

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MASTER

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA



Estudiante: Gómez Rojo, Ibon

Director/Directora: Buigues Beraza, Garikoitz

Curso: <2022-2023>

Fecha: Bilbao, 1, septiembre, 2023>

RESUMEN

La instalación de baja tensión en una planta de fundición a la cera perdida desempeña un papel esencial para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente de las operaciones industriales. La técnica de fundición a la cera perdida se emplea ampliamente en la fabricación de piezas complejas de metal, como joyas, componentes aeroespaciales y odontológicos.

El sistema de baja tensión proporciona la energía eléctrica necesaria para alimentar los equipos y maquinarias involucradas en el proceso de fabricación. El diseño y montaje adecuado de la instalación son fundamentales para prevenir cortocircuitos, sobrecargas y otros problemas eléctricos que podrían causar daños materiales y riesgos para la seguridad del personal.

En esta instalación, se emplean transformadores, paneles de distribución y sistemas de protección para asegurar una distribución segura y confiable de la energía en toda la planta. Además, se implementan medidas de control y automatización para optimizar la eficiencia energética y reducir los costos operativos.

Este trabajo abordará los aspectos clave de la instalación de baja tensión en la planta de fundición a la cera perdida, destacando su importancia en el desarrollo de una producción fluida y segura. Se examinarán los elementos esenciales del sistema eléctrico, así como las tecnologías utilizadas para supervisar y regular el consumo eléctrico en los diferentes procesos industriales.

LABURPENA

Argizari galduzko galdategi batean behe-tentsioko instalazioa jartzea funtsezkoa da industria-eragiketen funtzionamendu seguru eta eraginkorra bermatzeko. Argizari galduzko galdaketa-teknika asko erabiltzen da metalezko pieza konplexuak egiteko, hala nola bitxiak, osagai aeroespazialak eta odontologikoak.

Behe-tentsioko sistemak fabrikazio-prozesuan parte hartzen duten ekipoak eta makinak elikatzeko behar den energia elektrikoa ematen du. Instalazioaren diseinu eta muntaketa egokia funtsezkoa da zirkuitulaburrak, gainkargak eta bestelako arazo elektrikoak saihesteko, kalte materialak eta langileen segurtasunerako arriskuak sor baititzakete.

Instalazio honetan transformadoreak, banaketa-panelak eta babes-sistemak erabiltzen dira instalazio osoan energiaren banaketa seguru eta fidagarria ziurtatzeko. Gainera, kontrol- eta automatizazio-neurriak ezartzen dira eraginkortasun energetikoa optimizatzeko eta kostu operatiboak murrizteko.

Argizari galduzko galdategiko behe tentsioko instalazioaren funtsezko alderdiak aztertuko ditu lan honek, eta ekoizpen arin eta seguruan duen garrantzia nabarmenduko du. Sistema elektrikoaren funtsezko elementuak aztertuko dira, baita prozesu industrialetako kontsumo elektrikoa gainbegiratzeko eta arautzeko erabiltzen diren teknologiak ere.

ABSTRACT

The low-voltage installation in an investment casting plant plays an essential role in ensuring safe and efficient operation of industrial processes. The investment casting technique is widely used in the manufacture of complex metal parts such as jewelry, aerospace and dental components.

The low voltage system provides the electrical power necessary to supply the equipment and machinery involved in the manufacturing process. Proper design and assembly of the installation are critical to prevent short circuits, overloads, and other electrical problems that could cause equipment damage and safety risks to the staff.

In this facility, transformers, distribution panels, and protection systems are used to ensure safe and reliable power distribution throughout the plant. In addition, control and automation measures are implemented to optimize energy efficiency and reduce operating costs.

This paper will address the key aspects of the low voltage installation in the investment casting plant, highlighting its importance in the development of a clean and safe production. The essential elements of the electrical system will be examined, as well as the technologies used to monitor and regulate the electrical consumption in the different industrial processes.

LISTA DE ACRÓNIMOS

AT: Alta Tensión.

BT: Baja Tensión.

ICT: Instalación de Cableado Estructurado.

CGBT: Cuadro General de Baja Tensión.

ID: Interruptor Diferencial.

IA: Interruptor General Automático.

CP: Canalización Protectora.

CT: Centro de Transformación.

SAI: Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS).

PCI: Protección Contra Incendios.

RBT: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

PDA: Punto de Demanda de Alimentación.

PDS: Punto de Demanda de Suministro.

UPS: Sistema de Alimentación Ininterrumpida (Uninterruptible Power Supply).

MCS: Medida de Control y Seguridad.

MCI: Medida de Control e Indicación.

CC: Corriente Continua.

CA: Corriente Alterna.

APC: Armario de Protección y Control.

EPI: Equipo de Protección Individual.

EPC: Equipo de Protección Colectiva.

DPS: Dispositivo de Protección contra Sobretensiones.

CEM: Compatibilidad Electromagnética.

LED: Diodo Emisor de Luz.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

PVC: Cloruro de Polivinilo.

EIB: Instalación Eléctrica en Baja Tensión.

CPE: Cuadro de Protección Eléctrica.

CCT: Cuadro de Control de Tensión.

IEC: International Electrotechnical Commission.

CEI: Comisión Electrotécnica Internacional.

ANSI: Instituto Nacional Estadounidense de Estándares.

IEE: Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

PAE: Punto de Alimentación de Emergencia.

AFCI: Interruptor de Circuito de Falla de Arco (Arc Fault Circuit Interrupter).

MCCB: Interruptor Automático de Caja Moldeada (Molded Case Circuit Breaker).

NRBQ: Niveles de Ruido, Rayos y Calor.

ESD: Descarga Electroestática.

PSAI: Punto de Suministro de Alimentación Ininterrumpida.

EFR: Equipo de Filtro de Red.

PPI: Punto de Paso de Instalación.

PE: Punto de Entrada.

CVD: Dispositivo de Protección contra Corrientes de Defecto.

ICP: Interruptor de Control de Potencia.

PPE: Equipo de Protección Personal.

TTP: Tiempo de Puesta en Práctica.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
LABURPENA	II
ABSTRACT	III
LISTA DE ACRÓNIMOS	IV
ÍNDICE GENERAL	VI
DOCUMENTO 1: MEMORIA	
DOCUMENTO 2: CÁLCULOS	
DOCUMENTO 3: PLANOS	
DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO	
DOCUMENTO 5: PLIEGO DE CONDICIONES	
DOCUMENTO 6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	
ANEXO I: ESTUDIO DE ILUMINACIÓN	

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

DOCUMENTO 1: MEMORIA

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA



Estudiante: Gómez Rojo, Ibon

Director/Directora: Buigues Beraza, Garikoitz

Curso: <2022-2023>

Fecha: Bilbao, 1, septiembre, 2023>

ÍNDICE

ÍNDICE.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
1. CONTEXTO.....	1
2. OBJETO DEL PROYECTO	5
3. ALCANCE DEL PROYECTO	6
4. BENEFICIOS DEL PROYECTO	7
4.1. BENEFICIOS ECONÓMICOS	7
4.2. BENEFICIOS SOCIALES	8
5. REQUISITOS DE DISEÑO	9
5.1. EMPLAZAMIENTO	9
5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	11
5.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	13
5.3.1. Creación de modelos.....	13
5.3.2. Creación de molde y producción de patrones de cera	14
5.3.3. Montaje del patrón de cera	15
5.3.4. Aplicación de materiales de revestimiento.....	16
5.3.5. Quemado	18
5.3.6. Vertido	19
5.3.7. Retirada de la caja de moldeo	20
5.3.8. Acabado.....	21
6. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN	28
6.1. PRESCRIPCIONES ESPECÍFICAS ADOPTADAS	28
6.1.1. Locales con riesgo de incendio y explosión, según la ITC- BT-29.	28
6.1.2. Locales húmedos, según la ITC- BT-30.1.....	28
6.1.3. Locales mojados, según la ITC- BT-30.2.....	29
6.1.4. Locales con riesgo de corrosión, según la ITC- BT-30.3.....	29
6.1.5. Locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión, según la ITC-BT-30.4	30
6.1.6. Locales a temperatura muy elevada, según la ITC-BT- 30.5.....	30
6.1.7. Locales a muy baja temperatura, según la ITC-BT-30.6	31
6.1.8. Locales en los que existan baterías de acumuladores, según la ITC-BT-30.7	31

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

6.1.9.	<i>Locales afectos a un servicio eléctrico, según la ITC-BT-30.8</i>	32
6.1.10.	<i>Locales de características especiales, según la ITC-BT-30.9</i>	33
7.	PREVISION DE CARGAS	34
8.	DESCRIPCION DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	35
8.1.	SUMINISTRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	35
8.2.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	35
8.3.	ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN	36
8.4.	DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA	38
9.	ILUMINACIÓN	39
10.	COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	41
11.	PROTECCIONES	44
11.1.	PROTECCIÓN FRENTE A SOBREENTENSIDADES	44
11.2.	PROTECCIÓN FRENTE A CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	45
11.3.	SELECCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	46
12.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	52
12.1.	DATOS GENERALES.....	52
12.2.	COMPONENTES	53
12.3.	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	53
13.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	55
13.1.	CONDICIONES GENERALES	55
13.2.	SUMINISTRO ELÉCTRICO.....	56
13.3.	ALIMENTACIÓN DEL CGBT	56
13.4.	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT)	57
13.5.	CUADROS SECUNDARIOS	58
13.6.	CONDUCTORES	59
13.6.1.	<i>Resistencia al fuego</i>	62
13.7.	CONEXIONES	62
13.8.	CANALIZACIONES.....	63
13.8.1.	<i>Prescripciones generales</i>	63
13.8.2.	<i>Canalizaciones de la instalación</i>	64
13.9.	BENEFICIOS DE UN CORRECTO DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	70
14.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	71

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

14.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CT	71
14.2.	OBRA CIVIL	71
14.2.1.	<i>Características de los Materiales (Edificio de Transformación)</i>	<i>71</i>
14.3.	CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN	74
14.4.	CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN Y TRANSFORMADORES	74
14.4.1.	<i>Celdas: cgm.3 Modulares.....</i>	<i>74</i>
14.4.2.	<i>Entrada / Salida 1: cgm.3-I</i>	<i>77</i>
14.4.3.	<i>Entrada / Salida 2: cgm.3-I</i>	<i>78</i>
14.4.4.	<i>Entrada / Salida 3: cgm.3-I</i>	<i>79</i>
14.4.5.	<i>Seccionamiento Compañía: cgm.3-I</i>	<i>81</i>
14.4.6.	<i>Remonte a Protección General: cgm.3-I</i>	<i>82</i>
14.4.7.	<i>Protección General: cgm.3-v.....</i>	<i>82</i>
14.4.8.	<i>Medida: cgm.3-m.....</i>	<i>84</i>
14.4.9.	<i>Transformador</i>	<i>85</i>
14.5.	CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN	86
14.5.1.	<i>Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor automático BT.....</i>	<i>86</i>
14.6.	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN	87
14.6.1.	<i>Puentes MT Transformador 1: Cables MT 18/30 kV</i>	<i>87</i>
14.6.2.	<i>Puentes M.T. Transformador 1:</i>	<i>87</i>
14.6.3.	<i>Puentes entre Celdas: Cables MT 18/30 kV</i>	<i>87</i>
14.6.4.	<i>Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro.....</i>	<i>88</i>
14.6.5.	<i>Defensa de Transformador 1: Protección física transformador.....</i>	<i>88</i>
14.6.6.	<i>Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación.....</i>	<i>88</i>
14.7.	MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	88
14.8.	UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL.....	89
14.8.1.	<i>Unidad de Control Integrado: ekor.rci</i>	<i>89</i>
14.8.2.	<i>Unidad de Protección: ekor.rpg</i>	<i>91</i>
14.8.3.	<i>Armario sobre celda STAR i-DE</i>	<i>93</i>
14.9.	PUESTA A TIERRA.....	95
14.9.1.	<i>Tierra de protección.....</i>	<i>95</i>
14.9.2.	<i>Tierra de servicio.....</i>	<i>95</i>
14.10.	INSTALACIONES SECUNDARIAS	95
14.10.1.	<i>Alumbrado</i>	<i>95</i>
14.10.2.	<i>Protección contra incendios.....</i>	<i>95</i>
14.10.3.	<i>Armario de primeros auxilios.....</i>	<i>96</i>
14.10.4.	<i>Medidas de seguridad.....</i>	<i>96</i>
14.11.	LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS	97

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN
A LA CERA PERDIDA

15.	PLANIFICACIÓN.....	99
16.	NORMATIVA APLICADA	102
18.	PROGRAMAS DE CÁLCULO EMPLEADOS	103
19.	BIBLIOGRAFÍA Y RECUSOS WEB	104

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	VISTA AÉREA DEL PARQUE INDUSTRIAL DE ZAMUDIO	9
FIGURA 2.	VISTA AÉREA DE LA PARCELA SELECCIONADA	10
FIGURA 3.	ESQUEMA DE PROCESO DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA	11
FIGURA 4.	PRENSA DE INYECCIÓN.....	14
FIGURA 5.	PATRONES DE CERA	15
FIGURA 6.	ROBOT DE REVESTIMIENTO CERÁMICO	17
FIGURA 7.	ZONA DE SECADO DE PIEZAS	17
FIGURA 8.	HORNO DE DESCERADO	18
FIGURA 9.	HORNO DE FUNDICIÓN	19
FIGURA 10.	BRAZO MECÁNICO	20
FIGURA 11.	ESQUEMA TT DE PUESTA A TIERRA	37
FIGURA 12.	LISTA DE LUMINARIAS.....	40
FIGURA 13.	EJEMPLOS DE TIPOS DE ELECTRODOS.....	54
FIGURA 14.	COLOR DE IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES	61
FIGURA 15.	DIAGRAMA DE GANTT.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PREVISIÓN DE CARGAS	34
TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DE BATERÍA DE CONDENSADORES	42
TABLA 3. CÓDIGOS DE INTERRUPTORES 1	47
TABLA 4. CÓDIGOS DE INTERRUPTORES 2	48
TABLA 5. CÓDIGOS DE INTERRUPTORES 3	49
TABLA 6. CÓDIGOS DE INTERRUPTORES 4	50
TABLA 7. CÓDIGOS DE INTERRUPTORES 5	51
TABLA 8. SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN	61
TABLA 9. DESIGNACIÓN DE CABLES Y CANALIZACIÓN 1	65
TABLA 10. DESIGNACIÓN DE CABLES Y CANALIZACIÓN 2	66
TABLA 11. DESIGNACIÓN DE CABLES Y CANALIZACIÓN 3	67
TABLA 12. DESIGNACIÓN DE CABLES Y CANALIZACIÓN 4	68
TABLA 13. DESIGNACIÓN DE CABLES Y CANALIZACIÓN 5	69
TABLA 14. ACTIVIDADES A REALIZAR	100

1. CONTEXTO

La industria aeroespacial es la industria que se ocupa del diseño, fabricación, comercialización y mantenimiento de aeronaves (aviones, helicópteros, vehículos aéreos no tripulados, misiles, etc.), naves espaciales y cohetes, así como de equipos específicos asociados (propulsión, sistemas de navegación, etc.). Es una de las actividades del sector económico de la industria aeronáutica, automovilística y espacial. Estos sectores están estrechamente ligados a las actividades de abastecimiento de materiales militares, y a su consiguiente uso con fines destructivos. La industria aeroespacial es la aplicación de las actividades de la aeronáutica a los vuelos al espacio exterior, cuya aplicación para la defensa tiene fines militares.

La industria aeroespacial es un sector en constante crecimiento y evolución, y se considera una de las industrias más importantes en la economía global. El sector está compuesto por una amplia variedad de compañías que se dedican al diseño, desarrollo, fabricación, mantenimiento y reparación de aeronaves, sistemas de propulsión, sistemas de defensa y sistemas de satélites.

En los últimos años, la industria aeroespacial ha experimentado un importante crecimiento debido a la demanda de aeronaves comerciales y militares, así como al aumento de la inversión en investigación y desarrollo en tecnologías avanzadas. Además, el sector aeroespacial también está experimentando un crecimiento en la demanda de servicios y productos relacionados con el espacio, como satélites y cohetes.

En la Unión Europea, las compañías Airbus, BAE Systems, Thales, Dassault, Saab y Leonardo representan una gran parte de la industria aeroespacial y esfuerzo de investigación, con la Agencia Espacial Europea como uno de los mayores consumidores de tecnología y productos aeroespaciales. En Rusia, las mayores compañías aeroespaciales son Oboronprom y la United Aircraft Corporation que engloban a Mikoyán, Sujói, Iliushin, Túpolev, Yakovlev y Beríyev.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

En Estados Unidos, el Departamento de Defensa y la NASA son los mayores consumidores de tecnología y productos aeroespaciales. Mientras que las compañías Boeing, United Technologies Corporation, Lockheed Martin y SpaceX Se encuentran entre los fabricantes aeroespaciales con mayores capacidades y avances aeroespaciales.

Las empresas aeronáuticas establecidas en España destacan en diversos campos como aviones de transporte militar, turbinas de baja presión, actividades de mantenimiento, aviones de reabastecimiento en vuelo y de misiones espaciales, aeroestructuras de materiales compuestos y sistemas de gestión de tráfico aéreo. La industria española participa en los principales desarrollos aeronáuticos europeos, tanto civiles como militares.

En cuanto al sector espacial, España es miembro de la ESA (Agencia Espacial Europea) y participa en sus principales programas.

España es uno de los pocos países capaces de abarcar el ciclo completo de diseño y fabricación de una aeronave, debido a la presencia de un importante OEM (Airbus) y de compañías Tier-1 (de primer nivel) como Aernnova, Aciturri, Héroux-Devtek e ITP, lo que tiene un efecto incentivador en la cadena de suministro y mejora su competitividad industrial.

El sector está considerado estratégico, así que cuenta con una importante cantidad de ayudas e incentivos.

Las empresas localizadas en España se pueden considerar líderes mundiales en varias áreas del sector, como las siguientes: desarrollo de aeroestructuras en materiales compuestos (composites), gestión del tráfico aéreo (ATM o Air Traffic Management), aeronaves de transporte militar (especialmente de tamaño medio y ligero) y, en el sector espacial, las empresas localizadas en España disponen de tecnologías propias en todos los segmentos de actividad (sistemas de satélites, lanzadores, segmento terreno, operaciones y proveedores de servicios).

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

El sector aeroespacial es uno de los sectores que realiza un mayor esfuerzo en inversión en I+D en España. Además, cuenta con varios centros de I+D de primer nivel, tanto públicos como privados.

El sector aeronáutico en España ha vivido un crecimiento del 82% en la última década y sigue una tendencia de crecimiento del 9% anual hasta la fecha. Además, se trata de un sector estratégico para la economía española, ya que:

- Es intensivo en I+D+i
- El empleo que crea es de alta calidad
- Es clave para el sector exterior
- El sector aeroespacial español representa el 1,5% del total del PIB español y el 6,8% del PIB industrial español

Para dicho sector es muy importante el suministro de piezas muy específicas y de compleja fabricación. Esto se debe a que dichas piezas deben ser capaces de funcionar y/o soportar condiciones extremas o muy desfavorables. Entre estas piezas se encuentran los componentes de los turborreactores. Para la fabricación de estos componentes de fundición se utiliza la técnica de fundición a la cera perdida debido a que es la mejor forma hoy en día de obtener las geometrías tan complejas que tienen las piezas a fabricar.

La fundición a la cera perdida es un proceso de fabricación que se utiliza en la industria aeroespacial para producir piezas precisas y complejas. El proceso comienza con la creación de un modelo en cera, que luego se recubre con una capa de arcilla. El modelo de cera se calienta hasta que se derrite y se escurre, dejando un molde vacío en la forma deseada. El metal líquido se vierte entonces en el molde y se deja enfriar y solidificar. Una vez que el metal se ha solidificado, se rompe el molde de arcilla y se limpia y acaba el objeto de metal.

Este método es ideal para la fabricación de piezas aeroespaciales debido a la precisión que ofrece el proceso. Además, el proceso permite la fabricación de piezas complejas

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

con geometrías irregulares que serían difíciles o imposibles de fabricar mediante otros procesos. La fundición a la cera perdida también ofrece ventajas en términos de costos y eficiencia en comparación con otros procesos de fabricación. A menudo, la fundición a la cera perdida es más económica que la fabricación mediante mecanizado o inyección de plástico, ya que permite la producción en masa de piezas precisas. Además, en la industria aeroespacial se requieren piezas con altos niveles de resistencia, precisión y tolerancia, lo que hace que la fundición a la cera perdida sea una excelente opción para su fabricación.

Este método es un proceso largo y bastante complejo que requiere mucho “know how” y muy pocas empresas se dedican a fabricar las piezas que se obtienen de esta forma. Además, este tipo de piezas son altamente demandadas por los fabricantes de la industria aeroespacial por su alta calidad dimensional y estructural, lo que lo hace un producto muy atractivo de suministrar.

2. OBJETO DEL PROYECTO

Dentro de este contexto económico en el sector aeroespacial español se ha decidido crear una planta donde fabricar piezas de turborreactores que se creen mediante fundición a la cera perdida, porque estos productos se han considerado muy atractivos de suministrar por el contratista.

El objeto de este proyecto es diseñar e instalar un sistema eléctrico seguro y confiable para una planta de producción, garantizando el suministro de energía eléctrica de baja tensión para todos los usuarios y dispositivos de la planta que se va a crear para el fin definido en el párrafo anterior, teniendo en cuenta la naturaleza de la planta, sus necesidades, las normas, reglamentación y disposiciones oficiales establecidas por la compañía solicitante.

Se pretende definir de forma clara y precisa las características y componentes de la instalación a realizar, esto incluirá el diseño y la instalación de conductores, interruptores, dispositivos de protección, iluminación, sistemas de detección de incendios y sistemas de emergencia. El proyecto también incluirá la planificación de la capacidad de carga, los cálculos de corriente y el diseño de la distribución de energía. Además, debe asegurar una correcta eficiencia energética, seguridad y funcionamiento adecuado del sistema eléctrico a lo largo de su vida útil. Para la redacción del presente documento se han tenido en cuenta los reglamentos y normas vigentes por la ley española, los cuales se indican en su apartado correspondiente.

3. ALCANCE DEL PROYECTO

La planta está formada por dos edificios independientes situados en el mismo solar, en uno se sitúan las oficinas y el comedor y en el otro la zona de producción, el almacén, la zona de carga y descarga, los vestuarios y otro comedor para los operarios.

Este proyecto únicamente tratará la instalación eléctrica de baja tensión del edificio de la planta dedicada a la producción, quedando fuera del alcance del proyecto la instalación eléctrica del edificio contiguo. Además, dada la distancia entre ambos edificios y su dimensión la empresa proyectista ha demandado que la alimentación eléctrica sea independiente, teniendo así cada edificio su centro de transformación al lado del mismo.

4. BENEFICIOS DEL PROYECTO

Entre todos los beneficios que puede aportar este proyecto, los principales beneficios son los siguientes:

4.1. Beneficios económicos

Como se ha mencionado en el primer apartado, en esta planta se van a fabricar piezas de alto valor para la industria aeronáutica; ya que, son piezas muy necesitadas y de escasa fabricación a nivel mundial. Esto implica que se pueden esperar los siguientes beneficios económicos:

- **Ingresos para los trabajadores:** Los trabajadores de la planta ganarían salarios y podrían contribuir a la economía local a través del consumo.
- **Ingresos para el gobierno:** La planta generaría impuestos para el gobierno local y estatal, lo que podría ayudar a financiar servicios públicos y programas sociales.
- **Inversión en infraestructura:** La creación de una planta de producción conlleva una inversión importante en infraestructura, como la construcción de edificios, carreteras, servicios públicos, etc. Esto puede impulsar el desarrollo económico de la zona y mejorar las condiciones de vida para los residentes locales.
- **Desarrollo de la cadena de suministro:** La creación de una planta de producción también puede atraer a otras empresas relacionadas con el sector, como proveedores de materias primas y servicios de transporte. Esto puede generar una cadena de suministro sólida y diversificada en la zona, lo que es beneficioso para la economía local.
- **Producto estratégico:** el producto a fabricar se considera clave para potenciar el motor económico del país, que aportará riqueza y reforzará a Euskadi como una zona estratégica para la fabricación de aeronaves.

4.2. Beneficios sociales

Este proyecto requiere de mucha mano de obra debido a que es necesario mucho trabajo manual para la fabricación de las piezas. Esto supone la generación de muchos puestos de trabajo en Euskadi. Por lo tanto, se espera que tenga un impacto significativo en la sociedad de la zona. Se esperan los siguientes beneficios sociales:

- **Creación de empleo:** La planta de producción crearía un gran número de empleos directos e indirectos, ya que se requeriría un gran personal para la fabricación, el transporte, la distribución y el mantenimiento de la planta. Además, algunos trabajos pueden ser especializados, lo que puede crear oportunidades de empleo para personas con habilidades específicas.
- **Mejora en la calidad de vida:** Los trabajadores de la planta ganarían salarios y podrían contribuir a la economía local a través del consumo. Esto podría mejorar la calidad de vida de las personas y reducir la pobreza en la zona.
- **Oportunidades educativas:** La creación de una planta de producción puede generar oportunidades educativas para los residentes locales, ya que algunas empresas pueden proporcionar capacitación y programas de desarrollo profesional para sus empleados.
- **Mejora en la seguridad:** La creación de empleos y la inversión en infraestructura pueden contribuir a mejorar la seguridad en la zona, ya que puede haber menos desocupación y menos personas viviendo en situaciones de pobreza, lo que puede reducir la delincuencia y mejorar la seguridad en la zona.
- **Mayor diversidad cultural:** La planta de producción puede atraer a personas de diferentes orígenes y culturas, lo que puede aumentar la diversidad cultural en la zona y enriquecer la comunidad.

5. REQUISITOS DE DISEÑO

El posicionamiento geográfico de este tipo de plantas es vital para el correcto desempeño de la actividad económica a desarrollar; ya que, es necesario encontrarse en una zona de fácil acceso e interconectado para garantizar la rapidez de suministro, tanto de materia prima como de producto final.

5.1. Emplazamiento

Por motivos estratégicos se decide que la planta va a estar situada en la zona del parque industrial de Zamudio. Además, es un lugar muy bien comunicado para la actividad a realizar y hay muchas parcelas urbanas industriales amplias disponibles entre las que elegir.



Figura 1. Vista aérea del parque industrial de Zamudio

5.2. Descripción del proceso

El proceso de fundición a la cera perdida puede variar según el sector y la aplicación para la que se use, pero para el caso del proyecto consiste en los siguientes pasos. Las piezas fundidas se hacen a partir de réplicas del modelo de cera original, lo que se conoce como el método indirecto.

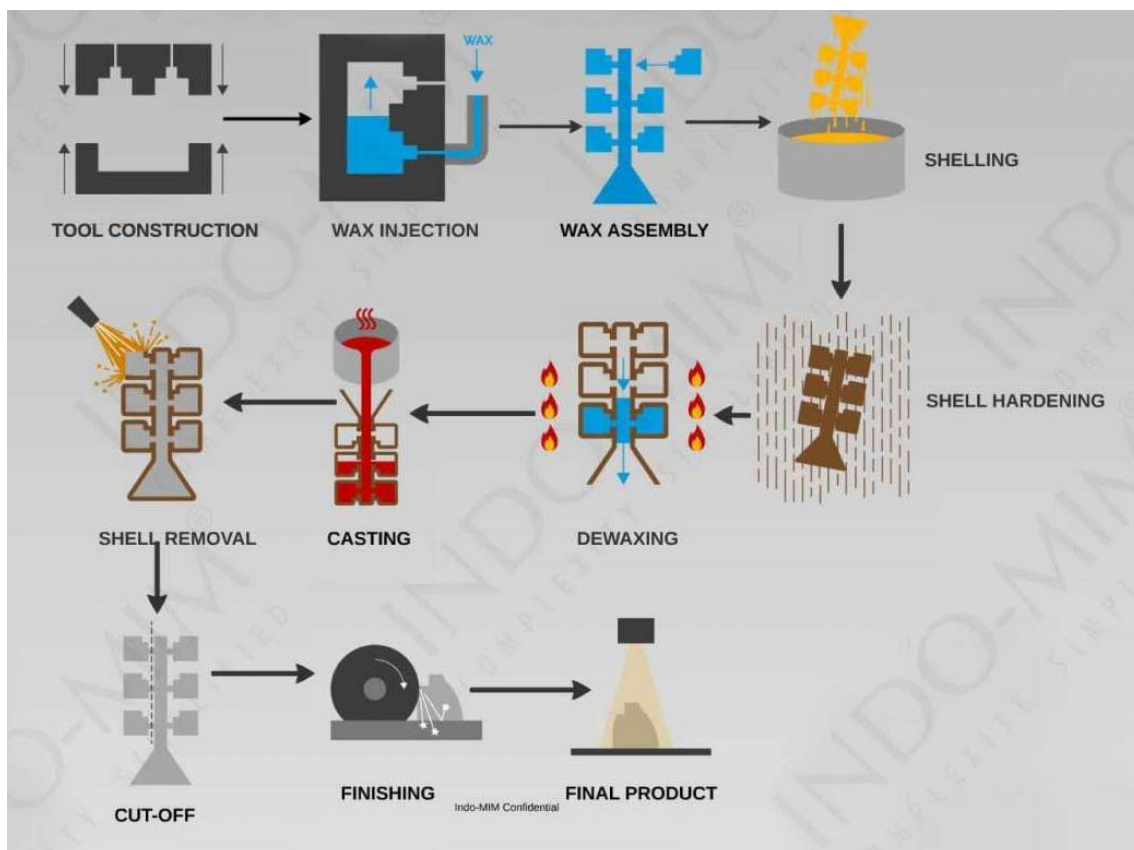


Figura 3. Esquema de proceso de fundición a la cera perdida¹

Se ha incluido una figura que esquematiza el proceso con el fin de facilitar la comprensión del proceso grosso modo. A continuación, se detalla individualmente en que consiste cada parte del proceso.

¹ <https://www.indo-mim.com/investment-casting-or-lost-wax-casting-process-manufacturer-and-supplier>

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- 1. Creación de modelos:** Se diseña la pieza que se quiere obtener en un programa de CAD. El tamaño y la complejidad del modelo de cera están limitados la capacidad del equipo de fundición disponible.
- 2. Creación de un molde:** A partir del modelo se crea un molde provisional que se va puliendo para producir un patrón “maestro”. El modelo maestro se utiliza para hacer un molde de acero alrededor del patrón.
- 3. Producción de patrones de cera:** La cera fundida se inyecta o a veces se vierte en el molde de acero. Esto puede hacerse una y otra vez para crear copias del diseño original.
- 4. Montaje del patrón de cera:** Se añaden bebederos a las copias de cera y se conectan para crear una estructura en forma de árbol, que proporciona caminos para que la cera fundida salga y el metal fundido rellene posteriormente la cavidad.
- 5. Aplicación de materiales de revestimiento:** El árbol de cera se sumerge en una lechada de sílice y se recubre con ese cerámico en capas. Este cerámico tiene la particularidad de ser permeable y a la vez resistente a la presión metalostática, que permite la salida de los gases del metal líquido, evitando porosidad.
- 6. Quemado:** Después de que el material de revestimiento se seque, la caja de moldeo se coloca boca abajo en un horno, que funde la cera y deja una cavidad negativa con la forma del modelo original.
- 7. Vertido:** El molde de revestimiento se calienta en un horno para reducir la diferencia de temperatura con el metal fundido. El metal se funde y después se

vierte, usando la gravedad o la presión del vacío, para poner el metal en la cavidad.

- 8. Retirada de la caja de moldeo:** Una vez que el metal fundido se ha enfriado un poco, el molde de revestimiento retira. Los bebederos se cortan y se reciclan, mientras que las piezas fundidas se limpian para eliminar los signos del proceso de fundición.
- 9. Acabado:** Las piezas fundidas se guardan, se pulen, se mecanizan o se lijan para conseguir la geometría y el acabado finales. Cuando sea necesario, las piezas fundidas se tratarán con calor para mejorar las propiedades mecánicas del material.

5.3. Descripción de la instalación

Para poder llevar a cabo cada uno de los procesos mencionados en el apartado anterior, la planta va a estar formada por zonas, donde se realizará de forma individual en cada una de ellas cada uno de los procesos. Cada una de estas zonas estará equipada con la maquinaria necesaria para realizar uno de los procesos exitosamente.

En los próximos apartados se lleva a cabo una breve descripción de la maquinaria necesaria en cada una de las zonas, aunque como se ha mencionado previamente el alcance de este proyecto es exclusivamente la parte eléctrica de la planta, se ha considerado necesario contextualizar el origen de las cargas para las cuales se va a diseñar la instalación eléctrica.

5.3.1. Creación de modelos

Esta tarea la realizan los diseñadores de producto. Para el desempeño de esta actividad es necesario un equipo informático potente con un programa CAD, el cual estará ubicado en el edificio de oficinas. Por lo tanto, el consumo de estos equipos no se tendrá en cuenta en el diseño eléctrico de la planta de producción.

5.3.2. Creación de molde y producción de patrones de cera

En la zona destinada para realizar estas tareas se colocarán diversas prensas de inyección de cera que estarán conectadas a la red de baja tensión de la instalación. Estas prensas estarán complementadas con herramientas, manipuladores de cargas, ordenadores y trabajo artesano de los operarios, con el fin de que puedan adaptarse para crear moldes con precisión de acuerdo con diseño.

Por ello, se va a tener en cuenta en este puesto el consumo de las prensas de inyección definidas en el proyecto, así como el consumo situacional de cargas monofásicas para el trabajo artesanal. Resultando en la colocación en el puesto de una toma trifásicas para cada una de las prensas de inyección y una toma monofásica de 16 A para cada puesto de trabajo.

A continuación, se muestra un ejemplo de prensa de inyección.



Figura 4. Prensa de inyección²

² <https://www.chifine-machinery.com/investment-casting.html>

5.3.3. Montaje del patrón de cera

En la zona destinada para realizar el montaje del patrón de cera hay un gran número de puestos artesanos, donde los operarios con ayuda de diversas herramientas de carácter monofásico (resistencias térmicas, manipuladoras, etc.) añaden a los patrones de cera los bebederos y los conectan para crear una estructura en forma de árbol, que proporciona vías para que la cera fundida salga y el metal fundido rellene posteriormente la cavidad.

Hay un total de 16 puestos en esta zona. Teniendo esto en cuenta, se ha previsto un consumo irregular de cargas monofásicas y se ha estimado necesario una toma monofásica de 16 A por puesto para cubrir cualquier necesidad puntual que se pudiera tener. Además, por cada 4 puestos se va a añadir una toma trifásica para poder usar alguna máquina especial si fuera necesario.

A continuación, se muestra un ejemplo de cómo quedarían unas piezas pequeñas tras este proceso.



Figura 5. Patrones de cera³

³ <https://www.radver.com/component/tags/tag/fundición-a-la-cera-perdida.html>

5.3.4. Aplicación de materiales de revestimiento

En la zona destinada para la aplicación de materiales de revestimiento se dispone de una zona de espera (donde se posicionan los patrones de cera), un robot manipulador (se encarga de realizar los baños cerámicos), una cinta de secado (los patrones que están recibiendo baños cerámicos necesitan un tiempo para secarse entre baños) y una zona de secado (donde se secan una vez hayan recibido todos los baños).

Los patrones de cera se colocan en una especie de percheros móviles y se llevan desde la zona anterior hasta esta zona de espera de forma manual. Hay una cola de entrada al proceso de revestimiento cerámico a la que se llevan los “percheros” de forma manual también.

El proceso de revestimiento cerámico y secado es completamente automático, según el fabricante se necesita una toma trifásica para el robot manipulador y otra toma trifásica para el resto de la maquinaria. Además, se ha considerado poner 2 tomas monofásicas de 16 A por la zona (para alimentar dispositivos puntuales y ordenadores) y una toma trifásica extra por si fuera necesario colocar otro robot manipulador en el futuro.

A continuación, se muestra un ejemplo de un robot manipulador dando un revestimiento cerámico y una zona de secado de piezas.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA



Figura 6. Robot de revestimiento cerámico⁴



Figura 7. Zona de secado de piezas⁵

⁴ <https://www.chifine-machinery.com/investment-casting.html>

⁵ <https://www.radver.com/component/tags/tag/fundición-a-la-cera-perdida.html>

5.3.5. Quemado

En la zona de quemado se dispone de dos hornos que se encargan de fundir la cera y dejar una cavidad negativa con la forma del modelo original. Para esta zona solo se necesita según fabricante, dos tomas trifásicas, una para cada horno de descerado que se va a instalar. Además, se va a añadir una toma monofásica de 16 A para poder alimentar cualquier aparato que se necesite conectar en un momento puntual a parte de los ordenadores.

A continuación, se muestra un ejemplo de horno de descerado.



Figura 8. Horno de descerado⁶

⁶ <https://www.chifine-machinery.com/investment-casting.html>

5.3.6. Vertido

En esta zona se dispone de 4 hornos de fundición que funden el metal y lo vierten dentro de cada molde. Este proceso se realiza de forma individual (una vez por árbol). Según fabricante, se necesita una toma trifásica por cada horno. Además, se ha previsto colocar 2 tomas monofásicas de 16 A para posibles cables puntuales que se pudieran necesitar conectar.

A continuación, se muestra un ejemplo de un horno de fundición.



Figura 9. Horno de fundición⁷

⁷ <https://www.chifine-machinery.com/investment-casting.html>

5.3.7. Retirada de la caja de moldeo

En esta zona se dejan enfriar las piezas y una vez están secas, se les retira el revestimiento cerámico y, posteriormente, se cortan los trozos de material correspondiente a los bebederos. Para ello, se disponen de 3 brazos mecánicos cuya función es retirar el revestimiento cerámico y otras dos máquinas de corte láser para cortar las partes de material correspondiente a los bebederos. Según fabricante, se necesita una toma trifásica por máquina. Además, se ha previsto colocar una toma monofásica de 16A para alimentar cualquier carga puntual que se pudiera necesitar.

A continuación, se muestra un ejemplo de un brazo mecánico con la función de retirar revestimientos.

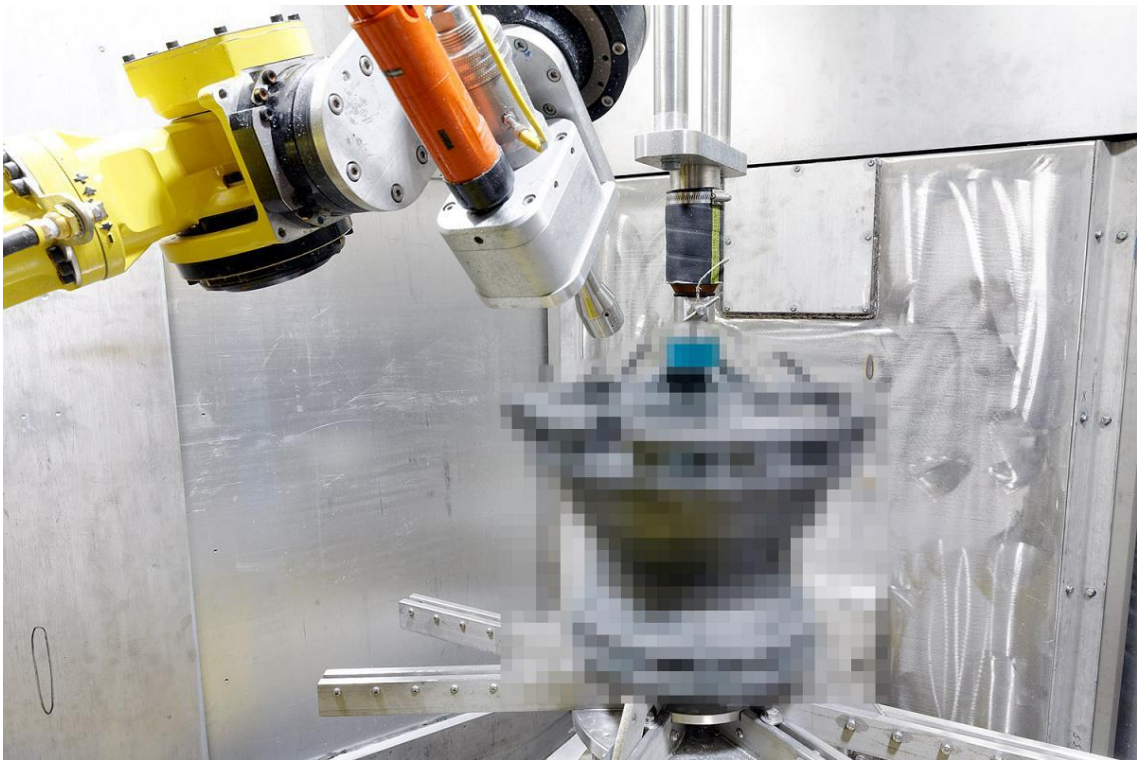


Figura 10. Brazo mecánico⁸

⁸ <https://www.chifine-machinery.com/investment-casting.html>

5.3.8. Acabado

En esta zona se realizan todos los procesos necesarios que requiera cada pieza para que cada una de ellas cumpla con todos los requisitos superficiales, geométricos y estructurales impuestos por los clientes. A continuación, se describen las máquinas y los procesos utilizados para este fin:

- **Desbastadora:** es una herramienta utilizada para eliminar material de una superficie mediante la abrasión. Está equipada con un disco abrasivo que gira a alta velocidad para lijar o cortar materiales.

En el proceso de fabricación se utiliza para eliminar rebajas o imperfecciones, así como para lijar y pulir la superficie de la pieza.

- **Chorroadora:** también conocida como máquina de chorro de arena o sandblasting, es una herramienta que se utiliza para limpiar, desbastar, pulir o grabar superficies mediante la proyección de partículas abrasivas a alta velocidad con aire comprimido a través de una boquilla.

En el proceso de fabricación se utiliza para preparar la superficie metálica y homogeneizarla.

- **Horno de tratamientos térmicos:** es un equipo utilizado en la industria para procesar materiales a altas temperaturas con el fin de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. La función principal de un horno de tratamientos térmicos es someter el material a un proceso de calentamiento y enfriamiento controlado para modificar su estructura interna y obtener las propiedades deseadas.

Algunas de las funciones específicas de un horno de tratamientos térmicos son:

- **Recocido:** Se utiliza para eliminar las tensiones internas de los materiales y mejorar su ductilidad y tenacidad.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Temple: Se aplica para aumentar la dureza y la resistencia mecánica de los materiales.
- Revenido: Se utiliza para reducir la fragilidad del material después de un proceso de temple y mejorar su tenacidad.
- Normalizado: Se utiliza para mejorar la homogeneidad y la resistencia del material.
- Cementación: Se aplica para aumentar la dureza superficial de los materiales, especialmente de los aceros.

En resumen, la función del horno de tratamientos térmicos es controlar y ajustar el proceso de calentamiento y enfriamiento del material para obtener las propiedades deseadas. Esto puede lograrse mediante diferentes técnicas de tratamiento térmico, cada una con su propia función específica.

En el proceso de fabricación se utilizan diversas funciones de las mencionadas dependiendo en cada momento de las necesidades de cada una de las piezas.

- **Líquidos penetrantes:** es una técnica de inspección no destructiva utilizada para detectar discontinuidades superficiales en materiales sólidos. La función principal del proceso de líquidos penetrantes es encontrar fisuras, porosidades, grietas, inclusiones y otras discontinuidades superficiales en materiales metálicos y no metálicos.

El proceso de líquidos penetrantes involucra los siguientes pasos:

- Limpieza de la superficie: La pieza se limpia y se desengrasa para eliminar cualquier contaminante que pueda interferir con la penetración del líquido.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Aplicación del penetrante: Se aplica un líquido penetrante sobre la superficie de la pieza y se le permite penetrar en las fisuras y discontinuidades superficiales durante un período de tiempo específico.
- Eliminación del exceso de penetrante: Se elimina el exceso de penetrante de la superficie de la pieza.
- Aplicación del revelador: Se aplica un revelador en la superficie de la pieza, que absorbe el líquido penetrante remanente y lo hace visible en la superficie de la pieza.
- Inspección visual: Se inspecciona visualmente la superficie de la pieza para detectar la presencia de fisuras, grietas u otras discontinuidades superficiales.

En resumen, la función del proceso de líquidos penetrantes es detectar discontinuidades superficiales en materiales sólidos mediante la aplicación de líquidos penetrantes y la inspección visual de la superficie de la pieza.

En el proceso de fabricación se utiliza para garantizar la calidad y la integridad superficial de las piezas fabricadas.

- **Rayos X digital:** se refiere al uso de rayos X para realizar inspecciones no destructivas de materiales en procesos industriales. Se utiliza principalmente para inspeccionar la calidad de los productos y detectar cualquier defecto o anomalía que pueda comprometer su seguridad o rendimiento.

La técnica consiste en pasar un haz de rayos X a través del material y medir la cantidad de radiación que se absorbe o se refleja. Esta información se utiliza para crear una imagen digital del interior del material, que se puede analizar para identificar cualquier problema.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

El uso de la tecnología digital ha mejorado significativamente la precisión y la eficiencia de la inspección por rayos X en la industria, permitiendo una evaluación más rápida y precisa de la calidad de los productos.

En el proceso de fabricación se utiliza para inspeccionar y detectar defectos dentro del material de las piezas, así como para evaluar la calidad de las soldaduras realizadas.

- **Soldadura digital:** se refiere al uso de tecnología digital para mejorar y optimizar el proceso de soldadura. La tecnología digital se puede utilizar en diferentes etapas del proceso de soldadura, desde la planificación y diseño hasta la ejecución y control de calidad.

Entre las principales funciones de la soldadura digital en la industria se incluyen:

- Planificación y diseño: El uso de software de diseño asistido por ordenador (CAD) y modelado en 3D para crear diseños y modelos de piezas y componentes que requieren soldadura. Esto permite una mayor precisión en el diseño y una mejor visualización del proceso de soldadura antes de la ejecución.
- Preparación de materiales: El uso de tecnologías digitales para la limpieza y preparación de materiales antes de la soldadura. Esto incluye técnicas de limpieza láser y mecanizado de alta precisión para preparar las superficies de soldadura y reducir la posibilidad de defectos.
- Ejecución de la soldadura: El uso de equipos y maquinaria de soldadura digital para ejecutar el proceso de soldadura. Esto incluye el uso de robots y sistemas automatizados de soldadura que pueden realizar la soldadura con mayor precisión y velocidad.
- Control de calidad: El uso de tecnología digital para evaluar la calidad de la soldadura y detectar cualquier defecto o anomalía. Esto incluye el uso

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

de sistemas de inspección por rayos X y ultrasonidos, así como la realización de pruebas de resistencia y durabilidad.

En general, la soldadura digital permite una mayor precisión, velocidad y eficiencia en el proceso de soldadura que la soldadura manual tradicional, lo que se traduce en productos de mayor calidad y menor costo.

En el proceso de fabricación se utiliza exclusivamente la función de ejecución de soldadura entre los mencionados anteriormente. La función de esta maquinaria en el proceso es la de ejecutar una soldadura con una precisión muy elevada y velocidad elevada mediante la ayuda de robots y sistemas automatizados.

- **Puestos de retrabajo:** se refiere a un área o posición específica en la línea de producción que se encarga de corregir, reparar o reacondicionar productos que no cumplen con los estándares de calidad establecidos.

Cuando un producto no cumple con las especificaciones de calidad, se devuelve a la planta para su reparación o retrabajo. En este punto, los trabajadores del puesto de retrabajo se encargan de identificar y solucionar el problema para que el producto pueda ser reintegrado a la línea de producción y cumplir con los requisitos de calidad.

En el proceso de fabricación se utilizan para garantizar que los productos defectuosos no se envíen al mercado y se mantenga la calidad del producto final. Además, permite ahorrar costos al no tener que desechar los productos que no cumplen con los estándares de calidad y reutilizarlos después de que se hayan reparado o reacondicionado.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- **Estampadora:** es una máquina utilizada en la industria para producir piezas de metal con formas y tamaños específicos mediante la aplicación de presión y calor a una lámina de metal.

La función principal de una estampadora dimensional es cortar, doblar y dar forma a la lámina de metal para crear piezas de metal precisas y uniformes. La máquina utiliza herramientas especiales llamadas matrices, que se ajustan a la forma y tamaño deseado de la pieza de metal y se utilizan para cortar y dar forma a la lámina de metal.

En el proceso de fabricación se utiliza para retocar la geometría dimensional de las piezas que lo requieran por estar ligeramente fuera de los límites geométricos impuestos por los clientes.

- **Puesto de inspección final:** es un área o posición en una planta de producción donde se lleva a cabo una inspección final exhaustiva de los productos fabricados antes de ser enviados al mercado o al cliente. El puesto de inspección final es la última línea de defensa contra productos defectuosos o de baja calidad que pueden dañar la reputación de la marca y la satisfacción del cliente.

La función principal de un puesto de inspección final es garantizar que los productos cumplan con los estándares de calidad establecidos y que se ajusten a las especificaciones del cliente. Durante la inspección final, se examinan los productos para detectar defectos, errores de fabricación o problemas de funcionamiento. Si se detecta un problema, el producto se devuelve a la línea de producción para su corrección o se descarta si el defecto es demasiado grave.

Además de asegurar la calidad del producto, el puesto de inspección final también es responsable de verificar la cantidad, el embalaje y el etiquetado de los productos. También puede llevar a cabo pruebas de rendimiento o seguridad

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

para garantizar que los productos cumplan con los requisitos legales y de seguridad aplicables.

En el proceso de fabricación se utilizan para garantizar que los productos sean de alta calidad y cumplan con las especificaciones del cliente antes de ser enviados al mercado o al cliente.

Teniendo en cuenta todo lo descrito en este apartado, para esta zona de acabados se necesitan, según fabricante, una toma trifásica por máquina y una toma monofásica por puesto. Además, se ha considerado añadir 1 toma trifásica adicional que se sitúa en el puesto de inspección final, para poder utilizar cualquier tipo de maquinaria si fuera necesario.

Esto resulta en un total de 19 tomas trifásicas y 30 tomas monofásicas de 16ª a instalar en la zona de acabados para desempeñar las funciones necesarias para la correcta fabricación de las piezas.

6. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación eléctrica de la planta industrial se realiza en baja tensión de acuerdo con las disposiciones indicadas en el vigente Reglamento Electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.

La instalación se realiza por el instalador autorizado por la dirección del proyecto siguiendo las indicaciones, criterios y normativa citada en este proyecto y en el reglamento electrotécnico de baja tensión. Téngase en cuenta que el suministro de energía se realiza a tensión compuesta de 400V entre fases y 230V entre fase y neutro, y una frecuencia de 50Hz.

6.1. Prescripciones específicas adoptadas

En los próximos apartados se analizan las condiciones particulares de cada zona de la planta teniendo en cuenta el riesgo de cada una de las dependencias según el reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC (R.D. 842/2002, de 2 de agosto, edición actualizada a 16 de marzo de 2022).

6.1.1. Locales con riesgo de incendio y explosión, según la ITC-BT-29.

Ninguna zona dentro de la nave industrial se considera como local con riesgo de incendio y explosión.

Por lo tanto, no se tendrán en cuenta las consideraciones comentadas en este apartado del reglamento.

6.1.2. Locales húmedos, según la ITC- BT-30.1

En el caso de estudio, solo se considera como local húmedo la zona de los vestuarios donde se pueden manifestar momentáneamente condensación de agua en el techo y

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

paredes. Por lo tanto, se han de tener en cuenta las siguientes consideraciones para el tendido en esa zona:

- Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750V y 0,6/1 kV y discurrirán por el interior de tubos:
 - Empotrados: según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-21.
 - En superficie: según lo especificado en la ITC-BT-21, pero que dispondrán de un grado de resistencia a la corrosión 3.
- Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparamenta utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicas.
- Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra la caída vertical de agua, IPX1 y no serán de clase 0.

6.1.3. Locales mojados, según la ITC- BT-30.2

Dentro de la nave industrial se puede considerar como local mojado la zona de la maquinaria de los líquidos penetrantes. Sin embargo, la alimentación de dicha maquinaria no se realiza por ninguna zona considerada como tal y el fabricante garantiza cumplir con todos los requisitos de seguridad de este tipo de maquinaria una vez se le proporcione la alimentación en condiciones normales y por una ubicación descrita.

Por lo tanto, no se tendrán en cuenta las consideraciones comentadas en este apartado del reglamento.

6.1.4. Locales con riesgo de corrosión, según la ITC- BT-30.3

No hay ninguna zona dentro de la planta industrial que pueda ser considerada como local con riesgo de corrosión.

Por lo tanto, no se tendrán en cuenta las consideraciones comentadas en este apartado del reglamento.

6.1.5. Locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión, según la ITC-BT-30.4

Dentro de la nave industrial se puede considerar como local polvoriento sin riesgo de incendio la zona de acabado superficial donde se realiza el desbaste de las piezas y se utilizan las chorreadoras; ya que, los equipos eléctricos pueden estar expuestos al contacto con el polvo en cantidad suficiente como para producir su deterioro o un defecto de aislamiento.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- Las canalizaciones eléctricas prefabricadas o no, tendrán un grado de protección mínimo IP5X (considerando la envolvente como categoría 1 según la norma UNE 20.324), salvo que las características del local exijan uno más elevado.
- Los equipos o aparatos utilizados tendrán un grado de protección mínimo IP5X (considerando la envolvente como categoría 1 según la norma UNE 20.324) o estará en el interior de una envolvente que proporcione el mismo grado de protección IP 5X, salvo que las características del local exijan uno más elevado.

6.1.6. Locales a temperatura muy elevada, según la ITC-BT-30.5

Dentro de la nave industrial se puede considerar como local a temperatura muy elevada la zona donde se encuentran los hornos de descerado y de fundición; ya que, la temperatura del aire ambiente es susceptible de sobrepasar frecuentemente los 40°C, o bien se mantiene permanentemente por encima de los 35°C.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- Los cables aislados con materias plásticas o elastómeras podrán utilizarse para una temperatura ambiente de hasta 50 °C aplicando el factor de reducción, para

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

los valores de la intensidad máxima admisible, señalados en la norma UNE 20.460-5-523.

Para temperaturas ambientes superiores a 50 °C se utilizarán cables especiales con un aislamiento que presente una mayor estabilidad térmica.

- En estos locales son admisibles las canalizaciones con conductores desnudos sobre soportes aislantes. Los soportes estarán contruidos con un material cuyas propiedades y estabilidad queden garantizadas a la temperatura de utilización.
- Los aparatos utilizados deberán poder soportar los esfuerzos resultantes a que se verán sometidos debido a las condiciones ambientales. Su temperatura de funcionamiento a plena carga no deberá sobrepasar el valor máximo fijado en la especificación del material.

En el caso de estudio, se considera una temperatura ambiente de la zona considerada de 40°C según fabricante. Por lo tanto, se cumplirá con la primera condición expresada en la reglamentación.

6.1.7. Locales a muy baja temperatura, según la ITC-BT-30.6

Ninguna zona dentro de la planta se considera que vaya a presentar y mantener temperaturas ambientales inferiores a -20°C; ya que, no hay cámaras de congelación.

Por lo tanto, no se tendrán en cuenta las consideraciones comentadas en este apartado del reglamento.

6.1.8. Locales en los que existan baterías de acumuladores, según la ITC-BT-30.7

No se disponen de estos equipos en la nave industrial, no necesitando ningún lugar para ese fin.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Por lo tanto, no se tendrán en cuenta las consideraciones comentadas en este apartado del reglamento.

6.1.9. Locales afectos a un servicio eléctrico, según la ITC-BT-30.8

Según este apartado de la ITC, el centro de transformación de 1250kVA situado en la parcela de la planta industrial se considera como local o emplazamiento afecto a un servicio eléctrico, teniendo que cumplir las siguientes condiciones:

- Estarán obligatoriamente cerrados con llave cuando no haya en ellos personal de servicio.
- El acceso a estos locales deberá tener al menos una altura libre de 2 metros y una anchura mínima de 0,7 metros. Las puertas se abrirán hacia el exterior.
- Si la instalación contiene instrumentos de medida que deban ser observados o aparatos que haya que manipular constante o habitualmente, tendrá un pasillo de servicio de una anchura mínima de 1,10 metros. No obstante, ciertas partes del local o de la instalación que no estén bajo tensión podrán sobresalir en el pasillo de servicio, siempre que su anchura no quede reducida en esos lugares a menos de 0,80 metros. Cuando existan a los lados del pasillo de servicio piezas desnudas bajo tensión, no protegidas, aparatos a manipular o instrumentos a observar, la distancia entre equipos eléctricos instalados enfrente unos de otros, será como mínimo de 1,30 metros.
- El pasillo de servicio tendrá una altura de 1,90 metros, como mínimo. Si existen en su parte superior piezas no protegidas bajo tensión, la altura libre hasta esas piezas no será inferior a 2,30 metros.
- Sólo se permitirá colocar en el pasillo de servicio los objetos necesarios para el empleo de aparatos instalados.
- Los locales que tengan personal de servicio permanente, estarán dotados de un alumbrado de seguridad.
- Los locales que estén bajo rasante deberán disponer de un sumidero.

6.1.10. Locales de características especiales, según la ITC-BT- 30.9

Ninguna zona dentro de la nave industrial se ha considerado como local de características especiales en el proyecto.

Por lo tanto, no se tendrán en cuenta las consideraciones comentadas en este apartado del reglamento.

7. PREVISION DE CARGAS

Para poder realizar la actividad económica a la que está destinada esta nave industrial se necesita dotar de alimentación eléctrica a toda la maquinaria y, complementariamente, a todos los elementos eléctricos adicionales involucrados en el desarrollo correcto y seguro de la actividad a realizar.

Bajo esta premisa y teniendo en cuenta los requisitos de diseño y equipamiento mencionados en el apartado 5 de este documento, se presenta a continuación una recopilación de todas las cargas consideradas y requeridas para el diseño de la instalación eléctrica de baja tensión de la instalación y sus requerimientos de potencia. Las cuales en apartados posteriores y en el documento de cálculos se tratarán en profundidad junto con los conductores y las protecciones necesarios para cada una de estas cargas pueda desempeñar su función correctamente y de forma segura.

Tabla 1. Previsión de cargas

Carga	Potencia Unitaria (kW)	Cos(ϕ)	Tipo de carga	Tensión (V)	Cantidad
Prensa de inyección	14.90	0.92	Trifásica	400	4
Robot de baño cerámico	4.80	0.84	Trifásica	400	1
Línea de secado	5.70	0.90	Trifásica	400	1
Horno descerado	46.50	0.88	Trifásica	400	2
Horno fundición	75.00	0.85	Trifásica	400	4
Quita cerámicas	3.20	0.87	Trifásica	400	3
Corte láser	7.20	0.88	Trifásica	400	2
Horno tratamientos térmicos	39.00	0.87	Trifásica	400	2
Líquidos penetrantes	18.00	0.91	Trifásica	400	2
Rayos X digital	6.00	0.93	Trifásica	400	2
Soldadura digital	22.30	0.86	Trifásica	400	2
Estampadora	6.00	0.90	Trifásica	400	2
Chorreadora	4.20	0.88	Trifásica	400	4
Toma trifásica	22.17	0.90	Trifásica	400	10
Toma monofásica	3.68	1.00	Monofásica	230	74
Luminarias planta	0.02	1.00	Monofásica	230	2562
Luminarias salas	0.05	1.00	Monofásica	230	500
Luces de emergencia	0.01	1.00	Monofásica	230	229
Unidad de tratamiento de aire	4.55	0.91	Trifásica	400	1
Sistema de ventilación	3.60	0.87	Trifásica	400	6
Sistema de extracción de polvo	2.70	0.88	Trifásica	400	3

8. DESCRIPCION DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En este apartado se va a detallar cada una de las partes fundamentales que componen la instalación eléctrica de baja tensión de la nave industrial. En cada uno de los siguientes subapartados se profundizará en cada uno de ellos cada una de las partes.

8.1. Suministro de la energía eléctrica

Al centro de transformación de 1250kVA, situado en la parcela a escasos metros de la fachada más accesible de la nave industrial, se le proporciona suministro de energía eléctrica en alta tensión a una tensión nominal de 30kV por la empresa Iberdrola Distribución. En el centro de transformación se convierte la energía de alta tensión en energía de baja tensión a través de un transformador reductor AT/BT.

8.2. Centro de Transformación

En la parcela se van a instalar 2 Centros de Transformación. Uno se situará a la intemperie en un prefabricado de hormigón al lado del edificio de oficinas y el otro, que es el que se estudia en este proyecto, se situará a la intemperie en un prefabricado de hormigón al lado de la fachada accesible de la nave industrial. Esta instalación se realizará siguiendo todas las medidas de seguridad pertinentes.

8.3. Esquema de distribución

Para determinar las características de las medidas de protección contra choques eléctricos causados por contactos indirectos y contra sobreintensidades, así como las especificaciones de los equipos encargados de estas funciones, es necesario considerar el esquema de distribución utilizado. Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora por otro.

De acuerdo con las normas establecidas en el R.B.T para las instalaciones alimentadas en baja tensión a partir de un Centro de Transformación de abonado, se pueden elegir tres esquemas: TT, TN-S e IT. En este caso, se ha optado por el esquema TT, en el cual el punto neutro del secundario del transformador de la instalación está conectado directamente a tierra, mientras que las masas de la instalación se conectan a una toma de tierra eléctricamente diferente.

Los sistemas TT destacan por las siguientes ventajas:

- Sencillez.
- Buena separación entre responsabilidades de la compañía y el cliente.
- Baja influencia en el bucle de defecto en caso de evolución de la instalación.
- No requiere supervisión continua.

Por otra parte, el problema principal serán los disparos intempestivos y la limitación de la corriente de falta por lo que el uso de protecciones diferenciales es obligatorio.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

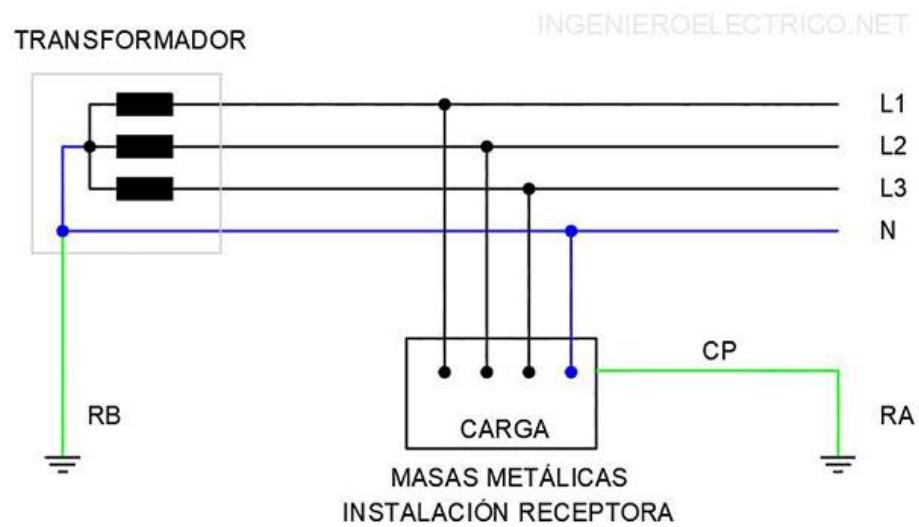


Figura 11. Esquema TT de puesta a tierra⁹

⁹ <https://ingenieroelectrico.net/esquema-tt/>

8.4. Distribución eléctrica

Se implementará una estrategia de distribución eléctrica en baja tensión mediante el uso de cuadros principales y secundarios, partiendo desde el Centro de Transformación y abarcando toda la instalación. Esto permitirá un control más eficiente del suministro eléctrico en cada una de las áreas de la instalación, asegurando una distribución constante y segura de la energía eléctrica.

Además, esta medida también contribuirá a reducir los riesgos asociados con la distribución de energía eléctrica en alta tensión, lo que resultará en una mayor seguridad para los usuarios de la instalación. Por lo tanto, se trata de una estrategia inteligente y efectiva para garantizar la eficiencia y la seguridad en la distribución eléctrica.

Es importante destacar que la implementación de cuadros principales y secundarios en la distribución eléctrica permitirá una mayor flexibilidad en el control de la energía eléctrica en la instalación, lo que permitirá una mejor adaptación a las necesidades de los usuarios y una respuesta más rápida y efectiva ante posibles problemas en la distribución eléctrica.

9. ILUMINACIÓN

Para el diseño de iluminación de la nave industrial; es decir, para calcular la distribución, la cantidad y tipo de las luminarias necesarias para alumbrar el interior de la nave se ha utilizado el programa de cálculo DIALUX. Se ha tenido en cuenta la norma UNE-12464.1- Norma europea sobre la iluminación para interiores. Dicha norma recoge los requisitos de iluminación que necesita satisfacer cada local en función de la actividad que se desempeñe en su interior. Los requisitos de cada entorno vienen incorporados en el programa y se tienen en cuenta para el cálculo de cada zona dentro de la nave.

De acuerdo con la norma previamente mencionada, “Los requisitos de iluminación son determinados por la satisfacción de tres necesidades humanas básicas:

- Confort visual: en el que los trabajadores tienen una sensación de bienestar, de un modo indirecto también contribuye a un elevado nivel de la productividad.
- Prestaciones visuales: en el que los trabajadores son capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante períodos más largos.
- Seguridad.”

