Capítulo 6. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

6.1 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.

DOCUMENTO 4:

PRESUPUESTOS

1. MEDICIONES

Aparenta del compensador síncrono	Categoría	Medición	Unidad
Compensador Síncrono de ABB	Fabricación y transporte	1	Uds
	Instalación	1	Uds
Equipo de excitación UNITROL 6000 de ABB	Fabricación y transporte	1	Uds
	Instalación	1	Uds
Motor de arranque NMI 560L4L de ABB	Fabricación y transporte	1	Uds
	Instalación	1	Uds

Aparenta de los módulos de la estación síncrona	Categoría	Medición	Unidad
Transformador de potencia 30MVA 66/11KV de Daelim	Fabricación y transporte	1	Uds
	Instalación	1	Uds
Transformador de servicios auxiliares 500KVA 11/400V de Promelsa	Fabricación y transporte	1	Uds
	Instalación	1	Uds
Transformador de intensidad 66Kv de Arteché	Fabricación y transporte	3	Uds
	Instalación	3	Uds
Transformador de intensidad 11Kv de Arteché	Fabricación y transporte	3	Uds
	Instalación	3	Uds
Transformador de tensión 66Kv de Arteché	Fabricación y transporte	3	Uds
	Instalación	3	Uds
Transformador de tensión 11Kv de Arteché	Fabricación y transporte	3	Uds
	Instalación	3	Uds
Seccionador doble apertura 3DN2 de Siemens	Fabricación y transporte	1	Uds
	Instalación	1	Uds
Interruptor de potencia 3AV1 Blue 145 kV de Siemens	Fabricación y transporte	1	Uds
	Instalación	1	Uds
Terminaciones EST72-C19-SUB de Pfisterer	Fabricación y transporte	6	Uds
	Instalación	6	Uds

Red de Tierras	Categoría	Medición	Unidad
Cable de cobre de 50mm^2	Fabricación y transporte	1535	m
	Instalación	1535	m

Obra Civil	Categoría	Medición	Unidad
Terreno		1	m^2
Excavación y preparación del terreno		6860	m^3
Drenajes y saneamiento	Depósitos	4	Uds
	Red de drenaje y saneamiento	1	Uds
	Pozos filtrantes	1	Uds
Cimentación y plataforma		512	m^2
Edificio	Estructura	352	m^2
	Albañilería	352	m^2
Vallado	Estructura	148	m
	Instalación	148	m
Acceso peatonal		1	Uds
Acceso rodado		1	Uds

Sistemas Secundarios	Categoría	Medición	Unidad
Grupo Electrógeno	Fabricación y transporte	1	Uds
	Instalación	1	Uds
Sistemas Auxiliares	Fabricación y transporte	1	Uds
	Instalación	1	Uds
Relé SEL-700G de Schweitzer Engineering Laboratories	Fabricación y transporte	1	Uds
	Instalación	1	Uds
Relé SEL-487B de Schweitzer Engineering Laboratories	Fabricación y transporte	1	Uds
	Instalación	1	Uds
Relé SEL-710-5 de Schweitzer Engineering Laboratories	Fabricación y transporte	1	Uds
	Instalación	1	Uds
Relé SIPROTEC 7UT85 de Siemens	Fabricación y transporte	2	Uds
	Instalación	2	Uds
Sistema SCADA	Fabricación y transporte	1	Uds
	Instalación	1	Uds
Armario de comunicaciones	Fabricación y transporte	1	Uds

	Instalación	1	Uds
Sistema anti intrusismo		1	Uds
Sistema de alumbrado interior	Fabricación y transporte	1	Uds
	Instalación	1	Uds
Sistema de alumbrado exterior	Fabricación y transporte	1	Uds
	Instalación	1	Uds

Pruebas y puesta en funcionamiento	Categoría	Medición	Unidad
Montaje electromecánico		1	Uds
Medida tensiones de contacto y paso		1	Uds
Prueba dieléctrica del cirucito principal a findustrial		1	Uds
Pruebas de puesta en servicio		30	días
Pruebas de los equipos de medida y protección		12	días