Además, tal y como indica la ITC-BT-19: “Todos los locales de pública concurrencia deberán disponer de alumbrado de emergencia”. Según indica dicha instrucción técnica, aquellos locales de reunión y trabajo con una ocupación prevista de más de 300 personas, deberán disponer de suministro de socorro. En este caso, el único dispositivo que se ha considerado imprescindible en un caso de socorro ha sido las luces de emergencia. El alumbrado de emergencia tiene como objetivo garantizar la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas en caso de una posible evacuación, si se da el fallo de la alimentación del alumbrado normal. Como la nave industrial no cuenta con fuentes de energías propias por no haberse considerado necesarias, dichas luces contarán con una batería interna, que en caso de apagón tendrán autonomía de 30 minutos para garantizar una correcta evacuación del edificio.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

A continuación, se muestra un resumen de las luminarias utilizadas para iluminar debidamente la nave, el estudio de iluminación completo se encuentra en el ANEXO I.

Nave industrial

Lista de luminarias


Φ_{total} 13944090 lm		P_{total} 87288.5 W		Rendimiento lumínico 159.7 lm/W		$\Phi_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 128240 lm		$P_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 2312.9 W	
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico			
500	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48.0 W	4958 lm	103.3 lm/W			
229	Eaton Emergency Lighting	iP65PHP1HCG L	i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC	10.1 W	560 lm	55.4 lm/W			
				 10.1 W	560 lm (100 %)	-			
2562	Regiolux	4000 24W 865 ET sw RAL 9005 (SRT+1951000 4154)	SRT-System IP20-SRGCB/1500 LED - Geräteträger fix Central.Line.Optic Device mount fix Central.Line.Optic	23.8 W	4425 lm	185.9 lm/W			

Figura 12. Lista de luminarias

10. COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

Muchos de los equipos eléctricos que se utilizan en la industria necesitan generar campos magnéticos para su funcionamiento (transformadores, motores, etc.). Estos equipos eléctricos consumen energía reactiva para generar esos campos magnéticos que necesitan para su funcionamiento y después la devuelven en el cese de los mismos.

La energía reactiva no produce ningún trabajo útil; ya que, es energía que no se consume pero que circula por los conductores aumentando la intensidad y las pérdidas por estos. Es decir, ocasiona un consumo eléctrico que no está siendo aprovechado directamente. De hecho, las compañías distribuidoras penalizan un consumo de energía reactiva que suponga un FP menor de 0,95 para la instalación.

Con todo esto en mente, es obvio que compensar la energía reactiva puede ser muy beneficioso, incluso económicamente a pesar de la inversión inicial de la adquisición de los equipos necesarios para ello.

Para compensar la energía reactiva inductiva, que es la más frecuente en instalaciones industriales, se instala una batería de condensadores que compensan la energía reactiva inductiva con energía reactiva capacitiva hasta obtener el valor de FP que se desea para la instalación.

Entre los muchos beneficios que se obtienen para la instalación, se encuentran:

- Mejora de la eficiencia energética.
- Reducción en la factura de la luz.
- Mejora de la calidad de suministro eléctrico.
- Reducción de caída de tensión.
- Reducción de pérdidas por efecto Joule.
- Disminución de potencia demandada por la instalación.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

En el caso de estudio, se ha realizado la compensación de energía reactiva con objetivo de un FP de 0,99 con el fin de entrar en rango de no penalización por las distribuidoras eléctricas, reducir la intensidad que circula por los conductores principales y reducir la potencia aparente demanda a la red.

Los cálculos de este apartado se han llevado a cabo en el documento de “Documento 2- Cálculos” y se ha obtenido la batería de condensadores que requiere la instalación. El cual se ha instalado próximo al CGBT.

Como la demanda de reactiva puede ser variable en determinados momentos debido a la naturaleza de la actividad desarrollada en la nave industrial, se ha decidido seleccionar una batería automática de condensadores. De esta forma, se suministra la potencia reactiva según las necesidades de la instalación en cada momento.

Las características de la batería de condensadores seleccionada son las siguientes:

Tabla 2. Características de batería de condensadores

Producto	Batería de condensadores
Modelo	OPTIM 8 P&P-330-440
Tensión	400 V
Frecuencia	50 Hz
Clasificación de Potencia Reactiva	273kVar
Modo de funcionamiento	Automático
Nº de Pasos	6
Escalonaje	30 + 5 * 50
Sección de cable	2 x 150 mm ²
Protección	Interruptor automático + diferencial
Tensión de aislamiento	630
Poder de corte	36 kA
Dimensiones	1000 x 1750 x 440 mm
Peso	128 Kg

Estas baterías de condensadores han sido diseñadas conforme a las siguientes normas:

- IEC60831-1
- IEC 61921
- IEC 60439

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Estas baterías tienen las siguientes características mecánicas:

- Armario metálico RAL 7035 Gris
- Ventilación forzada a partir de 1000 metros de altitud (no es el caso).

Estas baterías de condensadores deben respetar los siguientes límites medioambientales para garantizar el correcto funcionamiento del aparato:

- Humedad admisible sin condensación: 80%
- Temperatura media durante un día: 45°C
- Temperatura media durante un año: 35°C
- Temperatura máxima: 55°C
- Temperatura mínima: -50°C

11. PROTECCIONES

11.1. Protección frente a sobreintensidades

Es importante determinar las protecciones de los circuitos de manera que cubran todas las demandas que el circuito pueda manejar. Esto implica permitir el paso de la corriente continua y las cargas pico propias de las cargas, proteger las canalizaciones de las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos), y garantizar la seguridad de las personas.

Una sobreintensidad se produce cuando la corriente que circula por un circuito supera su corriente nominal. Podemos distinguir dos tipos de sobreintensidades: sobrecargas, que ocurren en ausencia de una falla eléctrica, y cortocircuitos, que resultan de una falta de aislamiento entre conductores de diferentes potenciales.

El objetivo es proteger la instalación contra este tipo de sobreintensidades utilizando dispositivos de protección reglamentarios, como los interruptores automáticos. Estos dispositivos se aplican en dos ámbitos diferentes, con sus respectivas normas: instalaciones domésticas (UNE-EN 60898-1) e instalaciones industriales (UNE 60947-2).

Los interruptores automáticos pueden ser de varios tipos, según su corriente nominal y el nivel de la instalación en la que se utilizarán. Los tipos de interruptores automáticos son los siguientes:

- a) **Interruptores de bastidor abierto (ACB):** Se instalan en CGBT (Cuadros Generales de Baja Tensión) para corrientes entre 800 y 6300 A. Son dispositivos electrónicos con una curva de protección ajustable según las características de la instalación a proteger.
- b) **Interruptores de caja moldeada (MCCB):** Se pueden instalar en CGBT (interruptores de alta intensidad) o en paneles de distribución secundarios. También pueden ser dispositivos electrónicos, similares a los de bastidor abierto.

- c) **Interruptores modulares (MCB):** Combinan protección magnética y térmica en un solo dispositivo. Se utilizan para la distribución final.

Es importante mencionar que los parámetros ajustables de los interruptores automáticos de caja moldeada han sido configurados a través de relés electrónicos para cumplir con las condiciones de operación establecidas en el documento de "Cálculos".

11.2. Protección frente a contactos directos e indirectos

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) define el contacto indirecto como el contacto de personas o animales domésticos con partes que han quedado bajo tensión debido a un fallo en el aislamiento.

Para que exista un riesgo de contacto indirecto, se requiere una ruptura accidental del aislamiento de los conductores y su contacto con una parte metálica o conductora que, en condiciones normales de uso, no tiene potencial eléctrico, como la carcasa de una máquina.

Por contraparte, el contacto directo se define como el contacto de personas o animales con partes activas de materiales y equipos que tienen tensión eléctrica. Este tipo de contacto ocurre cuando un usuario entra en contacto directo con las partes activas de la instalación, como barras conductoras o los cables de fase y neutro con el aislamiento deteriorado o sin él.

Es evidente que la forma más eficaz de prevenir accidentes eléctricos en caso de una falla de aislamiento es cortar la alimentación eléctrica del circuito afectado antes de que un usuario pueda tocar inadvertidamente la parte conductora afectada y cerrar el circuito, lo que podría resultar en una descarga eléctrica con riesgo para su integridad física y mental.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Cuando la instalación eléctrica sigue un esquema de distribución TT, como es el caso, el dispositivo más utilizado para llevar a cabo esta operación es el interruptor diferencial. Estos dispositivos son altamente eficaces para garantizar la protección de las personas contra los riesgos de corriente eléctrica en baja tensión, ya sea por contacto directo o indirecto, utilizándose con los siguientes objetivos:

- Proteger a las personas contra contactos indirectos.
- Limitar los riesgos de incendio en las instalaciones eléctricas.
- Prevenir efectos destructivos de corrientes de defecto elevadas en cualquier dispositivo receptor.

Como información añadida, en la ITC-BT-24, "Protección contra contactos directos e indirectos", del REBT, se indican diversas pautas de como evitar este tipo de contactos.

11.3. Selección de los dispositivos de protección

Teniendo en cuenta las características de la instalación y de sus requerimientos capacitivos de protección, en el documento de "Cálculos" se ha llevado a cabo y se justifica la selección de los equipos de protección pertinentes, así como se muestran los requerimientos técnicos y capacitivos con los que debe de contar cada una de las protecciones.

A continuación, se muestran los códigos identificadores de los dispositivos empleados aguas arriba de cada uno de los cables. Estos códigos vienen reflejados en el documento "Planos".

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 3. Códigos de Interruptores 1

CABLE	CÓDIGO UNIFILAR IA	CÓDIGO UNIFILAR ID
CCGBT	IA CGBT	ID CGBT
CCC	IA 1	ID 1
CPI1	IA 1.1	ID 1.1
CPI2	IA 1.2	ID 1.2
CPI3	IA 1.3	ID 1.3
CPI4	IA 1.4	ID 1.4
CTM1	IA 1.5	ID 1.5
CTM2	IA 1.6	ID 1.6
CTM3	IA 1.7	ID 1.7
CTM4	IA 1.8	ID 1.8
CLCZ1	IA 1.9	ID 1.9
CLCZ2	IA 1.10	ID 1.10
CLCZ3	IA 1.11	ID 1.11
CEMC	IA 1.12	ID 1.12
CCM	IA 2	ID 2
CTM5	IA 2.1	ID 2.1
CTM6	IA 2.2	ID 2.2
CTM7	IA 2.3	ID 2.3
CTM8	IA 2.4	ID 2.4
CTM9	IA 2.5	ID 2.5
CTM10	IA 2.6	ID 2.6
CTM11	IA 2.7	ID 2.7
CTM12	IA 2.8	ID 2.8
CTM13	IA 2.9	ID 2.9
CTM14	IA 2.10	ID 2.10
CTM15	IA 2.11	ID 2.11
CTM16	IA 2.12	ID 2.12
CTM17	IA 2.13	ID 2.13
CTM18	IA 2.14	ID 2.14
CTM19	IA 2.15	ID 2.15
CTM20	IA 2.16	ID 2.16
CTT1	IA 2.17	ID 2.17
CTT2	IA 2.18	ID 2.18
CTT3	IA 2.19	ID 2.19
CTT4	IA 2.20	ID 2.20
CLMZ1	IA 2.21	ID 2.21
CLMZ2	IA 2.22	ID 2.22
CLMZ3	IA 2.23	ID 2.23
CEMM	IA 2.24	ID 2.24

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 4. Códigos de Interruptores 2

CABLE	CÓDIGO UNIFILAR IA	CÓDIGO UNIFILAR ID
CCR	IA 3	ID 3
CRO	IA 3.1	ID 3.1
CLS	IA 3.2	ID 3.2
CTM21	IA 3.3	ID 3.3
CTM22	IA 3.4	ID 3.4
CTT5	IA 3.5	ID 3.5
CLRZ1	IA 3.6	ID 3.6
CLRZ2	IA 3.7	ID 3.7
CLRZ3	IA 3.8	ID 3.8
CEMR	IA 3.9	ID 3.9
CCQ	IA 4	ID 4
CHD1	IA 4.1	ID 4.1
CHD2	IA 4.2	ID 4.2
CTM23	IA 4.3	ID 4.3
CLQZ1	IA 4.4	ID 4.4
CLQZ2	IA 4.5	ID 4.5
CLQZ3	IA 4.6	ID 4.6
CEMQ	IA 4.7	ID 4.7
CCV1	IA 5	ID 5
CHF1	IA 5.1	ID 5.1
CHF2	IA 5.2	ID 5.2
CTM24	IA 5.3	ID 5.3
CLV1.1	IA 5.4	ID 5.4
CLV1.2	IA 5.5	ID 5.5
CLV1.3	IA 5.6	ID 5.6
CEMV1	IA 5.7	ID 5.7
CCV2	IA 6	ID 6
CHF3	IA 6.1	ID 6.1
CHF4	IA 6.2	ID 6.2
CTM25	IA 6.3	ID 6.3
CLV2.1	IA 6.4	ID 6.4
CLV2.2	IA 6.5	ID 6.5
CLV2.3	IA 6.6	ID 6.6
CEMV2	IA 6.7	ID 6.7
CCQM	IA 7	ID 7
CQC1	IA 7.1	ID 7.1
CQC2	IA 7.2	ID 7.2
CQC3	IA 7.3	ID 7.3
CCL1	IA 7.4	ID 7.4
CCL2	IA 7.5	ID 7.5
CTM26	IA 7.6	ID 7.6
CLQMZ1	IA 7.7	ID 7.7
CLQMZ2	IA 7.8	ID 7.8
CLQMZ3	IA 7.9	ID 7.9
CEMQM	IA 7.10	ID 7.10

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 5. Códigos de Interruptores 3

CABLE	CÓDIGO UNIFILAR IA	CÓDIGO UNIFILAR ID
CCA1	IA 8	ID 8
CCH1	IA 8.1	ID 8.1
CCH2	IA 8.2	ID 8.2
CCH3	IA 8.3	ID 8.3
CCH4	IA 8.4	ID 8.4
CHTT1	IA 8.5	ID 8.5
CTM27	IA 8.6	ID 8.6
CTM28	IA 8.7	ID 8.7
CTM29	IA 8.8	ID 8.8
CTM30	IA 8.9	ID 8.9
CTM31	IA 8.10	ID 8.10
CTT6	IA 8.11	ID 8.11
CTT7	IA 8.12	ID 8.12
CTT8	IA 8.13	ID 8.13
CTT9	IA 8.14	ID 8.14
CLA1.1	IA 8.15	ID 8.15
CLA1.2	IA 8.16	ID 8.16
CLA1.3	IA 8.17	ID 8.17
CEMA1	IA 8.18	ID 8.18
CCA2	IA 9	ID 9
CHTT2	IA 9.1	ID 9.1
CLP1	IA 9.2	ID 9.2
CLP2	IA 9.3	ID 9.3
CRXD1	IA 9.4	ID 9.4
CRXD2	IA 9.5	ID 9.5
CSD1	IA 9.6	ID 9.6
CTM32	IA 9.7	ID 9.7
CTM33	IA 9.8	ID 9.8
CTM34	IA 9.9	ID 9.9
CTM35	IA 9.10	ID 9.10
CTM36	IA 9.11	ID 9.11
CLA2.1	IA 9.12	ID 9.12
CLA2.2	IA 9.13	ID 9.13
CLA2.3	IA 9.14	ID 9.14
CEMA2	IA 9.15	ID 9.15

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 6. Códigos de Interruptores 4

CABLE	CÓDIGO UNIFILAR IA	CÓDIGO UNIFILAR ID
CCA3	IA 10	ID 10
CSD2	IA 10.1	ID 10.1
CEST1	IA 10.2	ID 10.2
CEST2	IA 10.3	ID 10.3
CTM37	IA 10.4	ID 10.4
CTM38	IA 10.5	ID 10.5
CTM39	IA 10.6	ID 10.6
CTM40	IA 10.7	ID 10.7
CTM41	IA 10.8	ID 10.8
CTM42	IA 10.9	ID 10.9
CTM43	IA 10.10	ID 10.10
CTM44	IA 10.11	ID 10.11
CTM45	IA 10.12	ID 10.12
CTM46	IA 10.13	ID 10.13
CTM47	IA 10.14	ID 10.14
CTM48	IA 10.15	ID 10.15
CTM49	IA 10.16	ID 10.16
CTM50	IA 10.17	ID 10.17
CTM51	IA 10.18	ID 10.18
CTM52	IA 10.19	ID 10.19
CTM53	IA 10.20	ID 10.20
CTM54	IA 10.21	ID 10.21
CTM55	IA 10.22	ID 10.22
CTM56	IA 10.23	ID 10.23
CTT10	IA 10.24	ID 10.24
CLA3.1	IA 10.25	ID 10.25
CLA3.2	IA 10.26	ID 10.26
CLA3.3	IA 10.27	ID 10.27
CEMA3	IA 10.28	ID 10.28
CCIA	IA 11	ID 11
CTM57	IA 11.1	ID 11.1
CTM58	IA 11.2	ID 11.2
CTM59	IA 11.3	ID 11.3
CTM60	IA 11.4	ID 11.4
CTM61	IA 11.5	ID 11.5
CTM62	IA 11.6	ID 11.6
CTM63	IA 11.7	ID 11.7
CTM64	IA 11.8	ID 11.8
CTM65	IA 11.9	ID 11.9
CLING	IA 11.10	ID 11.10
CLALMZ1	IA 11.11	ID 11.11
CLALMZ2	IA 11.12	ID 11.12
CLALMZ3	IA 11.13	ID 11.13
CEM	IA 11.14	ID 11.14

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 7. Códigos de interruptores 5

CABLE	CÓDIGO UNIFILAR IA	CÓDIGO UNIFILAR ID
CCS	IA 12	ID 12
CTM66	IA 12.1	ID 12.1
CTM67	IA 12.2	ID 12.2
CTM68	IA 12.3	ID 12.3
CTM69	IA 12.4	ID 12.4
CTM70	IA 12.5	ID 12.5
CTM71	IA 12.6	ID 12.6
CTM72	IA 12.7	ID 12.7
CTM73	IA 12.8	ID 12.8
CTM74	IA 12.9	ID 12.9
CLB1	IA 12.10	ID 12.10
CLB2	IA 12.11	ID 12.11
CLVES1	IA 12.12	ID 12.12
CLVES2	IA 12.13	ID 12.13
CLCOMZ1	IA 12.14	ID 12.14
CLCOMZ2	IA 12.15	ID 12.15
CLMANZ1	IA 12.16	ID 12.16
CLMANZ2	IA 12.17	ID 12.17
CLMANZ3	IA 12.18	ID 12.18
CEMSAS	IA 12.19	ID 12.19
CCLIMA	IA 13	ID 13
CUTA	IA 13.1	ID 13.1
CVENT1	IA 13.2	ID 13.2
CVENT2	IA 13.3	ID 13.3
CVENT3	IA 13.4	ID 13.4
CVENT4	IA 13.5	ID 13.5
CVENT5	IA 13.6	ID 13.6
CVENT6	IA 13.7	ID 13.7
CEXTR1	IA 13.8	ID 13.8
CEXTR2	IA 13.9	ID 13.9
CEXTR3	IA 13.10	ID 13.10

12. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

La correcta conexión de la toma de tierra es vital para garantizar la seguridad del sistema eléctrico de cualquier instalación. Su ausencia supondría un gran riesgo para la integridad de las personas además de poner en peligro los equipos que forman la instalación. Por lo tanto, una buena puesta a tierra no solo garantiza la seguridad de las personas sino también la de la instalación. La puesta a tierra de una instalación consiste en formar una malla de tierras a la cual se conectan los elementos de la instalación.

La ITC-BT-18 indica que la instalación de puesta a tierra debe impedir la aparición de diferencias de potencial potencialmente peligrosas y debe permitir el paso a tierra de las corrientes de defecto y de descarga de origen atmosférico, garantizando así la seguridad de las personas ante contactos indirectos conduciendo la corriente a tierra por medio del conductor de puesta a tierra. Este tipo de contactos son los que se dan con masas que se encuentran en tensión accidentalmente.

12.1. Datos generales

Cuando se habla de contactos directos e indirectos, la IEC 60050 define la tensión límite convencional de contacto U_L como “el valor máximo de la tensión de contacto prevista que se puede mantener indefinidamente en condiciones especificadas de influencias externas”.

En la ITC-BT-24 se indican los siguientes valores para esta tensión:

- Locales secos: 50 V
- Locales húmedos: 24 V

Estos valores de tensión en esas condiciones son los máximos considerados que puede soportar una persona.

12.2. Componentes

Todas las instalaciones de puesta a tierra contienen los siguientes elementos:

- Electrodo de tierra: elemento metálico o conjunto de conductores interconectados, soterrados y en contacto eléctrico con tierra. Su función es canalizar las corrientes de fuga que procedan de la instalación o de descargas eléctricas. A estos conjuntos de conductores conectados pueden acompañarle plicas metálicas clavadas en el suelo o pueden ser placas metálicas soterradas.
- Línea de enlace con tierra: Del borne principal de tierra saldrá el conductor de tierra o línea de enlace con tierra (LET), que enlazará con el anillo o los electrodos de puesta a tierra, en función del esquema empleado.
- Borne principal de puesta a tierra: El borne principal de tierra es una barra metálica, sujeta a la pared o suelo, a la que se conectan el resto de los conductores de la instalación de puesta a tierra mediante bornes. Estos bornes están conectados a todas las masas metálicas que se encuentren en la instalación. En este caso concreto los bornes están repartidos uniformemente encima del mallado de puesta a tierra de la instalación para poder enlazar las masas con tierra por grupos empleando conductores más cortos.
- Conductores de protección: Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación para garantizar la protección contra contactos indirectos.

Estos elementos se repartirán uniformemente según necesidad con el objetivo de distribuir las descargas de las masas mediante sus respectivos conductores de protección para posteriormente unirlos con tierra.

12.3. Instalación de Puesta a Tierra

La instalación de puesta tierra para el caso de estudio consiste en un cable de cobre desnudo formando una malla simple. A esta malla se conecta toda la estructura de la instalación y el mallazo metálico de las placas de hormigón por medio de soldadura aluminotérmica de forma que sea fiable.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

La malla simple de formada con conductor desnudo de cobre y de sección 70 mm² se encuentra soterrada 1 metro. Dado que la resistencia de la malla es suficientemente pequeña, no se ha considerado necesario la instalación complementaria de picas. Esta decisión se justifica detalladamente en el documento de “Cálculos”.

A continuación, se muestra una imagen ejemplo de los diferentes sistemas de puesta a tierra que se pueden diseñar en función de los tipos de electrodos empleados. En este caso se ha empleado conexión de malla.

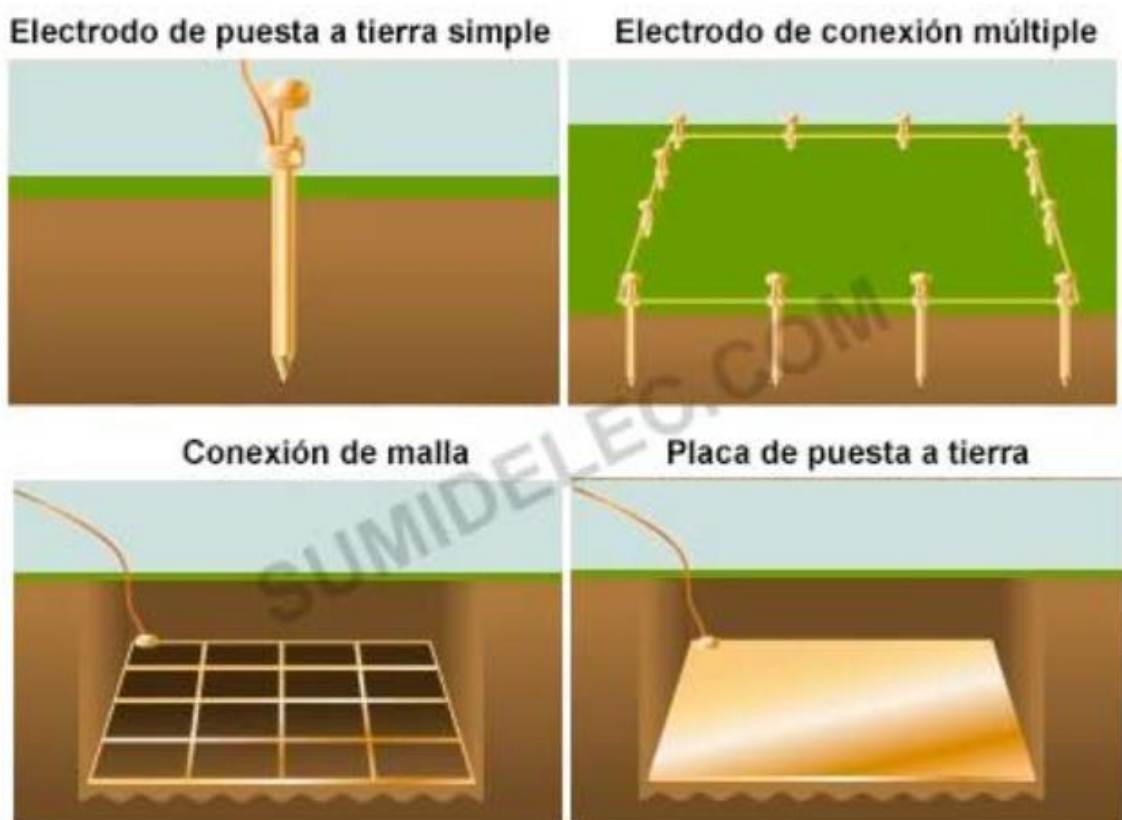


Figura 13. Ejemplos de tipos de electrodos¹⁰

¹⁰ <https://www.sumidelec.com/blog/guia-puestas-tierra-resistencias>

13. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

La instalación eléctrica de baja tensión debe estar dimensionada para ser capaz de suministrar las necesidades eléctricas de todas las cargas que componen la instalación. Debido al gran tamaño de la instalación se ha decidido poner un cuadro secundario en cada una de las zonas principales y su función es la de abastecer dicha zona. Para ello, desde el CGBT se alimenta cada uno de los cuadros secundarios.

A continuación, se describen detalladamente las características de la instalación.

13.1. Condiciones generales

En la presente instalación, todos los materiales utilizados serán de excelente calidad y cumplirán con los requisitos establecidos en el Reglamento Electrotécnico para baja tensión y otras normativas vigentes relacionadas con materiales de construcción.

Los materiales podrán ser sometidos a análisis o pruebas, a cargo de la empresa contratista, para garantizar su calidad. Cualquier material adicional necesario, que no esté especificado en el proyecto, deberá ser aprobado por la Dirección Técnica y solo se emplearán aquellos que cumplan con los estándares adecuados para la instalación.

Los materiales no incluidos en el proyecto que puedan generar discrepancias de precios deberán cumplir con los requisitos de calidad, según el criterio de la Dirección Facultativa, y el contratista no tendrá derecho a presentar reclamaciones sobre estos aspectos.

Todos los trabajos incluidos en el proyecto se realizarán meticulosamente, siguiendo las buenas prácticas en instalaciones eléctricas, en conformidad con el Reglamento Electrotécnico para baja tensión y bajo estricto cumplimiento de las instrucciones proporcionadas por la Dirección Facultativa. La baja en subasta no justificará cambios en la minuciosa ejecución, la alta calidad de los materiales y la mano de obra, ni permitirá la solicitud de proyectos adicionales por parte del contratista.

13.2. Suministro eléctrico

El suministro de la instalación se realiza en Alta Tensión a través de la compañía Iberdrola Distribución. Mediante el CT se pasa el suministro eléctrico a Baja Tensión para satisfacer las necesidades de las cargas de la instalación.

La instalación de Baja Tensión está compuesta por los siguientes elementos:

- Línea de alimentación al CGBT
- Cuadro General de Baja Tensión.
- Cuadros secundarios.

La naturaleza del sistema eléctricos deberá tener las siguientes características:

- Corriente alterna trifásica.
- Frecuencia de 50Hz.
- Tensión entre fases: 400V.
- Tensión entre fase y neutro: 230V.

13.3. Alimentación del CGBT

La línea de alimentación del CGBT parte desde el transformador instalado en el interior del Centro de Transformación, enlazando con el Cuadro General de Baja Tensión mediante canalización subterránea bajo tubo.

En esta canalización discurrirá única y exclusivamente esta línea, no aceptando, por tanto, la presencia de canalizaciones de agua, gas, telecomunicaciones, etc.

Los conductores que forman esta línea han sido dimensionados en el Documento "Cálculos" y son de cobre con cubierta de XLPE, teniendo una sección de: 4X(3X300+300) mm². Estos conductores son unipolares y se instalan bajo tubo y tienen una longitud de 10 m.

13.4. Cuadro General de Baja Tensión (CGBT)

El Cuadro General de Baja Tensión se encuentra en la zona de la nave más próxima al CT, al lado de la sala de mantenimiento. Esto se puede apreciar en el Documento “Planos”.

La función del CGBT es recibir la alimentación desde el CT y distribuirla a todos los cuadros secundarios aguas debajo de este cumpliendo las prescripciones de carácter general establecidas en la ITC-BT-28.

El diseño de la envolvente del cuadro está cuidadosamente elaborado para asegurar una protección completa tanto para las personas, evitando contactos eléctricos directos con las partes internas del equipo, como para el propio equipo, protegiéndolo de la entrada de elementos externos, ya sean sólidos o líquidos (según el código IP), así como de impactos mecánicos externos (según el código IK). De esta manera, se previenen daños que podrían afectar la seguridad de los usuarios y el rendimiento y durabilidad del cuadro.

El nivel de protección IP2X asegura que la envolvente proteja a las personas del acceso a partes peligrosas cuando se manipulen herramientas manuales. Además, el cuadro cuenta con un embarrado de puesta a tierra desde el cual se establecerá la línea principal de tierra hasta la conexión con el electrodo de tierra. Esto contribuye a garantizar una adecuada puesta a tierra y una operación segura del sistema.

La construcción y diseño del cuadro deberá proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos han de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según los cálculos realizados.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

En el caso de que se instalara un interruptor diferencial por cada circuito o grupos de circuito, se podrá prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos.

Del cuadro general se distribuyen los diferentes circuitos independientes que darán alimentación a todos los elementos de la nave industrial tal como se muestran en los esquemas unifilares del Documento "Planos". En la sala de mantenimiento contigua al CGBT se encuentra una batería de condensadores cuya función es la de compensar la energía reactiva de la instalación según sea conveniente. El dimensionamiento de este elemento se encuentra en el Documento "Cálculos". Los datos técnicos del cuadro vienen indicados en el diagrama unifilar del Documento "Planos".

13.5. Cuadros secundarios

Los cuadros secundarios son todos aquellos cuadros alimentados por el CGBT, y son los encargados de alimentar las cargas de la instalación, dividiendo así la instalación por secciones y reduciendo el alcance de posibles averías que puedan producirse en esta.

Cada uno de los cuadros secundarios pertenecientes a la instalación cuenta con los siguientes elementos:

1. Un interruptor general automático ha sido incorporado en el sistema con la capacidad de ser accionado y provisto de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Su ubicación en cada cuadro secundario permite a los operarios realizar maniobras directamente desde el cuadro, sin necesidad de acudir al CGBT (Centro General de Baja Tensión) para llevar a cabo operaciones, lo que simplifica las tareas en caso de averías o para desconectar el cuadro durante labores de mantenimiento.
2. Los interruptores diferenciales han sido seleccionados para cada circuito, garantizando una protección adecuada contra posibles contactos indirectos en todos los circuitos.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

3. Se han instalado interruptores automáticos individuales para cada circuito, asegurando una protección precisa contra sobrecargas y cortocircuitos en cada uno de ellos. Esta medida se ha implementado a nivel de circuito para preservar la seguridad y el correcto funcionamiento de toda la instalación eléctrica.

Todas las protecciones deben ser selectivas con las protecciones que se encuentran aguas arriba de forma que la instalación sea lo más segura posible. De esta forma han sido dimensionadas y calculadas, tal y como se describe en el Documento "Cálculos".

Además, dichos cuadros vienen representados con sus respectivas protecciones para cada uno de los conductores involucrados en los diagramas unifilares contenidos en el Documento "Planos".

13.6. Conductores

Las líneas de alimentación salientes desde el CGBT se han dimensionado utilizando conductores unipolares aislados de cobre de tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 kV donde:

- R: cable con aislamiento XLPE, esto es, polietileno reticulado
- Z1: cubierta de poliolefina ignífuga, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio.
- K: conductor de cobre flexible para instalaciones fijas.
- 0,6/1 kV: Tensión nominal de aislamiento designada
- La temperatura máxima es de 90°C en servicio permanente y 250°C en cortocircuito.

Los conductores que forman parte de la instalación han sido seleccionados mediante la elección de la situación más desfavorable. Esta situación se obtiene mediante el cálculo de dos criterios (térmico y de caída de tensión), ambos escenarios han sido considerados y calculados en el Documento "Cálculos", siendo la sección mínima de 2,5 mm². Para este dimensionamiento se ha empleado la norma UNE-HD 60364:

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Criterio térmico: a partir de la necesidad de intensidad de cada una de las cargas y de las características concretas de la instalación, se ha seleccionado la sección de cable que admita esa intensidad en esas condiciones de funcionamiento.
- Criterio de caída de tensión: se ha determinado sección de los conductores de forma que la caída de tensión desde el origen de la instalación a cualquier punto sea menor que el 6,5% para el caso de cargas que no sean luminarias, estas deben tener una caída de tensión menor que 4,5%.

Por otro lado, es importante mencionar que, independientemente de los resultados obtenidos al calcular la sección del conductor utilizando los criterios aplicados, puede haber ocasiones en las que la sección seleccionada sea mayor que la obtenida a través del criterio más restrictivo. Esto se debe a la necesidad de obtener una corriente máxima admisible I_z mayor, con el propósito de garantizar que la protección contra sobrecargas escogida en esos casos cumpla con la siguiente condición:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

donde:

- I_b : corriente para la cuál ha sido dimensionado el circuito.
- I_n : corriente asignada al dispositivo de protección.
- I_z : capacidad en condiciones de régimen permanente ($I_{m\acute{a}x}$ admisible)

Para la elección del conductor de neutro se ha empleado la ITC-BT-19 que dice que, en instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo el conductor de neutro será como mínimo igual al de las fases. En esta instalación, por razones de seguridad, todos los conductores de neutro serán de la misma sección que las fases.

Además, los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, sobre todo el conductor de neutro y el conductor de protección en caso de que hubiese. Para

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

ellos se emplea un código de colores para cada conductor, dependiendo que función desempeñe, como se muestra en la siguiente figura:

FUNCIÓN	IEC 60446
FASE R	
FASE S	
FASE T	
NEUTRO	
TIERRA	
MONOFASICO	

Figura 14. Color de identificación de los conductores¹¹

Para la elección del conductor de protección se han seguido las pautas indicadas en la tabla que se muestra a continuación que proviene de la ITC-BT-18, siendo estos del mismo tipo que los conductores activos de la instalación. La siguiente tabla indica la sección del conductor de protección (PE) en función de la sección de los conductores de fase:

Tabla 8. Sección del conductor de protección

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

¹¹ <https://mantenimientoelectrico.pro/que-significan-los-colores-de-los-conductores-electricos/>

13.6.1. Resistencia al fuego

Según la normativa, los elementos que forman la instalación de la canalización eléctrica han sido sometidos a las siguientes pruebas cumpliendo los requisitos de:

- La resistencia de los materiales al calor anómalo.

Según normas IEC 60439-2 e IEC60695-2-10 a 2-13:

- La resistencia de propagación de las llamas.

Según normas IEC 60439-2 e IEC60332-3:

- La comprobación del cortafuegos en paso de pantalla durante 2h.
- La conservación de la integridad de los circuitos durante 1h y 30min.

13.7. Conexiones

En ninguna circunstancia se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones simplemente retorciéndolos o enrollándolos entre sí. En su lugar, siempre se deberán utilizar bornes de conexión montados individualmente o formando bloques o regletas de conexión. También se permite la utilización de bridas de conexión. Estas conexiones deben llevarse a cabo dentro de cajas de empalme y/o derivación, siguiendo las pautas establecidas en el ITC-BT 19.

Si los conductores son de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de manera que la corriente se distribuya por todos los alambres componentes, asegurando así una distribución adecuada de la carga eléctrica.

13.8. Canalizaciones

13.8.1. Prescripciones generales

La instalación interior se llevará a cabo mediante el uso de canales y tubos, en estricto cumplimiento de las regulaciones establecidas en las normas ICT-BT-19, ICT-BT-20 e ICT-BT-21.

Es posible que varios circuitos compartan el mismo tubo o compartimento de canal, siempre que todos los conductores estén debidamente aislados para la tensión asignada más alta.

En situaciones donde exista proximidad entre canalizaciones eléctricas y otras no eléctricas, se garantizará una distancia mínima de 3 cm entre sus superficies exteriores.

En caso de cercanía con conductos de calefacción, aire caliente, vapor o humo, se establecerán las canalizaciones eléctricas de tal manera que no alcancen temperaturas peligrosas y, por ende, se mantendrán separadas mediante una distancia adecuada o mediante el uso de pantallas calorífugas.

No se permitirá que las canalizaciones eléctricas se ubiquen por debajo de otras canalizaciones que puedan causar condensaciones, como las destinadas a la conducción de vapor, agua, gas, etc., a menos que se tomen las medidas necesarias para protegerlas de los efectos de dichas condensaciones.

Las canalizaciones deben estar dispuestas de manera que faciliten su manipulación, inspección y acceso a sus conexiones, permitiendo reparaciones y transformaciones en cualquier momento. Además, se asegurará la identificación adecuada de los circuitos y elementos para facilitar su manejo.

A lo largo de la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos constructivos como muros, tabiques y techos, no se permitirá la disposición de

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

empalmes o derivaciones de cables, y se protegerán contra daños mecánicos, acciones químicas y efectos de la humedad.

Para los aparatos instalados en lugares húmedos o mojados, tales como mecanismos, interruptores, bases y reguladores, sus cubiertas, tapas, mandos y pulsadores de maniobra deberán estar fabricados con materiales aislantes.

13.8.2. Canalizaciones de la instalación

Las canalizaciones y conductores empleados en la instalación se describen a continuación:

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 9. Designación de cables y canalización 1

Nombre	Longitud (m)	Designación	Tipo	Instalación	Material	Aislamiento	Temperatura	Detalles
CCGBT	10	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre	XLPE	90°C	4 circuitos de 3 cables unipolares. Separados 1 metro
CCC	100	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja pared	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CPI1	25	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CPI2	16	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CPI3	15	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CPI4	6	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CTM1	28	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CTM2	19	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CTM3	18	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CTM4	9	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CLCZ1	33	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLCZ2	42	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLCZ3	48	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CEMC	38	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CCM	74	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja pared	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM5	35	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductores separados en grupos de 4
CTM6	30	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductores separados en grupos de 4
CTM7	25	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductores separados en grupos de 4
CTM8	20	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductores separados en grupos de 4
CTM9	30	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductores separados en grupos de 4
CTM10	25	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductores separados en grupos de 4
CTM11	20	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductores separados en grupos de 4
CTM12	15	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductores separados en grupos de 4
CTM13	25	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductores separados en grupos de 4
CTM14	20	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductores separados en grupos de 4
CTM15	15	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductores separados en grupos de 4
CTM16	10	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductores separados en grupos de 4
CTM17	20	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductores separados en grupos de 4
CTM18	15	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductores separados en grupos de 4
CTM19	10	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductores separados en grupos de 4
CTM20	5	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductores separados en grupos de 4
CTT1	27	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CTT2	22	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CTT3	17	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CTT4	12	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CLMZ1	31	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLMZ2	40	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLMZ3	46	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CEMM	35	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 10. Designación de cables y canalización 2

Nombre	Longitud (m)	Designación	Tipo	Instalación	Material	Aislamiento	Temperatura	Detalles
CCR	194	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja pared	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CRO	15	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CLS	1	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CTM21	18	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CTM22	13	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CTT5	19	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CLRZ1	41	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLRZ2	33	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLRZ3	47	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CEMR	40	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CCQ	95	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja pared	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CHD1	20	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CHD2	11	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CTM23	20	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CLQZ1	19	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLQZ2	27	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLQZ3	35	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CEMQ	33	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CCV1	367	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja pared	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CHF1	12	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductor solo
CHF2	13	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductor solo
CTM24	9	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductor solo
CLV1.1	36	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLV1.2	48	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLV1.3	67	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CEMV1	96	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CCV2	314	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja pared	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CHF3	8	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductor solo
CHF4	8	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductor solo
CTM25	13	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductor solo
CLV2.1	35	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLV2.2	44	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLV2.3	62	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CEMV2	70	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 11. Designación de cables y canalización 3

Nombre	Longitud (m)	Designación	Tipo	Instalación	Material	Aislamiento	Temperatura	Detalles
CCQM	94	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja pared	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CQC1	39	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CQC2	29	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CQC3	19	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CCL1	59	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CCL2	49	RZ1-K (AS)	Trifásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CTM26	46	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separados 2 diámetros del resto
CLQMZ1	42	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLQMZ2	60	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLQMZ3	78	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CEMQM	72	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CCA1	236	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja pared	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CCH1	7	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CCH2	13	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CCH3	19	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CCH4	25	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CHTT1	8	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM27	13	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM28	19	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM29	25	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM30	31	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM31	18	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTT6	21	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTT7	27	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTT8	33	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTT9	39	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLA1.1	43	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLA1.2	37	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLA1.3	52	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CEMA1	89	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 12. Designación de cables y canalización 4

Nombre	Longitud (m)	Designación	Tipo	Instalación	Material	Aislamiento	Temperatura	Detalles
CCA2	99	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja pared	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CHTT2	108	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLP1	93	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLP2	76	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CRXD1	8	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CRXD2	23	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CSD1	8	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 1 conductor por bandeja
CTM32	133	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM33	62	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM34	22	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM35	17	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM36	19	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 1 conductor por bandeja
CLA2.1	63	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLA2.2	58	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLA2.3	73	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CEMA2	104	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CCA3	49	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja pared	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CSD2	27	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CEST1	17	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CEST2	7	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM37	26	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM38	16	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM39	30	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM40	21	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM41	26	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM42	17	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM43	22	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM44	13	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM45	18	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM46	9	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM47	21	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	3 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM48	12	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	3 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM49	25	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	3 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM50	16	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	3 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM51	29	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	3 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM52	20	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	3 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM53	33	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	3 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM54	24	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	3 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM55	52	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	3 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM56	42	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	3 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTT10	47	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	3 bandejas (separadas 300mm). 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLA3.1	47	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLA3.2	50	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLA3.3	68	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CEMA3	64	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas. 2 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 13. Designación de cables y canalización 5

Nombre	Longitud (m)	Designación	Tipo	Instalación	Material	Aislamiento	Temperatura	Detalles
CCIA	76	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja pared	Cobre Flexible	XLPE	90°C	2 bandejas (separadas 300mm). 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM57	31	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	8 conductores agrupados de 4 en 4
CTM58	23	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	8 conductores agrupados de 4 en 4
CTM59	28	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	8 conductores agrupados de 4 en 4
CTM60	20	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	8 conductores agrupados de 4 en 4
CTM61	22	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	8 conductores agrupados de 4 en 4
CTM62	14	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	8 conductores agrupados de 4 en 4
CTM63	19	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	8 conductores agrupados de 4 en 4
CTM64	11	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	8 conductores agrupados de 4 en 4
CTM65	43	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductor solo
CLING	34	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso techo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductor solo
CLALMZ1	71	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLALMZ2	104	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CLALMZ3	110	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CEM	106	RZ1-K (AS)	Monofásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CCS	34	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja pared	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CTM66	7	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Conductor solo
CTM67	33	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	8 conductores agrupados de 4 en 4
CTM68	34	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	8 conductores agrupados de 4 en 4
CTM69	68	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	8 conductores agrupados de 4 en 4
CTM70	64	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	8 conductores agrupados de 4 en 4
CTM71	60	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	8 conductores agrupados de 4 en 4
CTM72	56	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	8 conductores agrupados de 4 en 4
CTM73	52	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	8 conductores agrupados de 4 en 4
CTM74	47	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso suelo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	8 conductores agrupados de 4 en 4
CLB1	19	H07Z1-K (AS)	Monofásico	Falso techo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separado 2 diámetros del resto
CLB2	31	H07Z1-K (AS)	Monofásico	Falso techo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separado 2 diámetros del resto
CLVES1	42	H07Z1-K (AS)	Monofásico	Falso techo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separado 2 diámetros del resto
CLVES2	62	H07Z1-K (AS)	Monofásico	Falso techo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separado 2 diámetros del resto
CLCOMZ1	78	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso techo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separado 2 diámetros del resto
CLCOMZ2	93	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso techo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separado 2 diámetros del resto
CLMANZ1	29	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso techo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separado 2 diámetros del resto
CLMANZ2	40	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso techo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separado 2 diámetros del resto
CLMANZ3	69	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso techo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separado 2 diámetros del resto
CEMSAS	93	RZ1-K (AS)	Monofásico	Falso techo	Cobre Flexible	XLPE	90°C	Separado 2 diámetros del resto
CLLIMA	71	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja pared	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 3 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CUTA	1	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CVENT1	47	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CVENT2	59	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CVENT3	111	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CVENT4	57	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CVENT5	26	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CVENT6	103	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CEXTR1	57	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CEXTR2	74	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)
CEXTR3	95	RZ1-K (AS)	Trifásico	Bandeja perforada	Cobre Flexible	XLPE	90°C	1 bandeja. 4 conductores por bandeja (Separados 2 diámetros)

13.9. Beneficios de un correcto diseño de la instalación eléctrica

Una instalación eléctrica bien diseñada garantiza que los equipos y materiales trabajen en armonía para transportar y distribuir la energía eléctrica de manera eficiente y segura, llegando a los dispositivos y máquinas receptoras para su uso final. Esto proporciona al usuario flexibilidad, comodidad y economía en su funcionamiento.

Dado que la presencia de energía eléctrica conlleva riesgos para la seguridad humana, es fundamental priorizar la protección de las personas y los bienes materiales. Por tanto, cada componente de la instalación eléctrica debe estar estratégicamente ubicado para garantizar la máxima seguridad posible.

Asimismo, el servicio de instalaciones eléctricas debe ser altamente eficiente y rentable, buscando maximizar la eficiencia y reducir los costos asociados. De esta manera, se garantiza que la instalación eléctrica funcione de manera óptima, cumpliendo con los más altos estándares de seguridad y desempeño.

14. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

14.1. Características Generales del CT

El Centro de Transformación, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en Media Tensión. La energía será suministrada por la compañía i-DE a la tensión trifásica de 30 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Se precisa de un suministro de energía a una tensión de 400/230 V, con una potencia máxima simultánea de 1011 kVA. Es por ello, que, para satisfacer esta demanda es necesario instalar un Centro de Transformación como este, de 1250 kVA.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son, celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

14.2. Obra Civil

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos. Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas vigentes.

14.2.1. Características de los Materiales (Edificio de Transformación)

-Descripción

Los edificios pfu para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT,

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

-Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

-Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

-Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180º) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

-Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

-Acabado

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

-Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

-Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

14.3. Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 30 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 1.039 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 20 kA eficaces.

14.4. Características de la Aparata de Media Tensión y Transformadores

14.4.1. Celdas: cgm.3 Modulares

Las celdas del sistema cgm.3 forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL, denominados

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las partes que componen estas celdas son:

-Base y frente

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mecanismo de maniobra, así como el dispositivo de señalización de presencia de tensión y la alarma sonora de prevención de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el panel de acceso a la acometida de cables de Media Tensión y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del circuito de tierras y de las pantallas de los cables.

-Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, evita, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas o la aparamenta del Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

-Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema cgm.3 tiene 3 posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda S).

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

-Mecanismo de Maniobra

Los mecanismos de maniobra son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

-Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

-Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

-Características eléctricas

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

- Tensión nominal 36 kV
- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min)
 - a tierra y entre fases 70 kV
 - a la distancia de seccionamiento 80 kV
 - Impulso tipo rayo
 - a tierra y entre fases 170 kV
 - a la distancia de seccionamiento 195 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

14.4.2. Entrada / Salida 1: *cgm.3-l*

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda *cgm.3-l* de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos *ekorVPIS* para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra *ekorSAS*.

-Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 21 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 52,5 kA

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 70 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 170
- Capacidad de cierre (cresta): 52,5 kA
- Capacidad de corte:
 - Corriente principalmente activa: 400 A
- Clasificación IAC: AFL

-Características físicas:

- Ancho: 418 mm
- Fondo: 850 mm
- Alto: 1745 mm
- Peso: 138 kg

-Otras características constructivas:

- Mecanismo de maniobra interruptor: Motorizado tipo BM
- Unidad de Control Integrado: ekorRCI-2002B
-

14.4.3. Entrada / Salida 2: *cgm.3-I*

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgm.3-I** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

-Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 21 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 52,5 kA
- Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 70 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 170
- Capacidad de cierre (cresta): 52,5 kA
- Capacidad de corte:
 - Corriente principalmente activa : 400 A
- Clasificación IAC: AFL

-Características físicas:

- Ancho: 418 mm
- Fondo: 850 mm
- Alto: 1745 mm
- Peso: 138 kg

-Otras características constructivas:

- Mando interruptor: Motorizado tipo BM
- Unidad de Control Integrado: ekorRCI-2002B

14.4.4. Entrada / Salida 3: *cgm.3-l*

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

La celda **cgm.3-I** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

-Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 21 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 52,5 kA
- Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 70 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 170
 - Capacidad de cierre (cresta): 52,5 kA
- Capacidad de corte:
 - Corriente principalmente activa: 400 A
- Clasificación IAC: AFL

-Características físicas:

- Ancho: 418 mm
- Fondo: 850 mm
- Alto: 1745 mm
- Peso: 138 kg

-Otras características constructivas:

- Mando interruptor: Motorizado tipo BM

14.4.5. Seccionamiento Compañía: *cgm.3-l*

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgm.3-l** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

-Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 21 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 52,5 kA
- Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min)
 - a tierra y entre fases: 70 kV
 - Impulso tipo rayo:
 - a tierra y entre fases (cresta): 170
 - Capacidad de cierre (cresta): 52,5 kA
 - Capacidad de corte:
 - Corriente principalmente activa: 400 A
- Clasificación IAC: AFL

-Características físicas:

- Ancho: 418 mm

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Fondo: 850 mm
- Alto: 1745 mm
- Peso: 138 kg

-Otras características constructivas:

- Mando interruptor: Motorizado tipo BM

14.4.6. Remonte a Protección General: *cgm.3-l*

-Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Clasificación IAC: AFL

-Características físicas:

- Ancho: 418 mm
- Fondo: 1745 mm
- Alto: 850 mm
- Peso: 138 kg

14.4.7. Protección General: *cgm.3-v*

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda *cgm.3-v* de interruptor automático de vacío está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. La puesta a tierra de los cables de acometida se realiza a través del interruptor automático. La conexión de cables es inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

incorporar una alarma sonora de prevención de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

-Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min):
 - a tierra y entre fases: 70 kV
 - Impulso tipo rayo:
 - a tierra y entre fases (cresta): 170 kV
 - Capacidad de cierre (cresta): 52,5 kA
 - Capacidad de corte en cortocircuito: 21 kA
- Clasificación IAC: AFL

-Características físicas:

- Ancho: 600 mm
- Fondo: 850 mm
- Alto: 1745 mm
- Peso: 240 kg

-Otras características constructivas:

- Mando interruptor automático: Manual tipo AV
- Relé de protección: ekor.rpg-2001B

14.4.8. Medida: *cgm.3-m*

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda *cgm.3-m* de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

-Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Clasificación IAC: AFL

-Características físicas:

- Ancho: 900 mm
- Fondo: 1160 mm
- Alto: 1950 mm
- Peso: 290 kg

-Otras características constructivas:

- Transformadores de medida: 3TT y 3 TI

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

De aislamiento seco y contruidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

- Transformadores de tensión
 - Relación de transformación: 30000/V3-110/V3 V
 - Sobretensión admisible en permanencia:
 - 1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8 horas
- Medida
 - Potencia: 50 VA
 - Clase de precisión: 0,5
- Transformadores de intensidad
 - Relación de transformación: 15-30/5 A
 - Intensidad térmica: 80 In (mín. 5 kA)
 - Sobreintensidad admisible en permanencia: $F_s \leq 5$
- Medida
 - Potencia: 15 VA
 - Clase de precisión: 0,5s

14.4.9. Transformador

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 1250 kVA y refrigeración natural éster biodegradable, de tensión primaria 30 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

-Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 6%
- Grupo de conexión: DYN11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

Sistema de recogida de posibles derrames de acuerdo con ITC-RAT 14, apartado 5.1 a).

14.5. Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

14.5.1. Cuadros BT - B2 Transformador 1: *Interruptor automático BT*

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparata de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

El cuadro tiene las siguientes características:

- Interruptor automático de 2000 A.
- 1 salida formadas por bases portafusibles.
- Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.
- Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
- Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
- Bornas (alimentación a alumbrado) y pequeño material.

-Características eléctricas

- Tensión asignada: 440 V
- Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min):
 - a tierra y entre fases: 10 kV
 - entre fases: 2,5 kV
- Impulso tipo rayo:
 - a tierra y entre fases: 20 kV

-Dimensiones:

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Altura: 900 mm
- Anchura: 300 mm
- Fondo: 510 mm

14.6. Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto de este, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparatamenta.

14.6.1. Puentes MT Transformador 1: *Cables MT 18/30 kV*

Cables MT 18/30 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al. La terminación al transformador es EUROMOLD de 36 kV del tipo enchufable acodada y modelo M400LR. En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 36 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 236.

14.6.2. Puentes M.T. Transformador 1:

Interconexión enchufable apantallada y no accesible de la función de protección de Media Tensión y de la función de transformador mediante conjuntos de unión unipolares de tensión nominal 36 kV ORMALINK de Ormazabal.

14.6.3. Puentes entre Celdas: *Cables MT 18/30 kV*

Cables MT 18/30 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al, y terminaciones EUROMOLD de 36 kV del tipo atornillable y modelo M430TB y del tipo cono difusor y modelo OTK 236.

14.6.4. Puentes BT - B2 Transformador 1: *Puentes transformador-cuadro*

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 5xfase + 3xneutro.

14.6.5. Defensa de Transformador 1: *Protección física transformador*

Protección metálica para defensa del transformador.

Cerradura enclavada con la celda de protección correspondiente.

14.6.6. Iluminación Edificio de Transformación: *Equipo de iluminación*

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

14.7. Medida de la energía eléctrica

El conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

14.8. Unidades de protección, automatismo y control

14.8.1. Unidad de Control Integrado: *ekor.rci*

Unidad de control integrado para la supervisión y control función de línea, compuesta de un relé electrónico y sensores de intensidad. Totalmente comunicable, dialoga con la unidad remota para las funciones de telecontrol y dispone de capacidad de mando local.

Procesan las medidas de intensidad y tensión, sin necesidad de convertidores auxiliares, eliminando la influencia de fenómenos transitorios, y calculan las magnitudes necesarias para realizar las funciones de detección de sobreintensidad, presencia y ausencia de tensión, paso de falta direccional o no, etc. Al mismo tiempo determinan los valores eficaces de la intensidad que informan del valor instantáneo de dichos parámetros de la instalación. Disponen de display y teclado para visualizar, ajustar y operar de manera local la unidad, así como puertos de comunicación para poderlo hacer también mediante un ordenador, bien sea de forma local o remota. Los protocolos de comunicación estándar que se implementan en todos los equipos son MODBUS en modo transmisión RTU (binario) y PROCOME, pudiéndose implementar otros protocolos específicos dependiendo de la aplicación.

-Características:

- Funciones de Detección
 - Detección de faltas fase - fase (curva TD) desde 5A a 1200A
 - Detección de faltas fase - tierra (curva NI, EI, MI y TD) desde 0,5A a 480A
 - Asociado a la presencia de tensión
 - Filtrado digital de las intensidades magnetizantes
 - Curva de tierra: inversa, muy inversa y extremadamente inversa
 - Detección Ultra-sensible de defectos fase-tierra desde 0,5 A
- Presencia / Ausencia de Tensión
 - Acoplo capacitivo (pasatapas)
 - Medición en todas las fases L1, L2, L3

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Tensión de la propia línea (no de BT)
- Paso de Falta / Seccionalizador Automático
- Intensidades Capacitivas y Magnetizantes
- Control del Interruptor
 - Estado interruptor-seccionador
 - Maniobra interruptor-seccionador
 - Estado seccionador de puesta a tierra
 - Error de interruptor
- Detección Direccional de Neutro

- Otras características:

- I_{th}/I_{din} = 20 kA /50 kA
- Temperatura = -10 °C a 60 °C
- Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz ± 1 %
- Comunicaciones: Protocolo MODBUS(RTU)/PROCOME
- Ensayos:
 - De aislamiento según 60255-5
 - De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
 - Climáticos según CEI 60068-2-X
 - Mecánicos según CEI 60255-21-X
 - De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 2004/108/CE, y con la normativa internacional IEC 60255. La unidad ekoRRCI ha sido diseñada y fabricada para su uso en zonas industriales acorde a las normas de CEM. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo CE-26/08-07-EE-1.

14.8.2. Unidad de Protección: *ekor.rpg*

Unidad digital de protección desarrollada para su aplicación en la función de protección con interruptor automático. Es autoalimentado a partir de 5 A a través de transformadores de intensidad toroidales, comunicable y configurable por software con histórico de disparos.

-Características

- Rango de Potencias: 50 kVA - 25 MVA
- Funciones de Protección:
- Sobreintensidad
- Fases (3 x 50/51)
- Neutro (50N/ 51 N)
- Neutro Sensible (50Ns/51Ns)
- Disparo exterior: Función de protección (49T)
- Reenganchador (opcional): Función de protección (79) [Con control integrado ekorRPGci]
- Detección de faltas de tierra desde 0,5 A
- Posibilidad de pruebas por primario y secundario
- Configurable por software (RS-232) y comunicable (RS-485)
- Histórico de disparos
- Medidas de intensidad de fase y homopolar: I1, I2, I3 e Io
- Autoalimentación a partir de 5 A en una fase
- Opcional con control integrado (alimentación auxiliar)

- Elementos:

Relé electrónico que dispone en su carátula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección, medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 (5 kV).

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Los sensores de intensidad son transformadores toroidales de relación 300 A / 1 A y 1000 A / 1 A dependiendo de los modelos y que van colocados desde fábrica en los pasatapas de las celdas.

Para la opción de protección homopolar ultrasensible se coloca un toroidal adicional que abarca las tres fases. En el caso de que el equipo sea autoalimentado (desde 5 A por fase) se debe colocar 1 sensor adicional por fase.

La tarjeta de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior.

El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.

-Otras características:

- Ith/Idin = 20 kA /50 kA
- Temperatura = -10 °C a 60 °C
- Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz \pm 1 %
- Ensayos:
 - De aislamiento según 60255-5
 - De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
 - Climáticos según CEI 60068-2-X
 - Mecánicos según CEI 60255-21-X
 - De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Así mismo este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 89/336/EEC y con la CEI 60255 Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo B131-01-69-EE acorde a las normas genéricas EN 50081 y EN 50082.

14.8.3. Armario sobre celda STAR i-DE

Armario de control de dimensiones adecuadas, conteniendo en su interior debidamente montados y conexicionados los siguientes aparatos y materiales:

1 Unidad remota de telemando (RTU) **ekor.ccp** para comunicación con la unidad de control integrado **ekor.rci** que incluye la siguiente funcionalidad:

Señalización y mando de la primera celda de línea:

- Maniobra e indicación de interruptor
- Indicación del estado del seccionador de tierra
- Indicación de paso de falta de fases y tierra
- Indicación de presencia de tensión en cada fase
- Medidas de intensidad de cada fase y residual

Señalización y mando adicional:

- Maniobra e indicación del interruptor de la segunda celda de línea.
- Indicación de interruptor de la celda de transformador.
- Alarmas de batería baja, fallo cargador y fallo Vca.
- Local/Telemando.
- Posibilidad de indicación de presencia de personal.
- Otras alarmas generales de la instalación (agua, humos, etc.).

Comunicaciones:

- Protocolo de comunicaciones IEC 60870-5-104.
- Servidor WEB s/ norma i-DE NI 30.60.01 y Guía Técnica para RTUs MT.

1 Unidad de control integrado **ekor.rci** con funciones de paso de falta, indicación de presencia de tensión, medidas (V, I, P, Q), señalización y mando de la celda.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

1 Equipo cargador-batería ekor.bat protegido contra cortocircuitos s/ especificación y baterías de Pb de vida mínima de 15 años y 13 Ah a 48 Vcc.

1 Interruptor automático magnetotérmico unipolar para protección de los equipos de control del armario, del armario común STAR y del armario de comunicaciones.

1 Interruptor automático magnetotérmico unipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de control y mando de las celdas.

1 Maneta Local / Telemando.

s/ Bornas, accesorios y pequeño material.

Armario de Comunicaciones adicional ACOM-I-GPRS:

Armario de comunicaciones (ACOM), según especificación i-DE, con unas dimensiones totales máximas de 310 x 400 x 200 mm (Alto x Ancho x Fondo), integrado en web STAR. La envolvente exterior, de plástico libre de halógenos, debe mantener una protección mecánica de grado IP32D s/ UNE 20324.

Compuesto por un único compartimento independiente y con tapa desmontable para un correcto acceso a su interior en zonas con espacio reducido. Se debe poder observar el estado de los equipos sin necesidad de acceder a su interior.

Debe permitir una óptima operación sobre sus elementos en cualquier circunstancia. Todos los elementos estarán referidos a tierra de protección y por lo tanto se debe poder acceder directamente para operaciones de mantenimiento, configuración, etc.

El armario debe disponer de ventilación no forzada mediante aireadores laterales para una correcta circulación del aire y del calor generado por los diferentes equipos.

La entrada al armario es directa mediante prensaestopas sin necesidad de conector externo. Para simplificar la conexión de media tensión por parte del operario, se instalará un dispositivo de conexión con dos bornes para la alimentación y conector

Ethernet hembra apantallado. De esta forma el instalador únicamente deberá instalar una manguera Ethernet prefabricada y los hilos de alimentación entre la aparamenta y el armario ACOM.

14.9. Puesta a tierra

14.9.1. Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

14.9.2. Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

14.10. Instalaciones secundarias

14.10.1. Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT. El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

14.10.2. Protección contra incendios

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento no se exige que en el Centro de Transformación haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

89B. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de esta.

Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia 89 B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

14.10.3. Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

14.10.4. Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1. No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
2. Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
3. Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4. Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

14.11. Limitación de campos magnéticos

De acuerdo con el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que los centros de transformación de Ormazabal especificados en este proyecto no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, según el Real Decreto 1066/2001:

- Inferior a 100 μT para el público en general.
- Inferior a 500 μT para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación).

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo con el Technical Report IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

En el caso específico en el que los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

- Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una disposición en triángulo y formando ternas.
- La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado de estos locales.

15. PLANIFICACIÓN

En este apartado se presentan los pasos a ejecutar para poder llevar a cabo el proyecto presentado en este documento. Para la planificación solo se ha tenido en cuenta las labores de montaje e instalación. Por tanto, no se tienen en cuenta los periodos de fabricación de los equipos y materiales ni los tiempos de obra.

A continuación, se enumeran y describen las tareas. Posteriormente, se muestra una tabla con fecha de inicio, fin y duración de cada una de las tareas previamente mencionadas. Por último, se muestra el diagrama de Gantt del proyecto conteniendo dichas tareas:

1. Obra civil del Centro de Transformación: Esta es la primera fase que se realiza en el proyecto. Consiste en la realización de la obra civil necesaria para la instalación del centro de transformación prefabricados de hormigón, así como su instalación.
2. Instalación de celdas de media tensión: Esta fase comienza una vez terminada la obra civil del centro de transformación. El objetivo es la instalación de las celdas de media tensión (entrada/salida, medida y protección).
3. Instalación del transformador: Una vez instaladas las celdas de media tensión se instala el transformador en su centro de transformación prefabricado. Se instala un transformador de 1250kVa para alimentar la instalación.
4. Zanjas para canalizaciones: Esta fase se inicia a la vez que la obra civil del centro de transformación. Consiste en realizar las zanjas por las cuales se colocan los cableados que así lo requieran de la instalación.
5. Red de tierras: La instalación de la red de tierras es simultánea a la tarea anterior y una vez finalizan ambas tareas, se inicia la siguiente. En este caso, la excavación se realiza en los lugares donde se tiende la malla de tierras.
6. Fijación de tubos, soportes y bandejas: Tras realizar la excavación de las zanjas por donde se colocan tanto el cableado de puesta a tierra como el de baja de tensión de la instalación se instalan los tubos que albergan los cables

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- correspondientes. Además, se instalan las bandejas con sus respectivos soportes donde después se coloca el tendido de baja tensión.
7. Cuadros generales y secundarios: Mientras se preparan las canalizaciones para los conductores, también se instalan todos los cuadros de la instalación antes de realizar el tendido del cableado. Esta tarea se realiza una vez acabadas las excavaciones de las zanjas a la vez que la instalación y fijación de los tubos y bandejas.
 8. Cableado de media y baja tensión: Una vez acabada la instalación de los tubos y bandejas y la colocación de todos los cuadros se procede a realizar el tendido del cableado de la instalación.
 9. Instalación de la compensación de reactiva: Una vez se ha finalizado de realizar el tendido de cable en toda la instalación, se procede a instalar las baterías de condensadores preparadas para compensar la potencia reactiva de la instalación. Estas baterías se conectan al Cuadro General de Baja Tensión.
 10. Pruebas y puesta en marcha: Por último, se llevan a cabo labores de pruebas y puesta en marcha de la instalación, para verificar su correcto funcionamiento y en caso de que fuera necesario, realizar las reparaciones y ajustes necesarios.