Otros	Categoría	Medición	Unidad
Tasas Municipales		1	Uds
Seguridad y salud laboral		1	Uds

2. PRECIOS UNITARIOS

Aparenta del compensador síncrono	Categoría	Precios Unitarios	Unidad
Compensador Síncrono de ABB	Fabricación y transporte	1.800.000,00	€/ud
	Instalación	310.000,00	€/ud
Equipo de excitación UNITROL 6000 de ABB	Fabricación y transporte	140.000,00	€/ud
	Instalación	28.000,00	€/ud
Motor de arranque NMI 560L4L de ABB	Fabricación y transporte	382.000,00	€/ud
	Instalación	47.500,00	€/ud

Aparenta de los módulos de le estación síncrona	Categoría	Precios Unitarios	Unidad
Transformador de potencia 30MVA 66/11KV de Daelim	Fabricación y transporte	1.119.800,00	€/ud
	Instalación	90.000,00	€/ud
Transformador de servicios auxiliares 500KVA 11/400V de Promelsa	Fabricación y transporte	78.708,00	€/ud
	Instalación	3.271,60	€/ud
Transformador de intensidad 66Kv de Arteche	Fabricación y transporte	7.233,00	€/ud
	Instalación	1.790,00	€/ud
Transformador de intensidad 11Kv de Arteche	Fabricación y transporte	5.500,00	€/ud
	Instalación	1.790,00	€/ud
Transformador de tensión 66Kv de Arteche	Fabricación y transporte	6.400,00	€/ud
	Instalación	1.790,00	€/ud
Transformador de tensión 11Kv de Arteche	Fabricación y transporte	4.700,00	€/ud
	Instalación	1.790,00	€/ud
Seccionador doble apertura 3DN2 de Siemens	Fabricación y transporte	32.000,00	€/ud
	Instalación	6.400,00	€/ud
Interruptor de potencia 3AV1 Blue 145 kV de Siemens	Fabricación y transporte	67.000,00	€/ud
	Instalación	13.400,00	€/ud
Terminaciones EST72-C19-SUB de Pfisterer	Fabricación y transporte	6.900,00	€/ud
	Instalación	1.380,00	€/ud

Red de Tierras	Categoría	Precios Unitarios	Unidad
Cable de cobre de 50mm^2	Fabricación y transporte	18,30	€/m
	Instalación	3,45	€/m

Obra Civil	Categoría	Precios Unitarios	Unidad
Terreno		410.000,00	ud
Excavación y preparación del terreno		36,00	€/m^3
Drenajes y saneamiento	Depósitos	5.100,00	€/ud
	Red de drenaje y saneamiento	29.000,00	€/ud
	Pozos filtrantes	6.060,00	€/ud
Cimentación y plataforma		300,00	€/m^2
Edificio	Estructura	290,00	€/m^2
	Albañilería	230,00	€/m^2
Vallado	Estructura	370,00	€/m
	Instalación	35,00	€/m
Acceso peatonal		300,00	€/ud
Acceso rodado		1.200,00	€/ud

Sistemas Secundarios	Categoría	Precios Unitarios	Unidad
Grupo Electrógeno	Fabricación y transporte	61.450,00	€/ud
	Instalación	9.217,50	€/ud
Sistemas Auxiliares	Fabricación y transporte	53.345,00	€/ud
	Instalación	8.001,75	€/ud
Relé SEL-700G de Schweitzer Engineering Laboratories	Fabricación y transporte	2.976,75	€/ud
	Instalación	300,00	€/ud
Relé SEL-487B de Schweitzer Engineering Laboratories	Fabricación y transporte	8.096,21	€/ud
	Instalación	400,00	€/ud
Relé SEL-710-5 de Schweitzer Engineering Laboratories	Fabricación y transporte	3.565,14	€/ud
	Instalación	300,00	€/ud
Relé SIPROTEC 7UT85 de Siemens	Fabricación y transporte	14.200,00	€/ud
	Instalación	600,00	€/ud
Sistema SCADA	Fabricación y transporte	25.400,00	€/ud
	Instalación	7.620,00	€/ud
Armario de comunicaciones	Fabricación y transporte	14.000,00	€/ud

	Instalación	2.100,00	€/ud
Sistema anti intrusismo		22.500,00	€/ud
Sistema de alumbrado interior	Fabricación y transporte	1.395,00	€/ud
	Instalación	300,00	€/ud
Sistema de alumbrado exterior	Fabricación y transporte	1.104,00	€/ud
	Instalación	2.546,00	€/ud

Pruebas y puesta en funcionamiento	Categoría	Precios Unitarios	Unidad
Montaje electromecánico		402.376,00	€/ud
Medida tensiones de contacto y paso		9.500,00	€/ud
Prueba dieléctrica del cirucito principal a findustrial		23.400,00	€/ud
Pruebas de puesta en servicio		2.450,00	€/día
Pruebas de los equipos de medida y protección		3.500,00	€/día

Otros	Categoría	Precios Unitarios	Unidad
Tasas Municipales		81.300,00	€/ud
Seguridad y salud laboral		36.250,00	€/ud

3. SUMAS PARCIALES

Aparenta del compensador síncrono	Categoría	Medición	Unidad
Compensador Síncrono de ABB	Fabricación y transporte	1.800.000,00	€
	Instalación	310.000,00	€
Equipo de excitación UNITROL 6000 de ABB	Fabricación y transporte	140.000,00	€
	Instalación	28.000,00	€
Motor de arranque NMI 560L4L de ABB	Fabricación y transporte	382.000,00	€
	Instalación	47.500,00	€

Aparenta de los módulos de le estación síncrona	Categoría	Medición	Unidad
Transformador de potencia 30MVA 66/11KV de Daelim	Fabricación y transporte	1.119.800,00	€
	Instalación	90.000,00	€
Transformador de servicios auxiliares 500KVA 11/400V de Promelsa	Fabricación y transporte	78.708,00	€
	Instalación	3.271,60	€
Transformador de intensidad 66Kv de Arteche	Fabricación y transporte	21.699,00	€
	Instalación	5.370,00	€
Transformador de intensidad 11Kv de Arteche	Fabricación y transporte	16.500,00	€
	Instalación	5.370,00	€
Transformador de tensión 66Kv de Arteche	Fabricación y transporte	19.200,00	€
	Instalación	5.370,00	€
Transformador de tensión 11Kv de Arteche	Fabricación y transporte	14.100,00	€
	Instalación	5.370,00	€
Seccionador doble apertura 3DN2 de Siemens	Fabricación y transporte	32.000,00	€
	Instalación	6.400,00	€
Interruptor de potencia 3AV1 Blue 145 kV de Siemens	Fabricación y transporte	67.000,00	€
	Instalación	13.400,00	€
Terminaciones EST72-C19-SUB de Pfisterer	Fabricación y transporte	41.400,00	€
	Instalación	8.280,00	€

Red de Tierras	Categoría	Medición	Unidad
Cable de cobre de 50mm^2	Fabricación y transporte	28.090,50	€
	Instalación	5.295,75	€

Obra Civil	Categoría	Medición	Unidad
Terreno		410.000,00	€
Excavación y preparación del terreno		246.960,00	€
Drenajes y saneamiento	Depósitos	20.400,00	€
	Red de drenaje y saneamiento	29.000,00	€
	Pozos filtrantes	6.060,00	€
Cimentación y plataforma		153.600,00	€
Edificio	Estructura	102.080,00	€
	Albañilería	80.960,00	€
Vallado	Estructura	54.760,00	€
	Instalación	5.180,00	€
Acceso peatonal		300,00	€
Acceso rodado		1.200,00	€

Sistemas Secundarios	Categoría	Medición	Unidad
Grupo Electrógeno	Fabricación y transporte	61.450,00	€
	Instalación	9.217,50	€
Sistemas Auxiliares	Fabricación y transporte	53.345,00	€
	Instalación	8.001,75	€
Relé SEL-700G de Schweitzer Engineering Laboratories	Fabricación y transporte	2.976,75	€
	Instalación	300,00	€
Relé SEL-487B de Schweitzer Engineering Laboratories	Fabricación y transporte	8.096,21	€
	Instalación	400,00	€
Relé SEL-710-5 de Schweitzer Engineering Laboratories	Fabricación y transporte	3.565,14	€
	Instalación	300,00	€
Relé SIPROTEC 7UT85 de Siemens	Fabricación y transporte	28.400,00	€
	Instalación	1.200,00	€
Sistema SCADA	Fabricación y transporte	25.400,00	€
	Instalación	7.620,00	€
Armario de comunicaciones	Fabricación y transporte	14.000,00	€