Tabla 14. Actividades a realizar

Actividad	Fecha Inicio	Duración en días laborables	Fecha Fin
1.-Obra Civil del Centro de Transformación	03/07/2023	70	07/10/2023
2.-Instalación de celdas de media tensión	09/10/2023	25	11/11/2023
3.-Instalación del transformador	13/11/2023	10	25/11/2023
4.-Zanjas para canalizaciones	03/07/2023	90	04/11/2023
5.-Red de tierras	03/07/2023	50	09/09/2023
6.-Fijación de tubos, soportes y bandejas	06/11/2023	50	13/01/2024
7.-Cuadros generales y secundarios	06/11/2023	30	16/12/2023
8.-Cableado de media y baja tensión	15/01/2024	35	02/03/2024
9.-Instalación de la compensación de reactiva	04/03/2024	5	09/03/2024
10.-Pruebas y puesta en marcha	11/03/2024	15	30/03/2024

MEMORIA: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

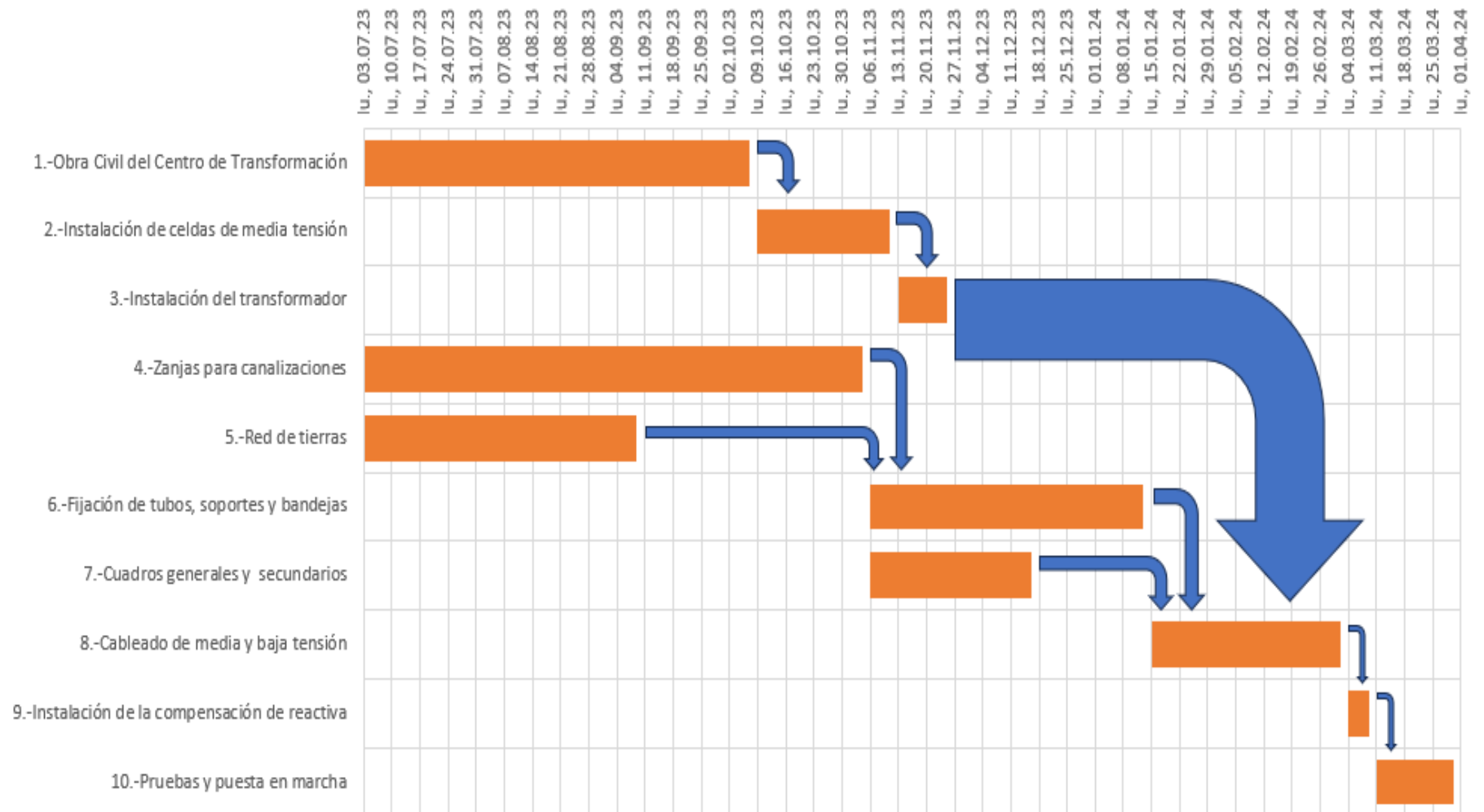


Figura 15. Diagrama de Gantt

16. NORMATIVA APLICADA

[1] Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RBT) e ITC. Edición actualizada a 16 de marzo de 2022.

[2] Normalización Nacional. Normas UNE.

[3] Código Técnico de la Edificación (CTE).

[4] Normas Técnicas sobre Instalaciones Eléctricas de Distribución de la compañía IBERDROLA.

18. PROGRAMAS DE CÁLCULO EMPLEADOS

Se han empleado los siguientes programas de cálculo:

- Microsoft Excel.
- Amikit (Dimensionamiento de los CT).
- AutoCad (Realización de planos).
- DIALux (Dimensionamiento de alumbrado).
- ECODIAL (Selección y selectividad entre protecciones).

19. BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS WEB

[1] G. Buigues Beraza (2022). Apuntes de la asignatura “Instalaciones eléctricas de baja tensión”.

[2] www.schneider-electric.es

[3] www.ormazabal.com

[4] www.investinspain.org

[5] www.eleconomista.es

[6] www.chifine-machinery.com

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

DOCUMENTO 2: CÁLCULOS

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA



Estudiante: Gómez Rojo, Ibon

Director/Directora: Buigues Beraza, Garikoitz

Curso: <2022-2023>

Fecha: Bilbao, 1, septiembre, 2023>

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

ÍNDICE

ÍNDICE.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	IV
1. DATOS BÁSICOS.....	1
2. CÁLCULO DE LA POTENCIA PREVISTA.....	2
3. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN	18
3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES	18
3.2. DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES EN BT	18
3.2.1. <i>Dimensionamiento por criterio térmico.....</i>	<i>19</i>
3.2.2. <i>Dimensionamiento por criterio de caída de tensión.....</i>	<i>27</i>
3.2.3. <i>Resultados</i>	<i>30</i>
3.3. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	46
3.3.1. <i>Corriente de cortocircuito máxima</i>	<i>46</i>
3.3.2. <i>Corriente de cortocircuito mínima</i>	<i>47</i>
3.3.3. <i>Cálculo de impedancias</i>	<i>48</i>
3.3.4. <i>Cálculo de las corrientes de cortocircuito máximas.....</i>	<i>52</i>
3.3.5. <i>Cálculo de las corrientes de cortocircuito mínimas</i>	<i>53</i>
3.3.6. <i>Resultados</i>	<i>53</i>
4. CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA	74
4.1. DATOS DE PARTIDA	74
4.2. DIMENSIONAMIENTO DEL ELECTRODO	76
5. CÁLCULO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN.....	80
5.1. PROTECCIÓN FRENTE A SOBRECARGAS	80
5.2. PROTECCIÓN FRENTE A CORTOCIRCUITOS.....	82
5.3. PROTECCIÓN DIFERENCIAL	85
5.4. PROTECCIONES SELECCIONADAS	86
5.4.1. <i>Interruptores automáticos.....</i>	<i>86</i>
5.4.2. <i>Diferenciales</i>	<i>104</i>
6. CÁLCULO DE ALUMBRADO.....	110
7. CÁLCULO DE COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	112

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

8.	CÁLCULO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	115
8.1.	INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN	115
8.2.	INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN	116
8.3.	CORTOCIRCUITOS	117
8.3.1.	<i>Observaciones.....</i>	<i>117</i>
8.3.2.	<i>Cálculo de las intensidades de cortocircuito.....</i>	<i>117</i>
8.3.3.	<i>Cortocircuito en el lado de Media Tensión</i>	<i>118</i>
8.3.4.	<i>Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.....</i>	<i>118</i>
8.4.	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO	119
8.4.1.	<i>Comprobación por densidad de corriente.....</i>	<i>119</i>
8.4.2.	<i>Comprobación por solicitud electrodinámica.....</i>	<i>119</i>
8.4.3.	<i>Comprobación por solicitud térmica</i>	<i>119</i>
8.5.	PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS	120
8.6.	DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT	121
8.7.	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	121
8.8.	DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.....	122
8.9.	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	122
8.9.1.	<i>Investigación de las características del suelo</i>	<i>122</i>
8.9.2.	<i>Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto</i>	<i>122</i>
8.9.3.	<i>Diseño preliminar de la instalación de tierra</i>	<i>123</i>
8.9.4.	<i>Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.....</i>	<i>123</i>
8.9.5.	<i>Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación</i>	<i>127</i>
8.9.6.	<i>Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.....</i>	<i>128</i>
8.9.7.	<i>Cálculo de las tensiones aplicadas.....</i>	<i>129</i>
8.9.8.	<i>Investigación de las tensiones transferibles al exterior</i>	<i>131</i>
8.9.9.	<i>Corrección y ajuste del diseño inicial</i>	<i>133</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	SELECTIVIDAD ENTRE PROTECCIONES PRINCIPALES 1	92
FIGURA 2.	SELECTIVIDAD ENTRE PROTECCIONES PRINCIPALES 2	93
FIGURA 3.	SELECTIVIDAD ENTRE PROTECCIONES PRINCIPALES 3	94
FIGURA 4.	SELECTIVIDAD ENTRE PROTECCIONES PRINCIPALES 4	95
FIGURA 5.	SELECTIVIDAD ENTRE PROTECCIONES SECUNDARIAS 1	96
FIGURA 6.	SELECTIVIDAD ENTRE PROTECCIONES SECUNDARIAS 2	97
FIGURA 7.	SELECTIVIDAD ENTRE PROTECCIONES SECUNDARIAS 3	98
FIGURA 8.	SELECTIVIDAD ENTRE PROTECCIONES SECUNDARIAS 4	99
FIGURA 9.	SELECTIVIDAD ENTRE PROTECCIONES SECUNDARIAS 5	100
FIGURA 10.	SELECTIVIDAD ENTRE PROTECCIONES SECUNDARIAS 6	101
FIGURA 11.	SELECTIVIDAD ENTRE PROTECCIONES SECUNDARIAS 7	102
FIGURA 12.	SELECTIVIDAD ENTRE PROTECCIONES SECUNDARIAS 8	103
FIGURA 13.	LISTA DE LUMINARIAS.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PREVISIÓN DE CARGAS	1
TABLA 2. FACTORES APLICADOS EN EL CUADRO DE CREACIÓN	3
TABLA 3. FACTORES APLICADOS EN EL CUADRO DE MONTAJE.....	3
TABLA 4. FACTORES APLICADOS EN EL CUADRO DE REVESTIMIENTO	4
TABLA 5. FACTORES APLICADOS EN EL CUADRO DE QUEMADO	4
TABLA 6. FACTORES APLICADOS EN EL CUADRO DE VERTIDO 1	4
TABLA 7. FACTORES APLICADOS EN EL CUADRO DE VERTIDO 2	5
TABLA 8. FACTORES APLICADOS EN EL CUADRO DE QUITAR MOLDE	5
TABLA 9. FACTORES APLICADOS EN EL CUADRO DE ACABADOS 1.....	6
TABLA 10. FACTORES APLICADOS EN EL CUADRO DE ACABADOS 2.....	6
TABLA 11. FACTORES APLICADOS EN EL CUADRO DE ACABADOS 3.....	7
TABLA 12. FACTORES APLICADOS EN EL CUADRO DE INGENIERÍA Y ALMACÉN	8
TABLA 13. FACTORES APLICADOS EN EL CUADRO DE SALAS.....	8
TABLA 14. FACTORES APLICADOS EN EL CUADRO DE CLIMA	9
TABLA 15. PREVISIÓN DE CARGAS EN CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN	11
TABLA 16. PREVISIÓN DE CARGAS Y CÁLCULO DE INTENSIDAD EN CUADRO DE CREACIÓN.....	11
TABLA 17. PREVISIÓN DE CARGAS Y CÁLCULO DE INTENSIDAD EN CUADRO DE MONTAJE	12
TABLA 18. PREVISIÓN DE CARGAS Y CÁLCULO DE INTENSIDAD EN CUADRO DE REVESTIMIENTO	12
TABLA 19. PREVISIÓN DE CARGAS Y CÁLCULO DE INTENSIDAD EN CUADRO DE QUEMADO	13
TABLA 20. PREVISIÓN DE CARGAS Y CÁLCULO DE INTENSIDAD EN CUADRO DE VERTIDO 1	13
TABLA 21. PREVISIÓN DE CARGAS Y CÁLCULO DE INTENSIDAD EN CUADRO DE VERTIDO 2	13
TABLA 22. PREVISIÓN DE CARGAS Y CÁLCULO DE INTENSIDAD EN CUADRO DE QUITAR MOLDE	14
TABLA 23. PREVISIÓN DE CARGAS Y CÁLCULO DE INTENSIDAD EN CUADRO DE ACABADOS 1	14
TABLA 24. PREVISIÓN DE CARGAS Y CÁLCULO DE INTENSIDAD EN CUADRO DE ACABADOS 2	15
TABLA 25. PREVISIÓN DE CARGAS Y CÁLCULO DE INTENSIDAD EN CUADRO DE ACABADOS 3	15

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

TABLA 26. PREVISIÓN DE CARGAS Y CÁLCULO DE INTENSIDAD EN CUADRO DE INGENIERÍA Y ALMACÉN	16
TABLA 27. PREVISIÓN DE CARGAS Y CÁLCULO DE INTENSIDAD EN CUADRO DE SALAS	16
TABLA 28. PREVISIÓN DE CARGAS Y CÁLCULO DE INTENSIDAD EN CUADRO DE CLIMA.....	17
TABLA 29. TABLA B.52.3 UNE-HD 60364-5-52	22
TABLA 30. TABLA B.52.5 UNE-HD 60364-5-52	23
TABLA 31. TABLA B.52.12 UNE-HD 60364-5-52.....	24
TABLA 32. TABLA B.52.14 UNE-HD 60364-5-52.....	25
TABLA 33. TABLA B.52.17 UNE-HD 60364-5-52.....	26
TABLA 34. TABLA B.52.20 UNE-HD 60364-5-52.....	27
TABLA 35. RESISTIVIDAD DEL MATERIAL A DIFERENTES TEMPERATURAS ($\Omega \cdot \text{MM}^2/\text{M}$)	29
TABLA 36. DATOS GENERALES Y FACTORES DE CORRECCIÓN 1	31
TABLA 37. DATOS GENERALES Y FACTORES DE CORRECCIÓN 2	32
TABLA 38. DATOS GENERALES Y FACTORES DE CORRECCIÓN 3	33
TABLA 39. DATOS GENERALES Y FACTORES DE CORRECCIÓN 4	34
TABLA 40. DATOS GENERALES Y FACTORES DE CORRECCIÓN 5	35
TABLA 41. RESULTADOS CRITERIO TÉRMICO 1	36
TABLA 42. RESULTADOS CRITERIO TÉRMICO 2	37
TABLA 43. RESULTADOS CRITERIO TÉRMICO 3	38
TABLA 44. RESULTADOS CRITERIO TÉRMICO 4	39
TABLA 45. RESULTADOS CRITERIO TÉRMICO 5	40
TABLA 46. RESULTADOS CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN 1.....	41
TABLA 47. RESULTADOS CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN 2.....	42
TABLA 48. RESULTADOS CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN 3.....	43
TABLA 49. RESULTADOS CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN 4.....	44
TABLA 50. RESULTADOS CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN 5.....	45
TABLA 51. DATOS Y CÁLCULOS PREVIOS 1	54

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

TABLA 52. DATOS Y CÁLCULOS PREVIOS 2	55
TABLA 53. DATOS Y CÁLCULOS PREVIOS 3	56
TABLA 54. DATOS Y CÁLCULOS PREVIOS 4	57
TABLA 55. DATOS Y CÁLCULOS PREVIOS 5	58
TABLA 56. IMPEDANCIAS DE CABLES 1.....	59
TABLA 57. IMPEDANCIAS DE CABLES 2.....	60
TABLA 58. IMPEDANCIAS DE CABLES 3.....	61
TABLA 59. IMPEDANCIAS DE CABLES 4.....	62
TABLA 60. IMPEDANCIAS DE CABLES 5.....	63
TABLA 61. IMPEDANCIAS ACUMULADAS AL FINAL DEL CABLE 1	64
TABLA 62. IMPEDANCIAS ACUMULADAS AL FINAL DEL CABLE 2	65
TABLA 63. IMPEDANCIAS ACUMULADAS AL FINAL DEL CABLE 3	66
TABLA 64. IMPEDANCIAS ACUMULADAS AL FINAL DEL CABLE 4	67
TABLA 65. IMPEDANCIAS ACUMULADAS AL FINAL DEL CABLE 5	68
TABLA 66. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO 1.....	69
TABLA 67. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO 2.....	70
TABLA 68. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO 3.....	71
TABLA 69. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO 4.....	72
TABLA 70. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO 5.....	73
TABLA 71. VALORES ORIENTATIVOS DE LA RESISTIVIDAD EN FUNCIÓN DEL TERRENO.....	74
TABLA 72. FÓRMULAS PARA ESTIMAR LA RESISTENCIA DE TIERRA EN FUNCIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO Y LAS CARACTERÍSTICAS DEL ELECTRODO.....	76
TABLA 73. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS SELECCIONADOS 1.....	87
TABLA 74. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS SELECCIONADOS 2.....	88
TABLA 75. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS SELECCIONADOS 3.....	89
TABLA 76. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS SELECCIONADOS 4.....	90
TABLA 77. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS SELECCIONADOS 5.....	91

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN
A LA CERA PERDIDA

TABLA 78. INTERRUPTORES DIFERENCIALES SELECCIONADOS 1.....	105
TABLA 79. INTERRUPTORES DIFERENCIALES SELECCIONADOS 2.....	106
TABLA 80. INTERRUPTORES DIFERENCIALES SELECCIONADOS 3.....	107
TABLA 81. INTERRUPTORES DIFERENCIALES SELECCIONADOS 4.....	108
TABLA 82. INTERRUPTORES DIFERENCIALES SELECCIONADOS 5.....	109
TABLA 83. FACTORES DE COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA EN FUNCIÓN DE FP	113

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

1. DATOS BÁSICOS

En este apartado se muestran los datos principales empleados para llevar a cabo los cálculos que se exponen en el presente documento:

- Tipo de corriente → Alterna Trifásica
- Tensión nominal de la red de Alta Tensión → 30kV
- Tensión más elevada de la red de Alta Tensión → 36kV
- Tensión entre fases en Baja Tensión → 400V
- Tensión nominal entre fase y tierra en Baja Tensión → 230V
- Sistema de puesta a tierra → TT

Además, se muestran los requerimientos de maquinaria y su respectiva demanda de potencia de la instalación:

Tabla 1. Previsión de cargas

Carga	Potencia Unitaria (kW)	Cos(ϕ)	Tipo de carga	Tensión (V)	Cantidad	Total (kW)	Total (kVAr)
Prensa de inyección	14.90	0.92	Trifásica	400	4	59.6	25.4
Robot de baño cerámico	4.80	0.84	Trifásica	400	1	4.8	3.1
Línea de secado	5.70	0.90	Trifásica	400	1	5.7	2.8
Horno descerado	46.50	0.88	Trifásica	400	2	93.0	50.2
Horno fundición	75.00	0.85	Trifásica	400	4	300.0	185.9
Quita cerámicas	3.20	0.87	Trifásica	400	3	9.6	5.4
Corte láser	7.20	0.88	Trifásica	400	2	14.4	7.8
Horno tratamientos térmicos	39.00	0.87	Trifásica	400	2	78.0	44.2
Líquidos penetrantes	18.00	0.91	Trifásica	400	2	36.0	16.4
Rayos X digital	6.00	0.93	Trifásica	400	2	12.0	4.7
Soldadura digital	22.30	0.86	Trifásica	400	2	44.6	26.5
Estampadora	6.00	0.90	Trifásica	400	2	12.0	5.8
Chorreadora	4.20	0.88	Trifásica	400	4	16.8	9.1
Toma trifásica	22.17	0.90	Trifásica	400	10	221.7	107.4
Toma monofásica	3.68	1.00	Monofásica	230	74	272.3	0.0
Luminarias planta	0.02	1.00	Monofásica	230	2562	61.5	0.0
Luminarias salas	0.05	1.00	Monofásica	230	500	24.0	0.0
Luces de emergencia	0.01	1.00	Monofásica	230	229	2.3	0.0
Unidad de tratamiento de aire	4.55	0.91	Trifásica	400	1	4.6	2.1
Sistema de ventilación	3.60	0.87	Trifásica	400	6	21.6	12.2
Sistema de extracción de polvo	2.70	0.88	Trifásica	400	3	8.1	4.4
Total		0.93				1302.5	513.3
Total (KVA)							1400.1

2. CÁLCULO DE LA POTENCIA PREVISTA

Para poder calcular la potencia prevista de la nave industrial es necesario determinar los requerimientos de potencia de las cargas que se han mostrado en el apartado de previsión de cargas del documento de este proyecto “Memoria”. El propósito principal de esta sección es asegurar que el transformador de potencia de la instalación sea dimensionado adecuadamente y se eviten sobrecargas o subdimensionamientos que podrían comprometer el correcto funcionamiento de la instalación eléctrica.

El primer paso es aplicar un factor de utilización a cada carga de la instalación de forma individual. Este factor dependerá de la naturaleza de la carga y su operación a máxima capacidad en cualquier momento dado.

Posteriormente, se procede a calcular la corriente prevista para cada cuadro de distribución. Para lograrlo, se suma la corriente prevista de cada carga y se multiplica por un factor de simultaneidad. Este factor se aplica una vez a cada cuadro y representa la probabilidad que todas las cargas eléctricas de una instalación operen simultáneamente a su capacidad máxima en todo momento.

A continuación, se muestran los factores de utilización aplicados a cada una de las cargas y cada uno de los factores de simultaneidad aplicados a cada uno de los cuadros de la instalación.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 2. Factores Aplicados en el Cuadro de Creación

CUADRO	CARGA	Fu	Fs
	PRENSA DE INYECCION 1	0.80	
	PRENSA DE INYECCION 2	0.80	
	PRENSA DE INYECCION 3	0.80	
	PRENSA DE INYECCION 4	0.80	
	TOMA MONOFASICA 1	0.80	
CUADRO	TOMA MONOFASICA 2	0.80	0.7
CREACION	TOMA MONOFASICA 3	0.80	
	TOMA MONOFASICA 4	0.80	
	LUMINARIAS CREACION ZONA 1	1.00	
	LUMINARIAS CREACION ZONA 2	1.00	
	LUMINARIAS CREACION ZONA 3	1.00	
	EMERGENCIA CREACION	1.00	

Tabla 3. Factores Aplicados en el Cuadro de Montaje

CUADRO	CARGA	Fu	Fs
	TOMA MONOFASICA 5	0.95	
	TOMA MONOFASICA 6	0.95	
	TOMA MONOFASICA 7	0.95	
	TOMA MONOFASICA 8	0.95	
	TOMA MONOFASICA 9	0.95	
	TOMA MONOFASICA 10	0.95	
	TOMA MONOFASICA 11	0.95	
	TOMA MONOFASICA 12	0.95	
	TOMA MONOFASICA 13	0.95	
	TOMA MONOFASICA 14	0.95	
	TOMA MONOFASICA 15	0.95	
CUADRO	TOMA MONOFASICA 16	0.95	0.85
MONTAJE	TOMA MONOFASICA 17	0.95	
	TOMA MONOFASICA 18	0.95	
	TOMA MONOFASICA 19	0.95	
	TOMA MONOFASICA 20	0.95	
	TOMA TRIFASICA 1	0.90	
	TOMA TRIFASICA 2	0.90	
	TOMA TRIFASICA 3	0.90	
	TOMA TRIFASICA 4	0.90	
	LUMINARIAS MONTAJE ZONA 1	1.00	
	LUMINARIAS MONTAJE ZONA 2	1.00	
	LUMINARIAS MONTAJE ZONA 3	1.00	
	EMERGENCIA MONTAJE	1.00	

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 4. Factores Aplicados en el Cuadro de Revestimiento

CUADRO	CARGA	Fu	Fs
CUADRO REVESTIMIENTO	ROBOT DE BAÑO CERAMICO	0.95	
	LINEA DE SECADO	0.90	
	TOMA MONOFASICA 21	0.80	
	TOMA MONOFASICA 22	0.80	
	TOMA TRIFASICA 5	0.90	0.9
	LUMINARIAS REVESTIMIENTO ZONA 1	1.00	
	LUMINARIAS REVESTIMIENTO ZONA 2	1.00	
	LUMINARIAS REVESTIMIENTO ZONA 3	1.00	
	EMERGENCIA REVESTIMIENTO	1.00	

Tabla 5. Factores Aplicados en el Cuadro de Quemado

CUADRO	CARGA	Fu	Fs
CUADRO QUEMADO	HORNO DESCERADO 1	0.95	
	HORNO DESCERADO 2	0.95	
	TOMA MONOFASICA 23	0.80	
	LUMINARIAS QUEMADO ZONA 1	1.00	1
	LUMINARIAS QUEMADO ZONA 2	1.00	
	LUMINARIAS QUEMADO ZONA 3	1.00	
	EMERGENCIA QUEMADO	1.00	

Tabla 6. Factores Aplicados en el Cuadro de Vertido 1

CUADRO	CARGA	Fu	Fs
CUADRO VERTIDO 1	HORNO DE FUNDICION 1	0.95	
	HORNO DE FUNDICION 2	0.95	
	TOMA MONOFASICA 24	0.80	
	LUMINARIAS VERTIDO 1.1	1.00	0.95
	LUMINARIAS VERTIDO 1.2	1.00	
	LUMINARIAS VERTIDO 1.3	1.00	
	EMERGENCIA VERTIDO 1	1.00	

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 7. Factores Aplicados en el Cuadro de Vertido 2

CUADRO	CARGA	Fu	Fs
CUADRO VERTIDO 2	HORNO DE FUNDICION 3	0.95	
	HORNO DE FUNDICION 4	0.95	
	TOMA MONOFASICA 25	0.80	
	LUMINARIAS VERTIDO 2.1	1.00	0.95
	LUMINARIAS VERTIDO 2.2	1.00	
	LUMINARIAS VERTIDO 2.3	1.00	
	EMERGENCIA VERTIDO 2	1.00	

Tabla 8. Factores Aplicados en el Cuadro de Quitar Molde

CUADRO	CARGA	Fu	Fs
CUADRO QUITAR MOLDE	QUITA CERAMICAS 1	0.90	
	QUITA CERAMICAS 2	0.90	
	QUITA CERAMICAS 3	0.90	
	CORTE LASER 1	0.95	
	CORTE LASER 2	0.95	
	TOMA MONOFASICA 26	0.80	0.85
	LUMINARIAS QUITAR MOLDE ZONA	1.00	
	LUMINARIAS QUITAR MOLDE ZONA	1.00	
	LUMINARIAS QUITAR MOLDE ZONA	1.00	
	EMERGENCIA QUITAR MOLDE	1.00	

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 9. Factores Aplicados en el Cuadro de Acabados 1

CUADRO	CARGA	Fu	Fs
	CHORREADORA 1	0.85	
	CHORREADORA 2	0.85	
	CHORREADORA 3	0.85	
	CHORREADORA 4	0.85	
	HORNO TRATAMIENTOS TERMICOS	0.95	
	TOMA MONOFASICA 27	0.95	
	TOMA MONOFASICA 28	0.95	
	TOMA MONOFASICA 29	0.95	
CUADRO ACABADOS 1	TOMA MONOFASICA 30	0.95	0.80
	TOMA MONOFASICA 31	0.80	
	TOMA TRIFASICA 6	0.90	
	TOMA TRIFASICA 7	0.90	
	TOMA TRIFASICA 8	0.90	
	TOMA TRIFASICA 9	0.90	
	LUMINARIAS ACABADOS 1.1	1.00	
	LUMINARIAS ACABADOS 1.2	1.00	
	LUMINARIAS ACABADOS 1.3	1.00	
	EMERGENCIA ACABADOS 1	1.00	

Tabla 10. Factores Aplicados en el Cuadro de Acabados 2

CUADRO	CARGA	Fu	Fs
	HORNO TRATAMIENTOS TERMICOS	0.95	
	LIQUIDOS PENETRANTES 1	0.85	
	LIQUIDOS PENETRANTES 2	0.85	
	RAYOS X DIGITAL 1	0.90	
	RAYOS X DIGITAL 2	0.90	
	SOLDADURA DIGITAL 1	0.95	
CUADRO ACABADOS 2	TOMA MONOFASICA 32	0.80	0.85
	TOMA MONOFASICA 33	0.80	
	TOMA MONOFASICA 34	0.80	
	TOMA MONOFASICA 35	0.80	
	TOMA MONOFASICA 36	0.80	
	LUMINARIAS ACABADOS 2.1	1.00	
	LUMINARIAS ACABADOS 2.2	1.00	
	LUMINARIAS ACABADOS 2.3	1.00	
	EMERGENCIA ACABADOS 2	1.00	

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 11. Factores Aplicados en el Cuadro de Acabados 3

CUADRO	CARGA	Fu	Fs
	SOLDADURA DIGITAL 2	0.95	
	ESTAMPADORA 1	0.85	
	ESTAMPADORA 2	0.85	
	TOMA MONOFASICA 37	0.80	
	TOMA MONOFASICA 38	0.80	
	TOMA MONOFASICA 39	0.95	
	TOMA MONOFASICA 40	0.95	
	TOMA MONOFASICA 41	0.95	
	TOMA MONOFASICA 42	0.95	
	TOMA MONOFASICA 43	0.95	
	TOMA MONOFASICA 44	0.95	
	TOMA MONOFASICA 45	0.95	
	TOMA MONOFASICA 46	0.95	
CUADRO ACABADOS 3	TOMA MONOFASICA 47	0.95	0.85
	TOMA MONOFASICA 48	0.95	
	TOMA MONOFASICA 49	0.95	
	TOMA MONOFASICA 50	0.95	
	TOMA MONOFASICA 51	0.95	
	TOMA MONOFASICA 52	0.95	
	TOMA MONOFASICA 53	0.95	
	TOMA MONOFASICA 54	0.95	
	TOMA MONOFASICA 55	0.95	
	TOMA MONOFASICA 56	0.95	
	TOMA TRIFASICA 10	0.95	
	LUMINARIAS ACABADOS 3.1	1.00	
	LUMINARIAS ACABADOS 3.2	1.00	
	LUMINARIAS ACABADOS 3.3	1.00	
	EMERGENCIA ACABADOS 3	1.00	

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 12. Factores Aplicados en el Cuadro de Ingeniería y Almacén

CUADRO	CARGA	Fu	Fs
CUADRO INGENIERIA Y ALMACEN	TOMA MONOFASICA 57	0.80	0.8
	TOMA MONOFASICA 58	0.80	
	TOMA MONOFASICA 59	0.80	
	TOMA MONOFASICA 60	0.80	
	TOMA MONOFASICA 61	0.80	
	TOMA MONOFASICA 62	0.80	
	TOMA MONOFASICA 63	0.80	
	TOMA MONOFASICA 64	0.80	
	TOMA MONOFASICA 65	0.80	
	LUMINARIAS INGENIERIA	1.00	
	LUMINARIAS ALMACEN ZONA 1	1.00	
	LUMINARIAS ALMACEN ZONA 2	1.00	
	LUMINARIAS ALMACEN ZONA 3	1.00	
	EMERGENCIA ING. + ALM.	1.00	

Tabla 13. Factores Aplicados en el Cuadro de Salas

CUADRO	CARGA	Fu	Fs
CUADRO SALAS	TOMA MONOFASICA 66	0.80	0.75
	TOMA MONOFASICA 67	0.80	
	TOMA MONOFASICA 68	0.80	
	TOMA MONOFASICA 69	0.80	
	TOMA MONOFASICA 70	0.80	
	TOMA MONOFASICA 71	0.80	
	TOMA MONOFASICA 72	0.80	
	TOMA MONOFASICA 73	0.80	
	TOMA MONOFASICA 74	0.80	
	LUMINARIAS BAÑO 1	1.00	
	LUMINARIAS BAÑO 2	1.00	
	LUMINARIAS VESTUARIO 1	1.00	
	LUMINARIAS VESTUARIO 2	1.00	
	LUMINARIAS COMEDOR ZONA 1	1.00	
	LUMINARIAS COMEDOR ZONA 2	1.00	
	LUMINARIAS MANTENIMIENTO ZONA 1	1.00	
	LUMINARIAS MANTENIMIENTO ZONA 2	1.00	
	LUMINARIAS MANTENIMIENTO ZONA 3	1.00	
	EMERGENCIA SALAS	1.00	

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 14. Factores Aplicados en el Cuadro de Clima

CUADRO	CARGA	Fu	Fs
CUADRO CLIMA	UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE	1.00	
	VENTILACIÓN 1	0.90	
	VENTILACIÓN 2	0.90	
	VENTILACIÓN 3	0.90	
	VENTILACIÓN 4	0.90	
	VENTILACIÓN 5	0.90	0.95
	VENTILACIÓN 6	0.90	
	EXTRACTOR DE POLVO 1	0.85	
	EXTRACTOR DE POLVO 2	0.85	
	EXTRACTOR DE POLVO 3	0.85	

Los factores de utilización (Fu) se han aplicado en función de la naturaleza de cada una de las cargas. Sin embargo, los factores de simultaneidad se han aplicado en función de la actividad que se realiza en cada una de las zonas y sus requerimientos de potencia simultáneos.

A partir de estos datos y de los requerimientos de potencia de los dispositivos eléctricos de la instalación, se realizan los cálculos para obtener la intensidad de entrada a cada cuadro que se necesita para alimentar a cada una de sus cargas. Con el propósito de poder dimensionar los conductores necesarios y seleccionar el transformador de potencia necesario para la instalación. Para ello, se siguen los siguientes pasos:

Partiendo de la P (kW), el $\cos\phi$ y la tensión de cada carga se obtienen los términos de potencia reactiva, Q (kVAr) y potencia aparente, S (kVA) a partir de las siguientes ecuaciones:

$$Q = P \cdot \tan\phi \text{ (kVA)}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{ (kVAr)}$$

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Después, se calcula la intensidad necesaria para cada carga, en función de la naturaleza de la carga (monofásica o trifásica):

$$\text{Trifásica} \rightarrow I_{prev} = \frac{S \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U} \text{ (A)}$$

$$\text{Monofásica} \rightarrow I_{prev} = \frac{S \cdot 1000}{U} \text{ (A)}$$

Donde:

- I_{prev} : Intensidad prevista de la carga (A)
- S: Potencia aparente consumida por la carga (kVA)
- U: Tensión entre fases (V)

Para aplicar los factores de utilización se procede de la siguiente manera. Primero, se multiplica la Potencia Activa (P) y la Potencia Reactiva (Q) de cada carga por su correspondiente factor de utilización. Luego, se calcula la Potencia Aparente (S) a partir de P y Q. Por último, se calcula la intensidad prevista de cada carga.

Para aplicar los factores de simultaneidad se procede de la siguiente manera. Primero, se suman las potencias activas y reactivas (respectivamente) de todas las cargas pertenecientes al mismo cuadro obtenidas tras emplear los factores de utilización. Después, se multiplica lo obtenido por el factor de simultaneidad. Por último, se calcula la intensidad necesaria para cada uno de los cuadros utilizando las expresiones mencionadas anteriormente.

Se muestran los resultados obtenidos con el procedimiento descrito a continuación:

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 15. Previsión de cargas en Cuadro General de Baja Tensión

CUADRO	CARGA	FUNCIÓN	CABLE	TENSIÓN	TIPO	POTENCIA ACTIVA (kW)	COS (φ)	POTENCIA REACTIVA (kVar)	POTENCIA APARENTE (kVA)	INTENSIDAD (A)	Ku	Ks	POTENCIA ACTIVA MÁXIMA (kW)	POTENCIA REACTIVA MÁXIMA (kVar)	POTENCIA APARENTE MÁXIMA (kVA)	COS (φ)	φ (radianes)	INTENSIDAD MÁXIMA (A)
CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN		Distribución	CCGBT	400	Trifásico								935.72	381.60	1010.54	0.93	0.39	1458.58

Tabla 16. Previsión de cargas y cálculo de intensidad en Cuadro de Creación

CUADRO	CARGA	FUNCIÓN	CABLE	TENSIÓN	TIPO	POTENCIA ACTIVA (kW)	COS (φ)	POTENCIA REACTIVA (kVar)	POTENCIA APARENTE (kVA)	INTENSIDAD (A)	Ku	Ks	POTENCIA ACTIVA MÁXIMA (kW)	POTENCIA REACTIVA MÁXIMA (kVar)	POTENCIA APARENTE MÁXIMA (kVA)	COS (φ)	φ (radianes)	INTENSIDAD MÁXIMA (A)
CUADRO CREACION		Distribución	CCC	400	Trifásico								43.41	14.22	45.68	0.95	0.32	65.93
	PRENSA DE INYECCION 1	Prensa de inyección	CP11	400	Trifásico	14.90	0.92	6.35	16.20	23.38	0.80		11.92	5.08	12.96	0.92	0.40	18.70
	PRENSA DE INYECCION 2	Prensa de inyección	CP12	400	Trifásico	14.90	0.92	6.35	16.20	23.38	0.80		11.92	5.08	12.96	0.92	0.40	18.70
	PRENSA DE INYECCION 3	Prensa de inyección	CP13	400	Trifásico	14.90	0.92	6.35	16.20	23.38	0.80		11.92	5.08	12.96	0.92	0.40	18.70
	PRENSA DE INYECCION 4	Prensa de inyección	CP14	400	Trifásico	14.90	0.92	6.35	16.20	23.38	0.80		11.92	5.08	12.96	0.92	0.40	18.70
	TOMA MONOFASICA 1	Toma monofásica	CTM1	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 2	Toma monofásica	CTM2	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 3	Toma monofásica	CTM3	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 4	Toma monofásica	CTM4	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	LUMINARIAS CREACION ZONA 1	Luminarias planta	CLCZ1	230	Monofásico	0.84	1.00	0.00	0.84	3.65	1.00		0.84	0.00	0.84	1.00	0.00	3.65
	LUMINARIAS CREACION ZONA 2	Luminarias planta	CLCZ2	230	Monofásico	0.84	1.00	0.00	0.84	3.65	1.00		0.84	0.00	0.84	1.00	0.00	3.65
	LUMINARIAS CREACION ZONA 3	Luminarias planta	CLCZ3	230	Monofásico	0.82	1.00	0.00	0.82	3.55	1.00		0.82	0.00	0.82	1.00	0.00	3.55
	EMERGENCIA CREACION	Luces de emergencia	CEMC	230	Monofásico	0.06	1.00	0.00	0.06	0.26	1.00		0.06	0.00	0.06	1.00	0.00	0.26

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 17. Previsión de cargas y cálculo de intensidad en Cuadro de Montaje

CUADRO	CARGA	FUNCIÓN	CABLE	TENSIÓN	TIPO	POTENCIA ACTIVA (kW)	COS (φ)	POTENCIA REACTIVA (kVar)	POTENCIA APARENTE (kVA)	INTENSIDAD (A)	Ku	Ks	POTENCIA ACTIVA MÁXIMA (kW)	POTENCIA REACTIVA MÁXIMA (kVar)	POTENCIA APARENTE MÁXIMA (kVA)	COS (φ)	φ (radianes)	INTENSIDAD MÁXIMA (A)
CUADRO MONTAJE	Distribución		CCM	400	Trifásico							0.85	117.56	32.86	122.06	0.96	0.27	176.18
	TOMA MONOFASICA 5	Toma monofásica	CTM5	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 6	Toma monofásica	CTM6	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 7	Toma monofásica	CTM7	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 8	Toma monofásica	CTM8	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 9	Toma monofásica	CTM9	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 10	Toma monofásica	CTM10	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 11	Toma monofásica	CTM11	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 12	Toma monofásica	CTM12	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 13	Toma monofásica	CTM13	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 14	Toma monofásica	CTM14	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 15	Toma monofásica	CTM15	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 16	Toma monofásica	CTM16	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 17	Toma monofásica	CTM17	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 18	Toma monofásica	CTM18	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 19	Toma monofásica	CTM19	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 20	Toma monofásica	CTM20	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA TRIFASICA 1	Toma trifásica	CTT1	400	Trifásico	22.17	0.90	10.74	24.63	35.56	0.90		19.95	9.66	22.17	0.90	0.45	32.00
	TOMA TRIFASICA 2	Toma trifásica	CTT2	400	Trifásico	22.17	0.90	10.74	24.63	35.56	0.90		19.95	9.66	22.17	0.90	0.45	32.00
	TOMA TRIFASICA 3	Toma trifásica	CTT3	400	Trifásico	22.17	0.90	10.74	24.63	35.56	0.90		19.95	9.66	22.17	0.90	0.45	32.00
TOMA TRIFASICA 4	Toma trifásica	CTT4	400	Trifásico	22.17	0.90	10.74	24.63	35.56	0.90		19.95	9.66	22.17	0.90	0.45	32.00	
LUMINARIAS MONTAJE ZONA 1	Luminarias planta	CLM21	230	Monofásico	0.84	1.00	0.00	0.84	3.65	1.00		0.84	0.00	0.84	1.00	0.00	3.65	
LUMINARIAS MONTAJE ZONA 2	Luminarias planta	CLM22	230	Monofásico	0.84	1.00	0.00	0.84	3.65	1.00		0.84	0.00	0.84	1.00	0.00	3.65	
LUMINARIAS MONTAJE ZONA 3	Luminarias planta	CLM23	230	Monofásico	0.82	1.00	0.00	0.82	3.55	1.00		0.82	0.00	0.82	1.00	0.00	3.55	
EMERGENCIA MONTAJE	Luces de emergencia	CEMM	230	Monofásico	0.06	1.00	0.00	0.06	0.26	1.00		0.06	0.00	0.06	1.00	0.00	0.26	

Tabla 18. Previsión de cargas y cálculo de intensidad en Cuadro de Revestimiento

CUADRO	CARGA	FUNCIÓN	CABLE	TENSIÓN	TIPO	POTENCIA ACTIVA (kW)	COS (φ)	POTENCIA REACTIVA (kVar)	POTENCIA APARENTE (kVA)	INTENSIDAD (A)	Ku	Ks	POTENCIA ACTIVA MÁXIMA (kW)	POTENCIA REACTIVA MÁXIMA (kVar)	POTENCIA APARENTE MÁXIMA (kVA)	COS (φ)	φ (radianes)	INTENSIDAD MÁXIMA (A)
CUADRO REVESTIMIENTO	Distribución		CCR	400	Trifásico							0.9	36.13	13.58	38.59	0.94	0.36	55.71
	ROBOT DE BAÑO CERAMICO	Robot de baño cerámico	CRO	400	Trifásico	4.80	0.84	3.10	5.71	8.25	0.95		4.56	2.95	5.43	0.84	0.57	7.84
	LINEA DE SECADO	Línea de secado	CLS	400	Trifásico	5.70	0.90	2.76	6.33	9.14	0.90		5.13	2.48	5.70	0.90	0.45	8.23
	TOMA MONOFASICA 21	Toma monofásica	CTM21	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 22	Toma monofásica	CTM22	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA TRIFASICA 5	Toma trifásica	CTT5	400	Trifásico	22.17	0.90	10.74	24.63	35.56	0.90		19.95	9.66	22.17	0.90	0.45	32.00
	LUMINARIAS REVESTIMIENTO ZONA 1	Luminarias planta	CLR21	230	Monofásico	1.51	1.00	0.00	1.51	6.57	1.00		1.51	0.00	1.51	1.00	0.00	6.57
	LUMINARIAS REVESTIMIENTO ZONA 2	Luminarias planta	CLR22	230	Monofásico	1.49	1.00	0.00	1.49	6.47	1.00		1.49	0.00	1.49	1.00	0.00	6.47
	LUMINARIAS REVESTIMIENTO ZONA 3	Luminarias planta	CLR23	230	Monofásico	1.49	1.00	0.00	1.49	6.47	1.00		1.49	0.00	1.49	1.00	0.00	6.47
	EMERGENCIA REVESTIMIENTO	Luces de emergencia	CEMR	230	Monofásico	0.12	1.00	0.00	0.12	0.52	1.00		0.12	0.00	0.12	1.00	0.00	0.52

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 19. Previsión de cargas y cálculo de intensidad en Cuadro de Quemado

CUADRO	CARGA	FUNCIÓN	CABLE	TENSIÓN	TIPO	POTENCIA ACTIVA (kW)	COS (φ)	POTENCIA REACTIVA (kVar)	POTENCIA APARENTE (kVA)	INTENSIDAD (A)	Ku	Ks	POTENCIA ACTIVA MÁXIMA (kW)	POTENCIA REACTIVA MÁXIMA (kVar)	POTENCIA APARENTE MÁXIMA (kVA)	COS (φ)	φ (radianes)	INTENSIDAD MÁXIMA (A)
CUADRO QUEMADO	Distribución		CCQ	400	Trifásico							1	92.85	47.69	104.38	0.89	0.47	150.65
	HORNO DESCERADO 1	Horno descerado	CHD1	400	Trifásico	46.50	0.88	25.10	52.84	76.27	0.95		44.18	23.84	50.20	0.88	0.49	72.46
	HORNO DESCERADO 2	Horno descerado	CHD2	400	Trifásico	46.50	0.88	25.10	52.84	76.27	0.95		44.18	23.84	50.20	0.88	0.49	72.46
	TOMA MONOFÁSICA 23	Toma monofásica	CTM23	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	LUMINARIAS QUEMADO ZONA 1	Luminarias planta	CLQ21	230	Monofásico	0.50	1.00	0.00	0.50	2.19	1.00		0.50	0.00	0.50	1.00	0.00	2.19
	LUMINARIAS QUEMADO ZONA 2	Luminarias planta	CLQ22	230	Monofásico	0.50	1.00	0.00	0.50	2.19	1.00		0.50	0.00	0.50	1.00	0.00	2.19
	LUMINARIAS QUEMADO ZONA 3	Luminarias planta	CLQ23	230	Monofásico	0.50	1.00	0.00	0.50	2.19	1.00		0.50	0.00	0.50	1.00	0.00	2.19
	EMERGENCIA QUEMADO	Luces de emergencia	CEMQ	230	Monofásico	0.04	1.00	0.00	0.04	0.17	1.00		0.04	0.00	0.04	1.00	0.00	0.17

Tabla 20. Previsión de cargas y cálculo de intensidad en Cuadro de Vertido 1

CUADRO	CARGA	FUNCIÓN	CABLE	TENSIÓN	TIPO	POTENCIA ACTIVA (kW)	COS (φ)	POTENCIA REACTIVA (kVar)	POTENCIA APARENTE (kVA)	INTENSIDAD (A)	Ku	Ks	POTENCIA ACTIVA MÁXIMA (kW)	POTENCIA REACTIVA MÁXIMA (kVar)	POTENCIA APARENTE MÁXIMA (kVA)	COS (φ)	φ (radianes)	INTENSIDAD MÁXIMA (A)
CUADRO VERTIDO 1	Distribución		CCV1	400	Trifásico							0.95	144.03	83.90	166.68	0.86	0.53	240.58
	HORNO DE FUNDICION 1	Horno fundición	CHF1	400	Trifásico	75.00	0.85	46.48	88.24	127.36	0.95		71.25	44.16	83.82	0.85	0.55	120.99
	HORNO DE FUNDICION 2	Horno fundición	CHF2	400	Trifásico	75.00	0.85	46.48	88.24	127.36	0.95		71.25	44.16	83.82	0.85	0.55	120.99
	TOMA MONOFÁSICA 24	Toma monofásica	CTM24	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	LUMINARIAS VERTIDO 1.1	Luminarias planta	CLV1.1	230	Monofásico	1.97	1.00	0.00	1.97	8.56	1.00		1.97	0.00	1.97	1.00	0.00	8.56
	LUMINARIAS VERTIDO 1.2	Luminarias planta	CLV1.2	230	Monofásico	1.97	1.00	0.00	1.97	8.56	1.00		1.97	0.00	1.97	1.00	0.00	8.56
	LUMINARIAS VERTIDO 1.3	Luminarias planta	CLV1.3	230	Monofásico	1.97	1.00	0.00	1.97	8.56	1.00		1.97	0.00	1.97	1.00	0.00	8.56
	EMERGENCIA VERTIDO 1	Luces de emergencia	CEMV1	230	Monofásico	0.26	1.00	0.00	0.26	1.13	1.00		0.26	0.00	0.26	1.00	0.00	1.13

Tabla 21. Previsión de cargas y cálculo de intensidad en Cuadro de Vertido 2

CUADRO	CARGA	FUNCIÓN	CABLE	TENSIÓN	TIPO	POTENCIA ACTIVA (kW)	COS (φ)	POTENCIA REACTIVA (kVar)	POTENCIA APARENTE (kVA)	INTENSIDAD (A)	Ku	Ks	POTENCIA ACTIVA MÁXIMA (kW)	POTENCIA REACTIVA MÁXIMA (kVar)	POTENCIA APARENTE MÁXIMA (kVA)	COS (φ)	φ (radianes)	INTENSIDAD MÁXIMA (A)
CUADRO VERTIDO 2	Distribución		CCV2	400	Trifásico							0.95	143.65	83.90	166.35	0.86	0.53	240.11
	HORNO DE FUNDICION 3	Horno fundición	CHF3	400	Trifásico	75.00	0.85	46.48	88.24	127.36	0.95		71.25	44.16	83.82	0.85	0.55	120.99
	HORNO DE FUNDICION 4	Horno fundición	CHF4	400	Trifásico	75.00	0.85	46.48	88.24	127.36	0.95		71.25	44.16	83.82	0.85	0.55	120.99
	TOMA MONOFÁSICA 25	Toma monofásica	CTM25	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	LUMINARIAS VERTIDO 2.1	Luminarias planta	CLV2.1	230	Monofásico	1.87	1.00	0.00	1.87	8.14	1.00		1.87	0.00	1.87	1.00	0.00	8.14
	LUMINARIAS VERTIDO 2.2	Luminarias planta	CLV2.2	230	Monofásico	1.87	1.00	0.00	1.87	8.14	1.00		1.87	0.00	1.87	1.00	0.00	8.14
	LUMINARIAS VERTIDO 2.3	Luminarias planta	CLV2.3	230	Monofásico	1.85	1.00	0.00	1.85	8.03	1.00		1.85	0.00	1.85	1.00	0.00	8.03
	EMERGENCIA VERTIDO 2	Luces de emergencia	CEMV2	230	Monofásico	0.17	1.00	0.00	0.17	0.74	1.00		0.17	0.00	0.17	1.00	0.00	0.74

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 22. Previsión de cargas y cálculo de intensidad en Cuadro de Quitar Molde

CUADRO	CARGA	FUNCIÓN	CABLE	TENSIÓN	TIPO	POTENCIA ACTIVA (kW)	COS (φ)	POTENCIA REACTIVA (kVar)	POTENCIA APARENTE (kVA)	INTENSIDAD (A)	Ku	Ks	POTENCIA ACTIVA MÁXIMA (kW)	POTENCIA REACTIVA MÁXIMA (kVar)	POTENCIA APARENTE MÁXIMA (kVA)	COS (φ)	φ (radianes)	INTENSIDAD MÁXIMA (A)
CUADRO QUITAR MOLDE	Distribución		CCQM	400	Trifásico							0.85	27.57	10.44	29.48	0.94	0.36	42.55
	QUITA CERAMICAS 1	Quita cerámicas	CQC1	400	Trifásico	3.20	0.87	1.81	3.68	5.31	0.90		2.88	1.63	3.31	0.87	0.52	4.78
	QUITA CERAMICAS 2	Quita cerámicas	CQC2	400	Trifásico	3.20	0.87	1.81	3.68	5.31	0.90		2.88	1.63	3.31	0.87	0.52	4.78
	QUITA CERAMICAS 3	Quita cerámicas	CQC3	400	Trifásico	3.20	0.87	1.81	3.68	5.31	0.90		2.88	1.63	3.31	0.87	0.52	4.78
	CORTE LASER 1	Corte láser	CCL1	400	Trifásico	7.20	0.88	3.89	8.18	11.81	0.95		6.84	3.69	7.77	0.88	0.49	11.22
	CORTE LASER 2	Corte láser	CCL2	400	Trifásico	7.20	0.88	3.89	8.18	11.81	0.95		6.84	3.69	7.77	0.88	0.49	11.22
	TOMA MONOFASICA 26	Toma monofásica	CTM26	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	LUMINARIAS QUITAR MOLDE ZONA 1	Luminarias planta	CLQMZ1	230	Monofásico	2.33	1.00	0.00	2.33	10.12	1.00		2.33	0.00	2.33	1.00	0.00	10.12
	LUMINARIAS QUITAR MOLDE ZONA 2	Luminarias planta	CLQMZ2	230	Monofásico	2.33	1.00	0.00	2.33	10.12	1.00		2.33	0.00	2.33	1.00	0.00	10.12
	LUMINARIAS QUITAR MOLDE ZONA 3	Luminarias planta	CLQMZ3	230	Monofásico	2.30	1.00	0.00	2.30	10.02	1.00		2.30	0.00	2.30	1.00	0.00	10.02
	EMERGENCIA QUITAR MOLDE	Luces de emergencia	CEMQM	230	Monofásico	0.21	1.00	0.00	0.21	0.91	1.00		0.21	0.00	0.21	1.00	0.00	0.91

Tabla 23. Previsión de cargas y cálculo de intensidad en Cuadro de Acabados 1

CUADRO	CARGA	FUNCIÓN	CABLE	TENSIÓN	TIPO	POTENCIA ACTIVA (kW)	COS (φ)	POTENCIA REACTIVA (kVar)	POTENCIA APARENTE (kVA)	INTENSIDAD (A)	Ku	Ks	POTENCIA ACTIVA MÁXIMA (kW)	POTENCIA REACTIVA MÁXIMA (kVar)	POTENCIA APARENTE MÁXIMA (kVA)	COS (φ)	φ (radianes)	INTENSIDAD MÁXIMA (A)
CUADRO ACABADOS 1	Distribución		CCA1	400	Trifásico							0.80	123.19	53.89	134.46	0.92	0.41	194.08
	CHORREADORA 1	Chorreadora	CCH1	400	Trifásico	4.20	0.88	2.27	4.77	6.89	0.85		3.57	1.93	4.06	0.88	0.49	5.86
	CHORREADORA 2	Chorreadora	CCH2	400	Trifásico	4.20	0.88	2.27	4.77	6.89	0.85		3.57	1.93	4.06	0.88	0.49	5.86
	CHORREADORA 3	Chorreadora	CCH3	400	Trifásico	4.20	0.88	2.27	4.77	6.89	0.85		3.57	1.93	4.06	0.88	0.49	5.86
	CHORREADORA 4	Chorreadora	CCH4	400	Trifásico	4.20	0.88	2.27	4.77	6.89	0.85		3.57	1.93	4.06	0.88	0.49	5.86
	HORNO TRATAMIENTOS TERMICOS 1	Horno tratamientos térmicos	CHTT1	400	Trifásico	39.00	0.87	22.10	44.83	64.70	0.95		37.05	21.00	42.59	0.87	0.52	61.47
	TOMA MONOFASICA 27	Toma monofásica	CTM27	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 28	Toma monofásica	CTM28	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 29	Toma monofásica	CTM29	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 30	Toma monofásica	CTM30	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 31	Toma monofásica	CTM31	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA TRIFASICA 6	Toma trifásica	CTT6	400	Trifásico	22.17	0.90	10.74	24.63	35.56	0.90		19.95	9.66	22.17	0.90	0.45	32.00
	TOMA TRIFASICA 7	Toma trifásica	CTT7	400	Trifásico	22.17	0.90	10.74	24.63	35.56	0.90		19.95	9.66	22.17	0.90	0.45	32.00
	TOMA TRIFASICA 8	Toma trifásica	CTT8	400	Trifásico	22.17	0.90	10.74	24.63	35.56	0.90		19.95	9.66	22.17	0.90	0.45	32.00
	TOMA TRIFASICA 9	Toma trifásica	CTT9	400	Trifásico	22.17	0.90	10.74	24.63	35.56	0.90		19.95	9.66	22.17	0.90	0.45	32.00
	LUMINARIAS ACABADOS 1.1	Luminarias planta	CLA1.1	230	Monofásico	1.92	1.00	0.00	1.92	8.35	1.00		1.92	0.00	1.92	1.00	0.00	8.35
	LUMINARIAS ACABADOS 1.2	Luminarias planta	CLA1.2	230	Monofásico	1.90	1.00	0.00	1.90	8.24	1.00		1.90	0.00	1.90	1.00	0.00	8.24
	LUMINARIAS ACABADOS 1.3	Luminarias planta	CLA1.3	230	Monofásico	1.90	1.00	0.00	1.90	8.24	1.00		1.90	0.00	1.90	1.00	0.00	8.24
	EMERGENCIA ACABADOS 1	Luces de emergencia	CEMA1	230	Monofásico	0.21	1.00	0.00	0.21	0.91	1.00		0.21	0.00	0.21	1.00	0.00	0.91

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 24. Previsión de cargas y cálculo de intensidad en Cuadro de Acabados 2

CUADRO	CARGA	FUNCIÓN	CABLE	TENSIÓN	TIPO	POTENCIA ACTIVA (kW)	COS (φ)	POTENCIA REACTIVA (kVAR)	POTENCIA APARENTE (kVA)	INTENSIDAD (A)	Ku	Ks	POTENCIA ACTIVA MÁXIMA (kW)	POTENCIA REACTIVA MÁXIMA (kVAR)	POTENCIA APARENTE MÁXIMA (kVA)	COS (φ)	φ (radianes)	INTENSIDAD MÁXIMA (A)
CUADRO ACABADOS 2	Distribución		CCA2	400	Trifásico							0.85	105.62	44.01	114.42	0.92	0.39	165.15
	HORNO TRATAMIENTOS TERMICOS 2	Horno tratamientos térmicos	CHTT2	400	Trifásico	39.00	0.87	22.10	44.83	64.70	0.95		37.05	21.00	42.59	0.87	0.52	61.47
	LIQUIDOS PENETRANTES 1	Líquidos penetrantes	CLP1	400	Trifásico	18.00	0.91	8.20	19.78	28.55	0.85		15.30	6.97	16.81	0.91	0.43	24.27
	LIQUIDOS PENETRANTES 2	Líquidos penetrantes	CLP2	400	Trifásico	18.00	0.91	8.20	19.78	28.55	0.85		15.30	6.97	16.81	0.91	0.43	24.27
	RAYOS X DIGITAL 1	Rayos X digital	CRXD1	400	Trifásico	6.00	0.93	2.37	6.45	9.31	0.90		5.40	2.13	5.81	0.93	0.38	8.38
	RAYOS X DIGITAL 2	Rayos X digital	CRXD2	400	Trifásico	6.00	0.93	2.37	6.45	9.31	0.90		5.40	2.13	5.81	0.93	0.38	8.38
	SOLDADURA DIGITAL 1	Soldadura digital	CSD1	400	Trifásico	22.30	0.86	13.23	25.93	37.43	0.95		21.19	12.57	24.63	0.86	0.54	35.56
	TOMA MONOFASICA 32	Toma monofásica	CTM32	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 33	Toma monofásica	CTM33	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 34	Toma monofásica	CTM34	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 35	Toma monofásica	CTM35	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 36	Toma monofásica	CTM36	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	LUMINARIAS ACABADOS 2.1	Luminarias planta	CLA2.1	230	Monofásico	3.22	1.00	0.00	3.22	13.98	1.00		3.22	0.00	3.22	1.00	0.00	13.98
	LUMINARIAS ACABADOS 2.2	Luminarias planta	CLA2.2	230	Monofásico	3.19	1.00	0.00	3.19	13.88	1.00		3.19	0.00	3.19	1.00	0.00	13.88
	LUMINARIAS ACABADOS 2.3	Luminarias planta	CLA2.3	230	Monofásico	3.19	1.00	0.00	3.19	13.88	1.00		3.19	0.00	3.19	1.00	0.00	13.88
	EMERGENCIA ACABADOS 2	Luces de emergencia	CEMA2	230	Monofásico	0.30	1.00	0.00	0.30	1.30	1.00		0.30	0.00	0.30	1.00	0.00	1.30

Tabla 25. Previsión de cargas y cálculo de intensidad en Cuadro de Acabados 3

CUADRO	CARGA	FUNCIÓN	CABLE	TENSIÓN	TIPO	POTENCIA ACTIVA (kW)	COS (φ)	POTENCIA REACTIVA (kVAR)	POTENCIA APARENTE (kVA)	INTENSIDAD (A)	Ku	Ks	POTENCIA ACTIVA MÁXIMA (kW)	POTENCIA REACTIVA MÁXIMA (kVAR)	POTENCIA APARENTE MÁXIMA (kVA)	COS (φ)	φ (radianes)	INTENSIDAD MÁXIMA (A)
CUADRO ACABADOS 3	Distribución		CCA3	400	Trifásico							0.85	110.69	23.55	113.17	0.98	0.21	163.34
	SOLDADURA DIGITAL 2	Soldadura digital	CSD2	400	Trifásico	22.30	0.86	13.23	25.93	37.43	0.95		21.19	12.57	24.63	0.86	0.54	35.56
	ESTAMPADORA 1	Estampadora	CEST1	400	Trifásico	6.00	0.90	2.91	6.67	9.62	0.85		5.10	2.47	5.67	0.90	0.45	8.18
	ESTAMPADORA 2	Estampadora	CEST2	400	Trifásico	6.00	0.90	2.91	6.67	9.62	0.85		5.10	2.47	5.67	0.90	0.45	8.18
	TOMA MONOFASICA 37	Toma monofásica	CTM37	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 38	Toma monofásica	CTM38	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 39	Toma monofásica	CTM39	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 40	Toma monofásica	CTM40	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 41	Toma monofásica	CTM41	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 42	Toma monofásica	CTM42	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 43	Toma monofásica	CTM43	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 44	Toma monofásica	CTM44	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 45	Toma monofásica	CTM45	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 46	Toma monofásica	CTM46	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 47	Toma monofásica	CTM47	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 48	Toma monofásica	CTM48	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 49	Toma monofásica	CTM49	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 50	Toma monofásica	CTM50	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 51	Toma monofásica	CTM51	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 52	Toma monofásica	CTM52	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 53	Toma monofásica	CTM53	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 54	Toma monofásica	CTM54	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 55	Toma monofásica	CTM55	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA MONOFASICA 56	Toma monofásica	CTM56	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.95		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.20
	TOMA TRIFASICA 10	Toma trifásica	CTT10	400	Trifásico	22.17	0.90	10.74	24.63	35.56	0.95		21.06	10.20	23.40	0.90	0.45	33.78
	LUMINARIAS ACABADOS 3.1	Luminarias planta	CLA3.1	230	Monofásico	2.88	1.00	0.00	2.88	12.52	1.00		2.88	0.00	2.88	1.00	0.00	12.52
	LUMINARIAS ACABADOS 3.2	Luminarias planta	CLA3.2	230	Monofásico	2.88	1.00	0.00	2.88	12.52	1.00		2.88	0.00	2.88	1.00	0.00	12.52
	LUMINARIAS ACABADOS 3.3	Luminarias planta	CLA3.3	230	Monofásico	2.88	1.00	0.00	2.88	12.52	1.00		2.88	0.00	2.88	1.00	0.00	12.52
	EMERGENCIA ACABADOS 3	Luces de emergencia	CEMA3	230	Monofásico	0.32	1.00	0.00	0.32	1.39	1.00		0.32	0.00	0.32	1.00	0.00	1.39

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 26. Previsión de cargas y cálculo de intensidad en Cuadro de Ingeniería y Almacén

CUADRO	CARGA	FUNCIÓN	CABLE	TENSIÓN	TIPO	POTENCIA ACTIVA (kW)	COS (φ)	POTENCIA REACTIVA (kVar)	POTENCIA APARENTE (kVA)	INTENSIDAD (A)	Ku	Ks	POTENCIA ACTIVA MÁXIMA (kW)	POTENCIA REACTIVA MÁXIMA (kVar)	POTENCIA APARENTE MÁXIMA (kVA)	COS (φ)	φ (radianes)	INTENSIDAD MÁXIMA (A)
CUADRO INGENIERIA Y ALMACÉN	Distribución		CCIA	400	Trifásico							0.8	29.84	0.00	29.84	1.00	0.00	43.08
	TOMA MONOFASICA 57	Toma monofásica	CTM57	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 58	Toma monofásica	CTM58	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 59	Toma monofásica	CTM59	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 60	Toma monofásica	CTM60	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 61	Toma monofásica	CTM61	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 62	Toma monofásica	CTM62	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 63	Toma monofásica	CTM63	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 64	Toma monofásica	CTM64	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 65	Toma monofásica	CTM65	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	LUMINARIAS INGENIERIA	Luminarias salas	CLING	230	Monofásico	3.07	1.00	0.00	3.07	13.36	1.00		3.07	0.00	3.07	1.00	0.00	13.36
	LUMINARIAS ALMACEN ZONA 1	Luminarias planta	CLALM21	230	Monofásico	2.50	1.00	0.00	2.50	10.85	1.00		2.50	0.00	2.50	1.00	0.00	10.85
	LUMINARIAS ALMACEN ZONA 2	Luminarias planta	CLALM22	230	Monofásico	2.50	1.00	0.00	2.50	10.85	1.00		2.50	0.00	2.50	1.00	0.00	10.85
	LUMINARIAS ALMACEN ZONA 3	Luminarias planta	CLALM23	230	Monofásico	2.50	1.00	0.00	2.50	10.85	1.00		2.50	0.00	2.50	1.00	0.00	10.85
	EMERGENCIA ING. + ALM.	Luces de emergencia	CEM	230	Monofásico	0.25	1.00	0.00	0.25	1.09	1.00		0.25	0.00	0.25	1.00	0.00	1.09

Tabla 27. Previsión de cargas y cálculo de intensidad en Cuadro de Salas

CUADRO	CARGA	FUNCIÓN	CABLE	TENSIÓN	TIPO	POTENCIA ACTIVA (kW)	COS (φ)	POTENCIA REACTIVA (kVar)	POTENCIA APARENTE (kVA)	INTENSIDAD (A)	Ku	Ks	POTENCIA ACTIVA MÁXIMA (kW)	POTENCIA REACTIVA MÁXIMA (kVar)	POTENCIA APARENTE MÁXIMA (kVA)	COS (φ)	φ (radianes)	INTENSIDAD MÁXIMA (A)
CUADRO SALAS	Distribución		CCS	400	Trifásico							0.75	35.83	0.00	35.83	1.00	0.00	51.72
	TOMA MONOFASICA 66	Toma monofásica	CTM66	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 67	Toma monofásica	CTM67	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 68	Toma monofásica	CTM68	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 69	Toma monofásica	CTM69	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 70	Toma monofásica	CTM70	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 71	Toma monofásica	CTM71	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 72	Toma monofásica	CTM72	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 73	Toma monofásica	CTM73	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	TOMA MONOFASICA 74	Toma monofásica	CTM74	230	Monofásico	3.68	1.00	0.00	3.68	16.00	0.80		2.94	0.00	2.94	1.00	0.00	12.80
	LUMINARIAS BAÑO 1	Luminarias salas	CLB1	230	Monofásico	0.58	1.00	0.00	0.58	2.50	1.00		0.58	0.00	0.58	1.00	0.00	2.50
	LUMINARIAS BAÑO 2	Luminarias salas	CLB2	230	Monofásico	0.58	1.00	0.00	0.58	2.50	1.00		0.58	0.00	0.58	1.00	0.00	2.50
	LUMINARIAS VESTUARIO 1	Luminarias salas	CLVES1	230	Monofásico	2.69	1.00	0.00	2.69	11.69	1.00		2.69	0.00	2.69	1.00	0.00	11.69
	LUMINARIAS VESTUARIO 2	Luminarias salas	CLVES2	230	Monofásico	2.69	1.00	0.00	2.69	11.69	1.00		2.69	0.00	2.69	1.00	0.00	11.69
	LUMINARIAS COMEDOR ZONA 1	Luminarias salas	CLCOMZ1	230	Monofásico	1.92	1.00	0.00	1.92	8.35	1.00		1.92	0.00	1.92	1.00	0.00	8.35
	LUMINARIAS COMEDOR ZONA 2	Luminarias salas	CLCOMZ2	230	Monofásico	1.92	1.00	0.00	1.92	8.35	1.00		1.92	0.00	1.92	1.00	0.00	8.35
	LUMINARIAS MANTENIMIENTO ZONA 1	Luminarias salas	CLMANZ1	230	Monofásico	3.55	1.00	0.00	3.55	15.44	1.00		3.55	0.00	3.55	1.00	0.00	15.44
	LUMINARIAS MANTENIMIENTO ZONA 2	Luminarias salas	CLMANZ2	230	Monofásico	3.50	1.00	0.00	3.50	15.23	1.00		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.23
	LUMINARIAS MANTENIMIENTO ZONA 3	Luminarias salas	CLMANZ3	230	Monofásico	3.50	1.00	0.00	3.50	15.23	1.00		3.50	0.00	3.50	1.00	0.00	15.23
	EMERGENCIA SALAS	Luces de emergencia	CEMSAS	230	Monofásico	0.35	1.00	0.00	0.35	1.52	1.00		0.35	0.00	0.35	1.00	0.00	1.52

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 28. Previsión de cargas y cálculo de intensidad en Cuadro de Clima

CUADRO	CARGA	FUNCIÓN	CABLE	TENSIÓN	TIPO	POTENCIA ACTIVA (kW)	COS (φ)	POTENCIA REACTIVA (kVAr)	POTENCIA APARENTE (kVA)	INTENSIDAD (A)	Ku	Ks	POTENCIA ACTIVA MÁXIMA (kW)	POTENCIA REACTIVA MÁXIMA (kVAr)	POTENCIA APARENTE MÁXIMA (kVA)	COS (φ)	φ (radianes)	INTENSIDAD MÁXIMA (A)
CUADRO CLIMA	Distribución	CCLIMA	400	Trifásico								0.95	29.33	15.97	33.40	0.88	0.50	48.20
	UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE	Unidad de tratamiento de aire	CUTA	400	Trifásico	4.55	0.91	2.07	5.00	7.22	1.00		4.55	2.07	5.00	0.91	0.43	7.22
	VENTILACIÓN 1	Sistema de ventilación	CVENT1	400	Trifásico	3.60	0.87	2.04	4.14	5.97	0.90		3.24	1.84	3.72	0.87	0.52	5.38
	VENTILACIÓN 2	Sistema de ventilación	CVENT2	400	Trifásico	3.60	0.87	2.04	4.14	5.97	0.90		3.24	1.84	3.72	0.87	0.52	5.38
	VENTILACIÓN 3	Sistema de ventilación	CVENT3	400	Trifásico	3.60	0.87	2.04	4.14	5.97	0.90		3.24	1.84	3.72	0.87	0.52	5.38
	VENTILACIÓN 4	Sistema de ventilación	CVENT4	400	Trifásico	3.60	0.87	2.04	4.14	5.97	0.90		3.24	1.84	3.72	0.87	0.52	5.38
	VENTILACIÓN 5	Sistema de ventilación	CVENT5	400	Trifásico	3.60	0.87	2.04	4.14	5.97	0.90		3.24	1.84	3.72	0.87	0.52	5.38
	VENTILACIÓN 6	Sistema de ventilación	CVENT6	400	Trifásico	3.60	0.87	2.04	4.14	5.97	0.90		3.24	1.84	3.72	0.87	0.52	5.38
	EXTRACTOR DE POLVO 1	Sistema de extracción de polvo	CEXTR1	400	Trifásico	2.70	0.88	1.46	3.07	4.43	0.85		2.30	1.24	2.61	0.88	0.49	3.76
	EXTRACTOR DE POLVO 2	Sistema de extracción de polvo	CEXTR2	400	Trifásico	2.70	0.88	1.46	3.07	4.43	0.85		2.30	1.24	2.61	0.88	0.49	3.76
	EXTRACTOR DE POLVO 3	Sistema de extracción de polvo	CEXTR3	400	Trifásico	2.70	0.88	1.46	3.07	4.43	0.85		2.30	1.24	2.61	0.88	0.49	3.76

3. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

3.1. Características generales

La Red de Baja Tensión de la instalación cuenta con las siguientes características:

- Tensión nominal → 400V
- Frecuencia → 50Hz
- Tensión fase-tierra → 230V
- Material de los conductores → Cobre flexible
- Aislamiento de los conductores → XLPE
- Reactancia conductores → 0,08 Ω /km
- Tipo de canalizaciones → Tendido en falso suelo, tendido en bandeja perforada, tendido en falso techo y tendido dentro de la pared.

3.2. Dimensionamiento de conductores en BT

Para realizar el cálculo de dimensionamiento de los conductores de la instalación de BT, se realizan dos cálculos independientes siguiendo dos criterios: el criterio térmico y el criterio por caída de tensión. Tras realizar ambos cálculos se elige la sección mas restrictiva, que es la mayor sección.

Generalmente, para los circuitos que tienen que recorrer cortas distancias y tienen altas potencias que transportar, el criterio térmico es el criterio más restrictivo y el que va a dar la sección del conductor a emplear. Por el contrario, para los circuitos que tienen que recorrer distancias largas y tienen potencias bajas que transportar, el criterio por caída de tensión es el criterio más restrictivo y el que va a dar la sección del conductor a emplear.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

En este apartado se han calculado las secciones de los conductores a través del criterio térmico y con esa sección se ha calculado la caída de tensión. Si esta resulta dentro de los límites, la sección se considera definitiva. Sin embargo, si la caída de tensión no está dentro de los límites, se aumenta la sección y se recalcula la caída de tensión hasta que esta esté dentro de los límites.

A continuación, se detalla el procedimiento seguido para dimensionar los conductores empleando ambos métodos.

3.2.1. Dimensionamiento por criterio térmico

Es necesario calcular la máxima intensidad que puede darse en cada conductor con el fin de evitar calentamientos excesivos que puedan deteriorar las propiedades y el estado del aislante.

Para el cálculo del cableado de la instalación se ha empleado la Norma UNE-HD 60364-5-52 para cables eléctricos para circuitos de distribución de energía eléctrica para una tensión de aislamiento asignada de hasta 1kV. Las tablas recogidas en esta norma indican las intensidades admisibles en conductores aislados con termoplásticos (PVC y similares) o termoestables (EPR, XPLE y similares) considerando una temperatura ambiente de 30°C. En función del tipo de tendido y las condiciones del entorno, a las intensidades previstas se les aplica un factor de corrección por temperatura y otro por agrupamiento obteniendo así las intensidades de selección para cada uno de los conductores en concreto. Dichas tablas que recogen los factores de corrección por agrupamiento y por temperatura se encuentran incluidas en la previamente mencionada norma.

Para determinar la sección de un conductor a través del criterio térmico, es necesario determinar en primer lugar la intensidad prevista del conductor. En este caso tendremos

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

que diferenciar entre los casos de corriente trifásica o monofásica, tal y como se ha visto en el apartado de cálculo de previsión de cargas, mediante las siguientes ecuaciones:

$$\textit{Trifásica} \rightarrow I_{prev} = \frac{S \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U} \text{ (A)}$$

$$\textit{Monofásica} \rightarrow I_{prev} = \frac{S \cdot 1000}{U} \text{ (A)}$$

Donde:

- I_{prev} : Intensidad prevista de la carga (A)
- S: Potencia aparente consumida por la carga (kVA)
- U: Tensión entre fases (V)

Una vez se haya determinado la intensidad prevista para conductor, en aras de seleccionar la sección de conductor adecuada para esa intensidad prevista se ha de tener en cuenta las condiciones ambientales y el método de instalación del tendido. Por ello, se debe calcular la intensidad de selección, la cual se utiliza para entrar a las tablas de la norma y buscar la sección de conductor necesaria para cada caso. Para obtener dicha intensidad, es necesario determinar los factores de corrección apropiados a la instalación de cada conductor (factores de temperatura, factores de agrupamiento). Dicha intensidad de selección se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_{sel} = \frac{I_{prev}}{\prod \textit{Factores de corrección}}$$

La intensidad obtenida mediante la expresión anterior es la cual con la que se entra en la tabla correspondiente y se selecciona la sección de conductor correspondiente a un valor de intensidad inmediatamente superior a la intensidad de selección con el fin de asegurarse de que la instalación esté ligeramente sobredimensionada; ya que, en las

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

instalaciones eléctricas es muy importante dimensionar los sistemas por el lado de la seguridad.

Por último, para calcular la intensidad máxima admisible que soporta cada conductor en las condiciones de instalación se multiplica el producto de los factores de corrección obtenidos previamente por la intensidad que se ha obtenido de las tablas de la siguiente manera:

$$I_{adm} = I_{tabla} \cdot \prod \text{Factores de corrección}$$

Para dimensionar los circuitos con varios conductores por fase se ha realizado mediante conductores unipolares y se ha multiplicado la sección de cada cable por el número de conductores por fase, calculando la caída de tensión para todas las ternas.

Para toda la instalación se ha empleado la Norma UNE-HD 60364-5-52 para circuitos interiores de baja tensión. Se han utilizado 3 tipos de tendidos en la instalación:

1. Conductores unipolares en tubo en canalización ventilada en el suelo, tipo B1.

Para este tipo de tendido se han utilizado las siguientes tablas de la norma:

- a. Tabla de intensidades y secciones B.52.5
- b. Tabla de factores de agrupamiento B.52.17
- c. Tabla de factores de temperatura B.52.14

2. Cables multipolares en tubo en canalización ventilada en el suelo o techo, tipo

B2. Para este tipo de tendido se han utilizado las siguientes tablas de la norma:

- a. Tabla de intensidades y secciones B.52.3 (cargas monofásicas) y B.52.5 (cargas trifásicas).
- b. Tabla de factores de agrupamiento B.52.17
- c. Tabla de factores de temperatura B.52.14








CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

3. Cables multipolares sobre bandejas perforadas, tipo E. Para este tipo de tendido se han utilizado las siguientes tablas de la norma:
- Tabla de intensidades y secciones B.52.12
 - Tabla de factores de agrupamiento B.52.20
 - Tabla de factores de temperatura B.52.14

A continuación, se muestran todas las tablas utilizadas en el cálculo de la instalación:

Tabla 29. Tabla B.52.3 UNE-HD 60364-5-52








Tabla B.52.3 – Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de instalación de la tabla B.52.1 – Cables aislados con XLPE/EPR, dos conductores cargados, cobre o aluminio – Temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente: 30 °C en el aire, 20 °C en el terreno

Sección nominal del conductor mm ²	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D1
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Cobre							
1,5	19	18,5	23	22	24	25	27
2,5	26	25	31	30	33	33	35
4	35	33	42	40	45	43	46
6	45	42	54	51	58	53	58
10	61	57	75	69	80	71	77
16	81	76	100	91	107	91	100
25	106	99	133	119	138	116	129
35	131	121	164	146	171	139	155
50	158	145	198	175	209	164	183
70	200	183	253	221	269	203	225
95	241	220	306	265	328	239	270
120	278	253	354	305	382	271	306
150	318	290	393	334	441	306	343
185	362	329	449	384	506	343	387
240	424	386	528	459	599	395	448
300	486	442	603	532	693	446	502

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 30. Tabla B.52.5 UNE-HD 60364-5-52

Tabla B.52.5 – Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de la tabla B.52.1 – Cables aislados con XLPE/EPR, tres conductores cargados, cobre o aluminio – Temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente 30 °C en el aire, 20 °C en el terreno

Sección nominal del conductor mm ²	Método de instalación de la tabla B.52.1							
	A1	A2	B1	B2	C	D	D2	
								
1	2	3	4	5	6	7	8	
Cobre								
1,5	17	16,5	20	19,5	22	21	23	
2,5	23	22	28	26	30	28	30	
4	31	30	37	35	40	36	39	
6	40	38	48	44	52	44	49	
10	54	51	66	60	71	58	65	
16	73	68	88	80	96	75	84	
25	95	89	117	105	119	96	107	
35	117	109	144	128	147	115	129	
50	141	130	175	154	179	135	153	
70	179	164	222	194	229	167	188	
95	216	197	269	233	278	197	226	
120	249	227	312	268	322	223	257	
150	285	259	342	300	371	251	287	
185	324	295	384	340	424	281	324	
240	380	346	450	398	500	324	375	
300	435	396	514	455	576	365	419	
Aluminio								
2,5	19	18	22	21	24	22		
4	25	24	29	28	32	28		
6	32	31	38	35	41	35		
10	44	41	52	48	57	46		
16	58	55	71	64	76	59	64	
25	76	71	93	84	90	75	82	
35	94	87	116	103	112	90	98	
50	113	104	140	124	136	106	117	
70	142	131	179	156	174	130	144	
95	171	157	217	188	211	154	172	
120	197	180	251	216	245	174	197	
150	226	206	267	240	283	197	220	
185	256	233	300	272	323	220	250	
240	300	273	351	318	382	253	290	
300	344	313	402	364	440	286	326	

NOTA En las columnas 3, 5, 6, 7 y 8, se supone que los conductores son circulares para un tamaño de hasta 16 mm² inclusive. Los valores indicados para mayores tamaños se refieren a conductores perfilados y pueden ser aplicados con seguridad a los conductores circulares.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 31. Tabla B.52.12 UNE-HD 60364-5-52

Tabla B.52.12 – Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de instalación E, F y G de la tabla B.52.1 – Aislamiento XLPE/EPR, conductores de cobre – Temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente de referencia: 30 °C

Sección nominal del conductor mm ²	Métodos de instalación de la tabla B.52.1						
	Cables multipolares		Cables unipolares				
	Dos conductores cargados	Tres conductores cargados	Dos conductores cargados en contacto	Tres conductores cargados al tresbolillo	Tres conductores cargados en plano		
					En contacto	Separados	
						Horizontales	Verticales
	Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G
1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	26	23	–	–	–	–	–
2,5	36	32	–	–	–	–	–
4	49	42	–	–	–	–	–
6	63	54	–	–	–	–	–
10	86	75	–	–	–	–	–
16	115	100	–	–	–	–	–
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833
400	–	–	940	823	868	1085	1008
500	–	–	1083	946	998	1253	1169
630	–	–	1 254	1 088	1 151	1 454	1 362

NOTA 1 Los conductores se suponen circulares para tamaños hasta los 16 mm² inclusive. Los valores para tamaños mayores se refieren a conductores perfilados y pueden ser aplicados con seguridad a conductores circulares.

NOTA 2 D_e es el diámetro externo del cable.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 32. Tabla B.52.14 UNE-HD 60364-5-52

Tabla B.52.14 – Factores de corrección para temperaturas ambiente diferentes de 30 °C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en el aire

Temperatura ambiente ^a °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral ^P	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,78	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32

^a Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 33. Tabla B.52.17 UNE-HD 60364-5-52

Tabla B.52.17 – Factores de reducción para un circuito o un cable multipolar o para un grupo de más de un circuito, o más de un cable multipolar para usarse con las corrientes admisibles de las tablas B.52.2 a B.52.13.

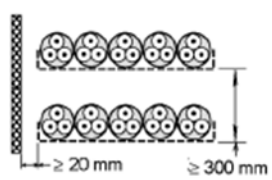

Punto	Disposición (En contacto)	Número de circuitos o de cables multipolares											Para usarse con las corrientes admisibles, referencia	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16		20
1	Agrupados en el aire, sobre una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	B.52.2 a B.52.13 Métodos A a F
2	Capa única sobre pared, suelo o sistemas de bandejas de cables sin perforar	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multipolares	B.52.2 a B.52.7 Método C		
3	Capa única fijada directamente bajo techo de madera	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Capa única sobre sistemas de bandejas perforadas horizontales o verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			B.52.8 a B.52.13 Métodos E y F	
5	Capa única sobre sistemas de bandejas de escalera, o bridas de amarre, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				
<p>NOTA 1 Estos factores se aplican a grupos homogéneos de cables, cargados por igual.</p> <p>NOTA 2 Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro total, no es necesario ningún factor de reducción.</p> <p>NOTA 3 Los mismos factores de corrección se aplican: – a los grupos de dos o tres cables unipolares; – a los cables multipolares.</p> <p>NOTA 4 Si un sistema se compone de cables de dos o tres conductores aislados, se toma el número total de cables como el número de circuitos y se aplica el factor de corrección a las tablas para dos conductores cargados para los cables de dos conductores aislados y a las tablas para tres conductores cargados para los cables de tres conductores aislados.</p> <p>NOTA 5 Si un agrupamiento está formado por n cables unipolares, puede ser considerado como $n/2$ circuitos de dos conductores cargados o como $n/3$ circuitos de tres conductores cargados.</p> <p>NOTA 6 Los valores indicados son la media en el rango de las dimensiones de conductores y de los métodos de instalación de las tablas B.52.2 a B.52.13, la precisión general de los valores tabulados está en un $\pm 5\%$.</p> <p>NOTA 7 Para algunas instalaciones y para otros métodos de instalación no contemplados en esta tabla puede ser apropiado utilizar factores calculados para casos específicos, véase por ejemplo las tablas B.52.20 y B.52.21.</p>														

Para la selección del factor de agrupamiento en el caso de que las fases del circuito estén formadas por más de un conductor, se considera el número de los conductores por fase como número de circuitos.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 34. Tabla B.52.20 UNE-HD 60364-5-52

Tabla B.52.20 – Factores de reducción para un grupo de más de un cable multipolar, a aplicarse a las corrientes admisibles de referencia para cables multipolares al aire libre – Método de instalación E en las tablas B.52.8 a B.52.13

Método de instalación de la tabla A.52.3		Número de bandejas o bandejas de escalera	Número de cables por bandeja o bandeja de escalera							
			1	2	3	4	6	9		
Sistemas de bandejas perforadas (nota 3)	31	En contacto		1	1,00	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73
				2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68
				3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66
				6	1,00	0,84	0,77	0,73	0,68	0,64
		Separadas		1	1,00	1,00	0,98	0,95	0,91	–
				2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	–
		3	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	–		

3.2.2. Dimensionamiento por criterio de caída de tensión

Para determinar la sección de un conductor mediante este criterio, es necesario determinar en primer lugar el valor de la caída de tensión:

$$\Delta U = U \cdot \Delta U\%$$

En este caso, como se ha comentado al comienzo del apartado, se ha empleado la sección calculada por criterio térmico y se ha comprobado si esta cumple el criterio de caída de tensión. Los requerimientos normativos del RBT para limitar la caída de tensión máxima permitida en la instalación son los siguientes:

- 6.5% de caída de tensión acumulada para todas las cargas de potencia.
- 4.5% de caída de tensión acumulada para todas las luminarias.

Por lo tanto, si la caída de tensión obtenida para la primera sección es inferior a la caída de tensión máxima calculada con la ecuación anterior y los límites normativos, esta

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

sección se considera la apropiada. En el caso contrario, se selecciona la sección inmediatamente superior y se comprueba otra vez que la caída de tensión obtenida se encuentra dentro del rango permitido. Este proceso se repite hasta que se cumpla la condición.

Para ello, es necesario conocer el tipo de línea, es decir, si se trata de una línea trifásica o monofásica, dado que de ello va a depender la ecuación a aplicar.

En el caso de tratarse de una línea monofásica, se emplea la siguiente ecuación para calcular la caída de tensión:

$$\Delta V = 2 \cdot \left(c \cdot \rho \cdot \frac{L}{S} \cdot I \cdot \cos\phi + x \cdot L \cdot I \cdot \sen\phi \right)$$

En el caso de tratarse de una línea trifásica, se emplea la siguiente ecuación para calcular la caída de tensión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot \left(c \cdot \rho \cdot \frac{L}{S} \cdot I \cdot \cos\phi + x \cdot L \cdot I \cdot \sen\phi \right)$$

Una vez realizados los cálculos iterativos hasta cumplir las condiciones de caída de tensión, la intensidad máxima admisible se corresponderá con la intensidad de la última sección obtenida multiplicada por los factores de corrección.

$$I_{adm} = I_{tabla} \cdot \prod \text{Factores de corrección}$$

Para llevar a cabo los cálculos mencionados en este apartado se ha tenido en cuenta el efecto skin y efecto de proximidades mediante una aproximación que se toma en instalaciones de baja tensión para realizar los cálculos ($c = 1.02$). Este efecto es mucho más pronunciado para conductores de gran sección. También se ha tenido en cuenta el

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

efecto de la reactancia en los conductores (aproximadamente $x = 0.08 \Omega/\text{km}$). Por último, se ha tenido en cuenta el efecto de la temperatura y la frecuencia.

Los cables termoestables empleados en la instalación soportan 90°C en régimen permanente. Por lo tanto, debe considerarse la resistividad del conductor a dicha temperatura como peor escenario posible. A continuación, se muestra la resistividad de los conductores de cobre y aluminio para diferentes temperaturas.

Tabla 35. Resistividad del material a diferentes temperaturas ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)

Material	ρ a 20°C	ρ a 70°C	ρ a 90°C	α ($^\circ\text{C}^{-1}$)
Cobre	0.018	0.021	0.023	0.00392
Aluminio	0.029	0.033	0.036	0.00403

No se puede asumir que los conductores permanecen a 20°C en funcionamiento; ya que, aparte de la temperatura ambiente influir en su temperatura, hay que considerar el calentamiento del conductor por efecto Joule. Por lo tanto, se pueden llegar a cometer errores en el cálculo de hasta un 30% si no se considera el cambio de la resistividad con la temperatura. En el caso de que no se conozca la temperatura real a la que opera el conductor siempre se puede tomar las condiciones más desfavorables como valores de cálculo. De esta manera siempre se dimensiona desde el punto de vista de la seguridad. Para obtener los valores de resistividad (ρ) a cualquier temperatura (θ) se utiliza la siguiente expresión:

$$\rho_\theta = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (\theta - 20)]$$

Donde:

- ρ_θ : resistividad del conductor a la temperatura θ en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
- ρ_{20} : resistividad del conductor a 20°C en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- α : coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en $^{\circ}\text{C}^{-1}$

Para obtener el valor de la resistividad en la expresión anterior, es preciso calcular la temperatura previamente de la siguiente manera:

$$\theta = \theta_0 (\theta_{\text{máx}} - \theta_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{\text{máx}}} \right)^2$$

Donde:

- θ : temperatura real estimada en el conductor.
- θ_0 : temperatura ambiente del conductor sin carga.
- $\theta_{\text{máx}}$: temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento. (70 $^{\circ}\text{C}$ para aislamientos termoplásticos y 90 $^{\circ}\text{C}$ para aislamientos termo- estables).
- I : intensidad prevista para el conductor.
- $I_{\text{máx}}$: intensidad máxima admisible para el conductor en las condiciones en que se encuentra instalado.

Para dimensionar los circuitos con varios conductores por fase se ha realizado mediante conductores unipolares y se ha multiplicado la sección de cada cable por el número de conductores por fase, calculando la caída de tensión para todas las ternas.

3.2.3. Resultados

En este apartado se van a mostrar para cada cable agrupados por cuadros los datos generales, los factores de corrección resultantes, los resultados por criterio térmico y los resultados por caída de tensión.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 36. Datos generales y factores de corrección 1

CABLE	DATOS GENERALES							FACTORES DE CORRECCIÓN		
	Tensión	Tipo	Material	Aislante	Descripción	Longitud (m)	T ambiente (°C)	Temperatura	Agrupamiento	Total
CCGBT	400	Trifásico	Cobre	XLPE	Falso suelo	10	30	1.00	0.90	0.90
CCC	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja pared	100	30	1.00	0.96	0.96
CPI1	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	25	30	1.00	1.00	1.00
CPI2	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	16	30	1.00	1.00	1.00
CPI3	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	15	30	1.00	1.00	1.00
CPI4	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	6	30	1.00	1.00	1.00
CTM1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	28	30	1.00	1.00	1.00
CTM2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	19	30	1.00	1.00	1.00
CTM3	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	18	30	1.00	1.00	1.00
CTM4	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	9	30	1.00	1.00	1.00
CLCZ1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	33	30	1.00	0.95	0.95
CLCZ2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	42	30	1.00	0.95	0.95
CLCZ3	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	48	30	1.00	0.95	0.95
CEMC	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	38	30	1.00	0.95	0.95
CCM	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja pared	74	30	1.00	0.96	0.96
CTM5	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	35	30	1.00	0.65	0.65
CTM6	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	30	30	1.00	0.65	0.65
CTM7	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	25	30	1.00	0.65	0.65
CTM8	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	20	30	1.00	0.65	0.65
CTM9	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	30	30	1.00	0.65	0.65
CTM10	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	25	30	1.00	0.65	0.65
CTM11	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	20	30	1.00	0.65	0.65
CTM12	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	15	30	1.00	0.65	0.65
CTM13	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	25	30	1.00	0.65	0.65
CTM14	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	20	30	1.00	0.65	0.65
CTM15	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	15	30	1.00	0.65	0.65
CTM16	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	10	30	1.00	0.65	0.65
CTM17	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	20	30	1.00	0.65	0.65
CTM18	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	15	30	1.00	0.65	0.65
CTM19	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	10	30	1.00	0.65	0.65
CTM20	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	5	30	1.00	0.65	0.65
CTT1	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	27	30	1.00	1.00	1.00
CTT2	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	22	30	1.00	1.00	1.00
CTT3	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	17	30	1.00	1.00	1.00
CTT4	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	12	30	1.00	1.00	1.00
CLMZ1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	31	30	1.00	0.95	0.95
CLMZ2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	40	30	1.00	0.95	0.95
CLMZ3	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	46	30	1.00	0.95	0.95
CEMM	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	35	30	1.00	0.95	0.95

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 37. Datos generales y factores de corrección 2

CABLE	DATOS GENERALES							FACTORES DE CORRECCIÓN		
	Tensión	Tipo	Material	Aislante	Descripción	Longitud (m)	T ambiente (°C)	Temperatura	Agrupamiento	Total
CCR	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja pared	194	30	1.00	0.96	0.96
CRO	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	15	30	1.00	1.00	1.00
CLS	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	1	30	1.00	1.00	1.00
CTM21	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	18	30	1.00	1.00	1.00
CTM22	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	13	30	1.00	1.00	1.00
CTT5	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	19	30	1.00	1.00	1.00
CLRZ1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	41	30	1.00	0.95	0.95
CLRZ2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	33	30	1.00	0.95	0.95
CLRZ3	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	47	30	1.00	0.95	0.95
CEMR	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	40	30	1.00	0.95	0.95
CCQ	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja pared	95	40	0.91	0.96	0.87
CHD1	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	20	40	0.91	1.00	0.91
CHD2	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	11	40	0.91	1.00	0.91
CTM23	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	20	40	0.91	1.00	0.91
CLQZ1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	19	40	0.91	0.95	0.86
CLQZ2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	27	40	0.91	0.95	0.86
CLQZ3	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	35	40	0.91	0.95	0.86
CEMQ	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	33	40	0.91	0.95	0.86
CCV1	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja pared	367	40	0.91	0.98	0.89
CHF1	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	12	40	0.91	1.00	0.91
CHF2	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	13	40	0.91	1.00	0.91
CTM24	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	9	40	0.91	1.00	0.91
CLV1.1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	58	40	0.91	0.99	0.90
CLV1.2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	58	40	0.91	0.99	0.90
CLV1.3	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	58	40	0.91	0.99	0.90
CEMV1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	58	40	0.91	0.99	0.90
CCV2	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja pared	314	40	0.91	0.98	0.89
CHF3	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	8	40	0.91	1.00	0.91
CHF4	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	8	40	0.91	1.00	0.91
CTM25	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	13	40	0.91	1.00	0.91
CLV2.1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	35	40	0.91	0.99	0.90
CLV2.2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	44	40	0.91	0.99	0.90
CLV2.3	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	62	40	0.91	0.99	0.90
CEMV2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	70	40	0.91	0.99	0.90
CCQM	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja pared	94	30	1.00	0.96	0.96
CQC1	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	39	30	1.00	1.00	1.00
CQC2	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	29	30	1.00	1.00	1.00
CQC3	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	19	30	1.00	1.00	1.00
CCL1	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	59	30	1.00	1.00	1.00
CCL2	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	49	30	1.00	1.00	1.00
CTM26	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	46	30	1.00	1.00	1.00
CLQMZ1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	42	30	1.00	0.95	0.95
CLQMZ2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	60	30	1.00	0.95	0.95
CLQMZ3	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	78	30	1.00	0.95	0.95
CEMQM	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	72	30	1.00	0.95	0.95

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 38. Datos generales y factores de corrección 3

CABLE	DATOS GENERALES							FACTORES DE CORRECCIÓN		
	Tensión	Tipo	Material	Aislante	Descripción	Longitud (m)	T ambiente (°C)	Temperatura	Agrupamiento	Total
CCA1	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja pared	236	30	1.00	0.98	0.98
CCH1	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	7	30	1.00	0.99	0.99
CCH2	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	13	30	1.00	0.99	0.99
CCH3	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	19	30	1.00	0.99	0.99
CCH4	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	25	30	1.00	0.99	0.99
CHTT1	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	8	30	1.00	1.00	1.00
CTM27	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	13	30	1.00	0.92	0.92
CTM28	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	19	30	1.00	0.92	0.92
CTM29	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	25	30	1.00	0.92	0.92
CTM30	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	31	30	1.00	0.92	0.92
CTM31	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	18	30	1.00	1.00	1.00
CTT6	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	21	30	1.00	0.92	0.92
CTT7	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	27	30	1.00	0.92	0.92
CTT8	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	33	30	1.00	0.92	0.92
CTT9	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	39	30	1.00	0.92	0.92
CLA1.1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	43	30	1.00	0.99	0.99
CLA1.2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	37	30	1.00	0.99	0.99
CLA1.3	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	52	30	1.00	0.99	0.99
CEMA1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	89	30	1.00	0.99	0.99
CCA2	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja pared	99	30	1.00	0.98	0.98
CHTT2	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	108	30	1.00	0.96	0.96
CLP1	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	93	30	1.00	0.96	0.96
CLP2	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	76	30	1.00	0.96	0.96
CRXD1	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	8	30	1.00	0.95	0.95
CRXD2	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	23	30	1.00	0.95	0.95
CSD1	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	8	30	1.00	1.00	1.00
CTM32	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	133	30	1.00	0.96	0.96
CTM33	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	62	30	1.00	0.96	0.96
CTM34	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	22	30	1.00	0.95	0.95
CTM35	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	17	30	1.00	0.95	0.95
CTM36	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	19	30	1.00	1.00	1.00
CLA2.1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	63	30	1.00	0.99	0.99
CLA2.2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	58	30	1.00	0.99	0.99
CLA2.3	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	73	30	1.00	0.99	0.99
CEMA2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	104	30	1.00	0.99	0.99

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 39. Datos generales y factores de corrección 4

CABLE	DATOS GENERALES							FACTORES DE CORRECCIÓN		
	Tensión	Tipo	Material	Aislante	Descripción	Longitud (m)	T ambiente (°C)	Temperatura	Agrupamiento	Total
CCA3	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja pared	49	30	1.00	0.98	0.98
CSD2	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	27	30	1.00	0.98	0.98
CEST1	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	17	30	1.00	0.92	0.92
CEST2	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	7	30	1.00	0.92	0.92
CTM37	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	26	30	1.00	0.98	0.98
CTM38	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	16	30	1.00	0.92	0.92
CTM39	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	30	30	1.00	0.92	0.92
CTM40	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	21	30	1.00	0.92	0.92
CTM41	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	26	30	1.00	0.92	0.92
CTM42	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	17	30	1.00	0.92	0.92
CTM43	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	22	30	1.00	0.92	0.92
CTM44	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	13	30	1.00	1.00	1.00
CTM45	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	18	30	1.00	1.00	1.00
CTM46	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	9	30	1.00	0.91	0.91
CTM47	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	21	30	1.00	0.91	0.91
CTM48	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	12	30	1.00	0.91	0.91
CTM49	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	25	30	1.00	0.91	0.91
CTM50	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	16	30	1.00	0.91	0.91
CTM51	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	29	30	1.00	0.91	0.91
CTM52	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	20	30	1.00	0.91	0.91
CTM53	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	33	30	1.00	0.91	0.91
CTM54	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	24	30	1.00	0.91	0.91
CTM55	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	52	30	1.00	0.91	0.91
CTM56	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	42	30	1.00	0.91	0.91
CTT10	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	47	30	1.00	0.91	0.91
CLA3.1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	47	30	1.00	0.99	0.99
CLA3.2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	50	30	1.00	0.99	0.99
CLA3.3	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	68	30	1.00	0.99	0.99
CEMA3	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	64	30	1.00	0.99	0.99
CCIA	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja pared	76	30	1.00	0.96	0.96
CTM57	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	31	30	1.00	0.65	0.65
CTM58	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	23	30	1.00	0.65	0.65
CTM59	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	28	30	1.00	0.65	0.65
CTM60	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	20	30	1.00	0.65	0.65
CTM61	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	22	30	1.00	0.65	0.65
CTM62	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	14	30	1.00	0.65	0.65
CTM63	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	19	30	1.00	0.65	0.65
CTM64	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	11	30	1.00	0.65	0.65
CTM65	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	43	30	1.00	1.00	1.00
CLING	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso techo	34	30	1.00	1.00	1.00
CLALMZ1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	71	30	1.00	0.95	0.95
CLALMZ2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	104	30	1.00	0.95	0.95
CLALMZ3	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	110	30	1.00	0.95	0.95
CEM	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	106	30	1.00	0.95	0.95

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 40. Datos generales y factores de corrección 5

CABLE	DATOS GENERALES							FACTORES DE CORRECCIÓN		
	Tensión	Tipo	Material	Aislante	Descripción	Longitud (m)	T ambiente (°C)	Temperatura	Agrupamiento	Total
CCS	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja pared	34	30	1.00	0.98	0.98
CTM66	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	7	30	1.00	1.00	1.00
CTM67	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	33	30	1.00	0.65	0.65
CTM68	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	34	30	1.00	0.65	0.65
CTM69	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	68	30	1.00	0.65	0.65
CTM70	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	64	30	1.00	0.65	0.65
CTM71	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	60	30	1.00	0.65	0.65
CTM72	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	56	30	1.00	0.65	0.65
CTM73	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	52	30	1.00	0.65	0.65
CTM74	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso suelo	47	30	1.00	0.65	0.65
CLB1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso techo	19	30	1.00	1.00	1.00
CLB2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso techo	31	30	1.00	1.00	1.00
CLVES1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso techo	42	30	1.00	1.00	1.00
CLVES2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso techo	62	30	1.00	1.00	1.00
CLCOMZ1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso techo	78	30	1.00	1.00	1.00
CLCOMZ2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso techo	93	30	1.00	1.00	1.00
CLMANZ1	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso techo	29	30	1.00	1.00	1.00
CLMANZ2	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso techo	40	30	1.00	1.00	1.00
CLMANZ3	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso techo	69	30	1.00	1.00	1.00
CEMSAS	230	Monofásico	Cobre Flexible	XLPE	Falso techo	93	30	1.00	1.00	1.00
CCLIMA	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja pared	71	30	1.00	0.98	0.98
CUTA	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	1	40	0.91	0.95	0.86
CVENT1	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	47	30	1.00	0.95	0.95
CVENT2	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	59	30	1.00	0.95	0.95
CVENT3	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	111	30	1.00	0.95	0.95
CVENT4	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	57	30	1.00	0.95	0.95
CVENT5	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	26	30	1.00	0.95	0.95
CVENT6	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	103	30	1.00	0.95	0.95
CEXTR1	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	57	30	1.00	0.95	0.95
CEXTR2	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	74	30	1.00	0.95	0.95
CEXTR3	400	Trifásico	Cobre Flexible	XLPE	Bandeja perforada	95	30	1.00	0.95	0.95

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 41. Resultados criterio térmico 1

CABLE	CRITERIO TÉRMICO							
	I prevista (A)	Conductores	ϕ (radianes)	I corregida (A)	I tabla (A)	I max (A)	Sección calculada(mm ²)	Sección elegida (mm ²)
CCGBT	1458.58	4	0.39	1620.65	514.00	462.60	300.00	300.00
CCC	65.93	1	0.32	68.68	127.00	121.92	25.00	25.00
CPI1	18.70	1	0.40	18.70	26.00	26.00	2.50	2.50
CPI2	18.70	1	0.40	18.70	26.00	26.00	2.50	2.50
CPI3	18.70	1	0.40	18.70	26.00	26.00	2.50	2.50
CPI4	18.70	1	0.40	18.70	26.00	26.00	2.50	2.50
CTM1	12.80	1	0.00	12.80	30.00	30.00	2.50	2.50
CTM2	12.80	1	0.00	12.80	30.00	30.00	2.50	2.50
CTM3	12.80	1	0.00	12.80	30.00	30.00	2.50	2.50
CTM4	12.80	1	0.00	12.80	30.00	30.00	2.50	2.50
CLCZ1	3.65	1	0.00	3.84	36.00	34.20	2.50	2.50
CLCZ2	3.65	1	0.00	3.84	36.00	34.20	2.50	2.50
CLCZ3	3.55	1	0.00	3.73	36.00	34.20	2.50	2.50
CEMC	0.26	1	0.00	0.27	36.00	34.20	2.50	2.50
CCM	176.18	1	0.27	183.52	192.00	184.32	50.00	50.00
CTM5	15.20	1	0.00	23.38	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM6	15.20	1	0.00	23.38	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM7	15.20	1	0.00	23.38	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM8	15.20	1	0.00	23.38	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM9	15.20	1	0.00	23.38	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM10	15.20	1	0.00	23.38	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM11	15.20	1	0.00	23.38	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM12	15.20	1	0.00	23.38	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM13	15.20	1	0.00	23.38	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM14	15.20	1	0.00	23.38	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM15	15.20	1	0.00	23.38	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM16	15.20	1	0.00	23.38	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM17	15.20	1	0.00	23.38	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM18	15.20	1	0.00	23.38	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM19	15.20	1	0.00	23.38	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM20	15.20	1	0.00	23.38	40.00	26.00	4.00	4.00
CTT1	32.00	1	0.45	32.00	35.00	35.00	4.00	4.00
CTT2	32.00	1	0.45	32.00	35.00	35.00	4.00	4.00
CTT3	32.00	1	0.45	32.00	35.00	35.00	4.00	4.00
CTT4	32.00	1	0.45	32.00	35.00	35.00	4.00	4.00
CLMZ1	3.65	1	0.00	3.84	36.00	34.20	2.50	2.50
CLMZ2	3.65	1	0.00	3.84	36.00	34.20	2.50	2.50
CLMZ3	3.55	1	0.00	3.73	36.00	34.20	2.50	2.50
CEMM	0.26	1	0.00	0.27	36.00	34.20	2.50	2.50

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 42. Resultados criterio térmico 2

CABLE	CRITERIO TÉRMICO							
	I prevista (A)	Conductores	ϕ (radianes)	I corregida (A)	I tabla (A)	I max (A)	Sección calculada(mm ²)	Sección elegida (mm ²)
CCR	55.71	1	0.36	58.03	158.00	151.68	35.00	35.00
CRO	7.84	1	0.57	7.84	26.00	26.00	2.50	2.50
CLS	8.23	1	0.45	8.23	26.00	26.00	2.50	2.50
CTM21	12.80	1	0.00	12.80	30.00	30.00	2.50	2.50
CTM22	12.80	1	0.00	12.80	30.00	30.00	2.50	2.50
CTTS	32.00	1	0.45	32.00	35.00	35.00	4.00	4.00
CLRZ1	6.57	1	0.00	6.92	49.00	46.55	4.00	4.00
CLRZ2	6.47	1	0.00	6.81	36.00	34.20	2.50	2.50
CLRZ3	6.47	1	0.00	6.81	49.00	46.55	4.00	4.00
CEMR	0.52	1	0.00	0.55	36.00	34.20	2.50	2.50
CCQ	150.65	1	0.47	172.45	246.00	214.91	70.00	70.00
CHD1	72.46	1	0.49	79.62	105.00	95.55	25.00	25.00
CHD2	72.46	1	0.49	79.62	105.00	95.55	25.00	25.00
CTM23	12.80	1	0.00	14.07	30.00	27.30	2.50	2.50
CLQZ1	2.19	1	0.00	2.53	36.00	31.12	2.50	2.50
CLQZ2	2.19	1	0.00	2.53	36.00	31.12	2.50	2.50
CLQZ3	2.19	1	0.00	2.53	36.00	31.12	2.50	2.50
CEMQ	0.17	1	0.00	0.20	36.00	31.12	2.50	2.50
CCV1	240.58	1	0.53	269.77	621.00	553.81	300.00	300.00
CHF1	120.99	1	0.55	132.95	268.00	243.88	120.00	120.00
CHF2	120.99	1	0.55	132.95	268.00	243.88	120.00	120.00
CTM24	12.80	1	0.00	14.07	69.00	62.79	10.00	10.00
CLV1.1	8.56	1	0.00	9.50	115.00	103.60	16.00	16.00
CLV1.2	8.56	1	0.00	9.50	115.00	103.60	16.00	16.00
CLV1.3	8.56	1	0.00	9.50	115.00	103.60	16.00	16.00
CEMV1	1.13	1	0.00	1.25	36.00	32.43	2.50	2.50
CCV2	240.11	1	0.53	269.24	621.00	553.81	300.00	300.00
CHF3	120.99	1	0.55	132.95	268.00	243.88	120.00	120.00
CHF4	120.99	1	0.55	132.95	268.00	243.88	120.00	120.00
CTM25	12.80	1	0.00	14.07	40.00	36.40	4.00	4.00
CLV2.1	8.14	1	0.00	9.03	63.00	56.76	6.00	6.00
CLV2.2	8.14	1	0.00	9.03	63.00	56.76	6.00	6.00
CLV2.3	8.03	1	0.00	8.92	86.00	77.48	10.00	10.00
CEMV2	0.74	1	0.00	0.82	36.00	32.43	2.50	2.50
CCQM	42.55	1	0.36	44.32	127.00	121.92	25.00	25.00
CQC1	4.78	1	0.52	4.78	26.00	26.00	2.50	2.50
CQC2	4.78	1	0.52	4.78	26.00	26.00	2.50	2.50
CQC3	4.78	1	0.52	4.78	26.00	26.00	2.50	2.50
CCL1	11.22	1	0.49	11.22	26.00	26.00	2.50	2.50
CCL2	11.22	1	0.49	11.22	26.00	26.00	2.50	2.50
CTM26	12.80	1	0.00	12.80	30.00	30.00	2.50	2.50
CLQMZ1	10.12	1	0.00	10.65	36.00	34.20	2.50	2.50
CLQMZ2	10.12	1	0.00	10.65	49.00	46.55	4.00	4.00
CLQMZ3	10.02	1	0.00	10.54	63.00	59.85	6.00	6.00
CEMQM	0.91	1	0.00	0.96	36.00	34.20	2.50	2.50

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 43. Resultados criterio térmico 3

CABLE	CRITERIO TÉRMICO							
	I prevista (A)	Conductores	ϕ (radianes)	I corregida (A)	I tabla (A)	I max (A)	Sección calculada(mm ²)	Sección elegida (mm ²)
CCA1	194.08	1	0.41	198.04	399.00	391.02	150.00	150.00
CCH1	5.86	1	0.49	5.91	32.00	31.68	2.50	2.50
CCH2	5.86	1	0.49	5.91	32.00	31.68	2.50	2.50
CCH3	5.86	1	0.49	5.91	32.00	31.68	2.50	2.50
CCH4	5.86	1	0.49	5.91	32.00	31.68	2.50	2.50
CHTT1	61.47	1	0.52	61.47	75.00	75.00	10.00	10.00
CTM27	15.20	1	0.00	16.52	36.00	33.12	2.50	2.50
CTM28	15.20	1	0.00	16.52	36.00	33.12	2.50	2.50
CTM29	15.20	1	0.00	16.52	36.00	33.12	2.50	2.50
CTM30	15.20	1	0.00	16.52	49.00	45.08	4.00	4.00
CTM31	12.80	1	0.00	12.80	36.00	36.00	2.50	2.50
CTT6	32.00	1	0.45	34.78	42.00	38.64	4.00	4.00
CTT7	32.00	1	0.45	34.78	42.00	38.64	4.00	4.00
CTT8	32.00	1	0.45	34.78	42.00	38.64	4.00	4.00
CTT9	32.00	1	0.45	34.78	42.00	38.64	4.00	4.00
CLA1.1	8.35	1	0.00	8.43	63.00	62.37	6.00	6.00
CLA1.2	8.24	1	0.00	8.33	63.00	62.37	6.00	6.00
CLA1.3	8.24	1	0.00	8.33	63.00	62.37	6.00	6.00
CEMA1	0.91	1	0.00	0.92	36.00	35.64	2.50	2.50
CCA2	165.15	1	0.39	168.52	246.00	241.08	70.00	70.00
CHTT2	61.47	1	0.52	64.03	100.00	96.00	16.00	16.00
CLP1	24.27	1	0.43	25.28	54.00	51.84	6.00	6.00
CLP2	24.27	1	0.43	25.28	54.00	51.84	6.00	6.00
CRXD1	8.38	1	0.38	8.82	32.00	30.40	2.50	2.50
CRXD2	8.38	1	0.38	8.82	32.00	30.40	2.50	2.50
CSD1	35.56	1	0.54	35.56	42.00	42.00	4.00	4.00
CTM32	12.80	1	0.00	13.33	86.00	82.56	10.00	10.00
CTM33	12.80	1	0.00	13.33	49.00	47.04	4.00	4.00
CTM34	12.80	1	0.00	13.47	36.00	34.20	2.50	2.50
CTM35	12.80	1	0.00	13.47	36.00	34.20	2.50	2.50
CTM36	12.80	1	0.00	12.80	36.00	36.00	2.50	2.50
CLA2.1	13.98	1	0.00	14.12	86.00	85.14	10.00	10.00
CLA2.2	13.88	1	0.00	14.02	86.00	85.14	10.00	10.00
CLA2.3	13.88	1	0.00	14.02	86.00	85.14	10.00	10.00
CEMA2	1.30	1	0.00	1.32	36.00	35.64	2.50	2.50

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 44. Resultados criterio térmico 4

CABLE	CRITERIO TÉRMICO							
	I prevista (A)	Conductores	ϕ (radianes)	I corregida (A)	I tabla (A)	I max (A)	Sección calculada(mm ²)	Sección elegida (mm ²)
CCA3	163.34	1	0.21	166.68	192.00	188.16	50.00	50.00
CSD2	35.56	1	0.54	36.28	42.00	41.16	4.00	4.00
CEST1	8.18	1	0.45	8.89	32.00	29.44	2.50	2.50
CEST2	8.18	1	0.45	8.89	32.00	29.44	2.50	2.50
CTM37	12.80	1	0.00	13.06	36.00	35.28	2.50	2.50
CTM38	12.80	1	0.00	13.91	36.00	33.12	2.50	2.50
CTM39	15.20	1	0.00	16.52	36.00	33.12	2.50	2.50
CTM40	15.20	1	0.00	16.52	36.00	33.12	2.50	2.50
CTM41	15.20	1	0.00	16.52	36.00	33.12	2.50	2.50
CTM42	15.20	1	0.00	16.52	36.00	33.12	2.50	2.50
CTM43	15.20	1	0.00	16.52	36.00	33.12	2.50	2.50
CTM44	15.20	1	0.00	15.20	36.00	36.00	2.50	2.50
CTM45	15.20	1	0.00	15.20	36.00	36.00	2.50	2.50
CTM46	15.20	1	0.00	16.70	36.00	32.76	2.50	2.50
CTM47	15.20	1	0.00	16.70	36.00	32.76	2.50	2.50
CTM48	15.20	1	0.00	16.70	36.00	32.76	2.50	2.50
CTM49	15.20	1	0.00	16.70	36.00	32.76	2.50	2.50
CTM50	15.20	1	0.00	16.70	36.00	32.76	2.50	2.50
CTM51	15.20	1	0.00	16.70	36.00	32.76	2.50	2.50
CTM52	15.20	1	0.00	16.70	36.00	32.76	2.50	2.50
CTM53	15.20	1	0.00	16.70	36.00	32.76	2.50	2.50
CTM54	15.20	1	0.00	16.70	36.00	32.76	2.50	2.50
CTM55	15.20	1	0.00	16.70	49.00	44.59	4.00	4.00
CTM56	15.20	1	0.00	16.70	36.00	32.76	2.50	2.50
CTT10	33.78	1	0.45	37.12	42.00	38.22	4.00	4.00
CLA3.1	12.52	1	0.00	12.65	49.00	48.51	4.00	4.00
CLA3.2	12.52	1	0.00	12.65	49.00	48.51	4.00	4.00
CLA3.3	12.52	1	0.00	12.65	63.00	62.37	6.00	6.00
CEMA3	1.39	1	0.00	1.41	36.00	35.64	2.50	2.50
CCIA	43.08	1	0.00	44.87	127.00	121.92	25.00	25.00
CTM57	12.80	1	0.00	19.69	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM58	12.80	1	0.00	19.69	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM59	12.80	1	0.00	19.69	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM60	12.80	1	0.00	19.69	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM61	12.80	1	0.00	19.69	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM62	12.80	1	0.00	19.69	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM63	12.80	1	0.00	19.69	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM64	12.80	1	0.00	19.69	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM65	12.80	1	0.00	12.80	30.00	30.00	2.50	2.50
CLING	13.36	1	0.00	13.36	30.00	30.00	2.50	2.50
CLALMZ1	10.85	1	0.00	11.42	49.00	46.55	4.00	4.00
CLALMZ2	10.85	1	0.00	11.42	63.00	59.85	6.00	6.00
CLALMZ3	10.85	1	0.00	11.42	86.00	81.70	10.00	10.00
CEM	1.09	1	0.00	1.14	36.00	34.20	2.50	2.50

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 45. Resultados criterio térmico 5

CABLE	CRITERIO TÉRMICO							
	I prevista (A)	Conductores	ϕ (radianes)	I corregida (A)	I tabla (A)	I max (A)	Sección calculada(mm ²)	Sección elegida (mm ²)
CCS	51.72	1	0.00	52.77	100.00	98.00	16.00	16.00
CTM66	12.80	1	0.00	12.80	30.00	30.00	2.50	2.50
CTM67	12.80	1	0.00	19.69	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM68	12.80	1	0.00	19.69	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM69	12.80	1	0.00	19.69	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM70	12.80	1	0.00	19.69	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM71	12.80	1	0.00	19.69	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM72	12.80	1	0.00	19.69	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM73	12.80	1	0.00	19.69	40.00	26.00	4.00	4.00
CTM74	12.80	1	0.00	19.69	40.00	26.00	4.00	4.00
CLB1	2.50	1	0.00	2.50	30.00	30.00	2.50	2.50
CLB2	2.50	1	0.00	2.50	30.00	30.00	2.50	2.50
CLVES1	11.69	1	0.00	11.69	30.00	30.00	4.00	4.00
CLVES2	11.69	1	0.00	11.69	30.00	30.00	4.00	4.00
CLCOMZ1	8.35	1	0.00	8.35	40.00	40.00	4.00	4.00
CLCOMZ2	8.35	1	0.00	8.35	40.00	40.00	4.00	4.00
CLMANZ1	15.44	1	0.00	15.44	40.00	40.00	4.00	4.00
CLMANZ2	15.23	1	0.00	15.23	40.00	40.00	4.00	4.00
CLMANZ3	15.23	1	0.00	15.23	51.00	51.00	6.00	6.00
CEMSAS	1.52	1	0.00	1.52	30.00	30.00	2.50	2.50
CCLIMA	48.20	1	0.50	49.19	75.00	73.50	10.00	10.00
CUTA	7.22	1	0.43	8.35	32.00	27.66	2.50	2.50
CVENT1	5.38	1	0.52	5.66	32.00	30.40	2.50	2.50
CVENT2	5.38	1	0.52	5.66	32.00	30.40	2.50	2.50
CVENT3	5.38	1	0.52	5.66	32.00	30.40	2.50	2.50
CVENT4	5.38	1	0.52	5.66	32.00	30.40	2.50	2.50
CVENT5	5.38	1	0.52	5.66	32.00	30.40	2.50	2.50
CVENT6	5.38	1	0.52	5.66	32.00	30.40	2.50	2.50
CEXTR1	3.76	1	0.49	3.96	32.00	30.40	2.50	2.50
CEXTR2	3.76	1	0.49	3.96	32.00	30.40	2.50	2.50
CEXTR3	3.76	1	0.49	3.96	32.00	30.40	2.50	2.50

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 46. Resultados criterio de caída de tensión 1

CABLE	CAIDA DE TENSIÓN											
	Tª Servicio (°C)	Tª Cable (°C)	r cable 20°C (Ω*mm²/m)	r cable Tª (Ω*mm²/m)	c (Ef. Skin + Pel.)	xL (W/km)	ΔV max (%)	ΔV max (V)	ΔV tramo (V)	ΔV acumulada (V)	ΔV acumulada (%)	ΔV acumulada £ ΔV max
CCGBT	90°C	63.49	0.018	0.021	1.02	0.08	6.5%	26.00	1.18	1.18	0.30%	OK
CCC	90°C	40.47	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	26.00	8.89	10.08	2.52%	OK
CP11	90°C	56.21	0.018	0.021	1.02	0.08	6.5%	26.00	6.27	16.35	4.09%	OK
CP12	90°C	56.21	0.018	0.021	1.02	0.08	6.5%	26.00	4.01	14.09	3.52%	OK
CP13	90°C	56.21	0.018	0.021	1.02	0.08	6.5%	26.00	3.76	13.84	3.46%	OK
CP14	90°C	56.21	0.018	0.021	1.02	0.08	6.5%	26.00	1.51	11.58	2.90%	OK
CTM1	90°C	32.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	5.53	11.34	4.93%	OK
CTM2	90°C	32.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.75	9.57	4.16%	OK
CTM3	90°C	32.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.55	9.37	4.07%	OK
CTM4	90°C	32.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	1.78	7.59	3.30%	OK
CLCZ1	90°C	20.80	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	1.78	7.59	3.30%	OK
CLCZ2	90°C	20.80	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	2.26	8.08	3.51%	OK
CLCZ3	90°C	20.75	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	2.51	8.33	3.62%	OK
CEMC	90°C	20.00	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	0.15	5.96	2.59%	OK
CCM	90°C	83.96	0.018	0.023	1.02	0.08	6.5%	26.00	10.47	11.66	2.91%	OK
CTM5	90°C	43.92	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	14.95	5.34	12.07	5.25%	OK
CTM6	90°C	43.92	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	14.95	4.58	11.31	4.92%	OK
CTM7	90°C	43.92	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.82	10.55	4.58%	OK
CTM8	90°C	43.92	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.05	9.78	4.25%	OK
CTM9	90°C	43.92	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	14.95	4.58	11.31	4.92%	OK
CTM10	90°C	43.92	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.82	10.55	4.58%	OK
CTM11	90°C	43.92	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.05	9.78	4.25%	OK
CTM12	90°C	43.92	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	14.95	2.29	9.02	3.92%	OK
CTM13	90°C	43.92	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.82	10.55	4.58%	OK
CTM14	90°C	43.92	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.05	9.78	4.25%	OK
CTM15	90°C	43.92	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	14.95	2.29	9.02	3.92%	OK
CTM16	90°C	43.92	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	14.95	1.53	8.26	3.59%	OK
CTM17	90°C	43.92	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.05	9.78	4.25%	OK
CTM18	90°C	43.92	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	14.95	2.29	9.02	3.92%	OK
CTM19	90°C	43.92	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	14.95	1.53	8.26	3.59%	OK
CTM20	90°C	43.92	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	14.95	0.76	7.49	3.26%	OK
CTT1	90°C	78.51	0.018	0.022	1.02	0.08	6.5%	26.00	7.65	19.31	4.83%	OK
CTT2	90°C	78.51	0.018	0.022	1.02	0.08	6.5%	26.00	6.24	17.89	4.47%	OK
CTT3	90°C	78.51	0.018	0.022	1.02	0.08	6.5%	26.00	4.82	16.47	4.12%	OK
CTT4	90°C	78.51	0.018	0.022	1.02	0.08	6.5%	26.00	3.40	15.06	3.76%	OK
CLMZ1	90°C	20.80	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	1.67	8.40	3.65%	OK
CLMZ2	90°C	20.80	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	2.15	8.88	3.86%	OK
CLMZ3	90°C	20.75	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	2.40	9.13	3.97%	OK
CEMM	90°C	20.00	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	0.13	6.86	2.98%	OK

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 47. Resultados criterio de caída de tensión 2

CABLE	CAIDA DE TENSIÓN											
	Tª Servicio (°C)	Tª Cable (°C)	r cable 20°C (Ω*mm²/m)	r cable Tª (Ω*mm²/m)	c (Ef. Skin + Pel.)	xL (W/km)	ΔV max (%)	ΔV max (V)	ΔV tramo (V)	ΔV acumulada (V)	ΔV acumulada (%)	ΔV acumulada £ ΔV max
CCR	90°C	29.44	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	26.00	10.06	11.24	2.81%	OK
CRO	90°C	26.36	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	1.30	12.54	3.13%	OK
CLS	90°C	27.01	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	0.10	11.34	2.83%	OK
CTM21	90°C	32.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.55	10.04	4.37%	OK
CTM22	90°C	32.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	2.57	9.06	3.94%	OK
CTT5	90°C	78.51	0.018	0.022	1.02	0.08	6.5%	26.00	5.38	16.63	4.16%	OK
CLRZ1	90°C	21.40	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	2.49	8.98	3.90%	OK
CLRZ2	90°C	22.50	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	3.17	9.66	4.20%	OK
CLRZ3	90°C	21.35	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	2.81	9.30	4.04%	OK
CEMR	90°C	20.02	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	0.31	6.80	2.95%	OK
CCQ	90°C	54.40	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	26.00	7.47	8.65	2.16%	OK
CHD1	90°C	60.25	0.018	0.021	1.02	0.08	6.5%	26.00	1.97	10.63	2.66%	OK
CHD2	90°C	60.25	0.018	0.021	1.02	0.08	6.5%	26.00	1.09	9.74	2.43%	OK
CTM23	90°C	35.39	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.99	8.98	3.91%	OK
CLQZ1	90°C	20.35	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	0.61	5.61	2.44%	OK
CLQZ2	90°C	20.35	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	0.87	5.87	2.55%	OK
CLQZ3	90°C	20.35	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	1.13	6.12	2.66%	OK
CEMQ	90°C	20.00	0.018	0.018	1.02	0.08	104.5%	240.35	0.08	5.08	2.21%	OK
CCV1	90°C	33.21	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	26.00	14.66	15.85	3.96%	OK
CHF1	90°C	37.23	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	26.00	0.46	16.30	4.08%	OK
CHF2	90°C	37.23	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	26.00	0.49	16.34	4.08%	OK
CTM24	90°C	22.91	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	14.95	0.43	9.58	4.16%	OK
CLV1.1	90°C	20.48	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	1.14	10.29	4.47%	OK
CLV1.2	90°C	20.48	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	1.14	10.29	4.47%	OK
CLV1.3	90°C	20.48	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	1.14	10.29	4.47%	OK
CEMV1	90°C	20.09	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	0.96	10.11	4.40%	OK
CCV2	90°C	33.16	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	26.00	12.53	13.71	3.43%	OK
CHF3	90°C	37.23	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	26.00	0.30	14.01	3.50%	OK
CHF4	90°C	37.23	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	26.00	0.30	14.01	3.50%	OK
CTM25	90°C	28.66	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	1.58	9.49	4.13%	OK
CLV2.1	90°C	21.44	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	1.75	9.67	4.20%	OK
CLV2.2	90°C	21.44	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	2.20	10.12	4.40%	OK
CLV2.3	90°C	20.75	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	1.83	9.75	4.24%	OK
CEMV2	90°C	20.04	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	0.76	8.67	3.77%	OK

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 48. Resultados criterio de caída de tensión 3

CABLE	CAIDA DE TENSIÓN											
	Tª Servicio (°C)	Tª Cable (°C)	r cable 20°C (Ω*mm²/m)	r cable Tª (Ω*mm²/m)	c (Ef. Skin + Pel.)	xL (W/km)	ΔV max (%)	ΔV max (V)	ΔV tramo (V)	ΔV acumulada (V)	ΔV acumulada (%)	ΔV acumulada £ ΔV max
CCQM	90°C	28.53	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	26.00	5.11	6.30	1.57%	OK
CQC1	90°C	22.36	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	2.09	8.39	2.10%	OK
CQC2	90°C	22.36	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	1.56	7.85	1.96%	OK
CQC3	90°C	22.36	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	1.02	7.32	1.83%	OK
CCL1	90°C	33.03	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	26.00	7.83	14.13	3.53%	OK
CCL2	90°C	33.03	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	26.00	6.50	12.80	3.20%	OK
CTM26	90°C	32.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	9.08	12.71	5.53%	OK
CLQMZ1	90°C	26.13	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	6.39	10.03	4.36%	OK
CLQMZ2	90°C	23.31	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	5.65	9.28	4.04%	OK
CLQMZ3	90°C	21.96	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	4.82	8.45	3.68%	OK
CEMQM	90°C	20.05	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	0.97	4.60	2.00%	OK
CCA1	90°C	37.25	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	26.00	12.04	13.22	3.31%	OK
CCH1	90°C	22.39	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	0.47	13.69	3.42%	OK
CCH2	90°C	22.39	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	0.87	14.09	3.52%	OK
CCH3	90°C	22.39	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	1.26	14.49	3.62%	OK
CCH4	90°C	22.39	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	1.66	14.89	3.72%	OK
CHTT1	90°C	67.02	0.018	0.021	1.02	0.08	6.5%	26.00	1.64	14.87	3.72%	OK
CTM27	90°C	34.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.07	10.70	4.65%	OK
CTM28	90°C	34.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	4.49	12.12	5.27%	OK
CTM29	90°C	34.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	5.90	13.54	5.89%	OK
CTM30	90°C	27.96	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	4.46	12.10	5.26%	OK
CTM31	90°C	28.85	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.50	11.14	4.84%	OK
CTT6	90°C	68.01	0.018	0.021	1.02	0.08	6.5%	26.00	5.75	18.98	4.74%	OK
CTT7	90°C	68.01	0.018	0.021	1.02	0.08	6.5%	26.00	7.40	20.62	5.16%	OK
CTT8	90°C	68.01	0.018	0.021	1.02	0.08	6.5%	26.00	9.04	22.26	5.57%	OK
CTT9	90°C	68.01	0.018	0.021	1.02	0.08	6.5%	26.00	10.69	23.91	5.98%	OK
CLA1.1	90°C	21.25	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	2.21	9.84	4.28%	OK
CLA1.2	90°C	21.22	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	1.88	9.51	4.13%	OK
CLA1.3	90°C	21.22	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	2.64	10.27	4.47%	OK
CEMA1	90°C	20.05	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	1.19	8.83	3.84%	OK