	Instalación	2.100,00	€
Sistema anti intrusismo		22.500,00	€
Sistema de alumbrado interior	Fabricación y transporte	1.395,00	€
	Instalación	300,00	€
Sistema de alumbrado exterior	Fabricación y transporte	1.104,00	€
	Instalación	2.546,00	€

Pruebas y puesta en funcionamiento	Categoría	Medición	Unidad
Montaje electromecánico		402.376,00	€
Medida tensiones de contacto y paso		9.500,00	€
Prueba dieléctrica del cirucito principal a findustrial		23.400,00	€
Pruebas de puesta en servicio		73.500,00	€
Pruebas de los equipos de medida y protección		42.000,00	€

Otros	Categoría	Medición	Unidad
Tasas Municipales		81.300,00	€
Seguridad y salud laboral		36.250,00	€

4.PRESUPUESTO GENERAL

Concepto	Valor	Unidad
Aparenta del compensador síncrono	2.707.500,00	€
Aparenta de los módulos de le estación síncrona	1.553.238,60	€
Red de Tierras	33.386,25	€
Obra Civil	1.110.500,00	€
Sistemas Secundarios	254.217,35	€
Pruebas y puesta en funcionamiento	550.776,00	€
Otros	117.550,00	€

TOTAL	6.327.168,20	€
-------	--------------	---

TOTAL (con 21% de IVA)	7.655.873,52	€
------------------------	--------------	---

DOCUMENTO 5: BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía:

- Mapas Google Earth.
 - Mapas información geográfica y territorial de Canarias.
 - Sede Electrónica del Catastro.
 - Normas UNE.
 - Normas IEC.
 - Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, ITC-RAT 01 a 23.
 - Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT).
 - Objetivos de Desarrollo Sostenible – Naciones Unidas.
 - Catálogos ABB, Daelim, Promelsa, Siemens, Artech, Schweitzer, Pfisterer.
 - Determinación de la constante de inercia de máquinas síncronas de laboratorio – José Jonathan Galindo Hernández, Mario Urbina Palomares, Oscar Villarreal Martínez.
 - Dimensionado de un sistema de accionamiento – ABB.
 - La importancia de la inercia del generador en el sistema eléctrico brasileño - Jefferson Cruz.
 - Informe anual de la corriente de cortocircuito en la red de transporte del sistema eléctrico canario en el año 2023 – Red Eléctrica.
 - Índice de la calidad del aire (ICA) de Arucas y contaminación del aire en España - IQAir.
 - Datos climáticos de la estación meteorológica de Arucas (Las Palmas) 2024 – Meteo Solana.
 - Datos climáticos de la estación meteorológica de Arucas (Las Palmas) 2025 - Meteo Solana.
 - Boletín oficial del estado, de sábado 12 de diciembre de 2015.
 - Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026 – Red Eléctrica.
-

-
- Subestación de 132 kv y ampliación del parque de 400 kv adyacente para alimentación a la nueva interconexión península-Ceuta - Alberto Barrero Olea.
 - Subestación de 66 kv de transporte en la red insular española de transporte ubicada en entorno protegido - Alejandro Rambla Batalla.
 - Diseño de una subestación para evacuación de 220 kV para la red de transporte española – Andrés Quintana del Olmo.
 - Diseño de una subestación eléctrica que alimenta una planta de hidrógeno verde - Álvaro Aguirre Garay.
 - Diseño de una subestación eléctrica de 220 Kv para la red de transporte como apoyo a distribución – Alejandra Delgado Blasco.
 - Cuaderno de aplicaciones técnicas nº 2: Subestaciones transformadoras MT/BT: teoría y ejemplos del cálculo de cortocircuitos – ABB
-