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 49. Resultados criterio de caída de tensión 4

CABLE	CAIDA DE TENSIÓN											
	T ^º Servicio (°C)	T ^º Cable (°C)	r cable 20°C (Ω*mm ² /m)	r cable T ^º (Ω*mm ² /m)	c (Ef. Skin + Pel.)	xL (W/km)	ΔV max (%)	ΔV max (V)	ΔV tramo (V)	ΔV acumulada (V)	ΔV acumulada (%)	ΔV acumulada £ ΔV max
CCA2	90°C	52.85	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	26.00	8.61	9.79	2.45%	OK
CHTT2	90°C	48.70	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	26.00	13.22	23.02	5.75%	OK
CLP1	90°C	35.34	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	26.00	11.67	21.46	5.37%	OK
CLP2	90°C	35.34	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	26.00	9.54	19.33	4.83%	OK
CRXD1	90°C	25.32	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	0.81	10.61	2.65%	OK
CRXD2	90°C	25.32	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	2.34	12.13	3.03%	OK
CSD1	90°C	70.17	0.018	0.022	1.02	0.08	6.5%	26.00	2.35	12.14	3.03%	OK
CTM32	90°C	21.68	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	14.95	6.29	11.95	5.19%	OK
CTM33	90°C	25.18	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	14.95	7.43	13.09	5.69%	OK
CTM34	90°C	29.81	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	4.30	9.95	4.33%	OK
CTM35	90°C	29.81	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.32	8.97	3.90%	OK
CTM36	90°C	28.85	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.70	9.35	4.07%	OK
CLA2.1	90°C	21.89	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	3.26	8.91	3.87%	OK
CLA2.2	90°C	21.86	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	2.98	8.63	3.75%	OK
CLA2.3	90°C	21.86	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	3.75	9.40	4.09%	OK
CEMA2	90°C	20.09	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	1.99	7.65	3.32%	OK
CCA3	90°C	72.75	0.018	0.022	1.02	0.08	6.5%	26.00	6.24	7.42	1.86%	OK
CSD2	90°C	72.24	0.018	0.022	1.02	0.08	6.5%	26.00	7.98	15.40	3.85%	OK
CEST1	90°C	25.40	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	1.63	9.06	2.26%	OK
CEST2	90°C	25.40	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	0.67	8.09	2.02%	OK
CTM37	90°C	29.21	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	5.06	9.35	4.07%	OK
CTM38	90°C	30.46	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.13	7.42	3.22%	OK
CTM39	90°C	34.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	7.08	11.37	4.94%	OK
CTM40	90°C	34.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	4.96	9.24	4.02%	OK
CTM41	90°C	34.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	6.14	10.43	4.53%	OK
CTM42	90°C	34.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	4.01	8.30	3.61%	OK
CTM43	90°C	34.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	5.20	9.48	4.12%	OK
CTM44	90°C	32.48	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.04	7.33	3.19%	OK
CTM45	90°C	32.48	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	4.22	8.50	3.70%	OK
CTM46	90°C	35.07	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	2.13	6.41	2.79%	OK
CTM47	90°C	35.07	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	4.97	9.25	4.02%	OK
CTM48	90°C	35.07	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	2.84	7.12	3.10%	OK
CTM49	90°C	35.07	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	5.91	10.20	4.43%	OK
CTM50	90°C	35.07	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.78	8.07	3.51%	OK
CTM51	90°C	35.07	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	6.86	11.14	4.84%	OK
CTM52	90°C	35.07	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	4.73	9.01	3.92%	OK
CTM53	90°C	35.07	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	7.80	12.09	5.26%	OK
CTM54	90°C	35.07	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	5.67	9.96	4.33%	OK
CTM55	90°C	28.13	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	7.49	11.77	5.12%	OK
CTM56	90°C	35.07	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	9.93	14.22	6.18%	OK
CTT10	90°C	74.67	0.018	0.022	1.02	0.08	6.5%	26.00	13.89	21.31	5.33%	OK
CLA3.1	90°C	24.66	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	5.50	9.79	4.25%	OK
CLA3.2	90°C	24.66	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	5.85	10.14	4.41%	OK
CLA3.3	90°C	22.82	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	5.27	9.55	4.15%	OK
CEMA3	90°C	20.11	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	1.31	5.59	2.43%	OK

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 50. Resultados criterio de caída de tensión 5

CABLE	CAIDA DE TENSIÓN											
	Tª Servicio (°C)	Tª Cable (°C)	r cable 20°C (Ω*mm²/m)	r cable Tª (Ω*mm²/m)	c (Ef. Skin + Pel.)	xL (W/km)	ΔV max (%)	ΔV max (V)	ΔV tramo (V)	ΔV acumulada (V)	ΔV acumulada (%)	ΔV acumulada £ ΔV max
CCIA	90°C	28.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	26.00	4.31	5.49	1.37%	OK
CTM57	90°C	36.97	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.88	7.05	3.07%	OK
CTM58	90°C	36.97	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	2.88	6.05	2.63%	OK
CTM59	90°C	36.97	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	3.51	6.68	2.90%	OK
CTM60	90°C	36.97	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	2.51	5.68	2.47%	OK
CTM61	90°C	36.97	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	2.76	5.93	2.58%	OK
CTM62	90°C	36.97	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	1.75	4.92	2.14%	OK
CTM63	90°C	36.97	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	2.38	5.55	2.41%	OK
CTM64	90°C	36.97	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	1.38	4.55	1.98%	OK
CTM65	90°C	32.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	8.49	11.66	5.07%	OK
CLING	90°C	33.88	0.018	0.019	1.02	0.08	4.5%	10.35	7.03	10.20	4.44%	OK
CLALMZ1	90°C	23.80	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	7.18	10.35	4.50%	OK
CLALMZ2	90°C	22.30	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	6.97	10.14	4.41%	OK
CLALMZ3	90°C	21.24	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	4.40	7.57	3.29%	OK
CEM	90°C	20.07	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	1.69	4.86	2.11%	OK
CCS	90°C	39.49	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	26.00	3.76	4.94	1.24%	OK
CTM66	90°C	32.74	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	1.38	4.24	1.84%	OK
CTM67	90°C	36.97	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	4.14	6.99	3.04%	OK
CTM68	90°C	36.97	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	4.26	7.12	3.09%	OK
CTM69	90°C	36.97	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	8.52	11.38	4.95%	OK
CTM70	90°C	36.97	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	8.02	10.87	4.73%	OK
CTM71	90°C	36.97	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	7.52	10.37	4.51%	OK
CTM72	90°C	36.97	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	7.02	9.87	4.29%	OK
CTM73	90°C	36.97	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	6.52	9.37	4.07%	OK
CTM74	90°C	36.97	0.018	0.019	1.02	0.08	6.5%	14.95	5.89	8.74	3.80%	OK
CLB1	90°C	20.49	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	0.70	3.55	1.55%	OK
CLB2	90°C	20.49	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	1.14	4.00	1.74%	OK
CLVES1	90°C	30.62	0.018	0.019	1.02	0.08	4.5%	10.35	4.69	7.55	3.28%	OK
CLVES2	90°C	30.62	0.018	0.019	1.02	0.08	4.5%	10.35	6.93	9.78	4.25%	OK
CLCOMZ1	90°C	23.05	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	6.05	8.90	3.87%	OK
CLCOMZ2	90°C	23.05	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	7.21	10.07	4.38%	OK
CLMANZ1	90°C	30.43	0.018	0.019	1.02	0.08	4.5%	10.35	4.28	7.13	3.10%	OK
CLMANZ2	90°C	30.15	0.018	0.019	1.02	0.08	4.5%	10.35	5.82	8.67	3.77%	OK
CLMANZ3	90°C	26.25	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	6.59	9.45	4.11%	OK
CEMSAS	90°C	20.18	0.018	0.018	1.02	0.08	4.5%	10.35	2.08	4.93	2.15%	OK
CCLIMA	90°C	50.11	0.018	0.020	1.02	0.08	6.5%	26.00	10.91	12.10	3.02%	OK
CUTA	90°C	24.76	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	0.09	12.18	3.05%	OK
CVENT1	90°C	22.19	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	2.84	14.93	3.73%	OK
CVENT2	90°C	22.19	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	3.56	15.66	3.91%	OK
CVENT3	90°C	22.19	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	6.70	18.80	4.70%	OK
CVENT4	90°C	22.19	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	3.44	15.54	3.88%	OK
CVENT5	90°C	22.19	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	1.57	13.67	3.42%	OK
CVENT6	90°C	22.19	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	6.22	18.31	4.58%	OK
CEXTR1	90°C	21.07	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	2.43	14.52	3.63%	OK
CEXTR2	90°C	21.07	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	3.15	15.25	3.81%	OK
CEXTR3	90°C	21.07	0.018	0.018	1.02	0.08	6.5%	26.00	4.04	16.14	4.03%	OK

3.3. Cálculo de las corrientes de cortocircuito

Con el objetivo de salvaguardar la instalación eléctrica contra cortocircuitos, se realiza el cálculo de las corrientes de cortocircuito en ubicaciones donde se presentan variaciones en la continuidad eléctrica. Estos puntos corresponden a secciones de la instalación donde hay cambios en la sección de los conductores. La determinación precisa de la corriente de cortocircuito es necesaria para cada nivel de la instalación, con el fin de establecer adecuadamente las características de los dispositivos de protección que formarán parte de dicha instalación. Estos cálculos se llevan a cabo siguiendo las pautas establecidas en la norma IEC 60909, la cual emplea la introducción de una fuente de tensión equivalente en el punto de cortocircuito y la sustitución de todos los elementos por sus respectivas impedancias internas. Dichas impedancias deberán ser calculadas conforme se explicará en los próximos apartados.

3.3.1. Corriente de cortocircuito máxima

La determinación de la corriente de cortocircuito máxima es esencial para obtener el poder de corte y los valores asignados de los equipos eléctricos. Para calcular esta corriente, es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Aplicación del factor $C_{m\acute{a}x}$.
- Selección de la configuración del sistema que conducen al valor máximo de la corriente de cortocircuito en el punto de falta. Además, se contempla la máxima contribución de las centrales y redes de alimentación, que también conducen al valor máximo de la corriente de cortocircuito en el punto de falta.
- Consideración de las impedancias de cortocircuito mínimas para las impedancias equivalentes de las redes externas.
- Inclusión, si es pertinente, de los motores en el cálculo.
- Consideración de la resistencia de las líneas a una temperatura de 20 °C.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Dado que los conductores tienen su propia resistencia, para ambos casos (cargas monofásicas y cargas trifásicas), el cálculo de la corriente de cortocircuito se efectúa en los bornes de salida del dispositivo de protección; es decir, al inicio de cada línea.

En consecuencia, esta corriente máxima corresponde a un cortocircuito en los bornes de salida del dispositivo de protección, teniendo en cuenta el tipo de cortocircuito que tenga la mayor contribución. En las instalaciones de baja tensión, el cortocircuito trifásico es el de mayor importancia, por lo tanto, las corrientes de cortocircuito máximas en dichas instalaciones se corresponden con las corrientes de cortocircuito trifásicas para las cargas trifásicas. En el caso de las cargas monofásicas, las corrientes máximas a considerar serán las faltas monofásicas a tierra.

Es necesario calcular dichas intensidades de cortocircuito para conocer la capacidad de poder de corte de los dispositivos de protección. Más adelante se proporcionará más información al respecto.

3.3.2. Corriente de cortocircuito mínima

La determinación de la corriente de cortocircuito mínima es esencial para adquirir el máximo valor de disparo magnético que pueden tener de los equipos eléctricos. Para calcular esta corriente, es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Aplicación del factor $C_{\text{mín}}$.
- Selección de la configuración del sistema que conducen al valor mínimo de la corriente de cortocircuito en el punto de falta. Además, se contempla la máxima contribución de las centrales y redes de alimentación.
- Los factores de corrección de las impedancias deben considerarse iguales a 1.
- Los motores no deben ser considerados en el cálculo.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- La resistencia de los conductores debe considerarse a la temperatura más elevada, que se alcanza al final de la duración del cortocircuito.

Dado que la resistencia total de un conductor aumenta según su longitud, la corriente de cortocircuito mínima se da en el extremo del cable a proteger. Es por ello por lo que el cálculo de dicha corriente se realiza bajo la consideración de que dicho valor se corresponde con la corriente de cortocircuito que se obtiene al final de la línea.

En consecuencia, esta corriente de cortocircuito mínima corresponde a un cortocircuito en el extremo del circuito protegido, teniendo en cuenta el tipo de cortocircuito que tenga la menor contribución. En instalaciones de baja tensión, el cortocircuito de menor aporte es el cortocircuito fase-neutro o cortocircuito monofásico para todas las cargas. Por lo tanto, las corrientes de cortocircuito mínimas en dicha instalación se corresponden con las corrientes de cortocircuito monofásicas.

Estas corrientes se utilizan para determinar el ajuste de los dispositivos de protección, con el fin de garantizar su correcta actuación en caso de cortocircuito.

3.3.3. Cálculo de impedancias

Los cálculos se realizarán siguiendo las directrices establecidas en la norma IEC 60909. Esta norma se basa en la introducción de una fuente de tensión equivalente en el punto de cortocircuito y la sustitución de todos los elementos por sus respectivas impedancias internas. Estas impedancias deberán ser calculadas de forma detallada para cada elemento, como se explicará a continuación. Finalmente, se presentarán los resultados obtenidos en el último apartado.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

3.3.3.1. Impedancia equivalente en la red de Alta Tensión

Para obtener la impedancia de la red se parte de los datos de la red del lugar donde se sitúa la parcela y, a partir de esos datos (que se muestran a continuación), se calcula la impedancia mediante las siguientes expresiones:

- Tensión Red AT → 30kV
- Potencia de Cortocircuito de Red → 500MVA
- Frecuencia de Red → 50Hz
- Coeficiente de Tensión → 1,1

$$Z_Q = \frac{C_{max} \cdot U_n^2}{S_Q} (\Omega)$$

$$X_Q = 0,995 \cdot Z_Q (\Omega)$$

$$R_Q = 0,1 \cdot X_Q (\Omega)$$

Estos valores de impedancias están referidas a alta tensión, pero se necesitan referidas a baja tensión para realizar los cálculos. Por ello, se utilizarán las siguientes expresiones para referir las impedancias al lado de baja tensión:

$$X_{Q_BT} = X_Q \cdot \frac{U_{BT_n}^2}{U_{AT_n}^2} (\Omega)$$

$$R_{Q_BT} = R_Q \cdot \frac{U_{BT_n}^2}{U_{AT_n}^2} (\Omega)$$

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

3.3.3.2. Impedancia equivalente en el transformador

Para obtener la impedancia del transformador se parte de los datos de las características del transformador instalado en la nave y, a partir de esos datos (que se muestran a continuación), se calcula la impedancia mediante las siguientes expresiones:

- Potencia asignada \rightarrow 1250kVA
- Relación de transformación \rightarrow 30/04 kV
- Tensión de cortocircuito (U_{kr} %) \rightarrow 6 %
- Componente resistiva de la tensión de cortocircuito (U_r %) \rightarrow 1,2 %

$$Z_t = \frac{U_{kr} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n} (\Omega)$$

$$R_t = \frac{U_r \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n} (\Omega)$$

$$X_t = \sqrt{(Z_t^2 - R_t^2)} (\Omega)$$

Estos valores de impedancia R_t y X_t obtenidos, deben ser multiplicados por un factor de corrección K_t para poder obtener la impedancia equivalente del transformador. A continuación, se muestra como obtener el valor del factor de corrección:

$$xt = \frac{X_t}{\frac{U_n^2}{S_n}}$$

$$K_t = 0,95 \cdot \frac{c_{max}}{1 + 0,6 \cdot xt}$$

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Los valores de los datos de partida del transformador los proporciona el fabricante en la placa de características. Además, existen tablas con valores bibliográficos para obtener las impedancias equivalentes a partir de datos genéricos de transformadores de ciertos fabricantes. En este caso los valores de las impedancias han sido obtenidas analíticamente mediante las expresiones mostradas previamente.

3.3.3.3. Impedancia equivalente en los cables

Como se ha mencionado antes, la impedancia de los conductores aumenta acorde a su longitud. Para calcular la impedancia de los conductores se emplean las siguientes expresiones:

$$R_l = \rho \cdot \frac{l}{q_n} \cdot \frac{1}{n} \quad (\Omega)$$

$$Z_l = \sqrt{(R_l^2 + X_l^2)} \quad (\Omega)$$

Dónde:

- q_n : sección unitaria del cable
- n : número de conductores por fase
- l : longitud del cable

Este cálculo se llevará a cabo para cada uno de los cables de la instalación y, al tratarse de conductores de baja tensión, se aproximará la reactancia de los mismos al valor de $x=0,08 \Omega/\text{km}$.

3.3.4. Cálculo de las corrientes de cortocircuito máximas

A raíz de lo comentado en el apartado 3.3.1 la corriente máxima de cortocircuito es la que determina el poder de corte mínimo y sus respectivos esfuerzos mecánicos y térmicos que debe de soportar la paramenta de protección. Es por ello, que, una vez obtenidas las impedancias equivalentes bajo las condiciones de cálculo presentadas en el apartado previo, se calculan los datos necesarios para la elección de las protecciones adecuadas para la instalación:

- I_k'' : Componente simétrica inicial de la corriente de cortocircuito
- I_p : Corriente de pico o cresta

En el caso de que la corriente de cortocircuito se dé para un cortocircuito trifásico (cargas trifásicas), se obtendrán a partir de las siguientes expresiones:

$$I_{k3}'' = \frac{c_{\max} \cdot U_n}{Z_k \cdot \sqrt{3}} \text{ (kA)}$$

$$I_p = \xi \cdot I_{k3}'' \cdot \sqrt{2} \text{ (kA)}$$

$$\xi = 1,02 + 0,98e^{-\frac{3R}{X}}$$

En el caso de que la corriente de cortocircuito se dé para un cortocircuito monofásico (cargas monofásicas), se obtendrán a partir de las siguientes expresiones:

$$I_{k3}'' = \frac{c_{\max} \cdot U_n}{Z_k \cdot \sqrt{3}} \text{ (kA)}$$

$$I_{k1}'' = 0,5 \cdot I_{k3}'' \text{ (kA)}$$

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

$$I_p = \xi \cdot I_{k1}'' \cdot \sqrt{2} \text{ (kA)}$$

$$\xi = 1,02 + 0,98e^{-\frac{3R}{X}}$$

3.3.5. Cálculo de las corrientes de cortocircuito mínimas

Previamente en el apartado 3.3.2 se han mencionado las condiciones de cálculo mediante las que se obtiene la impedancia equivalente para la obtención de la corriente de cortocircuito mínima. Con base en esto, se ha obtenido dicha impedancia equivalente para calcular la corriente de cortocircuito mínima, que depende del régimen de neutro seleccionado para la instalación eléctrica de baja tensión de la nave industrial. En este caso, se ha empleado un sistema de régimen de neutro TT, lo cual implica que independientemente del tipo de carga (monofásica o trifásica), la corriente de cortocircuito mínima se da para cortocircuitos de tipo monofásicos (fase – neutro). Por lo tanto, la corriente de cortocircuito mínima se obtiene mediante las siguientes expresiones:

$$I_{k3}'' = \frac{c_{\min} \cdot U_n}{Z_k \cdot \sqrt{3}} \text{ (kA)}$$

$$I_{k1}'' = 0,5 \cdot I_{k3}'' \text{ (kA)}$$

3.3.6. Resultados

En este apartado se van a mostrar para cada cable agrupados por cuadros los datos previos, los valores de impedancias de los cables, los valores de impedancia acumulada al final de estos y las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas obtenidas para cada uno de ellos.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 51. Datos y cálculos previos 1

CABLE	DATOS Y CÁLCULOS PREVIOS					
	Longitud (m)	T ambiente (°C)	r cable 20°C (Ω*mm²/m) - MÁX	r cable T ^a (Ω*mm²/m) - MÍN	xL (mW/m)	Sección (mm²)
CCGBT	10	30	0.018	0.021	0.08	1200.00
CCC	100	30	0.018	0.019	0.08	25.00
CPI1	25	30	0.018	0.021	0.08	2.50
CPI2	16	30	0.018	0.021	0.08	2.50
CPI3	15	30	0.018	0.021	0.08	2.50
CPI4	6	30	0.018	0.021	0.08	2.50
CTM1	28	30	0.018	0.019	0.08	2.50
CTM2	19	30	0.018	0.019	0.08	2.50
CTM3	18	30	0.018	0.019	0.08	2.50
CTM4	9	30	0.018	0.019	0.08	2.50
CLCZ1	33	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CLCZ2	42	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CLCZ3	48	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CEMC	38	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CCM	74	30	0.018	0.023	0.08	50.00
CTM5	35	30	0.018	0.020	0.08	4.00
CTM6	30	30	0.018	0.020	0.08	4.00
CTM7	25	30	0.018	0.020	0.08	4.00
CTM8	20	30	0.018	0.020	0.08	4.00
CTM9	30	30	0.018	0.020	0.08	4.00
CTM10	25	30	0.018	0.020	0.08	4.00
CTM11	20	30	0.018	0.020	0.08	4.00
CTM12	15	30	0.018	0.020	0.08	4.00
CTM13	25	30	0.018	0.020	0.08	4.00
CTM14	20	30	0.018	0.020	0.08	4.00
CTM15	15	30	0.018	0.020	0.08	4.00
CTM16	10	30	0.018	0.020	0.08	4.00
CTM17	20	30	0.018	0.020	0.08	4.00
CTM18	15	30	0.018	0.020	0.08	4.00
CTM19	10	30	0.018	0.020	0.08	4.00
CTM20	5	30	0.018	0.020	0.08	4.00
CTT1	27	30	0.018	0.022	0.08	4.00
CTT2	22	30	0.018	0.022	0.08	4.00
CTT3	17	30	0.018	0.022	0.08	4.00
CTT4	12	30	0.018	0.022	0.08	4.00
CLMZ1	31	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CLMZ2	40	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CLMZ3	46	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CEMM	35	30	0.018	0.018	0.08	2.50

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 52. Datos y cálculos previos 2

CABLE	DATOS Y CÁLCULOS PREVIOS					
	Longitud (m)	T ambiente (°C)	r cable 20°C (Ω*mm ² /m) - MÁX	r cable T ^a (Ω*mm ² /m) - MÍN	xL (mW/m)	Sección (mm ²)
CCR	194	30	0.018	0.019	0.08	35.00
CRO	15	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CLS	1	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CTM21	18	30	0.018	0.019	0.08	2.50
CTM22	13	30	0.018	0.019	0.08	2.50
CTT5	19	30	0.018	0.022	0.08	4.00
CLRZ1	41	30	0.018	0.018	0.08	4.00
CLRZ2	33	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CLRZ3	47	30	0.018	0.018	0.08	4.00
CEMR	40	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CCQ	95	40	0.018	0.020	0.08	70.00
CHD1	20	40	0.018	0.021	0.08	25.00
CHD2	11	40	0.018	0.021	0.08	25.00
CTM23	20	40	0.018	0.019	0.08	2.50
CLQZ1	19	40	0.018	0.018	0.08	2.50
CLQZ2	27	40	0.018	0.018	0.08	2.50
CLQZ3	35	40	0.018	0.018	0.08	2.50
CEMQ	33	40	0.018	0.018	0.08	2.50
CCV1	367	40	0.018	0.019	0.08	300.00
CHF1	12	40	0.018	0.019	0.08	120.00
CHF2	13	40	0.018	0.019	0.08	120.00
CTM24	9	40	0.018	0.018	0.08	10.00
CLV1.1	36	40	0.018	0.018	0.08	16.00
CLV1.2	48	40	0.018	0.018	0.08	16.00
CLV1.3	67	40	0.018	0.018	0.08	16.00
CEMV1	96	40	0.018	0.018	0.08	2.50
CCV2	314	40	0.018	0.019	0.08	300.00
CHF3	8	40	0.018	0.019	0.08	120.00
CHF4	8	40	0.018	0.019	0.08	120.00
CTM25	13	40	0.018	0.019	0.08	4.00
CLV2.1	35	40	0.018	0.018	0.08	6.00
CLV2.2	44	40	0.018	0.018	0.08	6.00
CLV2.3	62	40	0.018	0.018	0.08	10.00
CEMV2	70	40	0.018	0.018	0.08	2.50
CCQM	94	30	0.018	0.019	0.08	25.00
CQC1	39	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CQC2	29	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CQC3	19	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CCL1	59	30	0.018	0.019	0.08	2.50
CCL2	49	30	0.018	0.019	0.08	2.50
CTM26	46	30	0.018	0.019	0.08	2.50
CLQMZ1	42	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CLQMZ2	60	30	0.018	0.018	0.08	4.00
CLQMZ3	78	30	0.018	0.018	0.08	6.00
CEMQM	72	30	0.018	0.018	0.08	2.50

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 53. Datos y cálculos previos 3

CABLE	DATOS Y CÁLCULOS PREVIOS					
	Longitud (m)	T ambiente (°C)	r cable 20°C ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$) - MÁX	r cable T ^a ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$) - MÍN	xL (mW/m)	Sección (mm ²)
CCA1	236	30	0.018	0.019	0.08	150.00
CCH1	7	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CCH2	13	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CCH3	19	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CCH4	25	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CHTT1	8	30	0.018	0.021	0.08	10.00
CTM27	13	30	0.018	0.019	0.08	2.50
CTM28	19	30	0.018	0.019	0.08	2.50
CTM29	25	30	0.018	0.019	0.08	2.50
CTM30	31	30	0.018	0.019	0.08	4.00
CTM31	18	30	0.018	0.019	0.08	2.50
CTT6	21	30	0.018	0.021	0.08	4.00
CTT7	27	30	0.018	0.021	0.08	4.00
CTT8	33	30	0.018	0.021	0.08	4.00
CTT9	39	30	0.018	0.021	0.08	4.00
CLA1.1	43	30	0.018	0.018	0.08	6.00
CLA1.2	37	30	0.018	0.018	0.08	6.00
CLA1.3	52	30	0.018	0.018	0.08	6.00
CEMA1	89	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CCA2	99	30	0.018	0.020	0.08	70.00
CHTT2	108	30	0.018	0.020	0.08	16.00
CLP1	93	30	0.018	0.019	0.08	6.00
CLP2	76	30	0.018	0.019	0.08	6.00
CRXD1	8	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CRXD2	23	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CSD1	8	30	0.018	0.022	0.08	4.00
CTM32	133	30	0.018	0.018	0.08	10.00
CTM33	62	30	0.018	0.018	0.08	4.00
CTM34	22	30	0.018	0.019	0.08	2.50
CTM35	17	30	0.018	0.019	0.08	2.50
CTM36	19	30	0.018	0.019	0.08	2.50
CLA2.1	63	30	0.018	0.018	0.08	10.00
CLA2.2	58	30	0.018	0.018	0.08	10.00
CLA2.3	73	30	0.018	0.018	0.08	10.00
CEMA2	104	30	0.018	0.018	0.08	2.50

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 54. Datos y cálculos previos 4

CABLE	DATOS Y CÁLCULOS PREVIOS						
	Longitud (m)	T ambiente (°C)	r cable 20°C (Ω*mm ² /m) - MÁX	r cable T ³ (Ω*mm ² /m) - MÍN	xL (mW/m)	Sección (mm ²)	
CCA3	49	30	0.018	0.022	0.08	50.00	
CSD2	27	30	0.018	0.022	0.08	4.00	
CEST1	17	30	0.018	0.018	0.08	2.50	
CEST2	7	30	0.018	0.018	0.08	2.50	
CTM37	26	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM38	16	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM39	30	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM40	21	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM41	26	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM42	17	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM43	22	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM44	13	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM45	18	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM46	9	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM47	21	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM48	12	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM49	25	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM50	16	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM51	29	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM52	20	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM53	33	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM54	24	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTM55	52	30	0.018	0.019	0.08	4.00	
CTM56	42	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CTT10	47	30	0.018	0.022	0.08	4.00	
CLA3.1	47	30	0.018	0.018	0.08	4.00	
CLA3.2	50	30	0.018	0.018	0.08	4.00	
CLA3.3	68	30	0.018	0.018	0.08	6.00	
CEMA3	64	30	0.018	0.018	0.08	2.50	
CCIA	76	30	0.018	0.019	0.08	25.00	
CTM57	31	30	0.018	0.019	0.08	4.00	
CTM58	23	30	0.018	0.019	0.08	4.00	
CTM59	28	30	0.018	0.019	0.08	4.00	
CTM60	20	30	0.018	0.019	0.08	4.00	
CTM61	22	30	0.018	0.019	0.08	4.00	
CTM62	14	30	0.018	0.019	0.08	4.00	
CTM63	19	30	0.018	0.019	0.08	4.00	
CTM64	11	30	0.018	0.019	0.08	4.00	
CTM65	43	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CLING	34	30	0.018	0.019	0.08	2.50	
CLALMZ1	71	30	0.018	0.018	0.08	4.00	
CLALMZ2	104	30	0.018	0.018	0.08	6.00	
CLALMZ3	110	30	0.018	0.018	0.08	10.00	
CEM	106	30	0.018	0.018	0.08	2.50	

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 55. Datos y cálculos previos 5

CABLE	DATOS Y CÁLCULOS PREVIOS					
	Longitud (m)	T ambiente (°C)	r cable 20°C ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$) - MÁX	r cable T ^a ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$) - MÍN	xL (mW/m)	Sección (mm ²)
CCS	34	30	0.018	0.019	0.08	16.00
CTM66	7	30	0.018	0.019	0.08	2.50
CTM67	33	30	0.018	0.019	0.08	4.00
CTM68	34	30	0.018	0.019	0.08	4.00
CTM69	68	30	0.018	0.019	0.08	4.00
CTM70	64	30	0.018	0.019	0.08	4.00
CTM71	60	30	0.018	0.019	0.08	4.00
CTM72	56	30	0.018	0.019	0.08	4.00
CTM73	52	30	0.018	0.019	0.08	4.00
CTM74	47	30	0.018	0.019	0.08	4.00
CLB1	19	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CLB2	31	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CLVES1	42	30	0.018	0.019	0.08	4.00
CLVES2	62	30	0.018	0.019	0.08	4.00
CLCOMZ1	78	30	0.018	0.018	0.08	4.00
CLCOMZ2	93	30	0.018	0.018	0.08	4.00
CLMANZ1	29	30	0.018	0.019	0.08	4.00
CLMANZ2	40	30	0.018	0.019	0.08	4.00
CLMANZ3	69	30	0.018	0.018	0.08	6.00
CEMSAS	93	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CCLIMA	93	30	0.018	0.018	0.08	10.00
CUTA	71	30	0.018	0.020	0.08	2.50
CVENT1	1	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CVENT2	47	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CVENT3	59	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CVENT4	111	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CVENT5	57	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CVENT6	26	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CEXTR1	103	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CEXTR2	57	30	0.018	0.018	0.08	2.50
CEXTR3	74	30	0.018	0.018	0.08	2.50

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 56. Impedancias de cables 1

CABLE	IMPEDANCIAS DE CABLES							
	R cable 20°C (mΩ) - MÁX	R cable T ³ (mΩ) - MÍN	X cable (mΩ)	Z complejo cable (mΩ) - MÁX	Z cable (mΩ) - MÁX	Z complejo cable (mΩ) - MÍN	Z cable (mΩ) - MÍN	
CCGBT	0.15	0.70	0.80	0.15+0.8i	0.81	0.702298007660408+0.8i	1.06	
CCC	72.00	77.78	8.00	72+8i	72.44	77.7773967973555+8i	78.19	
CPI1	180.00	205.55	2.00	180+2i	180.01	205.553214169864+2i	205.56	
CPI2	115.20	131.55	1.28	115.2+1.28i	115.21	131.554057068713+1.28i	131.56	
CPI3	108.00	123.33	1.20	108+1.2i	108.01	123.331928501918+1.2i	123.34	
CPI4	43.20	49.33	0.48	43.2+0.48i	43.20	49.3327714007673+0.48i	49.34	
CTM1	201.60	211.67	2.24	201.6+2.24i	201.61	211.670523904+2.24i	211.68	
CTM2	136.80	143.63	1.52	136.8+1.52i	136.81	143.633569792+1.52i	143.64	
CTM3	129.60	136.07	1.44	129.6+1.44i	129.61	136.073908224+1.44i	136.08	
CTM4	64.80	68.04	0.72	64.8+0.72i	64.80	68.036954112+0.72i	68.04	
CLCZ1	237.60	238.34	2.64	237.6+2.64i	237.61	238.34350044248+2.64i	238.36	
CLCZ2	302.40	303.35	3.36	302.4+3.36i	302.42	303.346273290429+3.36i	303.36	
CLCZ3	345.60	346.62	3.84	345.6+3.84i	345.62	346.62054057025+3.84i	346.64	
CEMC	273.60	273.60	3.04	273.6+3.04i	273.62	273.604368122575+3.04i	273.62	
CCM	26.64	33.32	5.92	26.64+5.92i	27.29	33.3188957470497+5.92i	33.84	
CTM5	157.50	172.27	2.80	157.5+2.8i	157.52	172.270838343195+2.8i	172.29	
CTM6	135.00	147.66	2.40	135+2.4i	135.02	147.660718579882+2.4i	147.68	
CTM7	112.50	123.05	2.00	112.5+2i	112.52	123.050598816568+2i	123.07	
CTM8	90.00	98.44	1.60	90+1.6i	90.01	98.4404790532544+1.6i	98.45	
CTM9	135.00	147.66	2.40	135+2.4i	135.02	147.660718579882+2.4i	147.68	
CTM10	112.50	123.05	2.00	112.5+2i	112.52	123.050598816568+2i	123.07	
CTM11	90.00	98.44	1.60	90+1.6i	90.01	98.4404790532544+1.6i	98.45	
CTM12	67.50	73.83	1.20	67.5+1.2i	67.51	73.8303592899408+1.2i	73.84	
CTM13	112.50	123.05	2.00	112.5+2i	112.52	123.050598816568+2i	123.07	
CTM14	90.00	98.44	1.60	90+1.6i	90.01	98.4404790532544+1.6i	98.45	
CTM15	67.50	73.83	1.20	67.5+1.2i	67.51	73.8303592899408+1.2i	73.84	
CTM16	45.00	49.22	0.80	45+0.8i	45.01	49.2202395266272+0.8i	49.23	
CTM17	90.00	98.44	1.60	90+1.6i	90.01	98.4404790532544+1.6i	98.45	
CTM18	67.50	73.83	1.20	67.5+1.2i	67.51	73.8303592899408+1.2i	73.84	
CTM19	45.00	49.22	0.80	45+0.8i	45.01	49.2202395266272+0.8i	49.23	
CTM20	22.50	24.61	0.40	22.5+0.4i	22.50	24.6101197633136+0.4i	24.61	
CTT1	121.50	149.37	2.16	121.5+2.16i	121.52	149.36855463+2.16i	149.38	
CTT2	99.00	121.71	1.76	99+1.76i	99.02	121.70771118+1.76i	121.72	
CTT3	76.50	94.05	1.36	76.5+1.36i	76.51	94.04686773+1.36i	94.06	
CTT4	54.00	66.39	0.96	54+0.96i	54.01	66.38602428+0.96i	66.39	
CLMZ1	223.20	223.90	2.48	223.2+2.48i	223.21	223.898439809603+2.48i	223.91	
CLMZ2	288.00	288.90	3.20	288+3.2i	288.02	288.901212657552+3.2i	288.92	
CLMZ3	331.20	332.18	3.68	331.2+3.68i	331.22	332.178018046489+3.68i	332.20	
CEMM	252.00	252.00	2.80	252+2.8i	252.02	252.004023270793+2.8i	252.02	

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 57. Impedancias de cables 2

CABLE	IMPEDANCIAS DE CABLES						
	R cable 20°C (mΩ) - MÁX	R cable T ³ (mΩ) - MÍN	X cable (mΩ)	Z complejo cable (mΩ) - MÁX	Z cable (mΩ) - MÁX	Z complejo cable (mΩ) - MÍN	Z cable (mΩ) - MÍN
CCR	99.77	103.46	15.52	99.7714285714286+15.52i	100.97	103.464176429756+15.52i	104.62
CRO	108.00	110.69	1.20	108+1.2i	108.01	110.691479289941+1.2i	110.70
CLS	7.20	7.40	0.08	7.2+0.08i	7.20	7.39782372781065+0.08i	7.40
CTM21	129.60	136.07	1.44	129.6+1.44i	129.61	136.073908224+1.44i	136.08
CTM22	93.60	98.28	1.04	93.6+1.04i	93.61	98.275600384+1.04i	98.28
CTT5	85.50	105.11	1.52	85.5+1.52i	85.51	105.11120511+1.52i	105.12
CLRZ1	184.50	185.51	3.28	184.5+3.28i	184.53	185.50969223696+3.28i	185.54
CLRZ2	237.60	239.93	2.64	237.6+2.64i	237.61	239.933074041546+2.64i	239.95
CLRZ3	211.50	212.62	3.76	211.5+3.76i	211.53	212.620999189248+3.76i	212.65
CEMR	288.00	288.02	3.20	288+3.2i	288.02	288.018392095052+3.2i	288.04
CCQ	24.43	27.72	7.60	24.4285714285714+7.6i	25.58	27.7227507113236+7.6i	28.75
CHD1	14.40	16.67	1.60	14.4+1.6i	14.49	16.6721225452869+1.6i	16.75
CHD2	7.92	9.17	0.88	7.92+0.88i	7.97	9.16966739990778+0.88i	9.21
CTM23	144.00	152.69	1.60	144+1.6i	144.01	152.686428402367+1.6i	152.69
CLQZ1	136.80	136.99	1.52	136.8+1.52i	136.81	136.986097529817+1.52i	136.99
CLQZ2	194.40	194.66	2.16	194.4+2.16i	194.41	194.664454384477+2.16i	194.68
CLQZ3	252.00	252.34	2.80	252+2.8i	252.02	252.342811239136+2.8i	252.36
CEMQ	237.60	237.60	2.64	237.6+2.64i	237.61	237.602035916008+2.64i	237.62
CCV1	22.02	23.16	29.36	22.02+29.36i	36.70	23.1602974315453+29.36i	37.40
CHF1	1.80	1.92	0.96	1.8+0.96i	2.04	1.92156117463987+0.96i	2.15
CHF2	1.95	2.08	1.04	1.95+1.04i	2.21	2.08169127252653+1.04i	2.33
CTM24	16.20	16.38	0.72	16.2+0.72i	16.22	16.384730282659+0.72i	16.40
CLV1.1	40.50	40.58	2.88	40.5+2.88i	40.60	40.575802720406+2.88i	40.68
CLV1.2	54.00	54.10	3.84	54+3.84i	54.14	54.1010702938746+3.84i	54.24
CLV1.3	75.38	75.52	5.36	75.375+5.36i	75.57	75.5160772852+5.36i	75.71
CEMV1	691.20	691.43	7.68	691.2+7.68i	691.24	691.430420272046+7.68i	691.47
CCV2	18.84	19.81	25.12	18.84+25.12i	31.40	19.8117643911672+25.12i	31.99
CHF3	1.20	1.28	0.64	1.2+0.64i	1.36	1.28104078309325+0.64i	1.43
CHF4	1.20	1.28	0.64	1.2+0.64i	1.36	1.28104078309325+0.64i	1.43
CTM25	58.50	60.48	1.04	58.5+1.04i	58.51	60.4849846153846+1.04i	60.49
CLV2.1	105.00	105.59	2.80	105+2.8i	105.04	105.592509270976+2.8i	105.63
CLV2.2	132.00	132.74	3.52	132+3.52i	132.05	132.744868797799+3.52i	132.79
CLV2.3	111.60	111.93	4.96	111.6+4.96i	111.71	111.929341521129+4.96i	112.04
CEMV2	504.00	504.07	5.60	504+5.6i	504.03	504.071828804603+5.6i	504.10
CCQM	67.68	69.94	7.52	67.68+7.52i	68.10	69.941897226169+7.52i	70.35
CQC1	280.80	283.40	3.12	280.8+3.12i	280.82	283.402194457148+3.12i	283.42
CQC2	208.80	210.73	2.32	208.8+2.32i	208.81	210.734965109161+2.32i	210.75
CQC3	136.80	138.07	1.52	136.8+1.52i	136.81	138.067735761175+1.52i	138.08
CCL1	424.80	446.50	4.72	424.8+4.72i	424.83	446.503388319722+4.72i	446.53
CCL2	352.80	370.82	3.92	352.8+3.92i	352.82	370.824847926549+3.92i	370.85
CTM26	331.20	347.74	3.68	331.2+3.68i	331.22	347.744432128+3.68i	347.76
CLQMZ1	302.40	309.67	3.36	302.4+3.36i	302.42	309.668151338489+3.36i	309.69
CLQMZ2	270.00	273.50	4.80	270+4.8i	270.04	273.502827740927+4.8i	273.54
CLQMZ3	234.00	235.80	6.24	234+6.24i	234.08	235.798791937959+6.24i	235.88
CEMQM	518.40	518.50	5.76	518.4+5.76i	518.43	518.501386423975+5.76i	518.53

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 58. Impedancias de cables 3

CABLE	IMPEDANCIAS DE CABLES						
	R cable 20°C (mΩ) - MÁX	R cable T ^a (mΩ) - MÍN	X cable (mΩ)	Z complejo cable (mΩ) - MÁX	Z cable (mΩ) - MÁX	Z complejo cable (mΩ) - MÍN	Z cable (mΩ) - MÍN
CCA1	28.32	30.23	18.88	28.32+18.88i	34.04	30.2344735799768+18.88i	35.65
CCH1	50.40	50.87	0.56	50.4+0.56i	50.40	50.8724699026074+0.56i	50.88
CCH2	93.60	94.48	1.04	93.6+1.04i	93.61	94.4774441048424+1.04i	94.48
CCH3	136.80	138.08	1.52	136.8+1.52i	136.81	138.082418307077+1.52i	138.09
CCH4	180.00	181.69	2.00	180+2i	180.01	181.687392509312+2i	181.70
CHTT1	14.40	17.05	0.64	14.4+0.64i	14.41	17.0541212207689+0.64i	17.07
CTM27	93.60	99.01	1.04	93.6+1.04i	93.61	99.0096164671288+1.04i	99.02
CTM28	136.80	144.71	1.52	136.8+1.52i	136.81	144.70636252888+1.52i	144.71
CTM29	180.00	190.40	2.00	180+2i	180.01	190.403108590632+2i	190.41
CTM30	139.50	143.85	2.48	139.5+2.48i	139.52	143.851887658655+2.48i	143.87
CTM31	129.60	134.10	1.44	129.6+1.44i	129.61	134.0957696+1.44i	134.10
CTT6	94.50	112.28	1.68	94.5+1.68i	94.51	112.284097427339+1.68i	112.30
CTT7	121.50	144.37	2.16	121.5+2.16i	121.52	144.365268120865+2.16i	144.38
CTT8	148.50	176.45	2.64	148.5+2.64i	148.52	176.44643881439+2.64i	176.47
CTT9	175.50	208.53	3.12	175.5+3.12i	175.53	208.527609507916+3.12i	208.55
CLA1.1	129.00	129.63	3.44	129+3.44i	129.05	129.634116588672+3.44i	129.68
CLA1.2	111.00	111.53	2.96	111+2.96i	111.04	111.532079579601+2.96i	111.57
CLA1.3	156.00	156.75	4.16	156+4.16i	156.06	156.747787517277+4.16i	156.80
CEMA1	640.80	640.92	7.12	640.8+7.12i	640.84	640.915402212922+7.12i	640.95
CCA2	25.46	28.74	7.92	25.4571428571429+7.92i	26.66	28.7353184695545+7.92i	29.81
CHTT2	121.50	135.17	8.64	121.5+8.64i	121.81	135.168303100731+8.64i	135.44
CLP1	279.00	295.78	7.44	279+7.44i	279.10	295.77711047077+7.44i	295.87
CLP2	228.00	241.71	6.08	228+6.08i	228.08	241.710326836328+6.08i	241.79
CRXD1	57.60	58.80	0.64	57.6+0.64i	57.60	58.8012677237757+0.64i	58.80
CRXD2	165.60	169.05	1.84	165.6+1.84i	165.61	169.053644705855+1.84i	169.06
CSD1	36.00	43.08	0.64	36+0.64i	36.01	43.0795690801334+0.64i	43.08
CTM32	239.40	240.98	10.64	239.4+10.64i	239.64	240.97902433748+10.64i	241.21
CTM33	279.00	284.67	4.96	279+4.96i	279.04	284.668571428571+4.96i	284.71
CTM34	158.40	164.49	1.76	158.4+1.76i	158.41	164.488453751924+1.76i	164.50
CTM35	122.40	127.10	1.36	122.4+1.36i	122.41	127.10471426285+1.36i	127.11
CTM36	136.80	141.55	1.52	136.8+1.52i	136.81	141.545534577778+1.52i	141.55
CLA2.1	113.40	114.24	5.04	113.4+5.04i	113.51	114.239278848235+5.04i	114.35
CLA2.2	104.40	105.16	4.64	104.4+4.64i	104.50	105.16118006776+4.64i	105.26
CLA2.3	131.40	132.36	5.84	131.4+5.84i	131.53	132.358036981836+5.84i	132.49
CEMA2	748.80	749.08	8.32	748.8+8.32i	748.85	749.075208212425+8.32i	749.12

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 59. Impedancias de cables 4

CABLE	IMPEDANCIAS DE CABLES							
	R cable 20°C (mΩ) - MÁX	R cable Tª (mΩ) - MÍN	X cable (mΩ)	Z complejo cable (mΩ) - MÁX	Z cable (mΩ) - MÁX	Z complejo cable (mΩ) - MÍN	Z cable (mΩ) - MÍN	
CCA3	17.64	21.29	3.92	17.64+3.92i	18.07	21.2877966292754+3.92i	21.65	
CSD2	121.50	146.38	2.16	121.5+2.16i	121.52	146.378743904051+2.16i	146.39	
CEST1	122.40	124.99	1.36	122.4+1.36i	122.41	124.992411918616+1.36i	125.00	
CEST2	50.40	51.47	0.56	50.4+0.56i	50.40	51.4674637311949+0.56i	51.47	
CTM37	187.20	193.96	2.08	187.2+2.08i	187.21	193.961650793651+2.08i	193.97	
CTM38	115.20	119.92	1.28	115.2+1.28i	115.21	119.92145515648+1.28i	119.93	
CTM39	216.00	228.48	2.40	216+2.4i	216.01	228.483730308759+2.4i	228.50	
CTM40	151.20	159.94	1.68	151.2+1.68i	151.21	159.938611216131+1.68i	159.95	
CTM41	187.20	198.02	2.08	187.2+2.08i	187.21	198.019232934258+2.08i	198.03	
CTM42	122.40	129.47	1.36	122.4+1.36i	122.41	129.47411384163+1.36i	129.48	
CTM43	158.40	167.55	1.76	158.4+1.76i	158.41	167.554735559756+1.76i	167.56	
CTM44	93.60	98.18	1.04	93.6+1.04i	93.61	98.1786993777778+1.04i	98.18	
CTM45	129.60	135.94	1.44	129.6+1.44i	129.61	135.9397376+1.44i	135.95	
CTM46	64.80	68.63	0.72	64.8+0.72i	64.80	68.6278816568047+0.72i	68.63	
CTM47	151.20	160.13	1.68	151.2+1.68i	151.21	160.131723865878+1.68i	160.14	
CTM48	86.40	91.50	0.96	86.4+0.96i	86.41	91.503842209073+0.96i	91.51	
CTM49	180.00	190.63	2.00	180+2i	180.01	190.633004602235+2i	190.64	
CTM50	115.20	122.01	1.28	115.2+1.28i	115.21	122.005122945431+1.28i	122.01	
CTM51	208.80	221.13	2.32	208.8+2.32i	208.81	221.134285338593+2.32i	221.15	
CTM52	144.00	152.51	1.60	144+1.6i	144.01	152.506403681788+1.6i	152.51	
CTM53	237.60	251.64	2.64	237.6+2.64i	237.61	251.635566074951+2.64i	251.65	
CTM54	172.80	183.01	1.92	172.8+1.92i	172.81	183.007684418146+1.92i	183.02	
CTM55	234.00	241.46	4.16	234+4.16i	234.04	241.461260372281+4.16i	241.50	
CTM56	302.40	320.26	3.36	302.4+3.36i	302.42	320.263447731755+3.36i	320.28	
CTT10	211.50	256.83	3.76	211.5+3.76i	211.53	256.827884845301+3.76i	256.86	
CLA3.1	211.50	215.37	3.76	211.5+3.76i	211.53	215.366884790755+3.76i	215.40	
CLA3.2	225.00	229.11	4.00	225+4i	225.04	229.113707224207+4i	229.15	
CLA3.3	204.00	206.26	5.44	204+5.44i	204.07	206.256275303878+5.44i	206.33	
CEMA3	460.80	460.99	5.12	460.8+5.12i	460.83	460.992692792837+5.12i	461.02	
CCIA	54.72	56.59	6.08	54.72+6.08i	55.06	56.594460944843+6.08i	56.92	
CTM57	139.50	148.78	2.48	139.5+2.48i	139.52	148.777512710059+2.48i	148.80	
CTM58	103.50	110.38	1.84	103.5+1.84i	103.52	110.383315881657+1.84i	110.40	
CTM59	126.00	134.38	2.24	126+2.24i	126.02	134.379688899408+2.24i	134.40	
CTM60	90.00	95.99	1.60	90+1.6i	90.01	95.9854920710059+1.6i	96.00	
CTM61	99.00	105.58	1.76	99+1.76i	99.02	105.584041278106+1.76i	105.60	
CTM62	63.00	67.19	1.12	63+1.12i	63.01	67.1898444497041+1.12i	67.20	
CTM63	85.50	91.19	1.52	85.5+1.52i	85.51	91.1862174674556+1.52i	91.20	
CTM64	49.50	52.79	0.88	49.5+0.88i	49.51	52.792020639053+0.88i	52.80	
CTM65	309.60	325.07	3.44	309.6+3.44i	309.62	325.065447424+3.44i	325.08	
CLING	244.80	258.11	2.72	244.8+2.72i	244.82	258.114956800968+2.72i	258.13	
CLALMZ1	319.50	324.26	5.68	319.5+5.68i	319.55	324.264848414739+5.68i	324.31	
CLALMZ2	312.00	314.81	8.32	312+8.32i	312.11	314.814776273287+8.32i	314.92	
CLALMZ3	198.00	198.96	8.80	198+8.8i	198.20	198.958602758108+8.8i	199.15	
CEM	763.20	763.41	8.48	763.2+8.48i	763.25	763.411541023819+8.48i	763.46	

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 60. Impedancias de cables 5

CABLE	IMPEDANCIAS DE CABLES						
	R cable 20°C (mΩ) - MÁX	R cable T ³ (mΩ) - MÍN	X cable (mΩ)	Z complejo cable (mΩ) - MÁX	Z cable (mΩ) - MÁX	Z complejo cable (mΩ) - MÍN	Z cable (mΩ) - MÍN
CCS	38.25	41.17	2.72	38.25+2.72i	38.35	41.1729938054799+2.72i	41.26
CTM66	50.40	52.92	0.56	50.4+0.56i	50.40	52.917630976+0.56i	52.92
CTM67	148.50	158.38	2.64	148.5+2.64i	148.52	158.37606191716+2.64i	158.40
CTM68	153.00	163.18	2.72	153+2.72i	153.02	163.17533652071+2.72i	163.20
CTM69	306.00	326.35	5.44	306+5.44i	306.05	326.35067304142+5.44i	326.40
CTM70	288.00	307.15	5.12	288+5.12i	288.05	307.153574627219+5.12i	307.20
CTM71	270.00	287.96	4.80	270+4.8i	270.04	287.956476213018+4.8i	288.00
CTM72	252.00	268.76	4.48	252+4.48i	252.04	268.759377798817+4.48i	268.80
CTM73	234.00	249.56	4.16	234+4.16i	234.04	249.562279384615+4.16i	249.60
CTM74	211.50	225.57	3.76	211.5+3.76i	211.53	225.565906366864+3.76i	225.60
CLB1	136.80	137.06	1.52	136.8+1.52i	136.81	137.06158750149+1.52i	137.07
CLB2	223.20	223.63	2.48	223.2+2.48i	223.21	223.626800660325+2.48i	223.64
CLVES1	189.00	196.87	3.36	189+3.36i	189.03	196.870571316749+3.36i	196.90
CLVES2	279.00	290.62	4.96	279+4.96i	279.04	290.618462419962+4.96i	290.66
CLCOMZ1	351.00	355.19	6.24	351+6.24i	351.06	355.194865361059+6.24i	355.25
CLCOMZ2	418.50	423.50	7.44	418.5+7.44i	418.57	423.501570238185+7.44i	423.57
CLMANZ1	130.50	135.84	2.32	130.5+2.32i	130.52	135.837831721134+2.32i	135.86
CLMANZ2	180.00	187.16	3.20	180+3.2i	180.03	187.164883817013+3.2i	187.19
CLMANZ3	207.00	212.07	5.52	207+5.52i	207.07	212.068583707537+5.52i	212.14
CEMSAS	669.60	670.07	7.44	669.6+7.44i	669.64	670.072756446125+7.44i	670.11
CCLIMA	167.40	167.52	7.44	167.4+7.44i	167.57	167.518189111531+7.44i	167.68
CUTA	511.20	571.53	5.68	511.2+5.68i	511.23	571.528940768402+5.68i	571.56
CVENT1	7.20	7.33	0.08	7.2+0.08i	7.20	7.33445762100674+0.08i	7.33
CVENT2	338.40	341.30	3.76	338.4+3.76i	338.42	341.303204123175+3.76i	341.32
CVENT3	424.80	428.44	4.72	424.8+4.72i	424.83	428.444447729092+4.72i	428.47
CVENT4	799.20	806.06	8.88	799.2+8.88i	799.25	806.056503354732+8.88i	806.11
CVENT5	410.40	413.92	4.56	410.4+4.56i	410.43	413.920907128106+4.56i	413.95
CVENT6	187.20	188.81	2.08	187.2+2.08i	187.21	188.80602781282+2.08i	188.82
CEXTR1	741.60	747.96	8.24	741.6+8.24i	741.65	747.962340950787+8.24i	748.01
CEXTR2	410.40	412.13	4.56	410.4+4.56i	410.43	412.126645137725+4.56i	412.15
CEXTR3	532.80	535.04	5.92	532.8+5.92i	532.83	535.041609477047+5.92i	535.07

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 61. Impedancias acumuladas al final del cable 1

CABLE	IMPEDANCIAS ACUMULADAS AL FINAL DEL CABLE							
	SR (mW) - MÁX	SR (mW) - MÍN	SX (mW) - MÁX	SX (mW) - MÍN	Zk (mΩ) - MÁX	Zk (mΩ) - MÁX	Zk (mΩ) - MÍN	Zk (mΩ) - MÍN
CCGBT	1.79	2.27	8.330	7.989	1.79026830882558+8.3295697810571i	8.52	2.27029800766041+7.9887932929636i	8.31
CCC	73.79	80.05	16.33	15.99	73.7902683088256+16.3295697810571i	75.58	80.0476948050159+15.9887932929637i	81.63
CPI1	253.79	285.60	18.33	17.99	253.790268308826+18.3295697810571i	254.45	285.60090897488+17.9887932929637i	286.17
CPI2	188.99	211.60	17.61	17.27	188.990268308826+17.6095697810571i	189.81	211.601751873729+17.2687932929637i	212.31
CPI3	181.79	203.38	17.53	17.19	181.790268308826+17.5295697810571i	182.63	203.379623306934+17.1887932929637i	204.10
CPI4	116.99	129.38	16.81	16.47	116.990268308826+16.8095697810571i	118.19	129.380466205783+16.4687932929637i	130.42
CTM1	275.39	291.72	18.57	18.23	275.390268308826+18.5695697810571i	276.02	291.718218709016+18.2287932929637i	292.29
CTM2	210.59	223.68	17.85	17.51	210.590268308826+17.8495697810571i	211.35	223.681264597016+17.5087932929637i	224.37
CTM3	203.39	216.12	17.77	17.43	203.390268308826+17.7695697810571i	204.17	216.121603029016+17.4287932929637i	216.82
CTM4	138.59	148.08	17.05	16.71	138.590268308826+17.0495697810571i	139.64	148.084648917016+16.7087932929637i	149.02
CLCZ1	311.39	318.39	18.97	18.63	311.390268308826+18.9695697810571i	311.97	318.391195247496+18.6287932929637i	318.94
CLCZ2	376.19	383.39	19.69	19.35	376.190268308826+19.6895697810571i	376.71	383.393968095445+19.3487932929637i	383.88
CLCZ3	419.39	426.67	20.17	19.83	419.390268308826+20.1695697810571i	419.87	426.668235375265+19.8287932929637i	427.13
CEMC	347.39	353.65	19.37	19.03	347.390268308826+19.3695697810571i	347.93	353.652062927591+19.0287932929637i	354.16
CCM	28.43	35.59	14.25	13.91	28.4302683088256+14.2495697810571i	31.80	35.5891937547101+13.9087932929637i	38.21
CTM5	185.93	207.86	17.05	16.71	185.930268308826+17.0495697810571i	186.71	207.860032097905+16.7087932929637i	208.53
CTM6	163.43	183.25	16.65	16.31	163.430268308826+16.6495697810571i	164.28	183.249912334592+16.3087932929637i	183.97
CTM7	140.93	158.64	16.25	15.91	140.930268308826+16.2495697810571i	141.86	158.639792571278+15.9087932929637i	159.44
CTM8	118.43	134.03	15.85	15.51	118.430268308826+15.8495697810571i	119.49	134.029672807965+15.5087932929637i	134.92
CTM9	163.43	183.25	16.65	16.31	163.430268308826+16.6495697810571i	164.28	183.249912334592+16.3087932929637i	183.97
CTM10	140.93	158.64	16.25	15.91	140.930268308826+16.2495697810571i	141.86	158.639792571278+15.9087932929637i	159.44
CTM11	118.43	134.03	15.85	15.51	118.430268308826+15.8495697810571i	119.49	134.029672807965+15.5087932929637i	134.92
CTM12	95.93	109.42	15.45	15.11	95.9302683088256+15.4495697810571i	97.17	109.419553044651+15.1087932929637i	110.46
CTM13	140.93	158.64	16.25	15.91	140.930268308826+16.2495697810571i	141.86	158.639792571278+15.9087932929637i	159.44
CTM14	118.43	134.03	15.85	15.51	118.430268308826+15.8495697810571i	119.49	134.029672807965+15.5087932929637i	134.92
CTM15	95.93	109.42	15.45	15.11	95.9302683088256+15.4495697810571i	97.17	109.419553044651+15.1087932929637i	110.46
CTM16	73.43	84.81	15.05	14.71	73.4302683088256+15.0495697810571i	74.96	84.8094332813373+14.7087932929637i	86.08
CTM17	118.43	134.03	15.85	15.51	118.430268308826+15.8495697810571i	119.49	134.029672807965+15.5087932929637i	134.92
CTM18	95.93	109.42	15.45	15.11	95.9302683088256+15.4495697810571i	97.17	109.419553044651+15.1087932929637i	110.46
CTM19	73.43	84.81	15.05	14.71	73.4302683088256+15.0495697810571i	74.96	84.8094332813373+14.7087932929637i	86.08
CTM20	50.93	60.20	14.65	14.31	50.9302683088256+14.6495697810571i	53.00	60.1993135180237+14.3087932929637i	61.88
CTT1	149.93	184.96	16.41	16.07	149.930268308826+16.4095697810571i	150.83	184.95774838471+16.0687932929637i	185.65
CTT2	127.43	157.30	16.01	15.67	127.430268308826+16.0095697810571i	128.43	157.29690493471+15.6687932929637i	158.08
CTT3	104.93	129.64	15.61	15.27	104.930268308826+15.6095697810571i	106.08	129.63606148471+15.2687932929637i	130.53
CTT4	82.43	101.98	15.21	14.87	82.4302683088256+15.2095697810571i	83.82	101.97521803471+14.8687932929637i	103.05
CLMZ1	251.63	259.49	16.73	16.39	251.630268308826+16.7295697810571i	252.19	259.487633564313+16.3887932929637i	260.00
CLMZ2	316.43	324.49	17.45	17.11	316.430268308826+17.4495697810571i	316.91	324.490406412262+17.1087932929637i	324.94
CLMZ3	359.63	367.77	17.93	17.59	359.630268308826+17.9295697810571i	360.08	367.767211801199+17.5887932929637i	368.19
CEMM	280.43	287.59	17.05	16.71	280.430268308826+17.0495697810571i	280.95	287.593217025503+16.7087932929637i	288.08

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 62. Impedancias acumuladas al final del cable 2

CABLE	IMPEDANCIAS ACUMULADAS AL FINAL DEL CABLE									
	SR (mW) - MÁX	SR (mW) - MÍN	SX (mW) - MÁX	SX (mW) - MÍN	Zk (mΩ) - MÁX	Zk (mΩ) - MÁX	Zk (mΩ) - MÍN	Zk (mΩ) - MÍN		
CCR	101.56	105.73	23.85	23.51	101.561696880254+23.8495697810571i	104.32	105.734474437417+23.5087932929637i	108.32		
CRO	209.56	216.43	25.05	24.71	209.561696880254+25.0495697810571i	211.05	216.425953727358+24.7087932929637i	217.83		
CLS	108.76	113.13	23.93	23.59	108.761696880254+23.9295697810571i	111.36	113.132298165227+23.5887932929637i	115.57		
CTM21	231.16	241.81	25.29	24.95	231.161696880254+25.2895697810571i	232.54	241.808382661417+24.9487932929637i	243.09		
CTM22	195.16	204.01	24.89	24.55	195.161696880254+24.8895697810571i	196.74	204.010074821417+24.5487932929637i	205.48		
CTT5	187.06	210.85	25.37	25.03	187.061696880254+25.3695697810571i	188.77	210.845679547417+25.0287932929637i	212.33		
CLRZ1	286.06	291.24	27.13	26.79	286.061696880254+27.1295697810571i	287.35	291.244166674377+26.7887932929637i	292.47		
CLRZ2	339.16	345.67	26.49	26.15	339.161696880254+26.4895697810571i	340.19	345.667548478963+26.1487932929637i	346.66		
CLRZ3	313.06	318.36	27.61	27.27	313.061696880254+27.6095697810571i	314.28	318.355473626664+27.2687932929637i	319.52		
CEMR	389.56	393.75	27.05	26.71	389.561696880254+27.0495697810571i	390.50	393.752866532469+26.7087932929637i	394.66		
CCQ	26.22	29.99	15.93	15.59	26.218839737397+15.9295697810571i	30.68	29.993048718984+15.5887932929637i	33.80		
CHD1	40.62	46.67	17.53	17.19	40.618839737397+17.5295697810571i	44.24	46.6651712642709+17.1887932929637i	49.73		
CHD2	34.14	39.16	16.81	16.47	34.138839737397+16.8095697810571i	38.05	39.1627161188918+16.4687932929637i	42.48		
CTM23	170.22	182.68	17.53	17.19	170.218839737397+17.5295697810571i	171.12	182.679477121351+17.1887932929637i	183.49		
CLQZ1	163.02	166.98	17.45	17.11	163.018839737397+17.4495697810571i	163.95	166.979146248801+17.1087932929637i	167.85		
CLQZ2	220.62	224.66	18.09	17.75	220.618839737397+18.0895697810571i	221.36	224.657503103461+17.7487932929637i	225.36		
CLQZ3	278.22	282.34	18.73	18.39	278.218839737397+18.7295697810571i	278.85	282.33585995812+18.3887932929637i	282.93		
CEMQ	263.82	267.60	18.57	18.23	263.818839737397+18.5695697810571i	264.47	267.595084634992+18.2287932929637i	268.22		
CCV1	23.81	25.43	37.69	37.35	23.8102683088256+37.6895697810571i	44.58	25.4305954392057+37.3487932929637i	45.18		
CHF1	25.61	27.35	38.65	38.31	25.6102683088256+38.6495697810571i	46.36	27.3521566138456+38.3087932929637i	47.07		
CHF2	25.76	27.51	38.73	38.39	25.7602683088256+38.7295697810571i	46.51	27.5122867117322+38.3887932929637i	47.23		
CTM24	40.01	41.82	38.41	38.07	40.0102683088256+38.4095697810571i	55.46	41.8153257218647+38.0687932929637i	56.55		
CLV1.1	64.31	66.01	40.57	40.23	64.3102683088256+40.5695697810571i	76.04	66.0063981596117+40.2287932929637i	77.30		
CLV1.2	77.81	79.53	41.53	41.19	77.8102683088256+41.5295697810571i	88.20	79.5316657330803+41.1887932929637i	89.56		
CLV1.3	99.19	100.95	43.05	42.71	99.1852683088256+43.0495697810571i	108.12	100.946672724406+42.7087932929637i	109.61		
CEMV1	715.01	716.86	45.37	45.03	715.010268308826+45.3695697810571i	716.45	716.861015711252+45.0287932929637i	718.27		
CCV2	20.63	22.08	33.45	33.11	20.6302683088256+33.4495697810571i	39.30	22.0820623988276+33.1087932929637i	39.80		
CHF3	21.83	23.36	34.09	33.75	21.8302683088256+34.0895697810571i	40.48	23.3631031819209+33.7487932929637i	41.05		
CHF4	21.83	23.36	34.09	33.75	21.8302683088256+34.0895697810571i	40.48	23.3631031819209+33.7487932929637i	41.05		
CTM25	79.13	82.57	34.49	34.15	79.1302683088256+34.4895697810571i	86.32	82.5670470142122+34.1487932929637i	89.35		
CLV2.1	125.63	127.67	36.25	35.91	125.630268308826+36.2495697810571i	130.76	127.674571669804+35.9087932929637i	132.63		
CLV2.2	152.63	154.83	36.97	36.63	152.630268308826+36.9695697810571i	157.04	154.826931196626+36.6287932929637i	159.10		
CLV2.3	132.23	134.01	38.41	38.07	132.230268308826+38.4095697810571i	137.70	134.011403919957+38.0687932929637i	139.31		
CEMV2	524.63	526.15	39.05	38.71	524.630268308826+39.0495697810571i	526.08	526.15389120343+38.7087932929637i	527.58		
CCQM	69.47	72.21	15.85	15.51	69.4702683088256+15.8495697810571i	71.26	72.2121952338294+15.5087932929637i	73.86		
CQC1	350.27	355.61	18.97	18.63	350.270268308826+18.9695697810571i	350.78	355.614389690977+18.6287932929637i	356.10		
CQC2	278.27	282.95	18.17	17.83	278.270268308826+18.1695697810571i	278.86	282.947160342991+17.8287932929637i	283.51		
CQC3	206.27	210.28	17.37	17.03	206.270268308826+17.3695697810571i	207.00	210.279930995004+17.0287932929637i	210.97		
CCL1	494.27	518.72	20.57	20.23	494.270268308826+20.5695697810571i	494.70	518.715583553552+20.2287932929637i	519.11		
CCL2	422.27	443.04	19.77	19.43	422.270268308826+19.7695697810571i	422.73	443.037043160378+19.4287932929637i	443.46		
CTM26	400.67	419.96	19.53	19.19	400.670268308826+19.5295697810571i	401.15	419.956627361829+19.1887932929637i	420.39		
CLQMZ1	371.87	381.88	19.21	18.87	371.870268308826+19.2095697810571i	372.37	381.880346572319+18.8687932929637i	382.35		
CLQMZ2	339.47	345.72	20.65	20.31	339.470268308826+20.6495697810571i	340.10	345.715022974757+20.3087932929637i	346.31		
CLQMZ3	303.47	308.01	22.09	21.75	303.470268308826+22.0895697810571i	304.27	308.01098711788+21.7487932929637i	308.78		
CEMQM	587.87	590.71	21.61	21.27	587.870268308826+21.6095697810571i	588.27	590.713581657804+21.2687932929637i	591.10		

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 63. Impedancias acumuladas al final del cable 3

CABLE	IMPEDANCIAS ACUMULADAS AL FINAL DEL CABLE							
	SR (mW) - MÁX	SR (mW) - MÍN	SX (mW) - MÁX	SX (mW) - MÍN	Zk (mΩ) - MÁX	Zk (mΩ) - MÁX	Zk (mΩ) - MÍN	Zk (mΩ) - MÍN
CCA1	30.11	32.50	27.21	26.87	30.1102683088256+27.2095697810571i	40.58	32.5047715876372+26.8687932929637i	42.17
CCH1	80.51	83.38	27.77	27.43	80.5102683088256+27.7695697810571i	85.16	83.3772414902447+27.4287932929637i	87.77
CCH2	123.71	126.98	28.25	27.91	123.710268308826+28.2495697810571i	126.89	126.98221569248+27.9087932929637i	130.01
CCH3	166.91	170.59	28.73	28.39	166.910268308826+28.7295697810571i	169.36	170.587189894715+28.3887932929637i	172.93
CCH4	210.11	214.19	29.21	28.87	210.110268308826+29.2095697810571i	212.13	214.19216409695+28.8687932929637i	216.13
CHTT1	44.51	49.56	27.85	27.51	44.5102683088256+27.8495697810571i	52.50	49.5588928084062+27.5087932929637i	56.68
CTM27	123.71	131.51	28.25	27.91	123.710268308826+28.2495697810571i	126.89	131.514388054766+27.9087932929637i	134.44
CTM28	166.91	177.21	28.73	28.39	166.910268308826+28.7295697810571i	169.36	177.211134116518+28.3887932929637i	179.47
CTM29	210.11	222.91	29.21	28.87	210.110268308826+29.2095697810571i	212.13	222.907880178269+28.8687932929637i	224.77
CTM30	169.61	176.36	29.69	29.35	169.610268308826+29.6895697810571i	172.19	176.356659246292+29.3487932929637i	178.78
CTM31	159.71	166.60	28.65	28.31	159.710268308826+28.6495697810571i	162.26	166.600541187637+28.3087932929637i	168.99
CTT6	124.61	144.79	28.89	28.55	124.610268308826+28.8895697810571i	127.92	144.788869014977+28.5487932929637i	147.58
CTT7	151.61	176.87	29.37	29.03	151.610268308826+29.3695697810571i	154.43	176.870039708502+29.0287932929637i	179.24
CTT8	178.61	208.95	29.85	29.51	178.610268308826+29.8495697810571i	181.09	208.951210402028+29.5087932929637i	211.02
CTT9	205.61	241.03	30.33	29.99	205.610268308826+30.3295697810571i	207.84	241.032381095553+29.9887932929637i	242.89
CLA1.1	159.11	162.14	30.65	30.31	159.110268308826+30.6495697810571i	162.04	162.138888176309+30.3087932929637i	164.95
CLA1.2	141.11	144.04	30.17	29.83	141.110268308826+30.1695697810571i	144.30	144.036851167239+29.8287932929637i	147.09
CLA1.3	186.11	189.25	31.37	31.03	186.110268308826+31.3695697810571i	188.74	189.252559104915+31.0287932929637i	191.78
CEMA1	670.91	673.42	34.33	33.99	670.910268308825+34.3295697810571i	671.79	673.420173800559+33.9887932929637i	674.28
CCA2	27.25	31.01	16.25	15.91	27.2474111659684+16.2495697810571i	31.72	31.0056164772149+15.9087932929637i	34.85
CHTT2	148.75	166.17	24.89	24.55	148.747411165968+24.8895697810571i	150.82	166.173919577946+24.5487932929637i	167.98
CLP1	306.25	326.78	23.69	23.35	306.247411165968+23.6895697810571i	307.16	326.782726947985+23.3487932929637i	327.62
CLP2	255.25	272.72	22.33	21.99	255.247411165968+22.3295697810571i	256.22	272.715943313543+21.9887932929637i	273.60
CRXD1	84.85	89.81	16.89	16.55	84.8474111659684+16.8895697810571i	86.51	89.8068842009907+16.5487932929637i	91.32
CRXD2	192.85	200.06	18.09	17.75	192.847411165968+18.0895697810571i	193.69	200.05926118307+17.7487932929637i	200.85
CSD1	63.25	74.09	16.89	16.55	63.2474111659684+16.8895697810571i	65.46	74.0851855573483+16.5487932929637i	75.91
CTM32	266.65	271.98	26.89	26.55	266.647411165968+26.8895697810571i	268.00	271.984640814695+26.5487932929637i	273.28
CTM33	306.25	315.67	21.21	20.87	306.247411165968+21.2095697810571i	306.98	315.674187905786+20.8687932929637i	316.36
CTM34	185.65	195.49	18.01	17.67	185.647411165968+18.0095697810571i	186.52	195.494070229139+17.6687932929637i	196.29
CTM35	149.65	158.11	17.61	17.27	149.647411165968+17.6095697810571i	150.68	158.110330740065+17.2687932929637i	159.05
CTM36	164.05	172.55	17.77	17.43	164.047411165968+17.7695697810571i	165.01	172.551151054993+17.4287932929637i	173.43
CLA2.1	140.65	145.24	21.29	20.95	140.647411165968+21.2895697810571i	142.25	145.24489532545+20.9487932929637i	146.75
CLA2.2	131.65	136.17	20.89	20.55	131.647411165968+20.8895697810571i	133.29	136.166796544975+20.5487932929637i	137.71
CLA2.3	158.65	163.36	22.09	21.75	158.647411165968+22.0895697810571i	160.18	163.363653459051+21.7487932929637i	164.81
CEMA2	776.05	780.08	24.57	24.23	776.047411165968+24.5695697810571i	776.44	780.08082468964+24.2287932929637i	780.46

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 64. Impedancias acumuladas al final del cable 4

CABLE	IMPEDANCIAS ACUMULADAS AL FINAL DEL CABLE							
	SR (mW) - MÁX	SR (mW) - MÍN	SX (mW) - MÁX	SX (mW) - MÍN	Zk (mΩ) - MÁX	Zk (mΩ) - MÁX	Zk (mΩ) - MÍN	Zk (mΩ) - MÍN
CCA3	19.43	23.56	12.25	11.91	19.4302683088256+12.2495697810571i	22.97	23.5580946369358+11.9087932929637i	26.40
CSD2	140.93	169.94	14.41	14.07	140.930268308826+14.4095697810571i	141.67	169.936838540986+14.0687932929637i	170.52
CEST1	141.83	148.55	13.61	13.27	141.830268308826+13.6095697810571i	142.48	148.550506555552+13.2687932929637i	149.14
CEST2	69.83	75.03	12.81	12.47	69.8302683088256+12.8095697810571i	71.00	75.0255583681306+12.4687932929637i	76.05
CTM37	206.63	217.52	14.33	13.99	206.630268308826+14.3295697810571i	207.13	217.519745430587+13.9887932929637i	217.97
CTM38	134.63	143.48	13.53	13.19	134.630268308826+13.5295697810571i	135.31	143.479549793416+13.1887932929637i	144.08
CTM39	235.43	252.04	14.65	14.31	235.430268308826+14.6495697810571i	235.89	252.041824945694+14.3087932929637i	252.45
CTM40	170.63	183.50	13.93	13.59	170.630268308826+13.9295697810571i	171.20	183.496705853067+13.5887932929637i	184.00
CTM41	206.63	221.58	14.33	13.99	206.630268308826+14.3295697810571i	207.13	221.577327571193+13.9887932929637i	222.02
CTM42	141.83	153.03	13.61	13.27	141.830268308826+13.6095697810571i	142.48	153.032208478566+13.2687932929637i	153.61
CTM43	177.83	191.11	14.01	13.67	177.830268308826+14.0095697810571i	178.38	191.112830196692+13.6687932929637i	191.60
CTM44	113.03	121.74	13.29	12.95	113.030268308826+13.2895697810571i	113.81	121.736794014714+12.9487932929637i	122.42
CTM45	149.03	159.50	13.69	13.35	149.030268308826+13.6895697810571i	149.66	159.497832236936+13.3487932929637i	160.06
CTM46	84.23	92.19	12.97	12.63	84.2302683088256+12.9695697810571i	85.22	92.1859762937405+12.6287932929637i	93.05
CTM47	170.63	183.69	13.93	13.59	170.630268308826+13.9295697810571i	171.20	183.689818502814+13.5887932929637i	184.19
CTM48	105.83	115.06	13.21	12.87	105.830268308826+13.2095697810571i	106.65	115.061936846009+12.8687932929637i	115.78
CTM49	199.43	214.19	14.25	13.91	199.430268308826+14.2495697810571i	199.94	214.191099239171+13.9087932929637i	214.64
CTM50	134.63	145.56	13.53	13.19	134.630268308826+13.5295697810571i	135.31	145.563217582366+13.1887932929637i	146.16
CTM51	228.23	244.69	14.57	14.23	228.230268308826+14.5695697810571i	228.69	244.692379975529+14.2287932929637i	245.11
CTM52	163.43	176.06	13.85	13.51	163.430268308826+13.8495697810571i	164.02	176.064498318724+13.5087932929637i	176.58
CTM53	257.03	275.19	14.89	14.55	257.030268308826+14.8895697810571i	257.46	275.193660711886+14.5487932929637i	275.58
CTM54	192.23	206.57	14.17	13.83	192.230268308826+14.1695697810571i	192.75	206.565779055082+13.8287932929637i	207.03
CTM55	253.43	265.02	16.41	16.07	253.430268308826+16.4095697810571i	253.96	265.019355009217+16.0687932929637i	265.51
CTM56	321.83	343.82	15.61	15.27	321.830268308826+15.6095697810571i	322.21	343.821542368691+15.2687932929637i	344.16
CTT10	230.93	280.39	16.01	15.67	230.930268308826+16.0095697810571i	231.48	280.385979482236+15.6687932929637i	280.82
CLA3.1	230.93	238.92	16.01	15.67	230.930268308826+16.0095697810571i	231.48	238.924979427691+15.6687932929637i	239.44
CLA3.2	244.43	252.67	16.25	15.91	244.430268308826+16.2495697810571i	244.97	252.671801861143+15.9087932929637i	253.17
CLA3.3	223.43	229.81	17.69	17.35	223.430268308826+17.6895697810571i	224.13	229.814369940814+17.3487932929637i	230.47
CEMA3	480.23	484.55	17.37	17.03	480.230268308826+17.3695697810571i	480.54	484.55078429772+17.0287932929637i	484.85
CCIA	56.51	58.86	14.41	14.07	56.5102683088256+14.4095697810571i	58.32	58.8647589525034+14.0687932929637i	60.52
CTM57	196.01	207.64	16.89	16.55	196.010268308826+16.8895697810571i	196.74	207.642271662563+16.5487932929637i	208.30
CTM58	160.01	169.25	16.25	15.91	160.010268308826+16.2495697810571i	160.83	169.24807483416+15.9087932929637i	169.99
CTM59	182.51	193.24	16.65	16.31	182.510268308826+16.6495697810571i	183.27	193.244447851912+16.3087932929637i	193.93
CTM60	146.51	154.85	16.01	15.67	146.510268308826+16.0095697810571i	147.38	154.850251023509+15.6687932929637i	155.64
CTM61	155.51	164.45	16.17	15.83	155.510268308826+16.1695697810571i	156.35	164.44880023061+15.8287932929637i	165.21
CTM62	119.51	126.05	15.53	15.19	119.510268308826+15.5295697810571i	120.52	126.054603402208+15.1887932929637i	126.97
CTM63	142.01	150.05	15.93	15.59	142.010268308826+15.9295697810571i	142.90	150.050976419959+15.5887932929637i	150.86
CTM64	106.01	111.66	15.29	14.95	106.010268308826+15.2895697810571i	107.11	111.656779591557+14.9487932929637i	112.65
CTM65	366.11	383.93	17.85	17.51	366.110268308826+17.8495697810571i	366.55	383.930206376503+17.5087932929637i	384.33
CLING	301.31	316.98	17.13	16.79	301.310268308826+17.1295697810571i	301.80	316.979715753471+16.7887932929637i	317.42
CLALMZ1	376.01	383.13	20.09	19.75	376.010268308826+20.0895697810571i	376.55	383.129607367242+19.7487932929637i	383.64
CLALMZ2	368.51	373.68	22.73	22.39	368.510268308826+22.7295697810571i	369.21	373.6795352579+22.3887932929637i	374.35
CLALMZ3	254.51	257.82	23.21	22.87	254.510268308826+23.2095697810571i	255.57	257.823361710612+22.8687932929637i	258.84
CEM	819.71	822.28	22.89	22.55	819.710268308826+22.8895697810571i	820.03	822.276299976323+22.5487932929637i	822.59

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 65. Impedancias acumuladas al final del cable 5

CABLE	IMPEDANCIAS ACUMULADAS AL FINAL DEL CABLE							
	SR (mW) - MÁX	SR (mW) - MÍN	SX (mW) - MÁX	SX (mW) - MÍN	Zk (mΩ) - MÁX	Zk (mΩ) - MÁX	Zk (mΩ) - MÍN	Zk (mΩ) - MÍN
CCS	40.04	43.44	11.05	10.71	40.0402683088256+11.0495697810571i	41.54	43.4432918131403+10.7087932929637i	44.74
CTM66	90.44	96.36	11.61	11.27	90.4402683088256+11.6095697810571i	91.18	96.3609227891403+11.2687932929637i	97.02
CTM67	188.54	201.82	13.69	13.35	188.540268308826+13.6895697810571i	189.04	201.8193537303+13.3487932929637i	202.26
CTM68	193.04	206.62	13.77	13.43	193.040268308826+13.7695697810571i	193.53	206.61862833385+13.4287932929637i	207.05
CTM69	346.04	369.79	16.49	16.15	346.040268308826+16.4895697810571i	346.43	369.79396485456+16.1487932929637i	370.15
CTM70	328.04	350.60	16.17	15.83	328.040268308826+16.1695697810571i	328.44	350.596866440359+15.8287932929637i	350.95
CTM71	310.04	331.40	15.85	15.51	310.040268308826+15.8495697810571i	310.45	331.399768026158+15.5087932929637i	331.76
CTM72	292.04	312.20	15.53	15.19	292.040268308826+15.5295697810571i	292.45	312.202669611957+15.1887932929637i	312.57
CTM73	274.04	293.01	15.21	14.87	274.040268308826+15.2095697810571i	274.46	293.005571197756+14.8687932929637i	293.38
CTM74	251.54	269.01	14.81	14.47	251.540268308826+14.8095697810571i	251.98	269.009198180004+14.4687932929637i	269.40
CLB1	176.84	180.50	12.57	12.23	176.840268308826+12.5695697810571i	177.29	180.50487931463+12.2287932929637i	180.92
CLB2	263.24	267.07	13.53	13.19	263.240268308826+13.5295697810571i	263.59	267.070092473465+13.1887932929637i	267.40
CLVES1	229.04	240.31	14.41	14.07	229.040268308826+14.4095697810571i	229.49	240.313863129889+14.0687932929637i	240.73
CLVES2	319.04	334.06	16.01	15.67	319.040268308826+16.0095697810571i	319.44	334.061754233102+15.6687932929637i	334.43
CLCOMZ1	391.04	398.64	17.29	16.95	391.040268308826+17.2895697810571i	391.42	398.638157174199+16.9487932929637i	399.00
CLCOMZ2	458.54	466.94	18.49	18.15	458.540268308825+18.4895697810571i	458.91	466.944862051326+18.1487932929637i	467.30
CLMANZ1	170.54	179.28	13.37	13.03	170.540268308826+13.3695697810571i	171.06	179.281123534275+13.0287932929637i	179.75
CLMANZ2	220.04	230.61	14.25	13.91	220.040268308826+14.2495697810571i	220.50	230.608175630154+13.9087932929637i	231.03
CLMANZ3	247.04	255.51	16.57	16.23	247.040268308826+16.5695697810571i	247.60	255.511875520678+16.2287932929637i	256.03
CEMSAS	709.64	713.52	18.49	18.15	709.640268308826+18.4895697810571i	709.88	713.516048259265+18.1487932929637i	713.75
CCLIMA	169.19	169.79	15.77	15.43	169.190268308826+15.7695697810571i	169.92	169.788487119192+15.4287932929637i	170.49
CUTA	680.39	741.32	21.45	21.11	680.390268308826+21.4495697810571i	680.73	741.317427887594+21.1087932929637i	741.62
CVENT1	176.39	177.12	15.85	15.51	176.390268308826+15.8495697810571i	177.10	177.122944740198+15.5087932929637i	177.80
CVENT2	507.59	511.09	19.53	19.19	507.590268308826+19.5295697810571i	507.97	511.091691242366+19.1887932929637i	511.45
CVENT3	593.99	598.23	20.49	20.15	593.990268308826+20.4895697810571i	594.34	598.232934848283+20.1487932929637i	598.57
CVENT4	968.39	975.84	24.65	24.31	968.390268308826+24.6495697810571i	968.70	975.844990473924+24.3087932929637i	976.15
CVENT5	579.59	583.71	20.33	19.99	579.590268308826+20.3295697810571i	579.95	583.709394247297+19.9887932929637i	584.05
CVENT6	356.39	358.59	17.85	17.51	356.390268308826+17.8495697810571i	356.84	358.594514932012+17.5087932929637i	359.02
CEXTR1	910.79	917.75	24.01	23.67	910.790268308825+24.0095697810571i	911.11	917.750828069979+23.6687932929637i	918.06
CEXTR2	579.59	581.92	20.33	19.99	579.590268308826+20.3295697810571i	579.95	581.915132256917+19.9887932929637i	582.26
CEXTR3	701.99	704.83	21.69	21.35	701.990268308826+21.6895697810571i	702.33	704.830096596239+21.3487932929637i	705.15

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 66. Corrientes de cortocircuito 1

CABLE	ICC AL FINAL DEL CABLE				ip AL FINAL DEL CABLE		
	Ik'' (kA) - MÁX	Ik'' (kA) - MÍN	Ik1'' (kA) - MÁX	Ik1'' (kA) - MÍN	SR/SX - MÁX	k	ip (kA)
CCGBT	29.82	25.03	14.91	12.51	0.21	1.53	64.70
CCC	3.36	2.55	1.68	1.27	4.52	1.02	4.85
CPI1	1.00	0.73	0.50	0.36	13.85	1.02	1.44
CPI2	1.34	0.98	0.67	0.49	10.73	1.02	1.93
CPI3	1.39	1.02	0.70	0.51	10.37	1.02	2.01
CPI4	2.15	1.59	1.07	0.80	6.96	1.02	3.10
CTM1	N/A	N/A	0.46	0.36	14.83	1.02	0.66
CTM2	N/A	N/A	0.60	0.46	11.80	1.02	0.87
CTM3	N/A	N/A	0.62	0.48	11.45	1.02	0.90
CTM4	N/A	N/A	0.91	0.70	8.13	1.02	1.31
CLCZ1	N/A	N/A	0.41	0.33	16.42	1.02	0.59
CLCZ2	N/A	N/A	0.34	0.27	19.11	1.02	0.49
CLCZ3	N/A	N/A	0.30	0.24	20.79	1.02	0.44
CEMC	N/A	N/A	0.37	0.29	17.93	1.02	0.53
CCM	7.99	5.44	3.99	2.72	2.00	1.02	11.55
CTM5	N/A	N/A	0.68	0.50	10.91	1.02	0.98
CTM6	N/A	N/A	0.77	0.56	9.82	1.02	1.12
CTM7	N/A	N/A	0.90	0.65	8.67	1.02	1.29
CTM8	N/A	N/A	1.06	0.77	7.47	1.02	1.53
CTM9	N/A	N/A	0.77	0.56	9.82	1.02	1.12
CTM10	N/A	N/A	0.90	0.65	8.67	1.02	1.29
CTM11	N/A	N/A	1.06	0.77	7.47	1.02	1.53
CTM12	N/A	N/A	1.31	0.94	6.21	1.02	1.89
CTM13	N/A	N/A	0.90	0.65	8.67	1.02	1.29
CTM14	N/A	N/A	1.06	0.77	7.47	1.02	1.53
CTM15	N/A	N/A	1.31	0.94	6.21	1.02	1.89
CTM16	N/A	N/A	1.69	1.21	4.88	1.02	2.44
CTM17	N/A	N/A	1.06	0.77	7.47	1.02	1.53
CTM18	N/A	N/A	1.31	0.94	6.21	1.02	1.89
CTM19	N/A	N/A	1.69	1.21	4.88	1.02	2.44
CTM20	N/A	N/A	2.40	1.68	3.48	1.02	3.46
CTT1	1.68	1.12	0.84	0.56	9.14	1.02	2.43
CTT2	1.98	1.31	0.99	0.66	7.96	1.02	2.85
CTT3	2.39	1.59	1.20	0.80	6.72	1.02	3.45
CTT4	3.03	2.02	1.52	1.01	5.42	1.02	4.37
CLMZ1	N/A	N/A	0.50	0.40	15.04	1.02	0.73
CLMZ2	N/A	N/A	0.40	0.32	18.13	1.02	0.58
CLMZ3	N/A	N/A	0.35	0.28	20.06	1.02	0.51
CEMM	N/A	N/A	0.45	0.36	16.45	1.02	0.65

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 67. Corrientes de cortocircuito 2

CABLE	ICC AL FINAL DEL CABLE				ip AL FINAL DEL CABLE		
	Ik" (kA) - MÁX	Ik" (kA) - MÍN	Ik1" (kA) - MÁX	Ik1" (kA) - MÍN	SR/SX - MÁX	k	ip (kA)
CCR	2.44	1.92	1.22	0.96	4.26	1.02	3.51
CRO	1.20	0.95	0.60	0.48	8.37	1.02	1.74
CLS	2.28	1.80	1.14	0.90	4.55	1.02	3.29
CTM21	N/A	N/A	0.55	0.43	9.14	1.02	0.79
CTM22	N/A	N/A	0.65	0.51	7.84	1.02	0.93
CTT5	1.35	0.98	0.67	0.49	7.37	1.02	1.94
CLRZ1	N/A	N/A	0.44	0.36	10.54	1.02	0.64
CLRZ2	N/A	N/A	0.37	0.30	12.80	1.02	0.54
CLRZ3	N/A	N/A	0.40	0.33	11.34	1.02	0.58
CEMR	N/A	N/A	0.33	0.26	14.40	1.02	0.47
CCQ	8.28	6.15	4.14	3.07	1.65	1.03	12.03
CHD1	5.74	4.18	2.87	2.09	2.32	1.02	8.29
CHD2	6.68	4.89	3.34	2.45	2.03	1.02	9.65
CTM23	N/A	N/A	0.74	0.57	9.71	1.02	1.07
CLOZ1	N/A	N/A	0.77	0.62	9.34	1.02	1.12
CLOZ2	N/A	N/A	0.57	0.46	12.20	1.02	0.83
CLOZ3	N/A	N/A	0.46	0.37	14.85	1.02	0.66
CEMQ	N/A	N/A	0.48	0.39	14.21	1.02	0.69
CCV1	5.70	4.60	2.85	2.30	0.63	1.17	9.41
CHF1	5.48	4.42	2.74	2.21	0.66	1.15	8.94
CHF2	5.46	4.40	2.73	2.20	0.67	1.15	8.91
CTM24	N/A	N/A	2.29	1.84	1.04	1.06	3.44
CLV1.1	N/A	N/A	1.67	1.34	1.59	1.03	2.43
CLV1.2	N/A	N/A	1.44	1.16	1.87	1.02	2.08
CLV1.3	N/A	N/A	1.17	0.95	2.30	1.02	1.70
CEMV1	N/A	N/A	0.18	0.14	15.76	1.02	0.26
CCV2	6.46	5.22	3.23	2.61	0.62	1.17	10.73
CHF3	6.28	5.06	3.14	2.53	0.64	1.16	10.33
CHF4	6.28	5.06	3.14	2.53	0.64	1.16	10.33
CTM25	N/A	N/A	1.47	1.16	2.29	1.02	2.12
CLV2.1	N/A	N/A	0.97	0.78	3.47	1.02	1.40
CLV2.2	N/A	N/A	0.81	0.65	4.13	1.02	1.17
CLV2.3	N/A	N/A	0.92	0.75	3.44	1.02	1.33
CEMV2	N/A	N/A	0.24	0.20	13.43	1.02	0.35
CCQM	3.57	2.81	1.78	1.41	4.38	1.02	5.14
CQC1	0.72	0.58	0.36	0.29	18.46	1.02	1.04
CQC2	0.91	0.73	0.46	0.37	15.32	1.02	1.31
CQC3	1.23	0.99	0.61	0.49	11.88	1.02	1.77
CCL1	0.51	0.40	0.26	0.20	24.03	1.02	0.74
CCL2	0.60	0.47	0.30	0.23	21.36	1.02	0.87
CTM26	N/A	N/A	0.32	0.25	20.52	1.02	0.46
CLQMZ1	N/A	N/A	0.34	0.27	19.36	1.02	0.49
CLQMZ2	N/A	N/A	0.37	0.30	16.44	1.02	0.54
CLQMZ3	N/A	N/A	0.42	0.34	13.74	1.02	0.60
CEMQM	N/A	N/A	0.22	0.18	27.20	1.02	0.31

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 68. Corrientes de cortocircuito 3

CABLE	ICC AL FINAL DEL CABLE				ip AL FINAL DEL CABLE		
	Ik" (kA) - MÁX	Ik" (kA) - MÍN	Ik1" (kA) - MÁX	Ik1" (kA) - MÍN	SR/SX - MÁX	k	ip (kA)
CCA1	6.26	4.93	3.13	2.46	1.11	1.06	9.34
CCH1	2.98	2.37	1.49	1.18	2.90	1.02	4.30
CCH2	2.00	1.60	1.00	0.80	4.38	1.02	2.89
CCH3	1.50	1.20	0.75	0.60	5.81	1.02	2.16
CCH4	1.20	0.96	0.60	0.48	7.19	1.02	1.73
CHTT1	4.84	3.67	2.42	1.83	1.60	1.03	7.03
CTM27	N/A	N/A	1.00	0.77	4.38	1.02	1.44
CTM28	N/A	N/A	0.75	0.58	5.81	1.02	1.08
CTM29	N/A	N/A	0.60	0.46	7.19	1.02	0.86
CTM30	N/A	N/A	0.74	0.58	5.71	1.02	1.06
CTM31	N/A	N/A	0.78	0.61	5.57	1.02	1.13
CTT6	1.99	1.41	0.99	0.70	4.31	1.02	2.86
CTT7	1.64	1.16	0.82	0.58	5.16	1.02	2.37
CTT8	1.40	0.98	0.70	0.49	5.98	1.02	2.02
CTT9	1.22	0.86	0.61	0.43	6.78	1.02	1.76
CLA1.1	N/A	N/A	0.78	0.63	5.19	1.02	1.13
CLA1.2	N/A	N/A	0.88	0.71	4.68	1.02	1.27
CLA1.3	N/A	N/A	0.67	0.54	5.93	1.02	0.97
CEMA1	N/A	N/A	0.19	0.15	19.54	1.02	0.27
CCA2	8.01	5.96	4.00	2.98	1.68	1.03	11.62
CHTT2	1.68	1.24	0.84	0.62	5.98	1.02	2.43
CLP1	0.83	0.63	0.41	0.32	12.93	1.02	1.19
CLP2	0.99	0.76	0.50	0.38	11.43	1.02	1.43
CRXD1	2.94	2.28	1.47	1.14	5.02	1.02	4.24
CRXD2	1.31	1.03	0.66	0.52	10.66	1.02	1.89
CSD1	3.88	2.74	1.94	1.37	3.74	1.02	5.60
CTM32	N/A	N/A	0.47	0.38	9.92	1.02	0.68
CTM33	N/A	N/A	0.41	0.33	14.44	1.02	0.60
CTM34	N/A	N/A	0.68	0.53	10.31	1.02	0.98
CTM35	N/A	N/A	0.84	0.65	8.50	1.02	1.22
CTM36	N/A	N/A	0.77	0.60	9.23	1.02	1.11
CLA2.1	N/A	N/A	0.89	0.71	6.61	1.02	1.29
CLA2.2	N/A	N/A	0.95	0.75	6.30	1.02	1.37
CLA2.3	N/A	N/A	0.79	0.63	7.18	1.02	1.14
CEMA2	N/A	N/A	0.16	0.13	31.59	1.02	0.24

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 69. Corrientes de cortocircuito 4

CABLE	ICC AL FINAL DEL CABLE				ip AL FINAL DEL CABLE		
	Ik" (kA) - MÁX	Ik" (kA) - MÍN	Ik1" (kA) - MÁX	Ik1" (kA) - MÍN	SR/SX - MÁX	k	ip (kA)
CCA3	11.06	7.87	5.53	3.94	1.59	1.03	16.09
CSD2	1.79	1.22	0.90	0.61	9.78	1.02	2.59
CEST1	1.78	1.39	0.89	0.70	10.42	1.02	2.57
CEST2	3.58	2.73	1.79	1.37	5.45	1.02	5.16
CTM37	N/A	N/A	0.61	0.48	14.42	1.02	0.88
CTM38	N/A	N/A	0.94	0.72	9.95	1.02	1.35
CTM39	N/A	N/A	0.54	0.41	16.07	1.02	0.78
CTM40	N/A	N/A	0.74	0.56	12.25	1.02	1.07
CTM41	N/A	N/A	0.61	0.47	14.42	1.02	0.88
CTM42	N/A	N/A	0.89	0.68	10.42	1.02	1.29
CTM43	N/A	N/A	0.71	0.54	12.69	1.02	1.03
CTM44	N/A	N/A	1.12	0.85	8.51	1.02	1.61
CTM45	N/A	N/A	0.85	0.65	10.89	1.02	1.22
CTM46	N/A	N/A	1.49	1.12	6.49	1.02	2.15
CTM47	N/A	N/A	0.74	0.56	12.25	1.02	1.07
CTM48	N/A	N/A	1.19	0.90	8.01	1.02	1.72
CTM49	N/A	N/A	0.64	0.48	14.00	1.02	0.92
CTM50	N/A	N/A	0.94	0.71	9.95	1.02	1.35
CTM51	N/A	N/A	0.56	0.42	15.66	1.02	0.80
CTM52	N/A	N/A	0.77	0.59	11.80	1.02	1.12
CTM53	N/A	N/A	0.49	0.38	17.26	1.02	0.71
CTM54	N/A	N/A	0.66	0.50	13.57	1.02	0.95
CTM55	N/A	N/A	0.50	0.39	15.44	1.02	0.72
CTM56	N/A	N/A	0.39	0.30	20.62	1.02	0.57
CTT10	1.10	0.74	0.55	0.37	14.42	1.02	1.58
CLA3.1	N/A	N/A	0.55	0.43	14.42	1.02	0.79
CLA3.2	N/A	N/A	0.52	0.41	15.04	1.02	0.75
CLA3.3	N/A	N/A	0.57	0.45	12.63	1.02	0.82
CEMA3	N/A	N/A	0.26	0.21	27.65	1.02	0.38
CCIA	4.36	3.43	2.18	1.72	3.92	1.02	6.28
CTM57	N/A	N/A	0.65	0.50	11.61	1.02	0.93
CTM58	N/A	N/A	0.79	0.61	9.85	1.02	1.14
CTM59	N/A	N/A	0.69	0.54	10.96	1.02	1.00
CTM60	N/A	N/A	0.86	0.67	9.15	1.02	1.24
CTM61	N/A	N/A	0.81	0.63	9.62	1.02	1.17
CTM62	N/A	N/A	1.05	0.82	7.70	1.02	1.52
CTM63	N/A	N/A	0.89	0.69	8.91	1.02	1.28
CTM64	N/A	N/A	1.19	0.92	6.93	1.02	1.71
CTM65	N/A	N/A	0.35	0.27	20.51	1.02	0.50
CLING	N/A	N/A	0.42	0.33	17.59	1.02	0.61
CLALMZ1	N/A	N/A	0.34	0.27	18.72	1.02	0.49
CLALMZ2	N/A	N/A	0.34	0.28	16.21	1.02	0.50
CLALMZ3	N/A	N/A	0.50	0.40	10.97	1.02	0.72
CEM	N/A	N/A	0.15	0.13	35.81	1.02	0.22

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 70. Corrientes de cortocircuito 5

CABLE	ICC AL FINAL DEL CABLE				ip AL FINAL DEL CABLE		
	Ik" (kA) - MÁX	Ik" (kA) - MÍN	Ik1" (kA) - MÁX	Ik1" (kA) - MÍN	SR/SX - MÁX	k	ip (kA)
CCS	6.12	4.65	3.06	2.32	3.62	1.02	8.82
CTM66	N/A	N/A	1.39	1.07	7.79	1.02	2.01
CTM67	N/A	N/A	0.67	0.51	13.77	1.02	0.97
CTM68	N/A	N/A	0.66	0.50	14.02	1.02	0.95
CTM69	N/A	N/A	0.37	0.28	20.99	1.02	0.53
CTM70	N/A	N/A	0.39	0.30	20.29	1.02	0.56
CTM71	N/A	N/A	0.41	0.31	19.56	1.02	0.59
CTM72	N/A	N/A	0.43	0.33	18.81	1.02	0.63
CTM73	N/A	N/A	0.46	0.35	18.02	1.02	0.67
CTM74	N/A	N/A	0.50	0.39	16.98	1.02	0.73
CLB1	N/A	N/A	0.72	0.57	14.07	1.02	1.03
CLB2	N/A	N/A	0.48	0.39	19.46	1.02	0.70
CLVES1	N/A	N/A	0.55	0.43	15.90	1.02	0.80
CLVES2	N/A	N/A	0.40	0.31	19.93	1.02	0.57
CLCOMZ1	N/A	N/A	0.32	0.26	22.62	1.02	0.47
CLCOMZ2	N/A	N/A	0.28	0.22	24.80	1.02	0.40
CLMANZ1	N/A	N/A	0.74	0.58	12.76	1.02	1.07
CLMANZ2	N/A	N/A	0.58	0.45	15.44	1.02	0.83
CLMANZ3	N/A	N/A	0.51	0.41	14.91	1.02	0.74
CEMSAS	N/A	N/A	0.18	0.15	38.38	1.02	0.26
CCLIMA	1.49	1.22	0.75	0.61	10.73	1.02	2.16
CUTA	0.37	0.28	0.19	0.14	31.72	1.02	0.54
CVENT1	1.43	1.17	0.72	0.58	11.13	1.02	2.07
CVENT2	0.50	0.41	0.25	0.20	25.99	1.02	0.72
CVENT3	0.43	0.35	0.21	0.17	28.99	1.02	0.62
CVENT4	0.26	0.21	0.13	0.11	39.29	1.02	0.38
CVENT5	0.44	0.36	0.22	0.18	28.51	1.02	0.63
CVENT6	0.71	0.58	0.36	0.29	19.97	1.02	1.03
CEXTR1	0.28	0.23	0.14	0.11	37.93	1.02	0.40
CEXTR2	0.44	0.36	0.22	0.18	28.51	1.02	0.63
CEXTR3	0.36	0.29	0.18	0.15	32.37	1.02	0.52

4. CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA

La instalación eléctrica se ha diseñado eligiendo un esquema TT, como ya se ha comentado a lo largo del documento. Además, debido a la amplitud de la parcela donde está situada la nave industrial, se ha visto conveniente separar la puesta a tierra de las masas y la puesta a tierra del neutro del transformador, siendo independientes entre ellas.

4.1. Datos de partida

La parcela en la que se sitúa la instalación se considera como un lugar seco. Por lo tanto, tal y como indica la ITC-BT 18 del REBT, el valor de la resistencia de tierra debe ser tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 50 V en este tipo de lugares, siendo 24 V para locales húmedos. En consecuencia, la instalación se protege bajo la premisa de que cualquier masa que pueda ponerse en tensión, al hacerlo, no supere nunca los 50 V.

Tabla 71. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.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 silícea	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5000
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
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1500 a 10000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Teniendo en cuenta el emplazamiento y la tabla de valores orientativos de resistividad en función del terreno que viene recogida en la ITC-BT-18 del REBT, se ha seleccionado el valor de 80 Ωm para la resistividad del terreno.

Cabe mencionar que la resistividad del terreno se puede calcular con dos picas mediante la siguiente fórmula, llevando a cabo una medida de resistencia (R) en ohmios en el propio terreno y con la separación entre picas (A):

$$\rho = 2\pi AR$$

Sin embargo, no ha sido posible calcularlo de esta manera en este caso.

Por otro lado, la ITC-BT-24 establece que para instalaciones de este tipo la tensión de defecto sea inferior a la tensión de contacto límite convencional:

$$R_A * I_a < U_L$$

Donde:

- R_A = resistencia de la toma de tierra y de los conductores de protección.
- I_a = corriente para la a partir de la cual el dispositivo de protección actúa. En este caso es la protección diferencial.
- U_L = es la tensión de contacto límite convencional, que en este caso son 50V.

Puede darse el caso que, para resistencias de toma de tierra muy elevadas, se alcance la tensión de contacto límite y la corriente, al mismo tiempo, tome valores por debajo del umbral de detección de las protecciones, pudiendo ser necesario protección diferencial cuya intensidad mínima de activación sea calculada mediante la expresión anterior garantizando así una protección total.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Por norma general las corrientes de falta están limitadas por la resistencia de tierra. Esto implica que, en un caso de empeoramiento de tierra, puede afectar significativamente los disparos de las protecciones, pudiendo no llegar a disparar cuando fuera necesario. Es por ello por lo que el empleo de protección diferencial es imprescindible. Asimismo, es necesario ejecutar una puesta a tierra de manera correcta.

Instituciones como la NFPA y la IEEE recomiendan valores de puesta a tierra menores a 5Ω para instalaciones con equipos sensibles y menores de 25Ω para el resto de las instalaciones con el fin de garantizar la seguridad de la instalación. Sin embargo, no existe ningún umbral normativo, por lo que queda a criterio del diseñador la elección.

4.2. Dimensionamiento del electrodo

Teniendo en cuenta todas las consideraciones del apartado anterior, en este apartado se va a dimensionar el electrodo que se va a utilizar en la puesta a tierra de la instalación. En principio, se colocará un conductor de cobre desnudo unido al mallazo metálico de la cimentación mediante soldaduras, consiguiendo formar una superficie equipotencial debajo de la nave. Se pretende conseguir una resistencia de puesta a tierra menor a 25Ω , por ello, si fuera necesario se añadirían picas verticales al embarrado.

A continuación, se muestra una tabla sacada de la ITC-BT-18 que muestra como calcular las resistencias de tierra de los electrodos en función de sus características.

Tabla 72. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
ρ , resistividad del terreno (Ohm.m)	
P, perímetro de la placa (m)	
L, longitud de la pica o del conductor (m)	

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

La resistencia a tierra de la instalación la obtendremos de la siguiente manera en el caso de combinar electrodos diferentes:

$$\frac{1}{R_{\text{tierra}}} = \frac{1}{R_{\text{picas}}} + \frac{1}{R_{\text{conductor}}} + \frac{1}{R_{\text{placa}}}$$

Antes de decidir si va a ser necesario la instalación de picas complementarias al conductor de cobre desnudo, y en susodicha situación, cuántas serían necesarias, se calcula la resistencia del conductor que está enterrado horizontalmente con la siguiente expresión extraída de la tabla:

$$R_{\text{cond}} = 2 * \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

- R= Resistencia de tierra en Ω .
- ρ = Resistividad del terreno en Ωm .
- L = Longitud del conductor en m.

Se van a tender 10 líneas de cable de cobre desnudo de 70 mm² de 100 metros unidas por sus extremos por debajo de la nave industrial de forma homogénea, componiendo así una malla que mantendrá la superficie equipotencial y se unirá al mallazo metálico de la cimentación por medio de un conductor de cobre de 35 mm² de sección por medio de soldaduras aluminotérmicas. De esta forma se obtiene:

$$R_{\text{cond}} = 2 * \frac{\rho}{L} = 2 * \frac{80}{1000} = 0,16\Omega$$

De momento, al no considerar colocar picas, la R_{cond} correspondería con la R_{tierra} , siendo de 0,16 Ω .

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Por último, para obtener el valor de R_A hay que sumar la resistencia de la tierra obtenida y los valores de resistencia de la línea de enlace con tierra y de los conductores de protección que enlazan las masas con el borne principal de puesta a tierra de la instalación. Para analizar esto, se seleccionan los respectivos casos más desfavorables de la instalación. Estos casos se dan en los que los conductores que combinan una gran longitud con una sección pequeña.

Aquí se muestran los respectivos casos más desfavorables:

- Línea de enlace de tierra
 - $\rho = 0,018 \text{ mm}^2/\text{m}$ (cobre)
 - $L = 10 \text{ m}$
 - $S = 16 \text{ mm}^2$
- Conductor de protección
 - $\rho = 0,018 \text{ mm}^2/\text{m}$ (cobre)
 - $L = 30 \text{ m}$
 - $S = 2,5 \text{ mm}^2$

Obteniéndose para cada caso la siguiente resistencia de los cables:

$$R_{PE} = \rho * \frac{L}{S} = 0,018 * \frac{30}{2,5} = 0,216 \Omega$$

$$R_{LET} = \rho * \frac{L}{S} = 0,018 * \frac{10}{16} = 0,011 \Omega$$

Por lo tanto, se obtiene una resistencia total para las masas de:

$$R_A = 0,16 + 0,216 + 0,011 = 0,387 \Omega$$

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Una vez obtenido este resultado, se concluye que no será necesaria la instalación complementaria de picas; ya que, se ha obtenido una resistencia de las masas inferior al objetivo de 25Ω .

De esta forma se garantiza el funcionamiento de los dispositivos de protección; ya que, para una tensión de paso de 50 V se da una intensidad de 129,2 A, fácilmente detectable y extingible por los dispositivos de protección.

A esta red de tierras se unirán todas las partes metálicas: envolventes metálicas, rejillas de protección, etc. con cable de cobre desnudo de la sección que corresponda.

5. CÁLCULO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN

En esta sección se muestran las condiciones que deben satisfacer los dispositivos cuya función es proteger la instalación y a las personas que la frecuentan. A partir de los datos obtenidos en apartados anteriores y de las condiciones que deben cumplir los dispositivos se realiza el cálculo para determinar el modelo y las características que deben disponer.

Estos dispositivos deben ser capaces de proteger a la instalación y a las personas siendo capaces de proteger frente a sobrecargas, frente a cortocircuitos y frente a contactos diferenciales, siendo el mismo dispositivo responsable de proteger frente a estos 3 factores o varios trabajando en conjunto. A continuación, se analizan cada una de ellas por separado.

5.1. Protección frente a sobrecargas

Las corrientes de sobrecargas en los conductores pueden provocar un calentamiento que resulta muy perjudicial para el aislamiento por encima de ciertos valores. Además, las conexiones, las cargas y las canalizaciones de la instalación también se ven afectadas. Por todos estos motivos, los dispositivos de protección deben ser capaces de interrumpir este tipo de sobrecargas en la corriente.

Para analizar y dimensionar correctamente estas protecciones se tienen en cuenta las siguientes variables:

- I_b es la corriente para la cual el circuito ha sido dimensionado.
- I_z es la corriente máxima admisible de la canalización.
- I_n es la corriente asignada del dispositivo de protección. En el caso de dispositivos regulables es la corriente regulada (I_r).

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- I_2 es la corriente que garantiza el funcionamiento efectivo del dispositivo de protección en el tiempo de actuación convencional.

Sobre este tema, la norma UNE-HD 60364-4-43 indica que debe de asegurarse la coordinación entre los dispositivos de protección contra sobrecargas y los conductores, satisfaciendo así las siguientes condiciones:

- a) El elemento de protección tendrá una corriente asignada I_n (o regulada, I_r) que será:
- Superior a la corriente de empleo (I_b) de la instalación para evitar disparos intempestivos.
 - Inferior a la capacidad de la conducción (I_z) para evitar la sobrecarga de los conductores.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

- b) Solo se permitirá la circulación de una corriente de sobrecarga que puede ser de hasta un 45% superior a la capacidad del cable por un tiempo limitado, que vendrá definido por el tiempo de actuación convencional de la protección en uso.

$$I_2 \leq 1,45 * I_z$$

No hace falta realizar la comprobación de esta condición si se emplean interruptores automáticos; ya que, el dispositivo de protección actúa automáticamente si $I_2=1,3I_n$ (norma UNE 60947-2 para interruptores automáticos) o $I_2=1,45I_n$ (norma UNE 60898-1 para interruptores automáticos). Sin embargo, en el caso de usar fusibles sería necesario comprobar que se cumple esta condición de manera analítica.

5.2. Protección frente a cortocircuitos

Los equipos de la instalación deben estar dimensionados para ser capaces de cortar y limitar las corrientes de cortocircuito antes de que sus efectos mecánicos, conocidos como esfuerzos electrodinámicos, y sus efectos térmicos, basados en la generación de arcos eléctricos y calentamiento brusco de los conductores, puedan degenerar en algún peligro para las personas o sean perjudiciales para la instalación.

Los dispositivos de protección deben estar preparados para asegurar la interrupción de corriente en un tiempo máximo de 5 segundos con el fin de evitar riesgos de incendio en la instalación que pudieran producirse en caso de no cortar la corriente a tiempo. Esto se debe a que, si el cortocircuito se da al final de una línea, debido a la impedancia de la misma, la corriente de cortocircuito generada es la menor posible y esta debe ser cortada de igual manera.

Para analizar y dimensionar correctamente estas protecciones se tienen en cuenta las siguientes variables:

- I_{cu} : Poder de corte de cortocircuito último asignado referido a interruptores industriales, según Norma UNE-EN 60947-2. Se necesita personal cualificado para rearmarlo.
- I_{cn} : Poder de corte de cortocircuito último asignado referido a interruptores automáticos modulares, según norma UNE-EN 60898-1. Personal no cualificado puede rearmarlo.
- I_m : corriente mínima a la que se asegura el disparo magnético de la protección.

Teniendo todo esto en cuenta, cualquier dispositivo de protección contra cortocircuitos debe de cumplir los siguientes 2 requisitos:

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- a) El poder de corte del dispositivo de protección debe ser igual o mayor que la intensidad de cortocircuito máxima prevista en su punto de instalación. En el caso de que aguas arriba haya otro dispositivo con el suficiente poder de corte como para cortar la corriente, el poder de corte del dispositivo aguas abajo puede ser inferior al previsto.
- b) Se debe interrumpir toda corriente causada por un cortocircuito en cualquier lugar del circuito en un tiempo que no exceda de lo necesario para llevar al aislamiento de los conductores a su temperatura límite permitida para el caso de cables y conductores aislados.

En este caso, se van a emplear interruptores automáticos, a los cuales se les aplican las dos mismas condiciones anteriores, pero añadiendo alguna simplificación:

- a) El poder de corte del dispositivo de protección debe ser igual o mayor que la intensidad de cortocircuito máxima prevista en su punto de instalación. Este poder de corte a considerar dependerá de la norma aplicable al interruptor automático:

- Norma UNE-EN 60947-2 (para el caso de interruptores industriales):

$$I_{cu} \geq I_{ccm\acute{a}x}$$

- Norma UNE-EN 60898-1 (para el caso de interruptores automáticos modulares):

$$I_{cn} \geq I_{ccm\acute{a}x}$$

- b) Como medida adicional de protección frente a incendios y con el fin de aportar una mayor seguridad se toma la siguiente premisa que resulta ser más restrictiva: la corriente de cortocircuito mínima, calculada en el extremo lejano del circuito protegido, deberá ser mayor que la corriente de cortocircuito mínima que asegura el disparo magnético o instantáneo:

$$I_{ccmin} \geq I_m$$

Pudiendo ser aún más restrictiva si se considera de la siguiente manera:

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

$$I_{ccmin} \geq 1,2 * I_m$$

En el caso de circuitos trifásicos, la intensidad de cortocircuito máxima se encontrará aguas arriba y será de carácter trifásico. Sin embargo, la intensidad de cortocircuito mínima se encontrará aguas abajo y será de carácter monofásico, como bien se ha comentado en apartados anteriores. Los interruptores de estos circuitos serán de la misma naturaleza que los circuitos que protegen; es decir, trifásicos. Esto se aprecia viendo el número de polos de la protección, que será usualmente de 4 polos.

Por contraparte, en el caso de circuitos monofásicos, la intensidad de cortocircuito máxima se encontrará aguas arriba y será de carácter monofásico. Sin embargo, la intensidad de cortocircuito mínima se encontrará aguas abajo y será de carácter monofásico, como bien se ha comentado en apartados anteriores. Los interruptores de estos circuitos serán de la misma naturaleza que los circuitos que protegen; es decir, monofásicos. Esto se aprecia viendo el número de polos de la protección, que será usualmente de 2 polos.

5.3. Protección diferencial

Los Dispositivos Diferenciales Residuales (DDR) desempeñan un papel eficiente en la protección de las personas contra los peligros de la corriente eléctrica en situaciones de baja tensión, ya sea por un contacto directo o indirecto. Estos contactos están estrechamente relacionados con una corriente de defecto que no retorna a la fuente de alimentación debido a una fuga de corriente a tierra en algún punto del circuito.

El objetivo principal de estos dispositivos es detectar las corrientes de defecto y fugas a tierra, y actuar rápidamente interrumpiendo el flujo eléctrico si representan algún riesgo para la seguridad de las personas o los bienes. El DDR monitorea de forma continua el aislamiento de los cables y está equipado con un captador toroidal. En su interior, se encuentran los circuitos a proteger, incluyendo las fases y el neutro. Sin embargo, nunca se debe introducir el conductor de protección. El captador toroidal tiene la función de detectar y medir la corriente residual o de fuga.

De esta manera, los Dispositivos Diferenciales Residuales (DDR) se convierten en una medida de protección esencial al garantizar una detección temprana de corrientes anormales y, en caso necesario, interrumpir la alimentación eléctrica para evitar daños a las personas y a los equipos.

Los interruptores diferenciales se definen principalmente por las siguientes dos características:

- I_n (corriente asignada): Valor que puede soportar en servicio ininterrumpido.
- Sensibilidad: Valor de la corriente diferencial medida para la cual debe actuar el ID.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

La REBT en la ITC-BT-24 indica, que, en caso de instalar varios interruptores diferenciales en serie, los instalados en cabecera deben ir temporizados con el fin de obtener selectividad. Por este motivo, en caso de fuga de corriente en la instalación, las protecciones diferenciales están coordinadas para que sólo se active la protección diferencial más cercana y sensible; es decir, la de aguas abajo, siempre que sea posible para garantizar la selectividad.

Con este fin, los relés se han configurado para actuar ante una corriente de defecto mínima de 30 mA aguas abajo y 1000 mA en cabecera. Se ha regulado de esta manera para que el diferencial aguas abajo tenga un tiempo de actuación menor que el dispositivo aguas arriba del mismo. Cumpliéndose en todo momento que el límite mínimo de no actuación del DDR aguas arriba sea superior al tiempo de funcionamiento máximo del DDR instalado aguas abajo, garantizando de esta forma la selectividad entre las protecciones involucradas.

5.4. Protecciones seleccionadas

5.4.1. Interruptores automáticos

En este apartado se muestran las características de los interruptores automáticos seleccionados. Estos dispositivos han sido seleccionados siguiendo las condiciones explicadas en los anteriores epígrafes.

Además, se ha realizado un estudio de selectividad con ayuda de un programa informático creado por Schneider Electric, fabricante de dichas protecciones.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 73. Interruptores Automáticos seleccionados 1

CABLE	DATOS PREVIAMENTE CALCULADOS					INTERRUPTOR AUTOMATICO SELECCIONADO						
	Tensión (V)	Ib (A)	Iz (A)	Icc max (kA)	Icc min (kA)	Nombre	Nº de polos	In (A)	Icu (kA)	Im (kA)	Tipo de curva	Relé
CCGBT	400	1458.58	1850.40	32.97	12.51	MTZ1 16H1	4	1600.00	42.00	9.12	LSI	SI
CCC	400	65.93	121.92	29.82	1.27	NSXm160F	4	100.00	36.00	1.50	LSI	Si
CPI1	400	18.70	26.00	3.36	0.36	iCV40N	4	20.00	6.00	0.15	C	No
CPI2	400	18.70	26.00	3.36	0.49	iCV40N	4	20.00	6.00	0.15	C	No
CPI3	400	18.70	26.00	3.36	0.51	iCV40N	4	20.00	6.00	0.15	C	No
CPI4	400	18.70	26.00	3.36	0.80	iCV40N	4	20.00	6.00	0.15	C	No
CTM1	230	12.80	30.00	1.68	0.36	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM2	230	12.80	30.00	1.68	0.46	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM3	230	12.80	30.00	1.68	0.48	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM4	230	12.80	30.00	1.68	0.70	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLCZ1	230	3.65	34.20	1.68	0.33	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CLCZ2	230	3.65	34.20	1.68	0.27	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CLCZ3	230	3.55	34.20	1.68	0.24	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CEMC	230	0.26	34.20	1.68	0.29	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CCM	400	176.18	184.32	29.82	2.72	NSX250F Vigi MH	4	180.00	36.00	1.50	LSI	Si
CTM5	230	15.20	26.00	3.99	0.50	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM6	230	15.20	26.00	3.99	0.56	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM7	230	15.20	26.00	3.99	0.65	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM8	230	15.20	26.00	3.99	0.77	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM9	230	15.20	26.00	3.99	0.56	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM10	230	15.20	26.00	3.99	0.65	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM11	230	15.20	26.00	3.99	0.77	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM12	230	15.20	26.00	3.99	0.94	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM13	230	15.20	26.00	3.99	0.65	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM14	230	15.20	26.00	3.99	0.77	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM15	230	15.20	26.00	3.99	0.94	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM16	230	15.20	26.00	3.99	1.21	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM17	230	15.20	26.00	3.99	0.77	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM18	230	15.20	26.00	3.99	0.94	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM19	230	15.20	26.00	3.99	1.21	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM20	230	15.20	26.00	3.99	1.68	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTT1	400	32.00	35.00	7.99	0.56	NSXm160E	4	50.00	16.00	0.38	LSI	Si
CTT2	400	32.00	35.00	7.99	0.66	NSXm160E	4	50.00	16.00	0.38	LSI	Si
CTT3	400	32.00	35.00	7.99	0.80	NSXm160E	4	50.00	16.00	0.38	LSI	Si
CTT4	400	32.00	35.00	7.99	1.01	NSXm160E	4	50.00	16.00	0.38	LSI	Si
CLMZ1	230	3.65	34.20	3.99	0.40	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CLMZ2	230	3.65	34.20	3.99	0.32	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CLMZ3	230	3.55	34.20	3.99	0.28	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CEMM	230	0.26	34.20	3.99	0.36	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 74. Interruptores Automáticos seleccionados 2

CABLE	DATOS PREVIAMENTE CALCULADOS					INTERRUPTOR AUTOMATICO SELECCIONADO						
	Tensión (V)	Ib (A)	Iz (A)	Icc max (kA)	Icc min (kA)	Nombre	Nº de polos	In (A)	Icu (kA)	Im (kA)	Tipo de curva	Relé
CCR	400	55.71	151.68	29.82	0.96	NSXm160F	4	63.00	36.00	0.75	LSI	Si
CRO	400	7.84	26.00	2.44	0.48	iCV40N	4	10.00	6.00	0.08	C	No
CLS	400	8.23	26.00	2.44	0.90	iCV40N	4	10.00	6.00	0.08	C	No
CTM21	230	12.80	30.00	1.22	0.43	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM22	230	12.80	30.00	1.22	0.51	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTT5	400	32.00	35.00	2.44	0.49	NSXm160E	4	50.00	16.00	0.38	LSI	Si
CLRZ1	230	6.57	46.55	1.22	0.36	iCV40	2	10.00	4.50	0.08	C	No
CLRZ2	230	6.47	34.20	1.22	0.30	iCV40	2	10.00	4.50	0.08	C	No
CLRZ3	230	6.47	46.55	1.22	0.33	iCV40	2	10.00	4.50	0.08	C	No
CEMR	230	0.52	34.20	1.22	0.26	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CCQ	400	150.65	214.91	29.82	3.07	NSXm160F	4	160.00	36.00	1.75	LSI	Si
CHD1	400	72.46	95.55	8.28	2.09	NSXm160E	4	100.00	16.00	1.50	LSI	Si
CHD2	400	72.46	95.55	8.28	2.45	NSXm160E	4	100.00	16.00	1.50	LSI	Si
CTM23	230	12.80	27.30	4.14	0.57	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLQZ1	230	2.19	31.12	4.14	0.62	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CLQZ2	230	2.19	31.12	4.14	0.46	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CLQZ3	230	2.19	31.12	4.14	0.37	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CEMQ	230	0.17	31.12	4.14	0.39	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CCV1	400	240.58	553.81	29.82	2.30	NSX250F Vigi MH	4	250.00	36.00	2.00	LSI	Si
CHF1	400	120.99	243.88	5.70	2.21	NSXm160E	4	160.00	16.00	1.50	LSI	Si
CHF2	400	120.99	243.88	5.70	2.20	NSXm160E	4	160.00	16.00	1.50	LSI	Si
CTM24	230	12.80	62.79	2.85	1.84	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLV1.1	230	8.56	103.60	2.85	1.34	iCV40	2	10.00	4.50	0.08	C	No
CLV1.2	230	8.56	103.60	2.85	1.16	iCV40	2	10.00	4.50	0.08	C	No
CLV1.3	230	8.56	103.60	2.85	0.95	iCV40	2	10.00	4.50	0.08	C	No
CEMV1	230	1.13	32.43	2.85	0.14	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CCV2	400	240.11	553.81	29.82	2.61	NSX250F Vigi MH	4	250.00	36.00	2.00	LSI	Si
CHF3	400	120.99	243.88	6.46	2.53	NSXm160E	4	160.00	16.00	1.50	LSI	Si
CHF4	400	120.99	243.88	6.46	2.53	NSXm160E	4	160.00	16.00	1.50	LSI	Si
CTM25	230	12.80	36.40	3.23	1.16	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLV2.1	230	8.14	56.76	3.23	0.78	iCV40	2	10.00	4.50	0.08	C	No
CLV2.2	230	8.14	56.76	3.23	0.65	iCV40	2	10.00	4.50	0.08	C	No
CLV2.3	230	8.03	77.48	3.23	0.75	iCV40	2	10.00	4.50	0.08	C	No
CEMV2	230	0.74	32.43	3.23	0.20	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CCQM	400	42.55	121.92	29.82	1.41	NSXm160F	4	63.00	36.00	1.25	LSI	Si
CQC1	400	4.78	26.00	3.57	0.29	iCV40N	4	10.00	6.00	0.08	C	No
CQC2	400	4.78	26.00	3.57	0.37	iCV40N	4	10.00	6.00	0.08	C	No
CQC3	400	4.78	26.00	3.57	0.49	iCV40N	4	10.00	6.00	0.08	C	No
CCL1	400	11.22	26.00	3.57	0.20	iCV40N	4	13.00	6.00	0.10	C	No
CCL2	400	11.22	26.00	3.57	0.23	iCV40N	4	13.00	6.00	0.10	C	No
CTM26	230	12.80	30.00	1.78	0.25	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLQMZ1	230	10.12	34.20	1.78	0.27	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLQMZ2	230	10.12	46.55	1.78	0.30	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLQMZ3	230	10.02	59.85	1.78	0.34	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CEMQM	230	0.91	34.20	1.78	0.18	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 75. Interruptores Automáticos seleccionados 3

CABLE	DATOS PREVIAMENTE CALCULADOS					INTERRUPTOR AUTOMATICO SELECCIONADO						
	Tensión (V)	Ib (A)	Iz (A)	Icc max (kA)	Icc min (kA)	Nombre	Nº de polos	In (A)	Icu (kA)	Im (kA)	Tipo de curva	Relé
CCA1	400	194.08	391.02	29.82	2.46	NSX250F Vigi MH	4	250.00	36.00	1.50	LSI	Si
CCH1	400	5.86	31.68	6.26	1.18	iCV40H	4	25.00	10.00	0.20	C	No
CCH2	400	5.86	31.68	6.26	0.80	iCV40H	4	25.00	10.00	0.20	C	No
CCH3	400	5.86	31.68	6.26	0.60	iCV40H	4	25.00	10.00	0.20	C	No
CCH4	400	5.86	31.68	6.26	0.48	iCV40H	4	25.00	10.00	0.20	C	No
CHTT1	400	61.47	75.00	6.26	1.83	NSXm160E	4	63.00	16.00	0.48	LSI	Si
CTM27	230	15.20	33.12	3.13	0.77	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM28	230	15.20	33.12	3.13	0.58	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM29	230	15.20	33.12	3.13	0.46	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM30	230	15.20	45.08	3.13	0.58	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM31	230	12.80	36.00	3.13	0.61	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTT6	400	32.00	38.64	6.26	0.70	NSXm160E	4	50.00	16.00	0.38	LSI	Si
CTT7	400	32.00	38.64	6.26	0.58	NSXm160E	4	50.00	16.00	0.38	LSI	Si
CTT8	400	32.00	38.64	6.26	0.49	NSXm160E	4	50.00	16.00	0.38	LSI	Si
CTT9	400	32.00	38.64	6.26	0.43	NSXm160E	4	50.00	16.00	0.38	LSI	Si
CLA1.1	230	8.35	62.37	3.13	0.63	iCV40	2	10.00	4.50	0.08	C	No
CLA1.2	230	8.24	62.37	3.13	0.71	iCV40	2	10.00	4.50	0.08	C	No
CLA1.3	230	8.24	62.37	3.13	0.54	iCV40	2	10.00	4.50	0.08	C	No
CEMA1	230	0.91	35.64	3.13	0.15	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CCA2	400	165.15	241.08	29.82	2.98	NSX250F Vigi MH	4	250.00	36.00	1.50	LSI	Si
CHTT2	400	61.47	96.00	8.01	0.62	NSXm160E	4	63.00	16.00	0.48	LSI	Si
CLP1	400	24.27	51.84	8.01	0.32	iCV40H	4	25.00	10.00	0.20	C	No
CLP2	400	24.27	51.84	8.01	0.38	iCV40H	4	25.00	10.00	0.20	C	No
CRXD1	400	8.38	30.40	8.01	1.14	iCV40H	4	10.00	10.00	0.08	C	No
CRXD2	400	8.38	30.40	8.01	0.52	iCV40H	4	10.00	10.00	0.08	C	No
CSD1	400	35.56	42.00	8.01	1.37	NSXm160E	4	50.00	16.00	0.38	LSI	Si
CTM32	230	12.80	82.56	4.00	0.38	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM33	230	12.80	47.04	4.00	0.33	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM34	230	12.80	34.20	4.00	0.53	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM35	230	12.80	34.20	4.00	0.65	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM36	230	12.80	36.00	4.00	0.60	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLA2.1	230	13.98	85.14	4.00	0.71	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLA2.2	230	13.88	85.14	4.00	0.75	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLA2.3	230	13.88	85.14	4.00	0.63	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CEMA2	230	1.30	35.64	4.00	0.13	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 76. Interruptores Automáticos seleccionados 4

CABLE	DATOS PREVIAMENTE CALCULADOS					INTERRUPTOR AUTOMATICO SELECCIONADO						
	Tensión (V)	Ib (A)	Iz (A)	Icc max (kA)	Icc min (kA)	Nombre	Nº de polos	In (A)	Icu (kA)	Im (kA)	Tipo de curva	Relé
CCA3	400	163.34	188.16	29.82	3.94	NSX250F Vigi MH	4	250.00	36.00	1.50	LSI	Si
CSD2	400	35.56	41.16	11.06	0.61	NSXm160E	4	50.00	16.00	0.38	LSI	Si
CEST1	400	8.18	29.44	11.06	0.70	iCV40H	4	10.00	10.00	0.08	C	No
CEST2	400	8.18	29.44	11.06	1.37	iCV40H	4	10.00	10.00	0.08	C	No
CTM37	230	12.80	35.28	5.53	0.48	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM38	230	12.80	33.12	5.53	0.72	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM39	230	15.20	33.12	5.53	0.41	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM40	230	15.20	33.12	5.53	0.56	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM41	230	15.20	33.12	5.53	0.47	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM42	230	15.20	33.12	5.53	0.68	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM43	230	15.20	33.12	5.53	0.54	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM44	230	15.20	36.00	5.53	0.85	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM45	230	15.20	36.00	5.53	0.65	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM46	230	15.20	32.76	5.53	1.12	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM47	230	15.20	32.76	5.53	0.56	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM48	230	15.20	32.76	5.53	0.90	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM49	230	15.20	32.76	5.53	0.48	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM50	230	15.20	32.76	5.53	0.71	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM51	230	15.20	32.76	5.53	0.42	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM52	230	15.20	32.76	5.53	0.59	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM53	230	15.20	32.76	5.53	0.38	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM54	230	15.20	32.76	5.53	0.50	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM55	230	15.20	44.59	5.53	0.39	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTM56	230	15.20	32.76	5.53	0.30	iCV40N	2	16.00	6.00	0.12	C	No
CTT10	400	33.78	38.22	11.06	0.37	NSXm160E	4	50.00	16.00	0.38	LSI	Si
CLA3.1	230	12.52	48.51	5.53	0.43	iCV40N	2	13.00	6.00	0.10	C	No
CLA3.2	230	12.52	48.51	5.53	0.41	iCV40N	2	13.00	6.00	0.10	C	No
CLA3.3	230	12.52	62.37	5.53	0.45	iCV40N	2	13.00	6.00	0.10	C	No
CEMA3	230	1.39	35.64	5.53	0.21	iCV40N	2	10.00	6.00	0.08	C	No
CCIA	400	43.08	121.92	29.82	1.72	NSXm160F	4	63.00	36.00	1.25	LSI	Si
CTM57	230	12.80	26.00	2.18	0.50	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM58	230	12.80	26.00	2.18	0.61	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM59	230	12.80	26.00	2.18	0.54	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM60	230	12.80	26.00	2.18	0.67	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM61	230	12.80	26.00	2.18	0.63	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM62	230	12.80	26.00	2.18	0.82	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM63	230	12.80	26.00	2.18	0.69	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM64	230	12.80	26.00	2.18	0.92	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM65	230	12.80	30.00	2.18	0.27	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLING	230	13.36	30.00	2.18	0.33	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLALMZ1	230	10.85	46.55	2.18	0.27	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLALMZ2	230	10.85	59.85	2.18	0.28	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLALMZ3	230	10.85	81.70	2.18	0.40	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CEM	230	1.09	34.20	2.18	0.13	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 77. Interruptores Automáticos seleccionados 5

CABLE	DATOS PREVIAMENTE CALCULADOS					INTERRUPTOR AUTOMÁTICO SELECCIONADO						
	Tensión (V)	I _b (A)	I _z (A)	I _{cc} max (kA)	I _{cc} min (kA)	Nombre	Nº de polos	I _n (A)	I _{cu} (kA)	I _m (kA)	Tipo de curva	Relé
CCS	400	51.72	98.00	29.82	2.32	NSXm160F	4	63.00	36.00	1.25	LSI	Si
CTM66	230	12.80	30.00	3.06	1.07	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM67	230	12.80	26.00	3.06	0.51	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM68	230	12.80	26.00	3.06	0.50	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM69	230	12.80	26.00	3.06	0.28	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM70	230	12.80	26.00	3.06	0.30	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM71	230	12.80	26.00	3.06	0.31	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM72	230	12.80	26.00	3.06	0.33	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM73	230	12.80	26.00	3.06	0.35	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CTM74	230	12.80	26.00	3.06	0.39	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLB1	230	2.50	30.00	3.06	0.57	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CLB2	230	2.50	30.00	3.06	0.39	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CLVES1	230	11.69	30.00	3.06	0.43	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLVES2	230	11.69	30.00	3.06	0.31	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLCOMZ1	230	8.35	40.00	3.06	0.26	iCV40	2	10.00	4.50	0.08	C	No
CLCOMZ2	230	8.35	40.00	3.06	0.22	iCV40	2	10.00	4.50	0.08	C	No
CLMANZ1	230	15.44	40.00	3.06	0.58	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLMANZ2	230	15.23	40.00	3.06	0.45	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CLMANZ3	230	15.23	51.00	3.06	0.41	iCV40	2	16.00	4.50	0.12	C	No
CEMSAS	230	1.52	30.00	3.06	0.15	iCV40	2	6.00	4.50	0.05	C	No
CCLIMA	400	48.20	73.50	29.82	0.61	NSXm160F	4	63.00	36.00	1.25	LSI	Si
CUTA	400	7.22	27.66	1.49	0.14	iCV40N	4	10.00	6.00	0.08	C	No
CVENT1	400	5.38	30.40	1.49	0.58	iCV40H	4	6.00	10.00	0.05	C	No
CVENT2	400	5.38	30.40	1.49	0.20	iCV40H	4	6.00	10.00	0.05	C	No
CVENT3	400	5.38	30.40	1.49	0.17	iCV40H	4	6.00	10.00	0.05	C	No
CVENT4	400	5.38	30.40	1.49	0.11	iCV40H	4	6.00	10.00	0.05	C	No
CVENT5	400	5.38	30.40	1.49	0.18	iCV40H	4	6.00	10.00	0.05	C	No
CVENT6	400	5.38	30.40	1.49	0.29	iCV40H	4	6.00	10.00	0.05	C	No
CEXTR1	400	3.76	30.40	1.49	0.11	iCV40H	4	6.00	10.00	0.05	C	No
CEXTR2	400	3.76	30.40	1.49	0.18	iCV40H	4	6.00	10.00	0.05	C	No
CEXTR3	400	3.76	30.40	1.49	0.15	iCV40H	4	6.00	10.00	0.05	C	No

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

A continuación, se van a analizar las diferentes combinaciones diferentes de dispositivos de protección para analizar su selectividad. Solo se ha realizado el estudio para combinaciones y configuraciones diferentes de protecciones.

a) Nivel 0 con Nivel 1

Se va a analizar la selectividad de la protección de cabecera del CGBT con sus respectivas salidas. La acometida se protege con un interruptor automático de tipo caja moldeada MTZ1 16H1 – Micrologic 7.0X calibrado en 1600 A.

Análisis de selectividad con protección aguas abajo de interruptor automático de caja moldeada NSX160F – Micrologic 4.1 calibrado en 50 A:

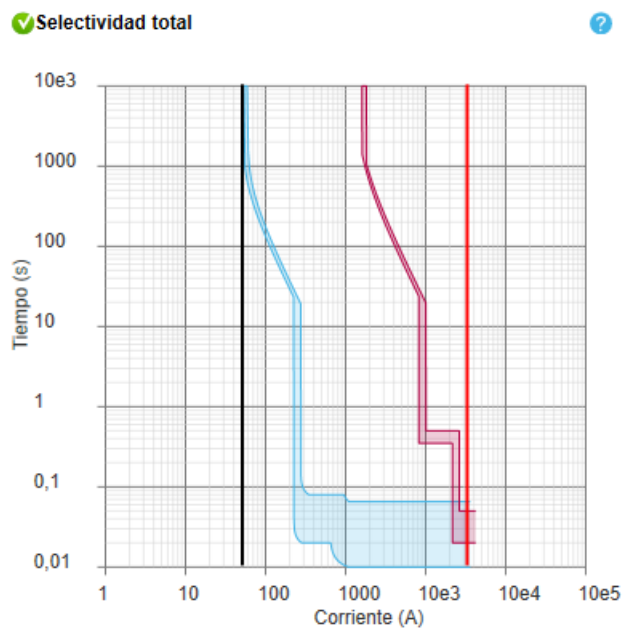


Figura 1. Selectividad entre protecciones principales 1

Los parámetros se han ajustado debidamente para garantizar la selectividad total entre las protecciones seleccionadas.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Análisis de selectividad con protección aguas abajo de interruptor automático de caja moldeada NSX160F – Micrologic 4.1 calibrado en 100 A:

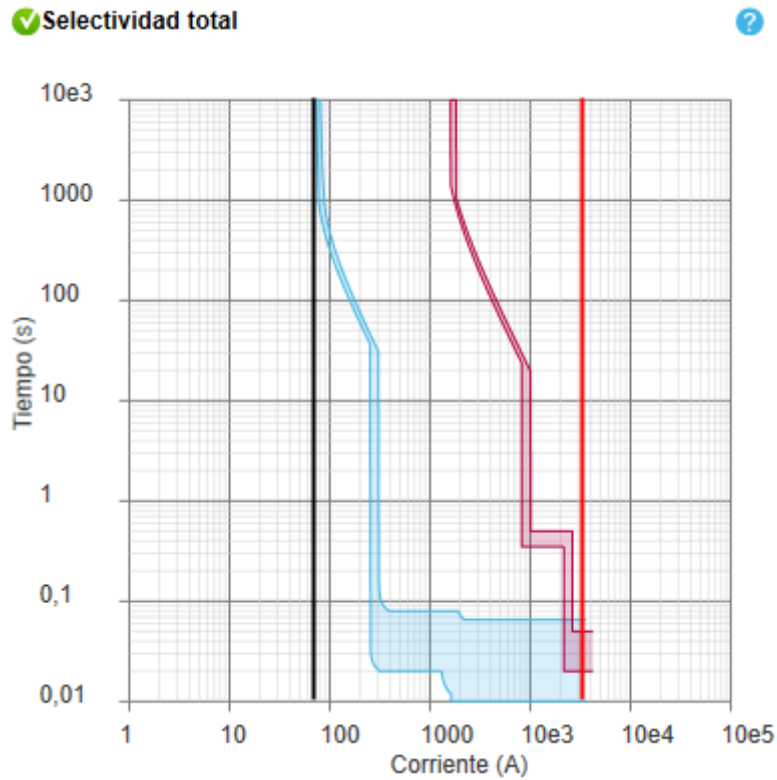


Figura 2. Selectividad entre protecciones principales 2

Los parámetros se han ajustado debidamente para garantizar la selectividad total entre las protecciones seleccionadas.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Análisis de selectividad con protección aguas abajo de interruptor automático de caja moldeada NSX250F Vigi MH – Micrologic 5.2E calibrado en 180 A:

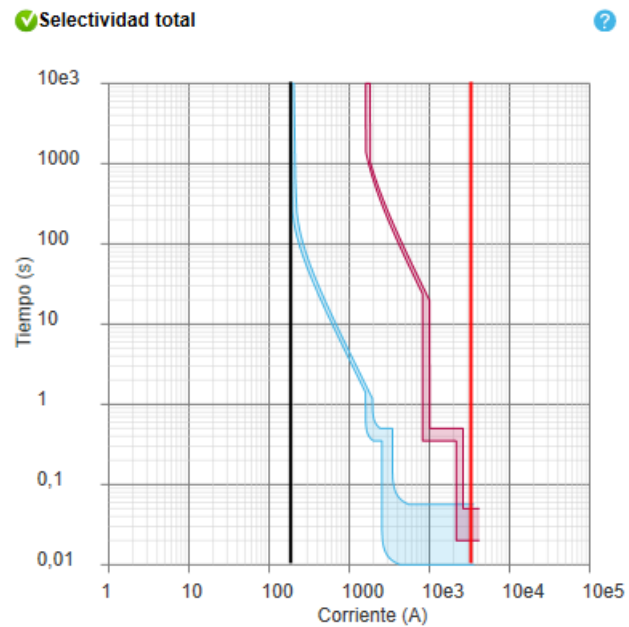


Figura 3. Selectividad entre protecciones principales 3

Los parámetros se han ajustado debidamente para garantizar la selectividad total entre las protecciones seleccionadas.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Análisis de selectividad con protección aguas abajo de interruptor automático de caja moldeada NSX250F Vigi MH – Micrologic 5.2E calibrado en 250 A:

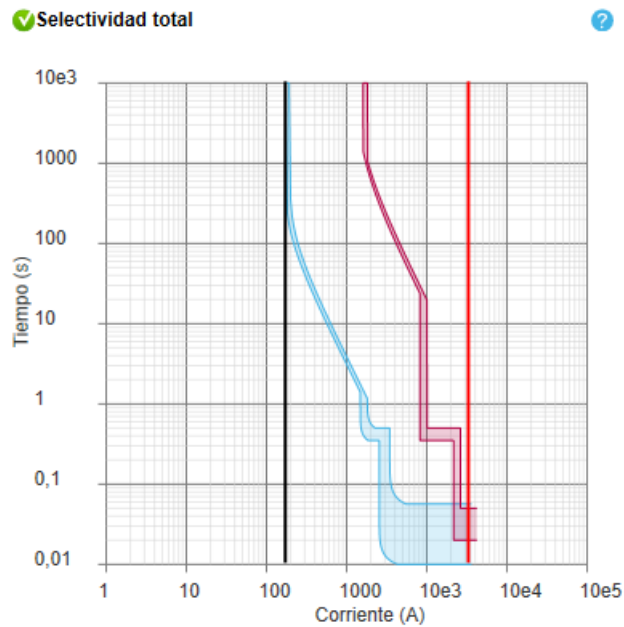


Figura 4. Selectividad entre protecciones principales 4

Los parámetros se han ajustado debidamente para garantizar la selectividad total entre las protecciones seleccionadas.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

b) Nivel 1 con Nivel 2

Se va a analizar la selectividad de las protecciones de los cuadros mostradas previamente con las protecciones de sus respectivas cargas aguas abajo que le corresponde a cada una.

Análisis de selectividad con protección aguas abajo de los cuadros intermedios con interruptor automático de caja moldeada NSX160E – Micrologic 4.1 calibrado en 50 A:

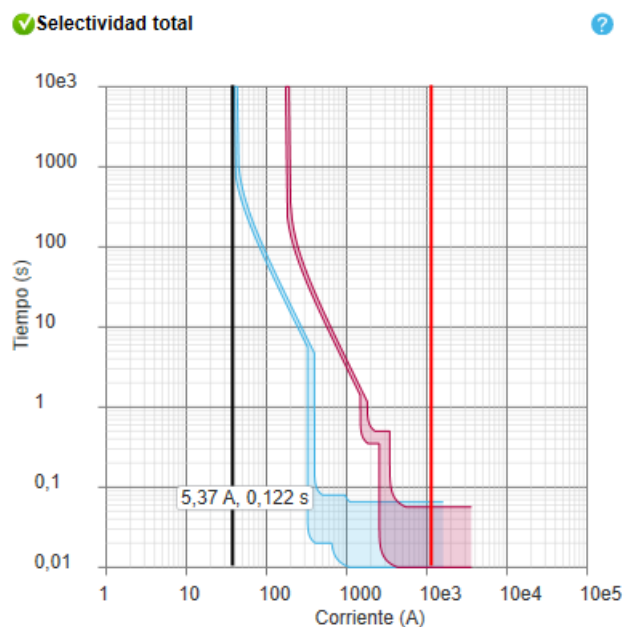


Figura 5. Selectividad entre protecciones secundarias 1

Los parámetros se han ajustado debidamente para garantizar la selectividad total entre las protecciones seleccionadas.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Análisis de selectividad con protección aguas abajo de los cuadros intermedios con interruptor automático de caja moldeada NSX160E – Micrologic 4.1 calibrado en 100 A:

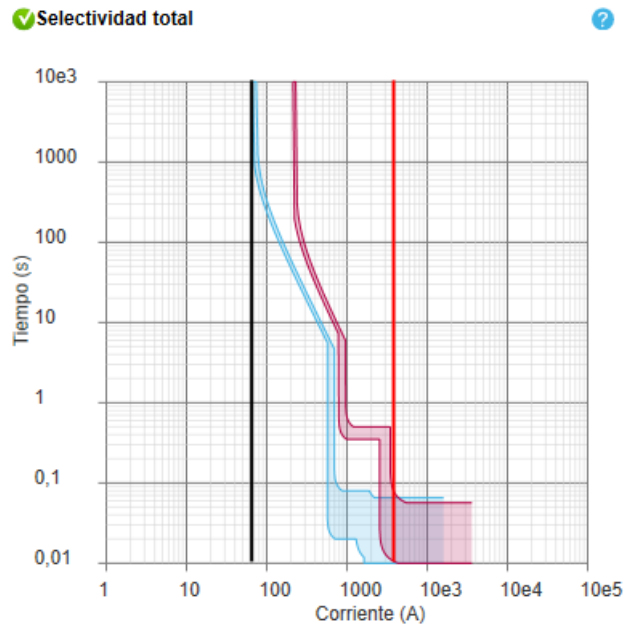


Figura 6. Selectividad entre protecciones secundarias 2

Los parámetros se han ajustado debidamente para garantizar la selectividad total entre las protecciones seleccionadas.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Análisis de selectividad con protección aguas abajo de los cuadros intermedios con interruptor automático de caja moldeada NSX160E – Micrologic 4.1 calibrado en 160 A:

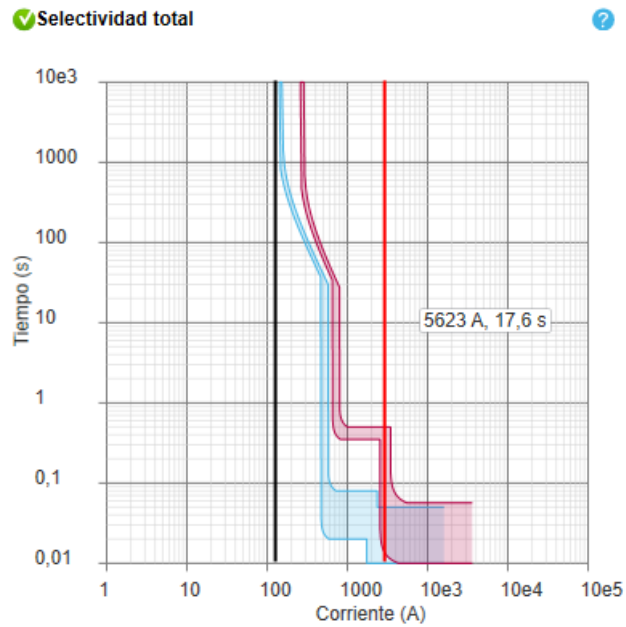


Figura 7. Selectividad entre protecciones secundarias 3

Los parámetros se han ajustado debidamente para garantizar la selectividad total entre las protecciones seleccionadas.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Análisis de selectividad con protección aguas abajo de los cuadros intermedios con interruptor automático modular iCV40H calibrado en 25 A:

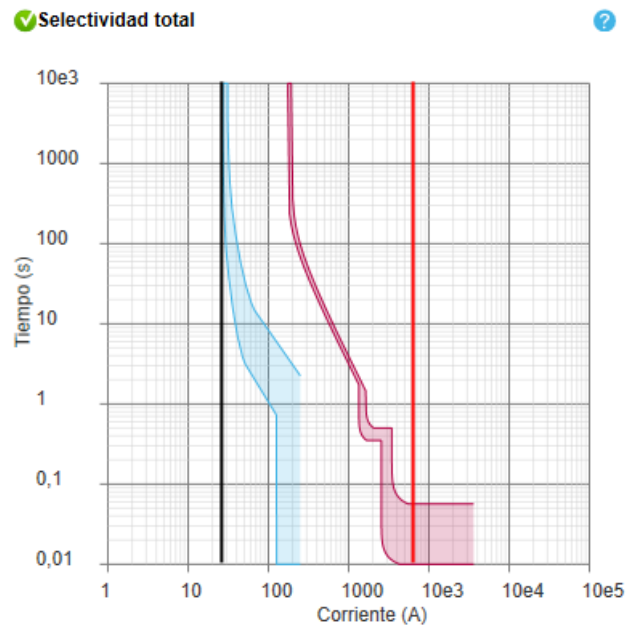


Figura 8. Selectividad entre protecciones secundarias 4

Los parámetros se han ajustado debidamente para garantizar la selectividad total entre las protecciones seleccionadas.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Análisis de selectividad con protección aguas abajo de los cuadros intermedios con interruptor automático modular iCV40N calibrado en 20 A:

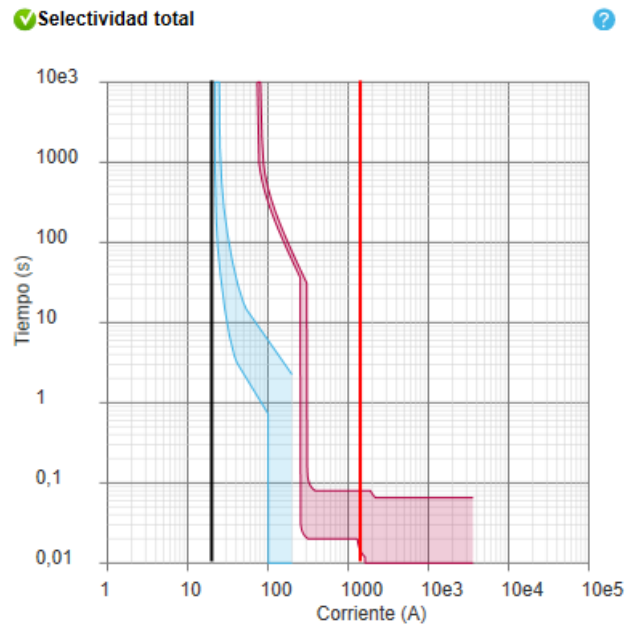


Figura 9. Selectividad entre protecciones secundarias 5

Los parámetros se han ajustado debidamente para garantizar la selectividad total entre las protecciones seleccionadas.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Análisis de selectividad con protección aguas abajo de los cuadros intermedios con interruptor automático modular iCV40 calibrado en 16 A:

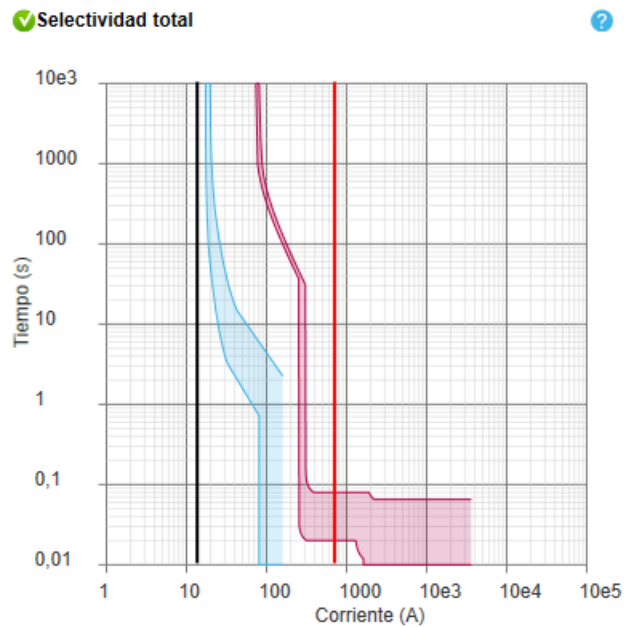


Figura 10. Selectividad entre protecciones secundarias 6

Los parámetros se han ajustado debidamente para garantizar la selectividad total entre las protecciones seleccionadas.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Análisis de selectividad con protección aguas abajo de los cuadros intermedios con interruptor automático modular iCV40 calibrado en 10 A:

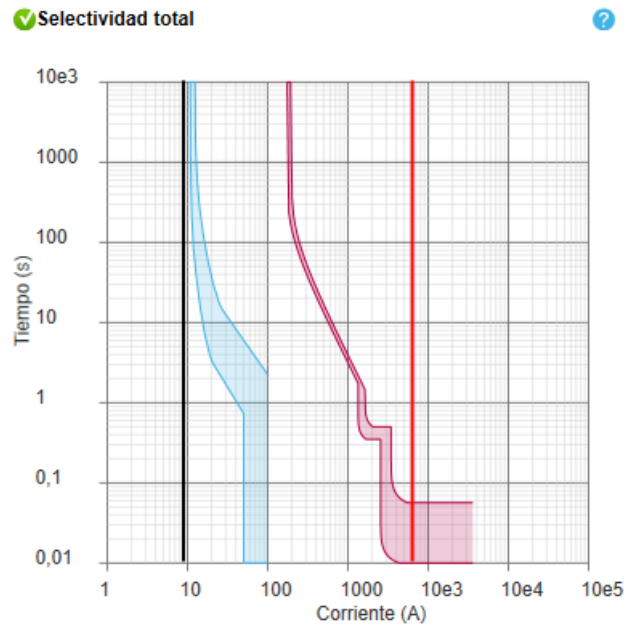


Figura 11. Selectividad entre protecciones secundarias 7

Los parámetros se han ajustado debidamente para garantizar la selectividad total entre las protecciones seleccionadas.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Análisis de selectividad con protección aguas abajo de los cuadros intermedios con interruptor automático modular iCV40 calibrado en 6 A:

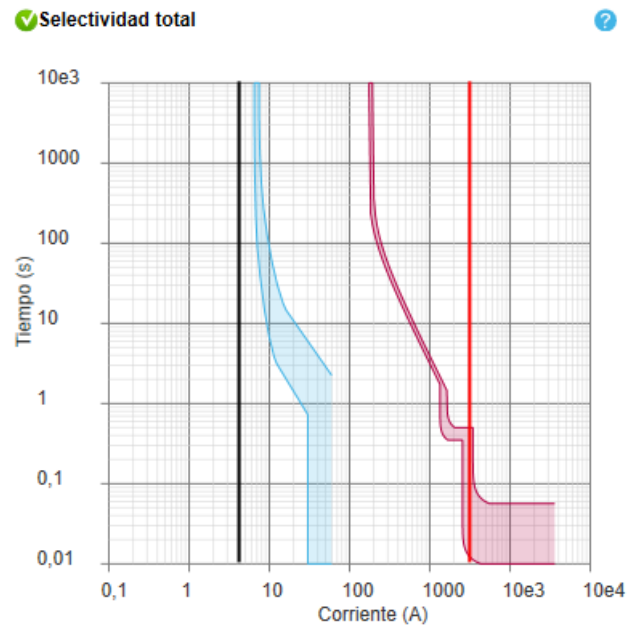


Figura 12. Selectividad entre protecciones secundarias 8

Los parámetros se han ajustado debidamente para garantizar la selectividad total entre las protecciones seleccionadas.

5.4.2. Diferenciales

En este apartado se muestran las protecciones diferenciales seleccionadas, basadas en las explicaciones proporcionadas en epígrafes previos. Se puede apreciar la selectividad entre protecciones en los parámetros de sensibilidad y tiempo de corte, de tal forma que las protecciones diferenciales aguas abajo tienen menor sensibilidad y menor tiempo de corte que las de aguas arriba en todos los casos.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 78. Interruptores Diferenciales seleccionados 1

CABLE	INTERRUPTOR DIFERENCIAL SELECCIONADO			
	Tipo	Sensibilidad (mA)	Tiempo de corte (s)	Clase
CCGBT	Integrado	5000	1.00	A
CCC	Integrado	1000	0.30	A
CPI1	Integrado	30	0.04	A
CPI2	Integrado	30	0.04	A
CPI3	Integrado	30	0.04	A
CPI4	Integrado	30	0.04	A
CTM1	Integrado	30	0.04	A
CTM2	Integrado	30	0.04	A
CTM3	Integrado	30	0.04	A
CTM4	Integrado	30	0.04	A
CLCZ1	Integrado	30	0.04	A
CLCZ2	Integrado	30	0.04	A
CLCZ3	Integrado	30	0.04	A
CEMC	Integrado	30	0.04	A
CCM	Integrado	1000	0.30	A
CTM5	Integrado	30	0.04	A
CTM6	Integrado	30	0.04	A
CTM7	Integrado	30	0.04	A
CTM8	Integrado	30	0.04	A
CTM9	Integrado	30	0.04	A
CTM10	Integrado	30	0.04	A
CTM11	Integrado	30	0.04	A
CTM12	Integrado	30	0.04	A
CTM13	Integrado	30	0.04	A
CTM14	Integrado	30	0.04	A
CTM15	Integrado	30	0.04	A
CTM16	Integrado	30	0.04	A
CTM17	Integrado	30	0.04	A
CTM18	Integrado	30	0.04	A
CTM19	Integrado	30	0.04	A
CTM20	Integrado	30	0.04	A
CTT1	Integrado	30	0.04	A
CTT2	Integrado	30	0.04	A
CTT3	Integrado	30	0.04	A
CTT4	Integrado	30	0.04	A
CLMZ1	Integrado	30	0.04	A
CLMZ2	Integrado	30	0.04	A
CLMZ3	Integrado	30	0.04	A
CEMM	Integrado	30	0.04	A

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 79. Interruptores Diferenciales seleccionados 2

CABLE	INTERRUPTOR DIFERENCIAL SELECCIONADO			
	Tipo	Sensibilidad (mA)	Tiempo de corte (s)	Clase
CCR	Integrado	1000	0.30	A
CRO	Integrado	30	0.04	A
CLS	Integrado	30	0.04	A
CTM21	Integrado	30	0.04	A
CTM22	Integrado	30	0.04	A
CTT5	Integrado	30	0.04	A
CLRZ1	Integrado	30	0.04	A
CLRZ2	Integrado	30	0.04	A
CLRZ3	Integrado	30	0.04	A
CEMR	Integrado	30	0.04	A
CCQ	Integrado	1000	0.30	A
CHD1	Integrado	30	0.04	A
CHD2	Integrado	30	0.04	A
CTM23	Integrado	30	0.04	A
CLQZ1	Integrado	30	0.04	A
CLQZ2	Integrado	30	0.04	A
CLQZ3	Integrado	30	0.04	A
CEMQ	Integrado	30	0.04	A
CCV1	Integrado	1000	0.30	A
CHF1	Integrado	30	0.04	A
CHF2	Integrado	30	0.04	A
CTM24	Integrado	30	0.04	A
CLV1.1	Integrado	30	0.04	A
CLV1.2	Integrado	30	0.04	A
CLV1.3	Integrado	30	0.04	A
CEMV1	Integrado	30	0.04	A
CCV2	Integrado	1000	0.30	A
CHF3	Integrado	30	0.04	A
CHF4	Integrado	30	0.04	A
CTM25	Integrado	30	0.04	A
CLV2.1	Integrado	30	0.04	A
CLV2.2	Integrado	30	0.04	A
CLV2.3	Integrado	30	0.04	A
CEMV2	Integrado	30	0.04	A
CCQM	Integrado	1000	0.30	A
CQC1	Integrado	30	0.04	A
CQC2	Integrado	30	0.04	A
CQC3	Integrado	30	0.04	A
CCL1	Integrado	30	0.04	A
CCL2	Integrado	30	0.04	A
CTM26	Integrado	30	0.04	A
CLQMZ1	Integrado	30	0.04	A
CLQMZ2	Integrado	30	0.04	A
CLQMZ3	Integrado	30	0.04	A
CEMQM	Integrado	30	0.04	A

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 80. Interruptores Diferenciales seleccionados 3

CABLE	INTERRUPTOR DIFERENCIAL SELECCIONADO			
	Tipo	Sensibilidad (mA)	Tiempo de corte (s)	Clase
CCA1	Integrado	1000	0.30	A
CCH1	Integrado	30	0.04	A
CCH2	Integrado	30	0.04	A
CCH3	Integrado	30	0.04	A
CCH4	Integrado	30	0.04	A
CHTT1	Integrado	30	0.04	A
CTM27	Integrado	30	0.04	A
CTM28	Integrado	30	0.04	A
CTM29	Integrado	30	0.04	A
CTM30	Integrado	30	0.04	A
CTM31	Integrado	30	0.04	A
CTT6	Integrado	30	0.04	A
CTT7	Integrado	30	0.04	A
CTT8	Integrado	30	0.04	A
CTT9	Integrado	30	0.04	A
CLA1.1	Integrado	30	0.04	A
CLA1.2	Integrado	30	0.04	A
CLA1.3	Integrado	30	0.04	A
CEMA1	Integrado	30	0.04	A
CCA2	Integrado	1000	0.30	A
CHTT2	Integrado	30	0.04	A
CLP1	Integrado	30	0.04	A
CLP2	Integrado	30	0.04	A
CRXD1	Integrado	30	0.04	A
CRXD2	Integrado	30	0.04	A
CSD1	Integrado	30	0.04	A
CTM32	Integrado	30	0.04	A
CTM33	Integrado	30	0.04	A
CTM34	Integrado	30	0.04	A
CTM35	Integrado	30	0.04	A
CTM36	Integrado	30	0.04	A
CLA2.1	Integrado	30	0.04	A
CLA2.2	Integrado	30	0.04	A
CLA2.3	Integrado	30	0.04	A
CEMA2	Integrado	30	0.04	A

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 81. Interruptores Diferenciales seleccionados 4

CABLE	INTERRUPTOR DIFERENCIAL SELECCIONADO			
	Tipo	Sensibilidad (mA)	Tiempo de corte (s)	Clase
CCA3	Integrado	1000	0.30	A
CSD2	Integrado	30	0.04	A
CEST1	Integrado	30	0.04	A
CEST2	Integrado	30	0.04	A
CTM37	Integrado	30	0.04	A
CTM38	Integrado	30	0.04	A
CTM39	Integrado	30	0.04	A
CTM40	Integrado	30	0.04	A
CTM41	Integrado	30	0.04	A
CTM42	Integrado	30	0.04	A
CTM43	Integrado	30	0.04	A
CTM44	Integrado	30	0.04	A
CTM45	Integrado	30	0.04	A
CTM46	Integrado	30	0.04	A
CTM47	Integrado	30	0.04	A
CTM48	Integrado	30	0.04	A
CTM49	Integrado	30	0.04	A
CTM50	Integrado	30	0.04	A
CTM51	Integrado	30	0.04	A
CTM52	Integrado	30	0.04	A
CTM53	Integrado	30	0.04	A
CTM54	Integrado	30	0.04	A
CTM55	Integrado	30	0.04	A
CTM56	Integrado	30	0.04	A
CTT10	Integrado	30	0.04	A
CLA3.1	Integrado	30	0.04	A
CLA3.2	Integrado	30	0.04	A
CLA3.3	Integrado	30	0.04	A
CEMA3	Integrado	30	0.04	A
CCIA	Integrado	1000	0.30	A
CTM57	Integrado	30	0.04	A
CTM58	Integrado	30	0.04	A
CTM59	Integrado	30	0.04	A
CTM60	Integrado	30	0.04	A
CTM61	Integrado	30	0.04	A
CTM62	Integrado	30	0.04	A
CTM63	Integrado	30	0.04	A
CTM64	Integrado	30	0.04	A
CTM65	Integrado	30	0.04	A
CLING	Integrado	30	0.04	A
CLALMZ1	Integrado	30	0.04	A
CLALMZ2	Integrado	30	0.04	A
CLALMZ3	Integrado	30	0.04	A
CEM	Integrado	30	0.04	A

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 82. Interruptores Diferenciales seleccionados 5

CABLE	INTERRUPTOR DIFERENCIAL SELECCIONADO			
	Tipo	Sensibilidad (mA)	Tiempo de corte (s)	Clase
CCS	Integrado	1000	0.30	A
CTM66	Integrado	30	0.04	A
CTM67	Integrado	30	0.04	A
CTM68	Integrado	30	0.04	A
CTM69	Integrado	30	0.04	A
CTM70	Integrado	30	0.04	A
CTM71	Integrado	30	0.04	A
CTM72	Integrado	30	0.04	A
CTM73	Integrado	30	0.04	A
CTM74	Integrado	30	0.04	A
CLB1	Integrado	30	0.04	A
CLB2	Integrado	30	0.04	A
CLVES1	Integrado	30	0.04	A
CLVES2	Integrado	30	0.04	A
CLCOMZ1	Integrado	30	0.04	A
CLCOMZ2	Integrado	30	0.04	A
CLMANZ1	Integrado	30	0.04	A
CLMANZ2	Integrado	30	0.04	A
CLMANZ3	Integrado	30	0.04	A
CEMSAS	Integrado	30	0.04	A
CCLIMA	Integrado	1000	0.30	A
CUTA	Integrado	30	0.04	A
CVENT1	Integrado	30	0.04	A
CVENT2	Integrado	30	0.04	A
CVENT3	Integrado	30	0.04	A
CVENT4	Integrado	30	0.04	A
CVENT5	Integrado	30	0.04	A
CVENT6	Integrado	30	0.04	A
CEXTR1	Integrado	30	0.04	A
CEXTR2	Integrado	30	0.04	A
CEXTR3	Integrado	30	0.04	A

6. CÁLCULO DE ALUMBRADO

El cálculo de alumbrado se ha hecho de acuerdo con la norma UNE 12464.1, “Norma Europea sobre Iluminación para Interiores” donde se han tomado como referencia los planos de la nave y los datos que este documento ofrece para cumplir con los requisitos de iluminación para satisfacer las tres necesidades humanas básicas dependiendo de la actividad realizada en el lugar de trabajo:

- Confort visual: en el que los trabajadores tienen una sensación de bienestar, de un modo indirecto también contribuye a un elevado nivel de la productividad.
- Prestaciones visuales; en el que los trabajadores son capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante períodos más largos.
- Seguridad.

Para el cálculo de las luminarias se ha recurrido al programa DIALUX el cual permite introducir como datos de partida la geometría y altura de la estancia, reflexión de paredes, techo y suelo, plano de trabajo y factor de mantenimiento. De esta manera, el programa realiza el estudio luminotécnico pertinente proporcionando la posición de las luminarias y la iluminancia media en función de las luminarias elegidas de los catálogos que incluye.

A continuación, se muestra una tabla resumen de la cantidad de luminarias necesarias para poder iluminar cada una de las zonas adecuadamente acorde a los requisitos de la normativa vigente. El estudio detallado de iluminación se encuentra en el Anexo 1.

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Nave industrial

Lista de luminarias


Φ_{total}		P_{total}		Rendimiento lumínico		$\Phi_{Alumbrado\ de\ emergencia}$		$P_{Alumbrado\ de\ emergencia}$	
13944090 lm		87288.5 W		159.7 lm/W		128240 lm		2312.9 W	
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico			
500	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48.0 W	4958 lm	103.3 lm/W			
229	Eaton Emergency Lighting	iP65PHP1HCG L	i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC	10.1 W	560 lm	55.4 lm/W			
				 10.1 W	560 lm (100 %)	-			
2562	Regiolux	4000 24W 865 ET sw RAL 9005 (SRT+1951000 4154)	SRT-System IP20-SRGCB/1500 LED - Geräteträger fix Central.Line.Optic Device mount fix Central.Line.Optic	23.8 W	4425 lm	185.9 lm/W			

Figura 13. Lista de luminarias

7. CÁLCULO DE COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

Para calcular cual tiene que ser la compensación de la energía reactiva para alcanzar un valor objetivo, se procede de la siguiente manera:

$$\cos\phi_1 = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

$$Q_c = P * (\operatorname{tg}\phi_1 - \operatorname{tg}\phi_2)$$

Donde:

- P = Potencia activa de la instalación (kW)
- Q = Potencia reactiva de la instalación (kVAr)
- Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr)
- ϕ_1 = Ángulo de desfase de la instalación sin compensar
- ϕ_2 = Ángulo de desfase objetivo
- $\operatorname{tg}\phi_1 - \operatorname{tg}\phi_2$ = Factor multiplicador de compensación (se busca en tablas)

Para hallar ($\operatorname{tg}\phi_1 - \operatorname{tg}\phi_2$) se ha empleado la siguiente tabla a partir de los FP de los ángulos de desfase de la instalación original y el ángulo de desfase objetivo:

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Tabla 83. Factores de compensación de energía reactiva en función de FP

Existente		Factor de potencia deseado ($\cos\phi_2$)													
Tan ϕ_1	Cos ϕ_1	0,80	0,85	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	
1,98	0,45	1,235	1,365	1,500	1,529	1,159	1,589	1,622	1,656	1,693	1,734	1,781	1,842	1,985	
1,93	0,46	1,180	1,311	1,446	1,475	1,504	1,535	1,567	1,602	1,639	1,680	1,727	1,788	1,930	
1,88	0,47	1,128	1,258	1,394	1,422	1,452	1,483	1,515	1,549	1,586	1,627	1,675	1,736	1,878	
1,83	0,48	1,078	1,208	1,343	1,372	1,402	1,432	1,465	1,499	1,536	1,577	1,625	1,685	1,828	
1,78	0,49	1,029	1,159	1,295	1,323	1,353	1,384	1,416	1,450	1,487	1,528	1,576	1,637	1,779	
1,73	0,50	0,982	1,112	1,248	1,276	1,306	1,337	1,369	1,403	1,440	1,481	1,529	1,590	1,732	
1,69	0,51	0,937	1,067	1,202	1,231	1,261	1,291	1,324	1,358	1,395	1,436	1,484	1,544	1,687	
1,64	0,52	0,893	1,023	1,158	1,187	1,217	1,247	1,280	1,314	1,351	1,392	1,440	1,500	1,643	
1,60	0,53	0,850	0,980	1,116	1,144	1,174	1,205	1,237	1,271	1,308	1,349	1,397	1,458	1,600	
1,56	0,54	0,809	0,939	1,074	1,103	1,133	1,163	1,196	1,230	1,267	1,308	1,356	1,416	1,559	
1,52	0,55	0,768	0,899	1,034	1,063	1,092	1,123	1,156	1,190	1,227	1,268	1,315	1,376	1,518	
1,48	0,56	0,729	0,860	0,995	1,024	1,053	1,084	1,116	1,151	1,188	1,229	1,276	1,337	1,479	
1,44	0,57	0,691	0,822	0,957	0,986	1,015	1,046	1,079	1,113	1,150	1,191	1,238	1,299	1,441	
1,40	0,58	0,655	0,785	0,920	0,949	0,979	1,009	1,042	1,076	1,113	1,154	1,201	1,262	1,405	
1,37	0,59	0,618	0,749	0,884	0,913	0,942	0,973	1,006	1,040	1,077	1,118	1,165	1,226	1,368	
1,33	0,60	0,583	0,714	0,849	0,878	0,907	0,938	0,970	1,005	1,042	1,083	1,130	1,191	1,333	
1,30	0,61	0,549	0,679	0,815	0,843	0,873	0,904	0,936	0,970	1,007	1,048	1,096	1,157	1,299	
1,27	0,62	0,515	0,646	0,781	0,810	0,839	0,870	0,903	0,937	0,974	1,015	1,062	1,123	1,265	
1,23	0,63	0,483	0,613	0,748	0,777	0,807	0,837	0,870	0,904	0,941	0,982	1,030	1,090	1,233	
1,20	0,64	0,451	0,581	0,716	0,745	0,775	0,805	0,838	0,872	0,909	0,950	0,998	1,058	1,201	
1,17	0,65	0,419	0,549	0,685	0,714	0,743	0,774	0,806	0,840	0,877	0,919	0,966	1,027	1,169	
1,14	0,66	0,388	0,519	0,654	0,683	0,712	0,743	0,775	0,810	0,847	0,888	0,935	0,996	1,138	
1,11	0,67	0,358	0,488	0,624	0,652	0,682	0,713	0,745	0,779	0,816	0,857	0,905	0,966	1,108	
1,08	0,68	0,328	0,459	0,594	0,623	0,652	0,683	0,715	0,750	0,787	0,828	0,875	0,936	1,078	
1,05	0,69	0,299	0,429	0,565	0,593	0,623	0,654	0,686	0,720	0,757	0,798	0,846	0,907	1,049	
1,02	0,70	0,270	0,400	0,536	0,565	0,594	0,625	0,657	0,692	0,729	0,770	0,817	0,878	1,020	
0,99	0,71	0,242	0,372	0,508	0,536	0,566	0,597	0,629	0,663	0,700	0,741	0,789	0,849	0,992	
0,96	0,72	0,214	0,344	0,480	0,508	0,538	0,569	0,601	0,635	0,672	0,713	0,761	0,821	0,964	
0,94	0,73	0,186	0,316	0,452	0,481	0,510	0,541	0,573	0,608	0,645	0,686	0,733	0,794	0,936	
0,91	0,74	0,159	0,289	0,425	0,453	0,483	0,514	0,546	0,580	0,617	0,658	0,706	0,766	0,909	
0,88	0,75	0,132	0,262	0,398	0,426	0,456	0,487	0,519	0,553	0,590	0,631	0,679	0,739	0,882	
0,86	0,76	0,105	0,235	0,371	0,400	0,429	0,460	0,492	0,526	0,563	0,605	0,652	0,713	0,855	
0,83	0,77	0,079	0,209	0,344	0,373	0,403	0,433	0,466	0,500	0,537	0,578	0,626	0,686	0,829	
0,80	0,78	0,052	0,183	0,318	0,347	0,376	0,407	0,439	0,474	0,511	0,552	0,599	0,660	0,802	
0,78	0,79	0,026	0,156	0,292	0,320	0,350	0,381	0,413	0,447	0,484	0,525	0,573	0,634	0,776	
0,75	0,80		0,130	0,266	0,294	0,324	0,355	0,387	0,421	0,458	0,499	0,547	0,608	0,750	
0,72	0,81		0,104	0,240	0,268	0,298	0,329	0,361	0,395	0,432	0,473	0,521	0,581	0,724	
0,70	0,82		0,078	0,214	0,242	0,272	0,303	0,335	0,369	0,406	0,447	0,495	0,556	0,698	
0,67	0,83		0,052	0,188	0,216	0,246	0,277	0,309	0,343	0,380	0,421	0,469	0,530	0,672	
0,65	0,84		0,026	0,162	0,190	0,220	0,251	0,283	0,317	0,354	0,395	0,443	0,503	0,646	
0,62	0,85			0,135	0,164	0,194	0,225	0,257	0,291	0,328	0,369	0,417	0,477	0,620	
0,59	0,86			0,109	0,138	0,167	0,198	0,230	0,265	0,302	0,343	0,390	0,451	0,593	
0,57	0,87			0,082	0,111	0,141	0,172	0,204	0,238	0,275	0,316	0,364	0,424	0,567	
0,54	0,88			0,055	0,084	0,114	0,145	0,177	0,211	0,248	0,289	0,337	0,397	0,540	
0,51	0,89			0,028	0,057	0,086	0,117	0,149	0,184	0,221	0,262	0,309	0,370	0,512	
0,48	0,90				0,029	0,058	0,089	0,121	0,156	0,193	0,234	0,281	0,342	0,484	
0,46	0,91					0,030	0,060	0,093	0,127	0,164	0,205	0,253	0,313	0,456	
0,43	0,92						0,031	0,063	0,097	0,134	0,175	0,223	0,284	0,426	
0,40	0,93							0,032	0,067	0,104	0,145	0,192	0,253	0,395	
0,36	0,94								0,034	0,071	0,112	0,160	0,220	0,363	

La potencia activa de la instalación es de 935,72kW y la reactiva de 381,6kVAr. Para este consumo se tiene un $\cos\phi_1$ inicial de la instalación de 0,93 y se quiere mejorar el factor de potencia hasta 0,99. Con estos valores se extrae de la tabla el valor ($\text{tg}\phi_1 - \text{tg}\phi_2$). De esta forma la potencia reactiva a compensar será la siguiente:

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

$$Q_c = 935,72 \cdot 0,253 = 236,74 \text{ kVAr}$$

Con este valor de compensación de reactiva en mente, se opta por seleccionar una batería de condensadores capaz de compensar una cantidad reactiva ligeramente superior por si hubiera ligeros cambios en el futuro de alguna maquinaria. La batería de condensadores seleccionada es el modelo OPTIM 8 P&P-330-440 capaz de compensar hasta 273kVar para una tensión de 400V.

8. CÁLCULO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

8.1. Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

donde:

- P: potencia del transformador [kVA]
- U_p : tensión primaria [kV]
- I_p : intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 30 kV. Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 1250 kVA.

$$I_p = 24,056 \text{ A}$$

8.2. Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 1250 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

donde:

- P: potencia del transformador [kVA]
- U_s : tensión en el secundario [kV]
- I_s : intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$I_s = 1718,304 \text{ A.}$$

8.3. Cortocircuitos

8.3.1. Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

8.3.2. Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

donde:

- S_{cc} : potencia de cortocircuito de la red [MVA]
- U_p : tensión de servicio [kV]
- I_{ccp} : corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot E_{cc}}$$

donde:

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- P: potencia de transformador [kVA]
- E_{cc} : tensión de cortocircuito del transformador [%]
- U_s : tensión en el secundario [V]
- I_{ccs} : corriente de cortocircuito [kA]

8.3.3. Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 1039 MVA y la tensión de servicio 30 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} = 20 \text{ kA}$$

8.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 1250 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 6%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$I_{ccs} = 28,638 \text{ kA}$$

8.4. Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

8.4.1. Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

8.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc}(\text{din}) = 50 \text{ kA}$$

8.4.3. Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 20 \text{ kA}$$

8.5. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Los transformadores están protegidos en BT, la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

La protección de este transformador se realiza por medio de una celda de interruptor automático, que proporciona todas las protecciones al transformador, bien sea por sobrecargas, faltas a tierra o cortocircuitos, gracias a la presencia de un relé de protección. En caso contrario, se utilizan únicamente como elemento de maniobra de la red.

El interruptor automático posee capacidad de corte tanto para las corrientes nominales, como para los cortocircuitos antes calculados.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

8.6. Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 24,056 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

8.7. Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformadores de potencia unitaria hasta 1000kVA.
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600kVA.

8.8. Dimensionado del pozo apagafuegos

Al no haber transformadores de aceite como refrigerante, no es necesaria la existencia de pozos apagafuegos.

8.9. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

8.9.1. Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 80 Ohm·m.

8.9.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

8.9.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

8.9.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 30 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 1000 \text{ A}$

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 80 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'_o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

donde:

- I_d : intensidad de falta a tierra [A]
- R_t : resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- V_{bt} : tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm}$$

donde:

- I_{dm} : limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
- I_d : intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- $I_d = 1000 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 10 \text{ Ohm}$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_0}$$

donde:

- R_t : resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- R_0 : resistividad del terreno en [Ohm·m]
- K_r : coeficiente del electrodo

Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

- $K_r \leq 0,125$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Configuración seleccionada: 5/42
- Geometría del sistema: Picas alineadas
- Distancia entre picas: 3 metros
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,104$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0184$
- De la tensión de contacto $K_c = 0$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_0$$

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

donde:

- K_r : coeficiente del electrodo
- R_o : resistividad del terreno en [Ohm·m]
- R'_t : resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

- $R'_t = 8,32 \text{ Ohm}$

y la intensidad de defecto real, tal y como se indica previamente:

- $I'_d = 1000 \text{ A}$

8.9.5. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

donde:

- R'_t : resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- I'_d : intensidad de defecto [A]
- V'_d : tensión de defecto [V]

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

por lo que en el Centro de Transformación:

- $V'_d = 8320 \text{ V}$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_0 \cdot I'_d$$

donde:

- K_c : coeficiente
- R_0 : resistividad del terreno en [Ohm·m]
- I'_d : intensidad de defecto [A]
- V'_c : tensión de paso en el acceso [V]

En este caso, al estar las picas alineadas frente a los accesos al Centro de Transformación paralelas a la fachada, la tensión de paso en el acceso va a ser prácticamente nula por lo que no la consideraremos.

8.9.6. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_0 \cdot I'_d$$

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

donde:

- K_p : coeficiente
- R_o : resistividad del terreno en [Ohm·m]
- I'_d : intensidad de defecto [A]
- V'_p : tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

- $V'_p = 1472$ V en el Centro de Transformación

8.9.7. Cálculo de las tensiones aplicadas

Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,2$ s

Tensión de paso en el exterior:

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

donde:

- U_{ca} : valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
- R_o : resistividad del terreno en [Ohm·m]
- R_{a1} : Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

por lo que, para este caso

- $V_p = 28934,4 \text{ V}$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_0 + 3 \cdot R_0^r}{1000} \right]$$

donde:

- V_{ca} : valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
- R_0 : resistividad del terreno en [Ohm·m]
- R_0^r : resistividad del hormigón en [Ohm·m]
- R_{a1} : Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

- $V_p(\text{acc}) = 75,187 \text{ V}$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

- $V'_p = 1472 \text{ V} < V_p = 28934,4 \text{ V}$

Tensión de paso en el acceso al centro:

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- $V'_p(\text{acc}) = 0 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 75.187 \text{ V}$

Tensión de defecto:

- $V'_d = 8320 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

Intensidad de defecto:

- $I_a = 100 \text{ A} < I_d = 1000 \text{ A} < I_{dm} = 1000 \text{ A}$

8.9.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_0 \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi}$$

donde:

- R_0 : resistividad del terreno en [Ohm·m]
- I'_d : intensidad de defecto [A]

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- D: distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

- $D = 12,732 \text{ m}$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: 2
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,201$
- $K_c = 0,0392$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

- $R_{\text{tserv}} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 80 = 16,08 < 37 \text{ Ohm}$

CÁLCULOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

8.9.9. Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " K_r " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

DOCUMENTO 3: PLANOS

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA



Estudiante: Gómez Rojo, Ibon

Director/Directora: Buigues Beraza, Garikoitz

Curso: <2022-2023>

Fecha: Bilbao, 1, septiembre, 2023>

ÍNDICE

ÍNDICE.....I

1. Parcela
2. Leyenda

DIAGRAMAS UNIFILARES

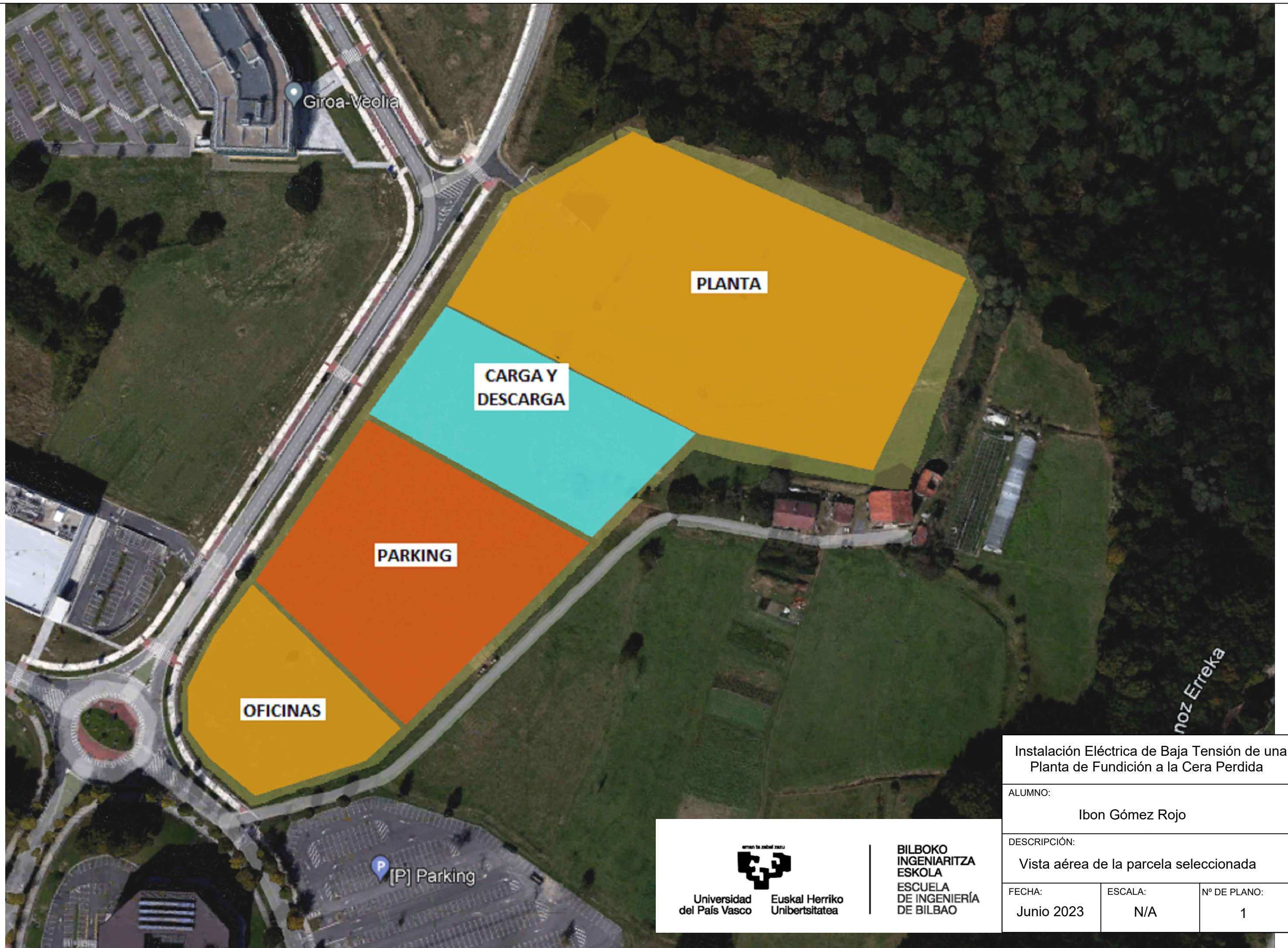
3. Diagrama Unifilar Cuadro General de Baja Tensión
4. Diagrama Unifilar Cuadro Creación
5. Diagrama Unifilar Cuadro Montaje
6. Diagrama Unifilar Cuadro Revestimiento
7. Diagrama Unifilar Cuadro Quemado
8. Diagrama Unifilar Cuadro Vertido 1
9. Diagrama Unifilar Cuadro Vertido 2
10. Diagrama Unifilar Cuadro Quitar Molde
11. Diagrama Unifilar Cuadro Acabados 1
12. Diagrama Unifilar Cuadro Acabados 2
13. Diagrama Unifilar Cuadro Acabados 3
14. Diagrama Unifilar Cuadro Ingeniería y Almacén
15. Diagrama Unifilar Cuadro Salas
16. Diagrama Unifilar Cuadro Clima

PLANOS

17. Plano de Centro de Transformación
18. Plano de Cargas en Tejado
19. Plano de Cargas en Planta Baja
20. Plano de Luminarias en Planta Baja
21. Plano de Cuadros en Planta Baja
22. Plano de Cargas de Creación y Montaje
23. Plano de Luminarias de Creación y Montaje
24. Plano de Cargas de Revestimiento
25. Plano de Luminarias de Revestimiento
26. Plano de Cargas de Quemado
27. Plano de Luminarias de Quemado
28. Plano de Cargas de Vertido
29. Plano de Luminarias de Vertido
30. Plano de Cargas de Quitar Molde
31. Plano de Luminarias de Quitar Molde
32. Plano de Cargas de Acabados 1
33. Plano de Luminarias de Acabados 1
34. Plano de Cargas de Acabados 2

PLANOS: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

35. Plano de Luminarias de Acabados 2
36. Plano de Cargas de Acabados 3
37. Plano de Luminarias de Acabados 3
38. Plano de Baños y Vestuarios
39. Plano de Sala de Mantenimiento
40. Plano de Comedor
41. Plano de Sala de Ingeniería
42. Plano de Almacén
43. Plano de Puesta a Tierra
44. Plano de Vista General



Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida

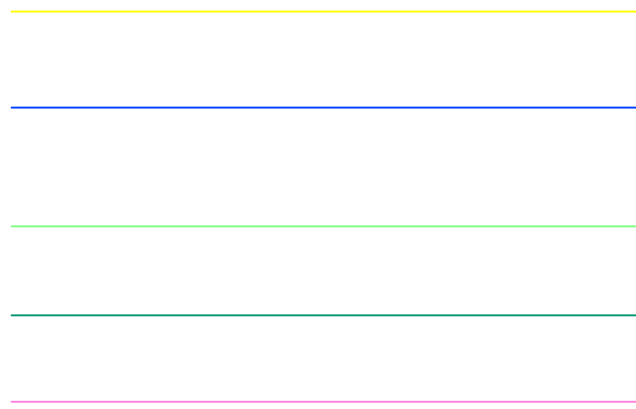
ALUMNO:
Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:
Vista aérea de la parcela seleccionada

FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 1
----------------------	----------------	-------------------



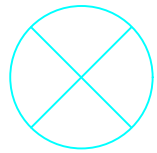
**BILBOKO INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA DE INGENIERÍA
DE BILBAO**



Cableado de Tierra
 Cableado de Cargas
 Cableado de Cuadros
 Cableado de Luces de emergencia
 Cableado de Luminarias



Cuadro Eléctrico



Luminaria Sala



Luminaria Planta



Luz de emergencia



Toma monofásica



Toma trifásica



Zona de puesto de trabajo manual



Máquina

Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO

Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Leyenda		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 2

DESDE
CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN

IA CGBT
ID CGBT

400V, 3Ph+N+PE, 50Hz, 1600A

CGBT

COD. LÍNEA	CCC	CCM	CCR	CCQ	CCV1	CCV2	CCQM	CCA1	CCA2	CCA3	CCIA	CCS	CCLIMA	CBC
COD. INT. AUTOMÁTICO	IA 1	IA 2	IA 3	IA 4	IA 5	IA 6	IA 7	IA 8	IA 9	IA 10	IA 11	IA 12	IA 13	IA COND
COD. INT. DIFERENCIAL	ID 1	ID 2	ID 3	ID 4	ID 5	ID 6	ID 7	ID 8	ID 9	ID 10	ID 11	ID 12	ID 13	ID COND
COD. SALIDA	CC	CM	CR	CQ	CV1	CV2	CQM	CA1	CA2	CA3	CIA	CS	CLIMA	BC

A CUADRO
CREACIÓN

A CUADRO
MONTAJE

A CUADRO
REVESTIMIENTO

A CUADRO
QUEMADO

A CUADRO
VERTIDO 1

A CUADRO
VERTIDO 2

A CUADRO
QUITAR
MOLDE

A CUADRO
ACABADOS 1

A CUADRO
ACABADOS 2

A CUADRO
ACABADOS 3

A CUADRO
INGENIERÍA
Y ALMACÉN

A CUADRO
SALAS

A CUADRO
CLIMA

Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida

ALUMNO:

Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:

Diagrama Unifilar Cuadro
General de Baja Tensión

FECHA:

Junio 2023

ESCALA:

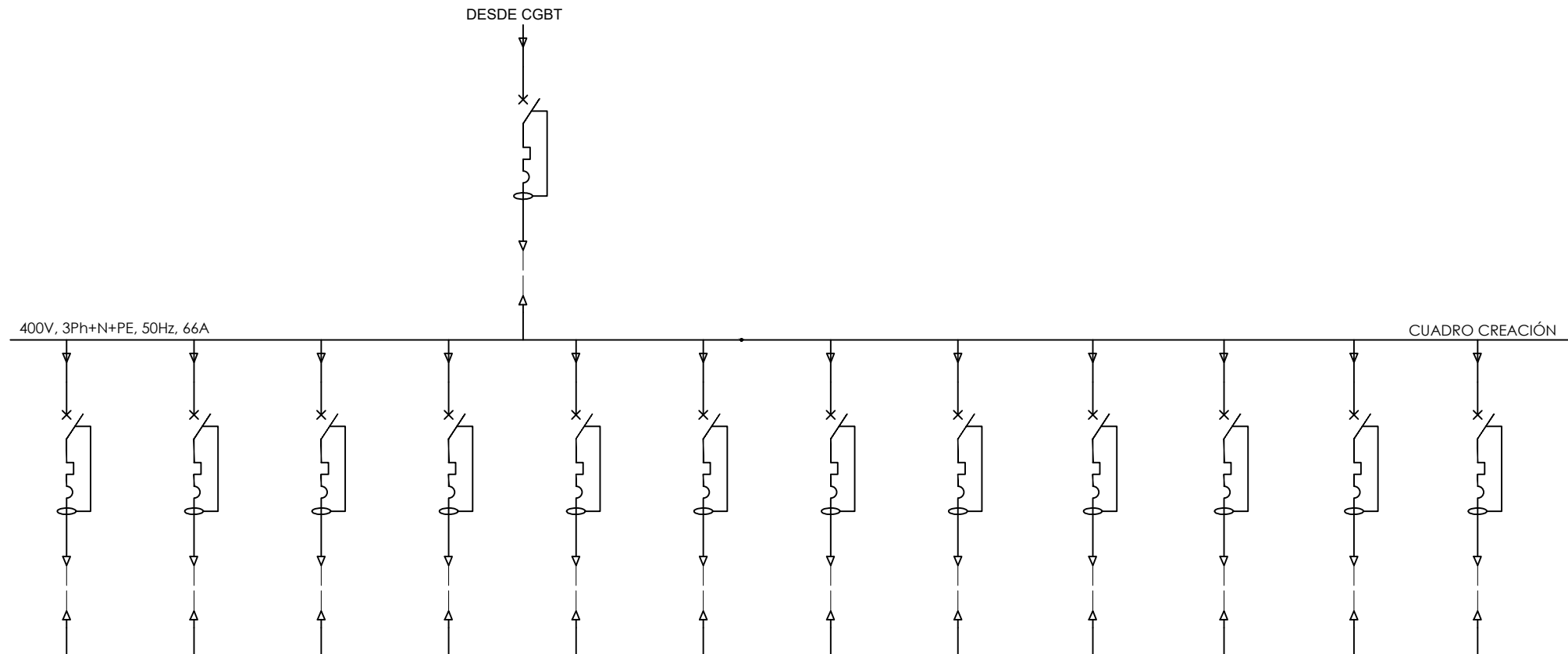
N/A

Nº DE PLANO:

3


 Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

BILBOKO INGENIARITZA
 ESKOLA
 ESCUELA DE INGENIERÍA
 DE BILBAO



COD. LÍNEA	CPI1	CPI2	CPI3	CPI4	CTM1	CTM2	CTM3	CTM4	CLCZ1	CLCZ2	CLCZ3	CEMC
NUMBER OF PHASES	3PH	3PH	3PH	3PH	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)	1PH(R)	1PH(S)
COD. INT. AUTOMÁTICO	IA 1.1	IA 1.2	IA 1.3	IA 1.4	IA 1.5	IA 1.6	IA 1.7	IA 1.8	IA 1.9	IA 1.10	IA 1.11	IA 1.12
COD. INT DIFERENCIAL	ID 1.1	ID 1.2	ID 1.3	ID 1.4	ID 1.5	ID 1.6	ID 1.7	ID 1.8	ID 1.9	ID 1.10	ID 1.11	ID 1.12
SALIDA	PI1	PI2	PI3	PI4	TM1	TM2	TM3	TM4	LCZ1	LCZ2	LCZ3	EMC

**Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida**

ALUMNO:
Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:
Diagrama Unifilar Cuadro Creación

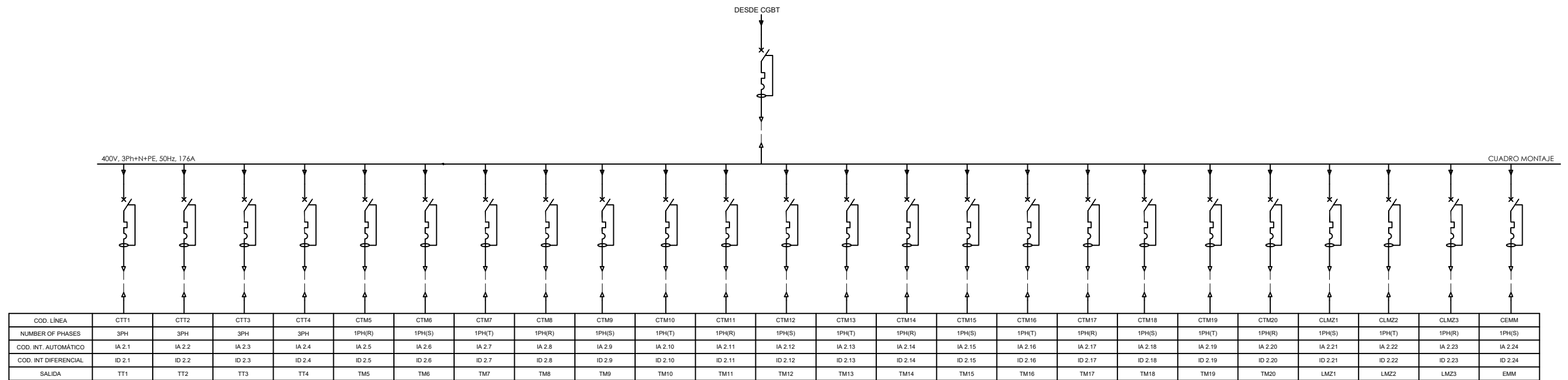
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 4
-----------------------------	-----------------------	--------------------------



**Universidad
del País Vasco**

**Euskal Herriko
Unibertsitatea**

**BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO**



**Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida**

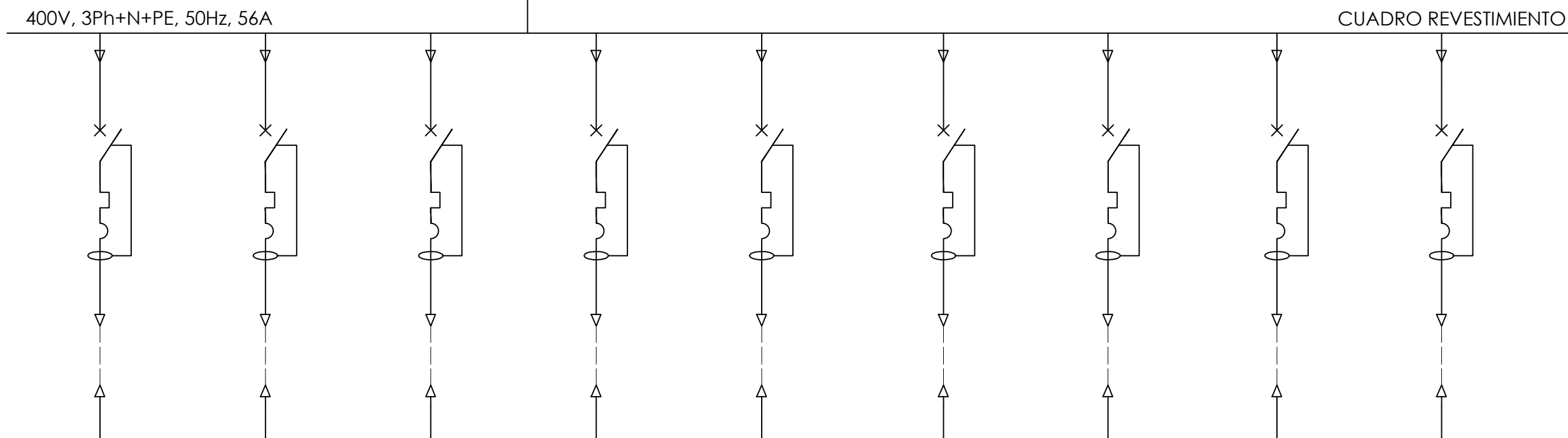
ALUMNO:
Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:
Diagrama Unifilar Cuadro Montaje

FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 5
-----------------------------	-----------------------	--------------------------

 Universidad del País Vasco	 Euskal Herriko Unibertsitatea	BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO
--	---	--

DESDE CGBT



COD. LÍNEA	CRO	CLS	CTM21	CTM22	CTT5	CLRZ1	CLRZ2	CLRZ3	CEMR
NUMBER OF PHASES	3PH	3PH	1PH(R)	1PH(S)	3PH	1PH(T)	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)
COD. INT. AUTOMÁTICO	IA 3.1	IA 3.2	IA 3.3	IA 3.4	IA 3.5	IA 3.6	IA 3.7	IA 3.8	IA 3.9
COD. INT DIFERENCIAL	ID 3.1	ID 3.2	ID 3.3	ID 3.4	ID 3.5	ID 3.6	ID 3.7	ID 3.8	ID 3.9
SALIDA	RO	LS	TM21	TM22	TT5	LRZ1	LRZ2	LRZ3	EMR

Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida

ALUMNO:

Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:

Diagrama Unifilar Cuadro Revestimiento

FECHA:

Junio 2023

ESCALA:

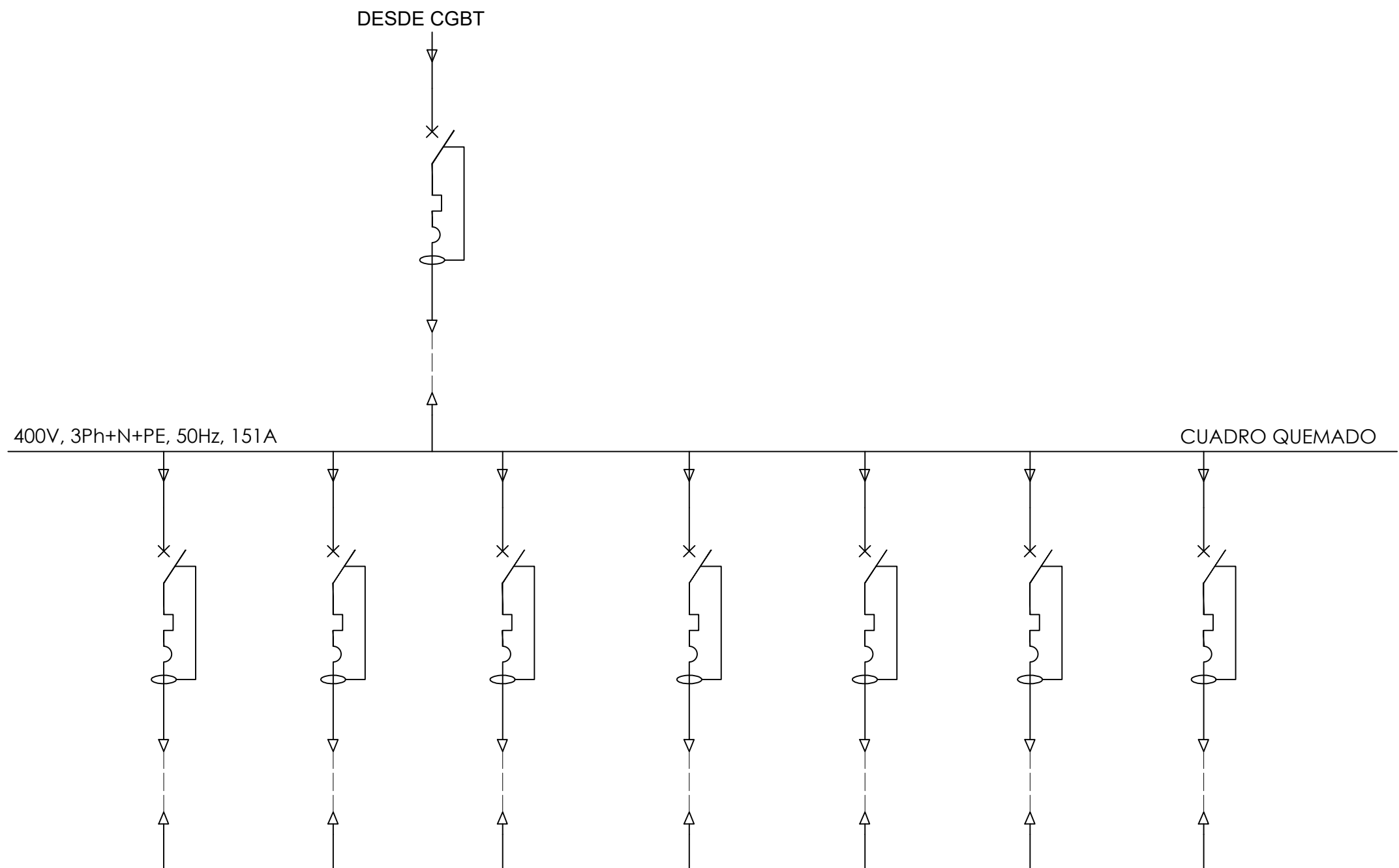
N/A

Nº DE PLANO:

6



BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO



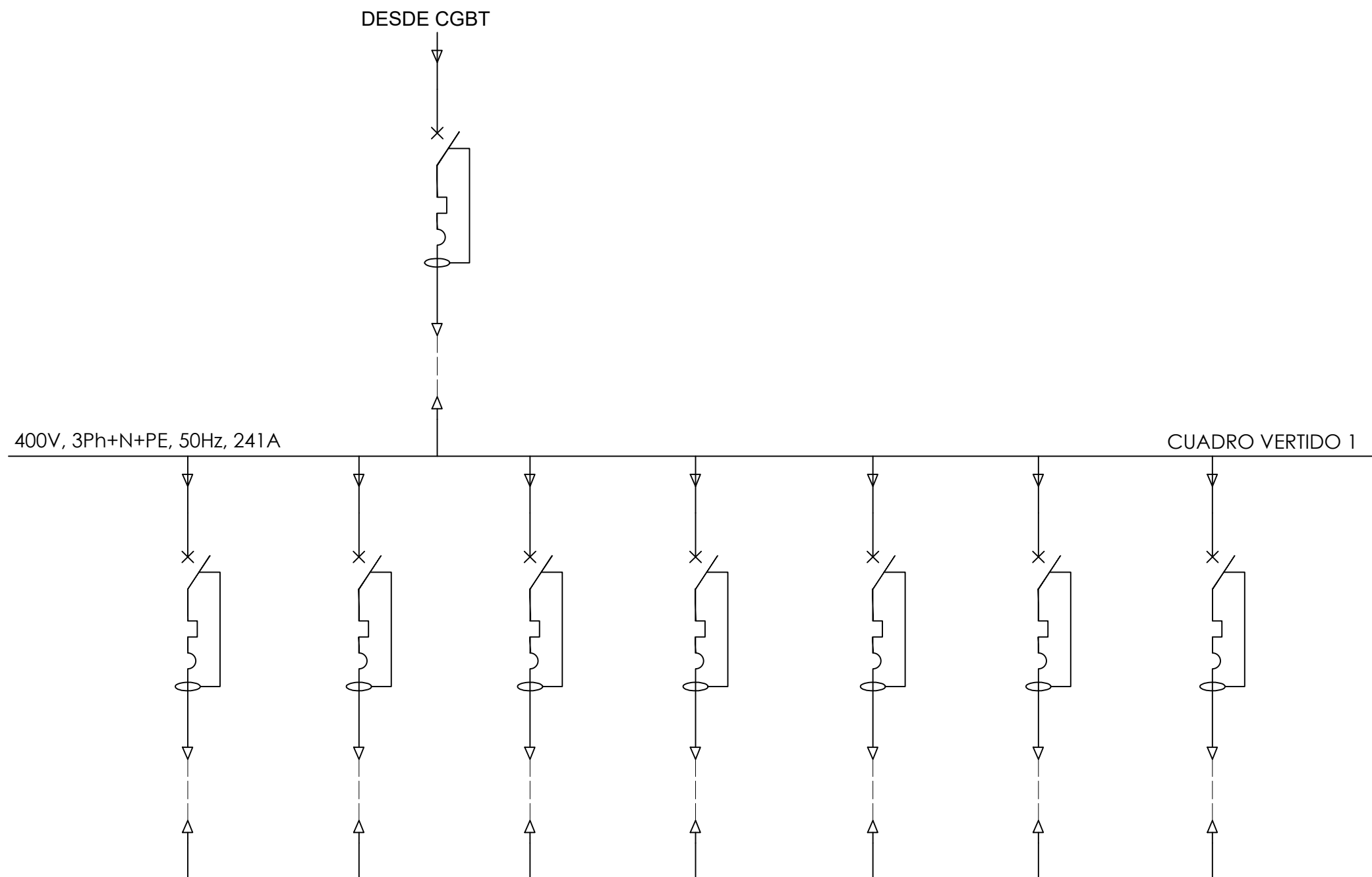
COD. LÍNEA	CHD1	CHD2	CTM23	CLQZ1	CLQZ2	CLQZ3	CEMQ
NUMBER OF PHASES	3PH	3PH	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)	1PH(R)	1PH(S)
COD. INT. AUTOMÁTICO	IA 4.1	IA 4.2	IA 4.3	IA 4.4	IA 4.5	IA 4.6	IA 4.7
COD. INT DIFERENCIAL	ID 4.1	ID 4.2	ID 4.3	ID 4.4	ID 4.5	ID 4.6	ID 4.7
SALIDA	HD1	HD2	TM23	LQZ1	LQZ2	LQZ3	EMQ

Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida

ALUMNO:
Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:
Diagrama Unifilar Cuadro Quemado

FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 7
----------------------	----------------	-------------------



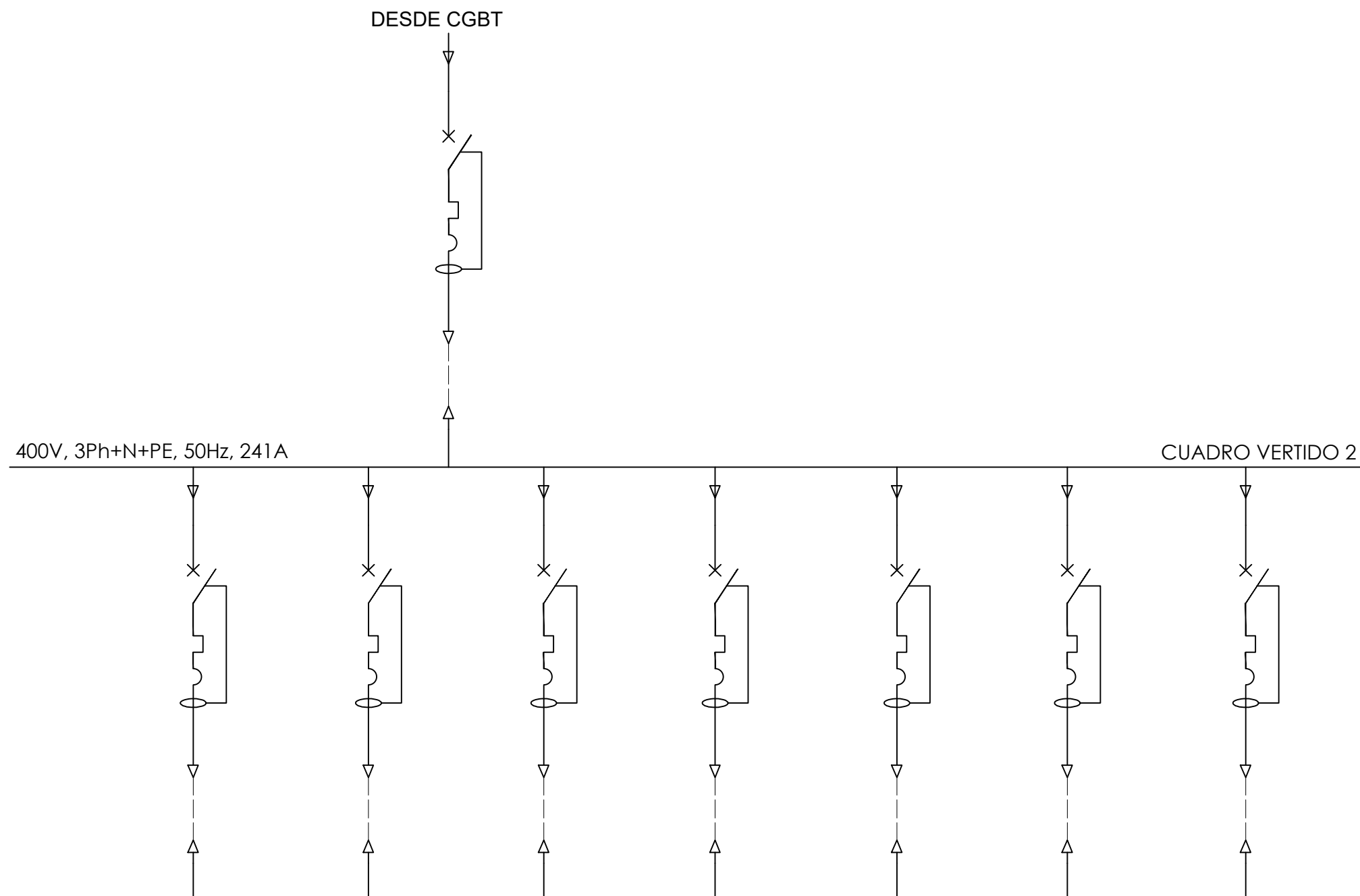
COD. LÍNEA	CHF1	CHF2	CTM24	CLV1.1	CLV1.2	CLV1.3	CEMV1
NUMBER OF PHASES	3PH	3PH	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)	1PH(R)	1PH(S)
COD. INT. AUTOMÁTICO	IA 5.1	IA 5.2	IA 5.3	IA 5.4	IA 5.5	IA 5.6	IA 5.7
COD. INT DIFERENCIAL	ID 5.1	ID 5.2	ID 5.3	ID 5.4	ID 5.5	ID 5.6	ID 5.7
SALIDA	HF1	HF2	TM24	LV1.1	LV1.2	LV1.3	EMV1

Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida

ALUMNO:
Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:
Diagrama Unifilar Cuadro Vertido 1

FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 8
----------------------	----------------	-------------------



COD. LÍNEA	CHF3	CHF4	CTM25	CLV2.1	CLV2.2	CLV2.3	CEMV2
NUMBER OF PHASES	3PH	3PH	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)	1PH(R)	1PH(S)
COD. INT. AUTOMÁTICO	IA 6.1	IA 6.2	IA 6.3	IA 6.4	IA 6.5	IA 6.6	IA 6.7
COD. INT DIFERENCIAL	ID 6.1	ID 6.2	ID 6.3	ID 6.4	ID 6.5	ID 6.6	ID 6.7
SALIDA	HF3	HF4	TM25	LV2.1	LV2.2	LV2.3	EMV2

Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Diagrama Unifilar Cuadro Vertido 2		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 9



Universidad
del País Vasco

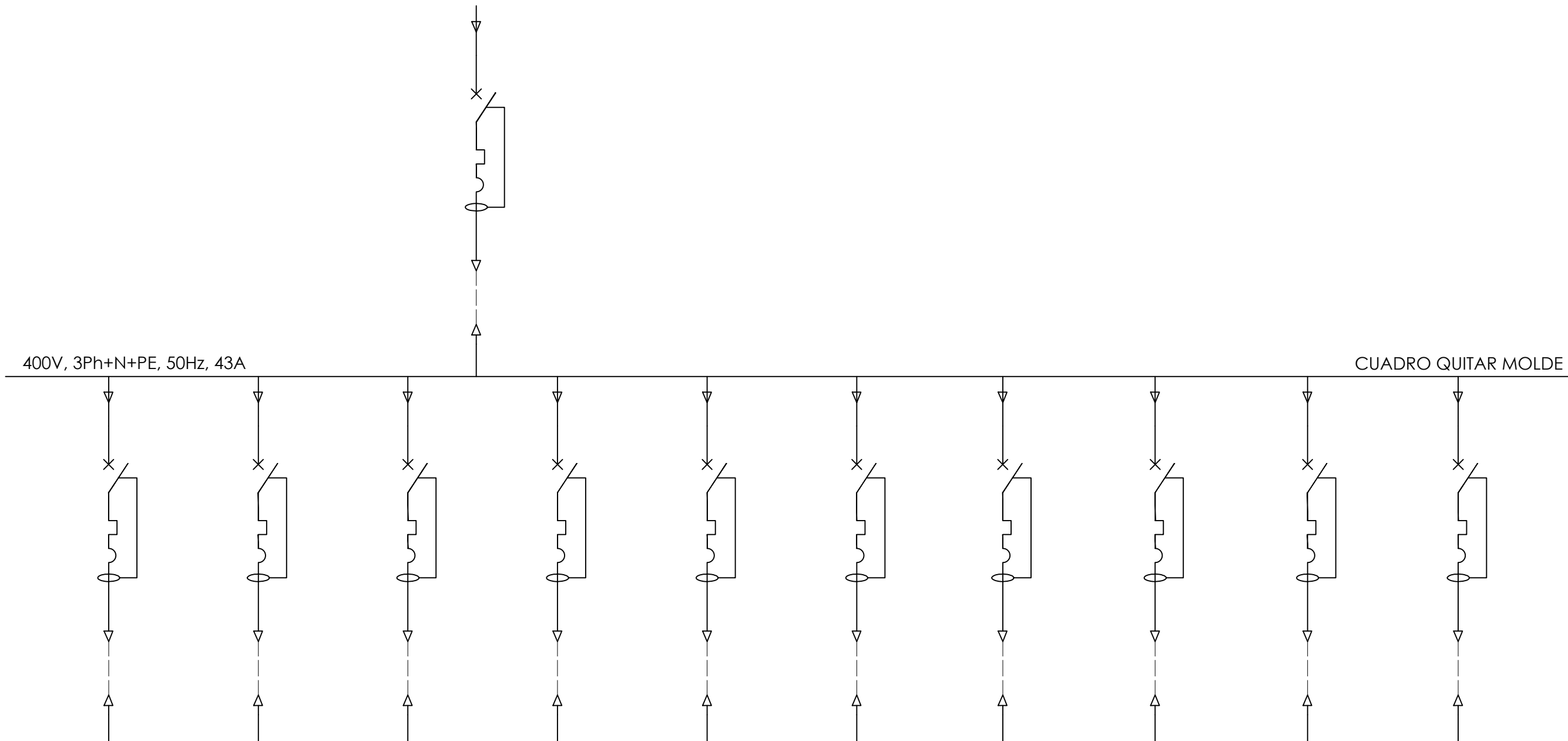
Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO

DESDE CGBT

400V, 3Ph+N+PE, 50Hz, 43A

CUADRO QUITAR MOLDE



COD. LÍNEA	CQC1	CQC2	CQC3	CCL1	CCL2	CTM26	CLQMZ1	CLQMZ2	CLQMZ3	CEMQM
NUMBER OF PHASES	3PH	3PH	3PH	3PH	3PH	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)	1PH(R)	1PH(S)
COD. INT. AUTOMÁTICO	IA 7.1	IA 7.2	IA 7.3	IA 7.4	IA 7.5	IA 7.6	IA 7.7	IA 7.8	IA 7.9	IA 7.10
COD. INT DIFERENCIAL	ID 7.1	ID 7.2	ID 7.3	ID 7.4	ID 7.5	ID 7.6	ID 7.7	ID 7.8	ID 7.9	ID 7.10
SALIDA	QC1	QC2	QC3	CL1	CL2	TM26	LQMZ1	LQMZ2	LQMZ3	EMQM

Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida

ALUMNO:

Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:

Diagrama Unifilar Cuadro Quitar Molde

FECHA:

Junio 2023

ESCALA:

N/A

Nº DE PLANO:

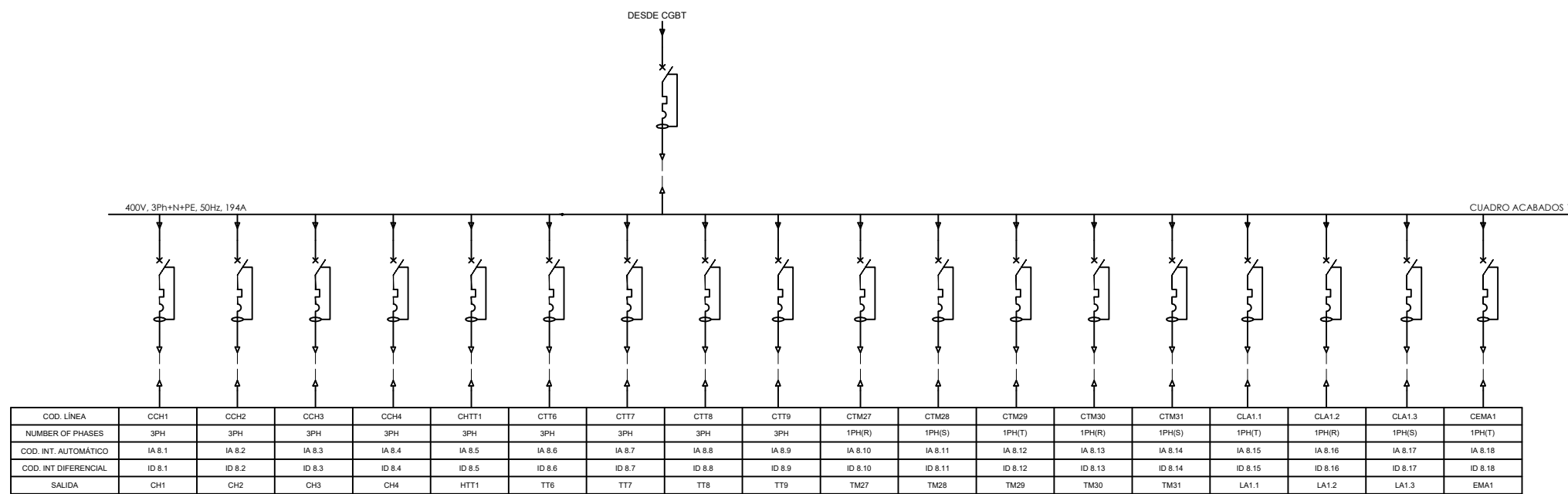
10



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO



Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida

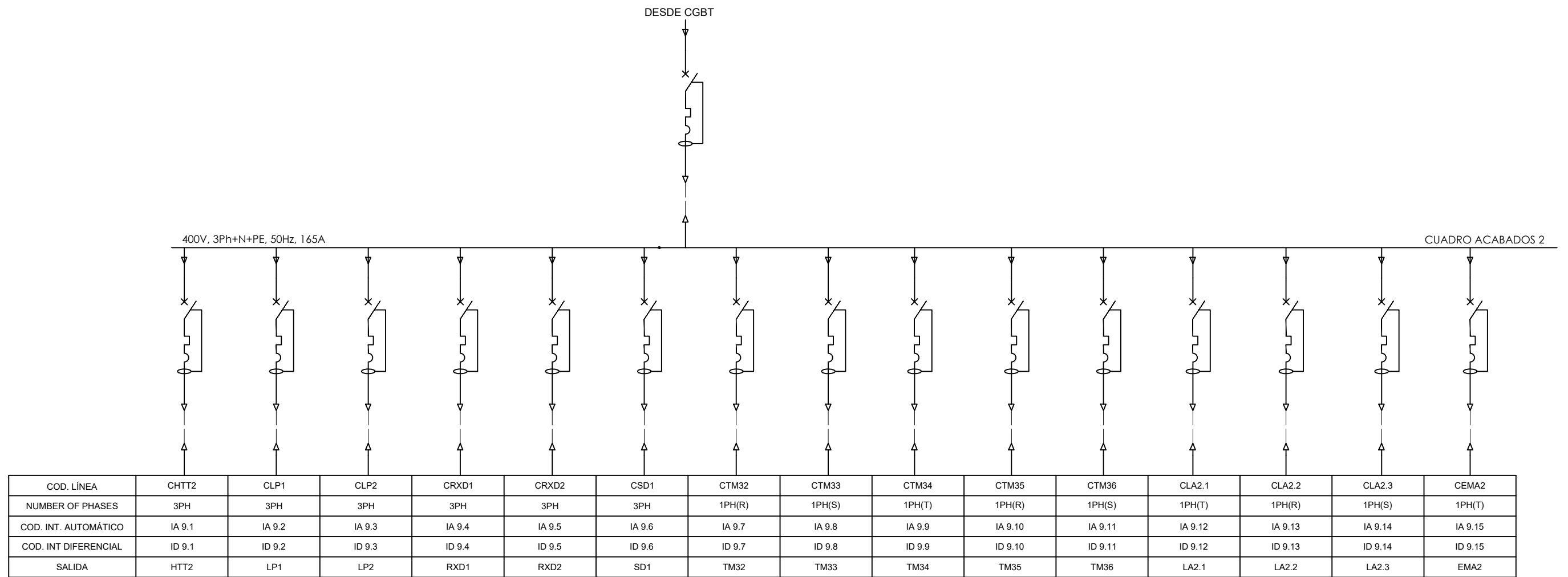
ALUMNO:
Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:
Diagrama Unifilar Cuadro Acabados 1

FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 11
----------------------	----------------	--------------------

Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

BILBOKO INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO



Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida

ALUMNO:

Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:

Diagrama Unifilar Cuadro Acabados 2

FECHA:

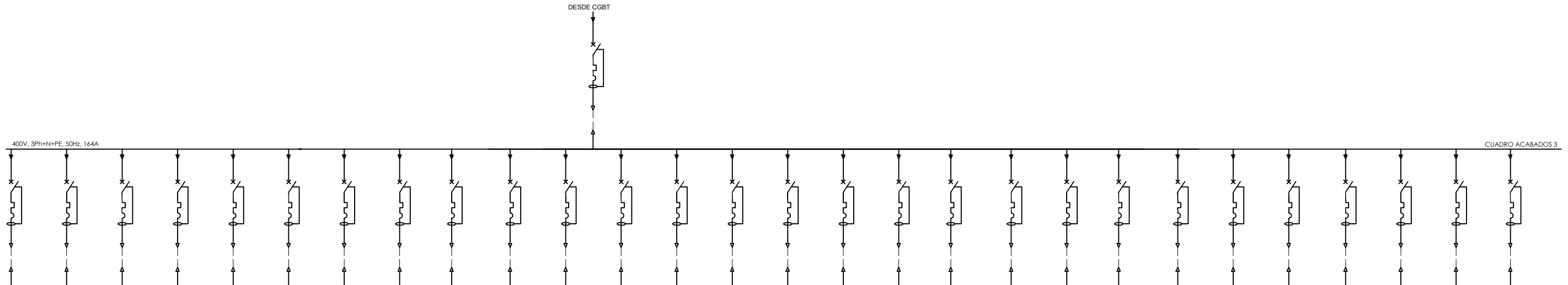
Junio 2023

ESCALA:

N/A

Nº DE PLANO:

12



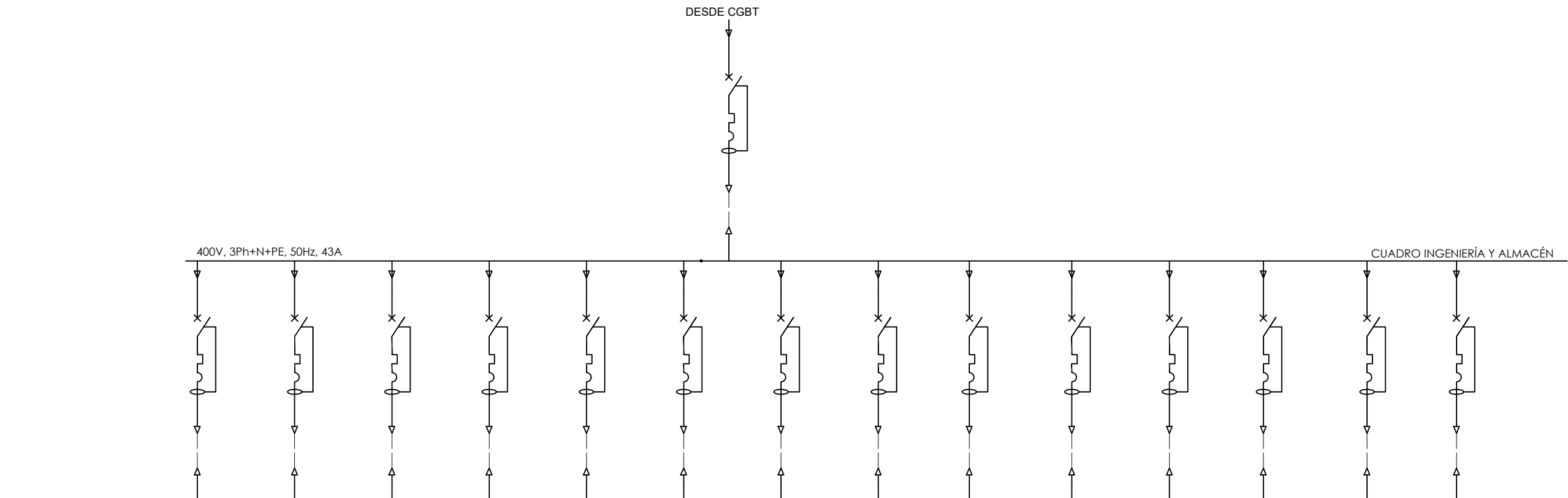
COD. LÍNEA	CSD2	CEST1	CEST2	CTT10	CTM37	CTM38	CTM39	CTM40	CTM41	CTM42	CTM43	CTM44	CTM45	CTM46	CTM47	CTM48	CTM49	CTM50	CTM51	CTM52	CTM53	CTM54	CTM55	CTM56	CLA3.1	CLA3.2	CLA3.3	CEMA3
NUMBER OF PHASES	3PH	3PH	3PH	3PH	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)
COD. INT. AUTOMÁTICO	IA 10.1	IA 10.2	IA 10.3	IA 10.4	IA 10.5	IA 10.6	IA 10.7	IA 10.8	IA 10.9	IA 10.10	IA 10.11	IA 10.12	IA 10.13	IA 10.14	IA 10.15	IA 10.16	IA 10.17	IA 10.18	IA 10.19	IA 10.20	IA 10.21	IA 10.22	IA 10.23	IA 10.24	IA 10.25	IA 10.26	IA 10.27	IA 10.28
COD. INT. DIFERENCIAL	ID 10.1	ID 10.2	ID 10.3	ID 10.4	ID 10.5	ID 10.6	ID 10.7	ID 10.8	ID 10.9	ID 10.10	ID 10.11	ID 10.12	ID 10.13	ID 10.14	ID 10.15	ID 10.16	ID 10.17	ID 10.18	ID 10.19	ID 10.20	ID 10.21	ID 10.22	ID 10.23	ID 10.24	ID 10.25	ID 10.26	ID 10.27	ID 10.28
SALIDA	SD2	EST1	EST2	TT10	TM37	TM38	TM39	TM40	TM41	TM42	TM43	TM44	TM45	TM46	TM47	TM48	TM49	TM50	TM51	TM52	TM53	TM54	TM55	TM56	LA3.1	LA3.2	LA3.3	EMA3

Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida

ALUMNO:
Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:
Diagrama Unifilar Cuadro Acabados 3

FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 13
-----------------------------	-----------------------	---------------------------



COD. LÍNEA	CTM57	CTM58	CTM59	CTM60	CTM61	CTM62	CTM63	CTM64	CTM65	CLING	CLALMZ1	CLALMZ2	CLALMZ3	CEM
NUMBER OF PHASES	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)	1PH(S)	1PH(R)	1PH(S)	1PH(T)	1PH(T)
COD. INT. AUTOMÁTICO	IA 11.1	IA 11.2	IA 11.3	IA 11.4	IA 11.5	IA 11.6	IA 11.7	IA 11.8	IA 11.9	IA 11.10	IA 11.11	IA 11.12	IA 11.13	IA 11.14
COD. INT DIFERENCIAL	ID 11.1	ID 11.2	ID 11.3	ID 11.4	ID 11.5	ID 11.6	ID 11.7	ID 11.8	ID 11.9	ID 11.10	ID 11.11	ID 11.12	ID 11.13	ID 11.14
SALIDA	TM57	TM58	TM59	TM60	TM61	TM62	TM63	TM64	TM65	LING	LALMZ1	LALMZ2	LALMZ3	EM



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

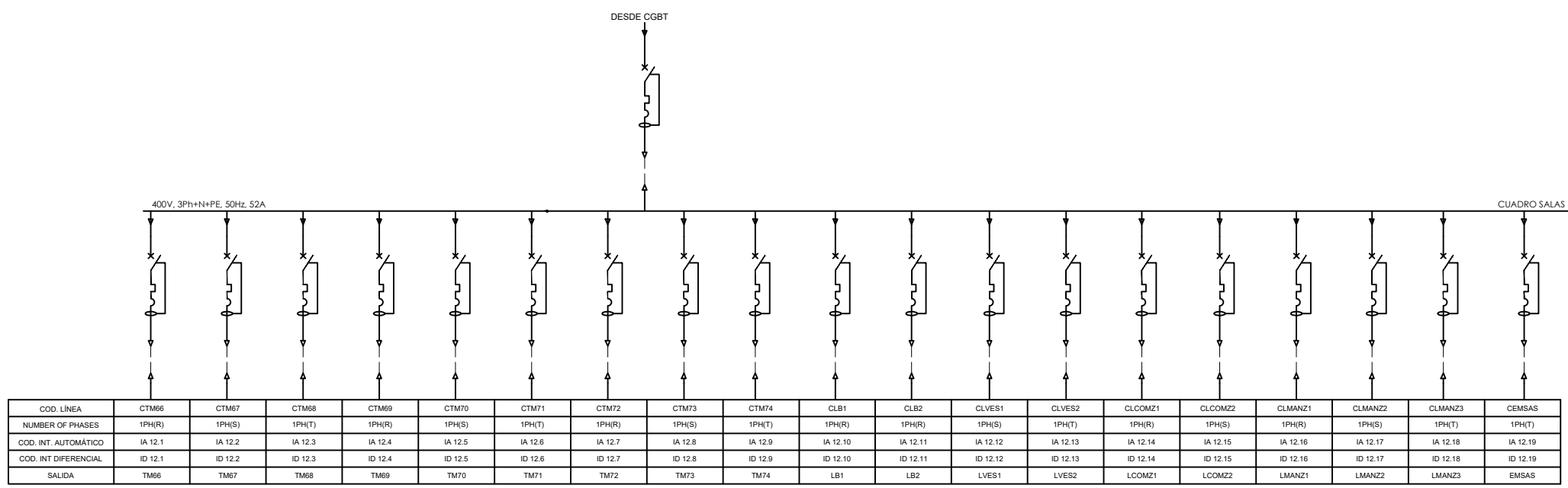
**BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA**
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO

**Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida**

ALUMNO:
Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:
Diagrama Unifilar Cuadro Ingeniería y Almacén

FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 14
----------------------	----------------	--------------------



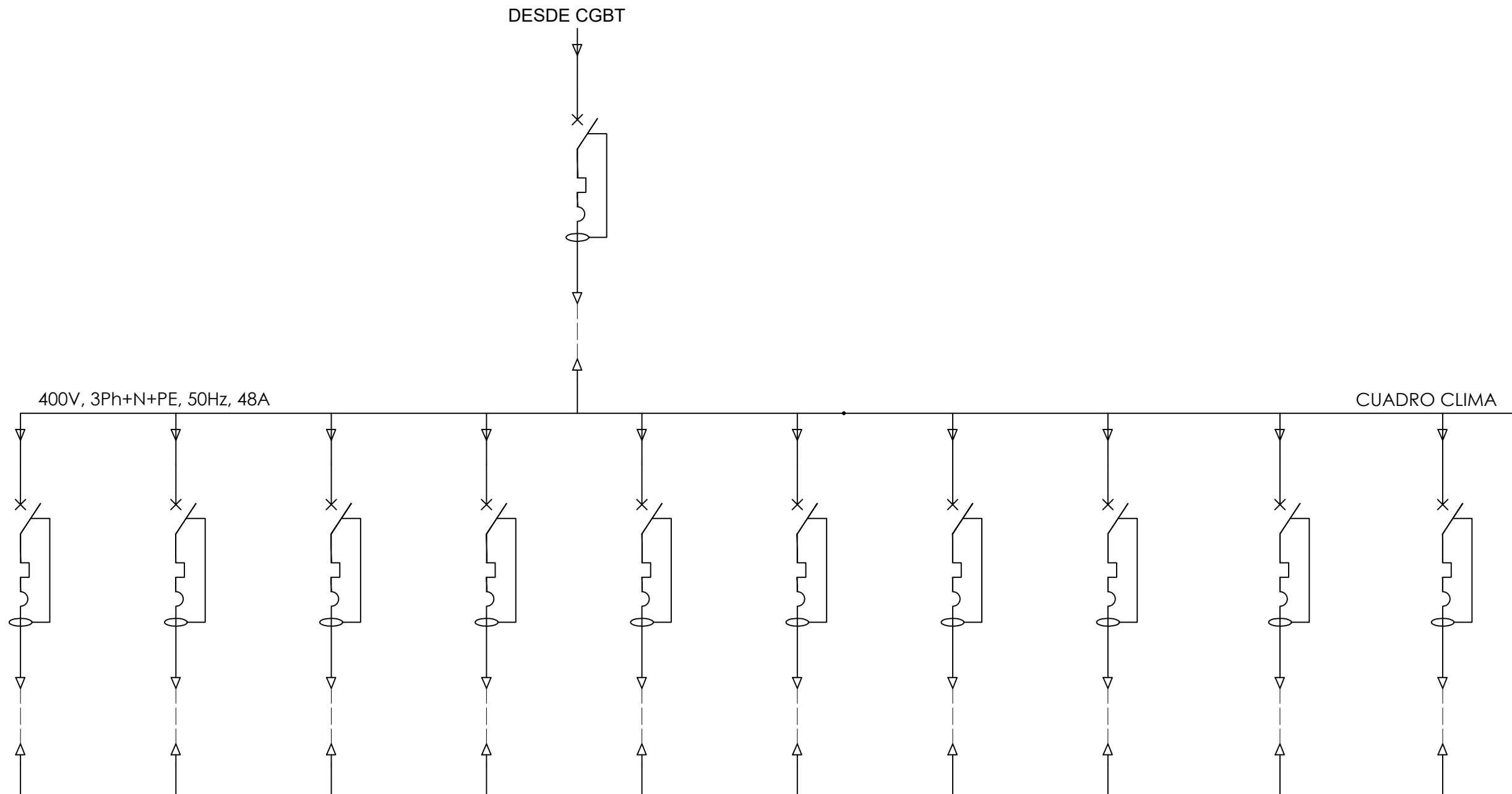
Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida

ALUMNO:
Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:
Diagrama Unifilar Cuadro Salas

FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 15
----------------------	----------------	--------------------

BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO



COD. LÍNEA	CUTA	CVENT1	CVENT2	CVENT3	CVENT4	CVENT5	CVENT6	CEXTR1	CEXTR2	CEXTR3
NUMBER OF PHASES	3PH	3PH	3PH	3PH	3PH	3PH	3PH	3PH	3PH	3PH
COD. INT. AUTOMÁTICO	IA 13.1	IA 13.2	IA 13.3	IA 13.4	IA 13.5	IA 13.6	IA 13.7	IA 13.8	IA 13.9	IA 13.10
COD. INT DIFERENCIAL	ID 13.1	ID 13.2	ID 13.3	ID 13.4	ID 13.5	ID 13.6	ID 13.7	ID 13.8	ID 13.9	ID 13.10
SALIDA	UTA	VENT1	VENT2	VENT3	VENT4	VENT5	VENT6	EXTR1	EXTR2	EXTR3

Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida

ALUMNO:

Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:

Diagrama Unifilar Cuadro Clima

FECHA:

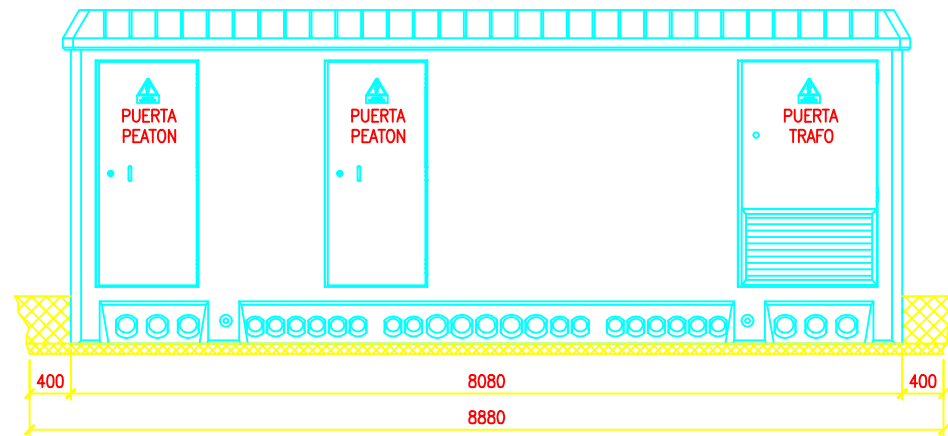
Junio 2023

ESCALA:

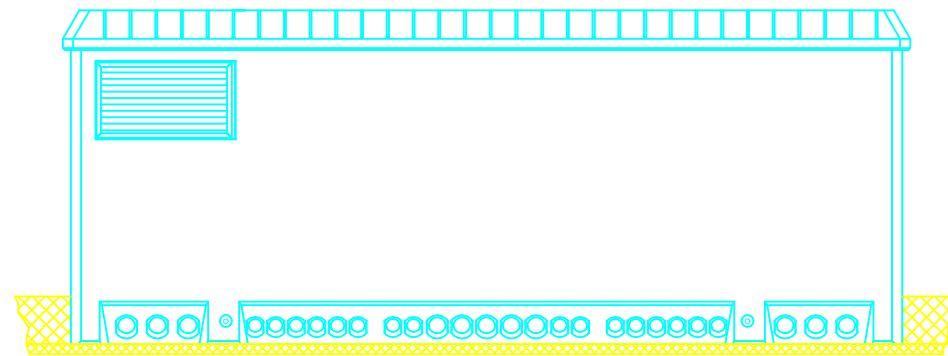
N/A

Nº DE PLANO:

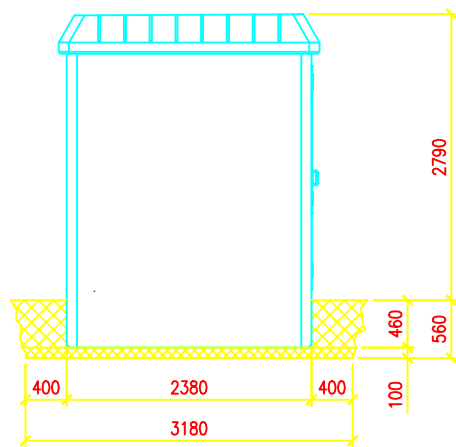
16



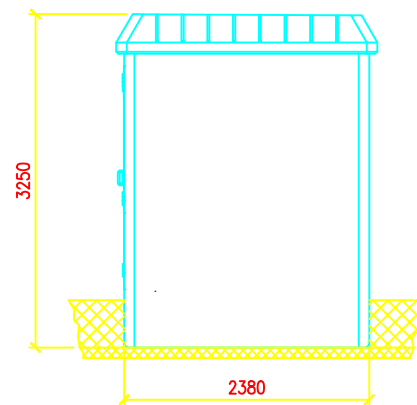
VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR

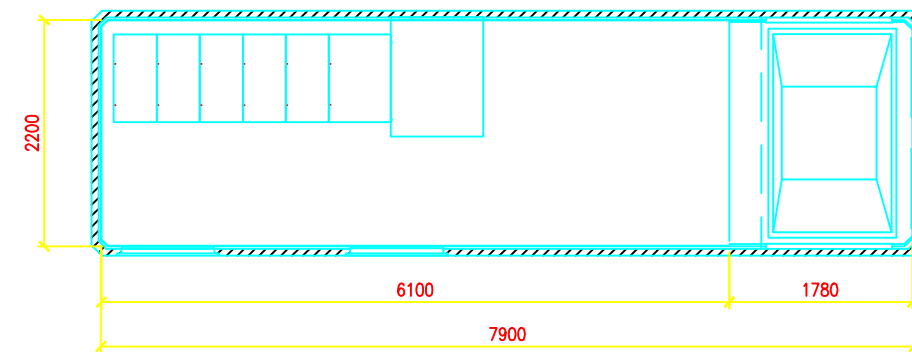
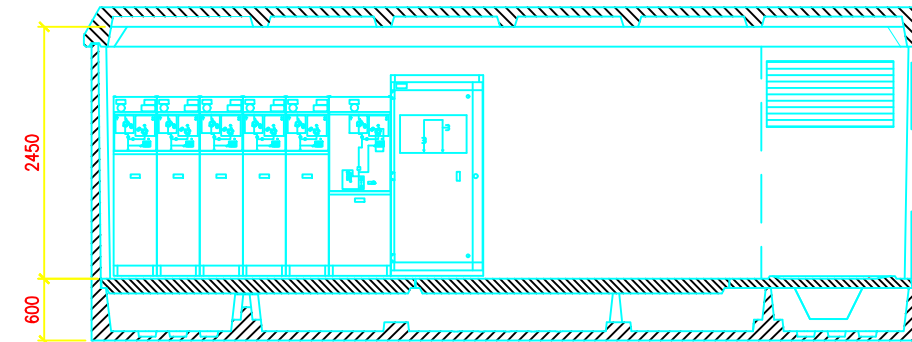


VISTA LATERAL IZQUIERDA

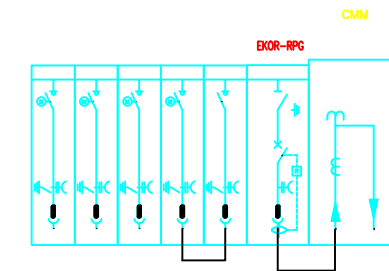


VISTA LATERAL DERECHA

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
8,88 m. LARGO x 3,18 m. ANCHO x 0,56 m. PROFUND.



Motor. Motor. Motor. Motor.



Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida

ALUMNO:

Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:

Centro de Transformación

FECHA:

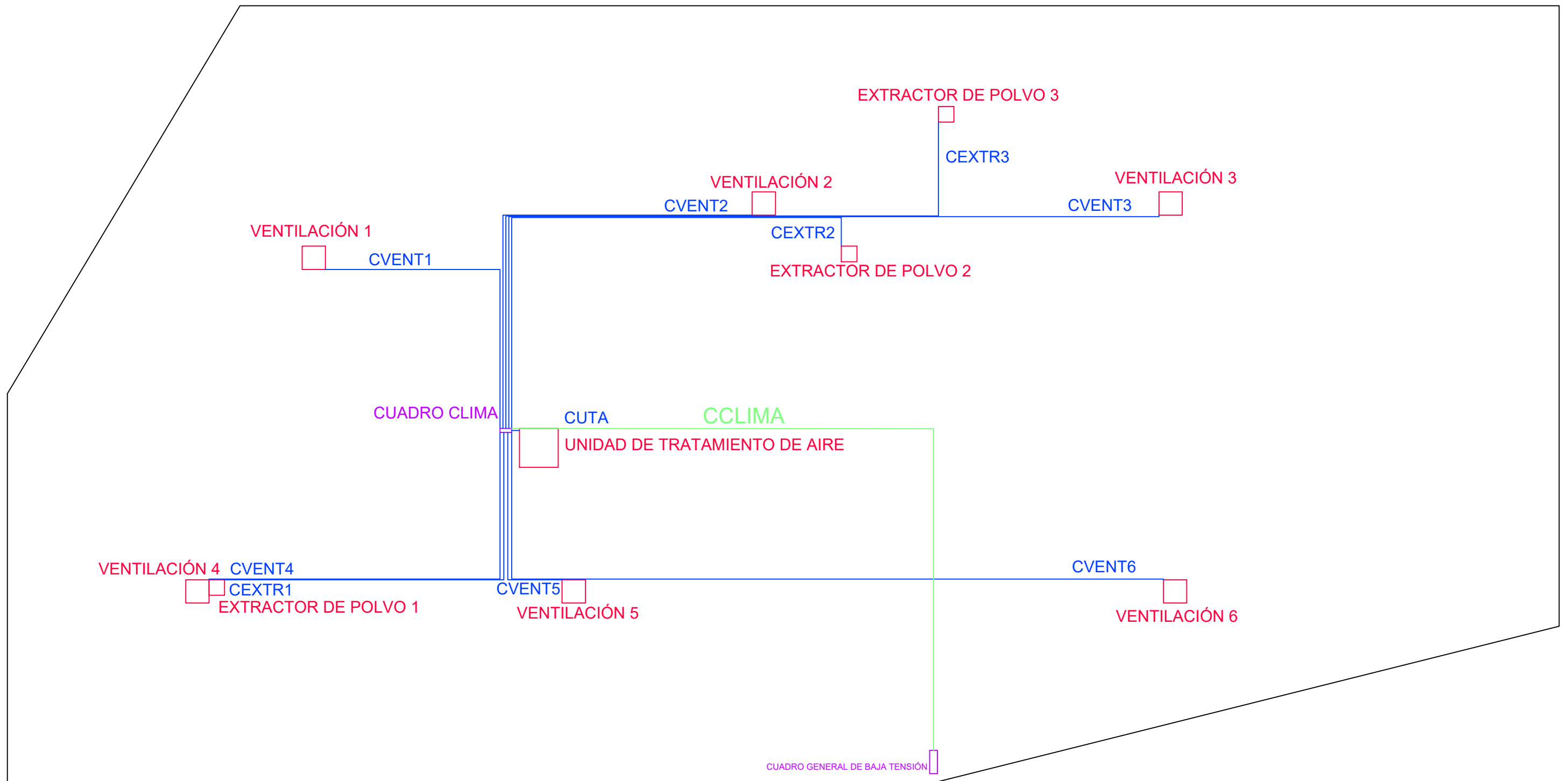
Junio 2023

ESCALA:

N/A

Nº DE PLANO:

17



Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Cuadro Clima y Cargas en Tejado		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 18



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

**BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO**



Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida

ALUMNO:
Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:
Cargas

FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 19
----------------------	----------------	--------------------



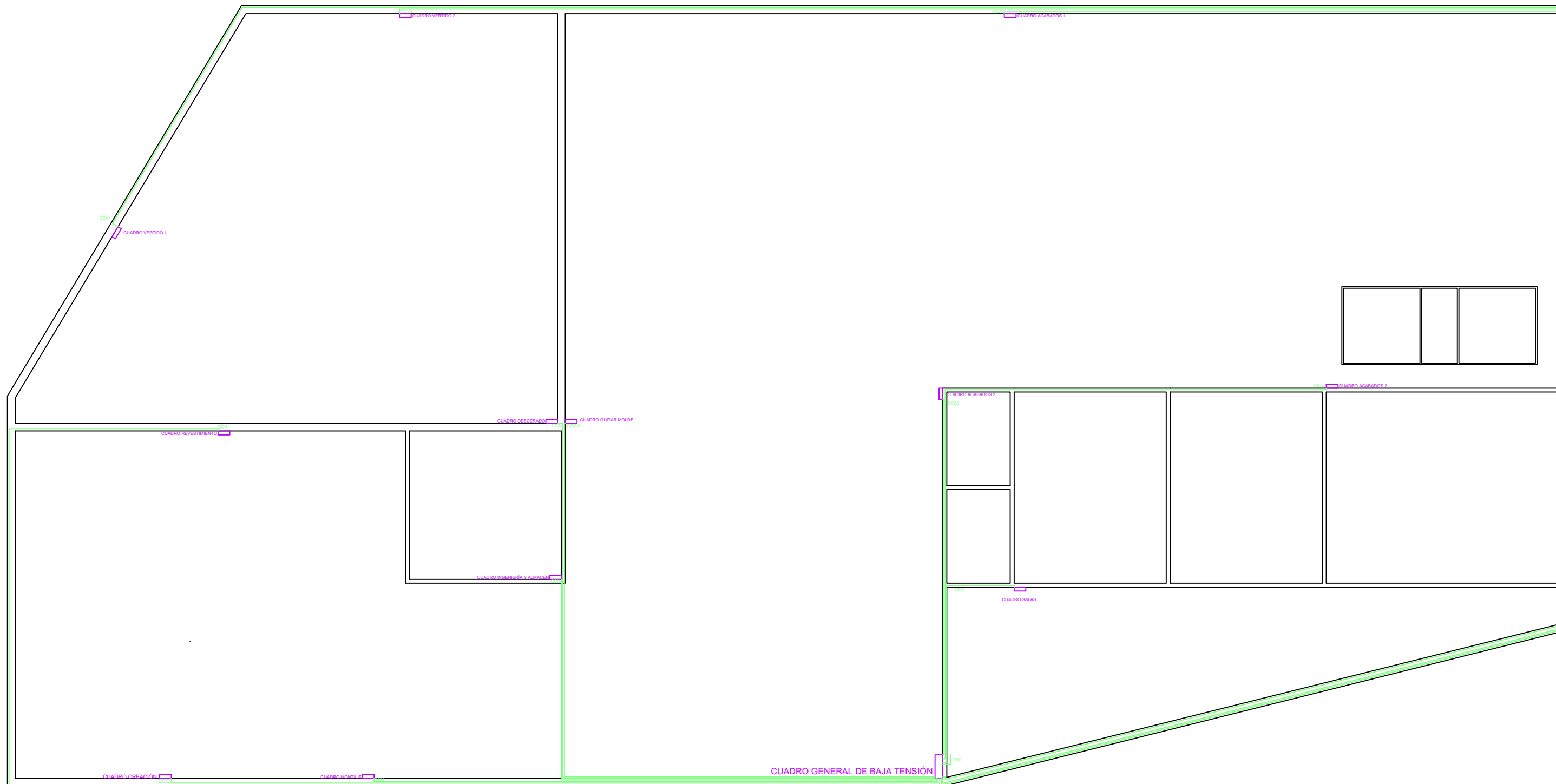
Universidad del País Vasco

Euskal Herriko Unibertsitatea

BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO



Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Luminarias		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 20



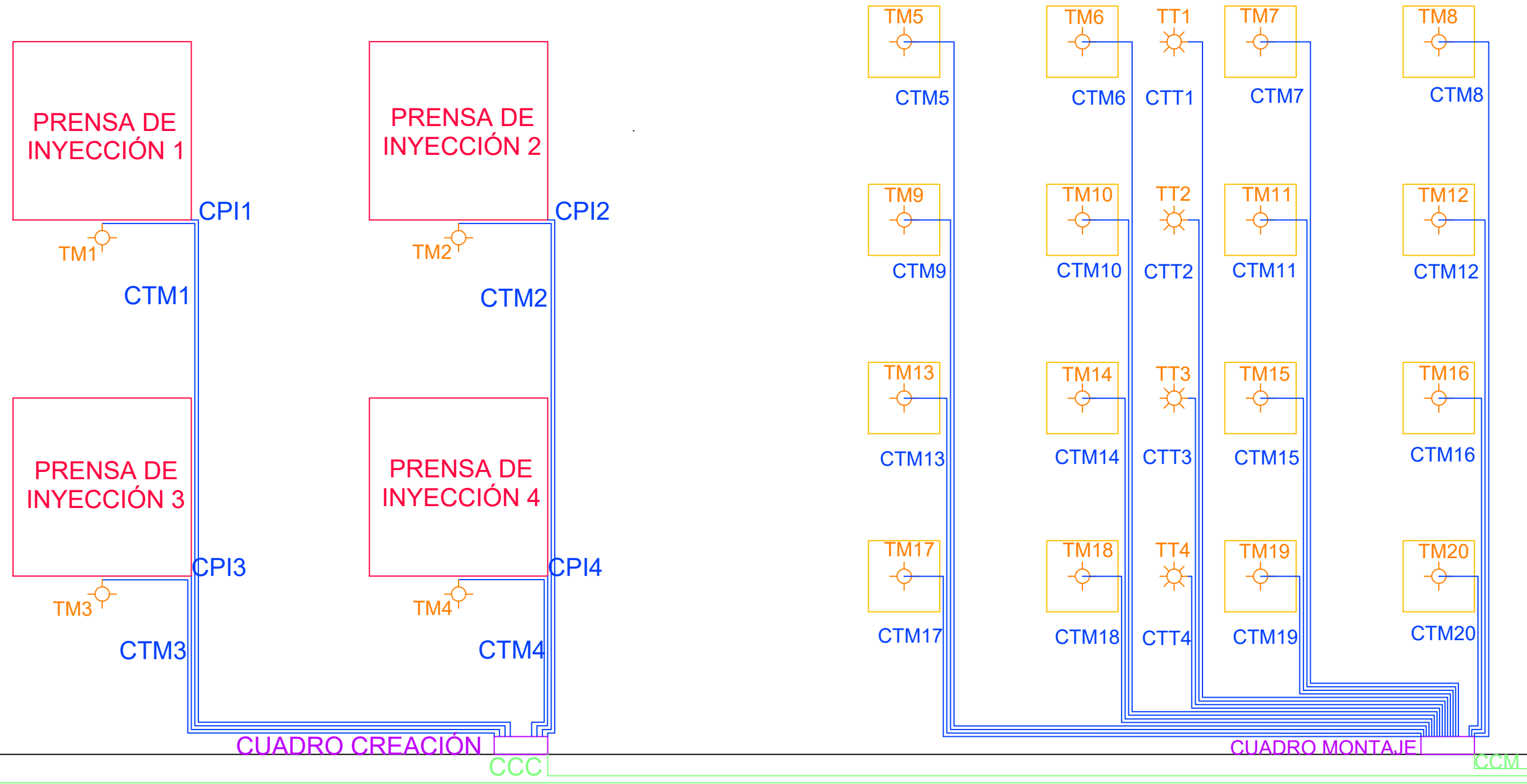
Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO:		
Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN:		
Cuadros		
FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO:
Junio 2023	N/A	21



Universidad del País Vasco

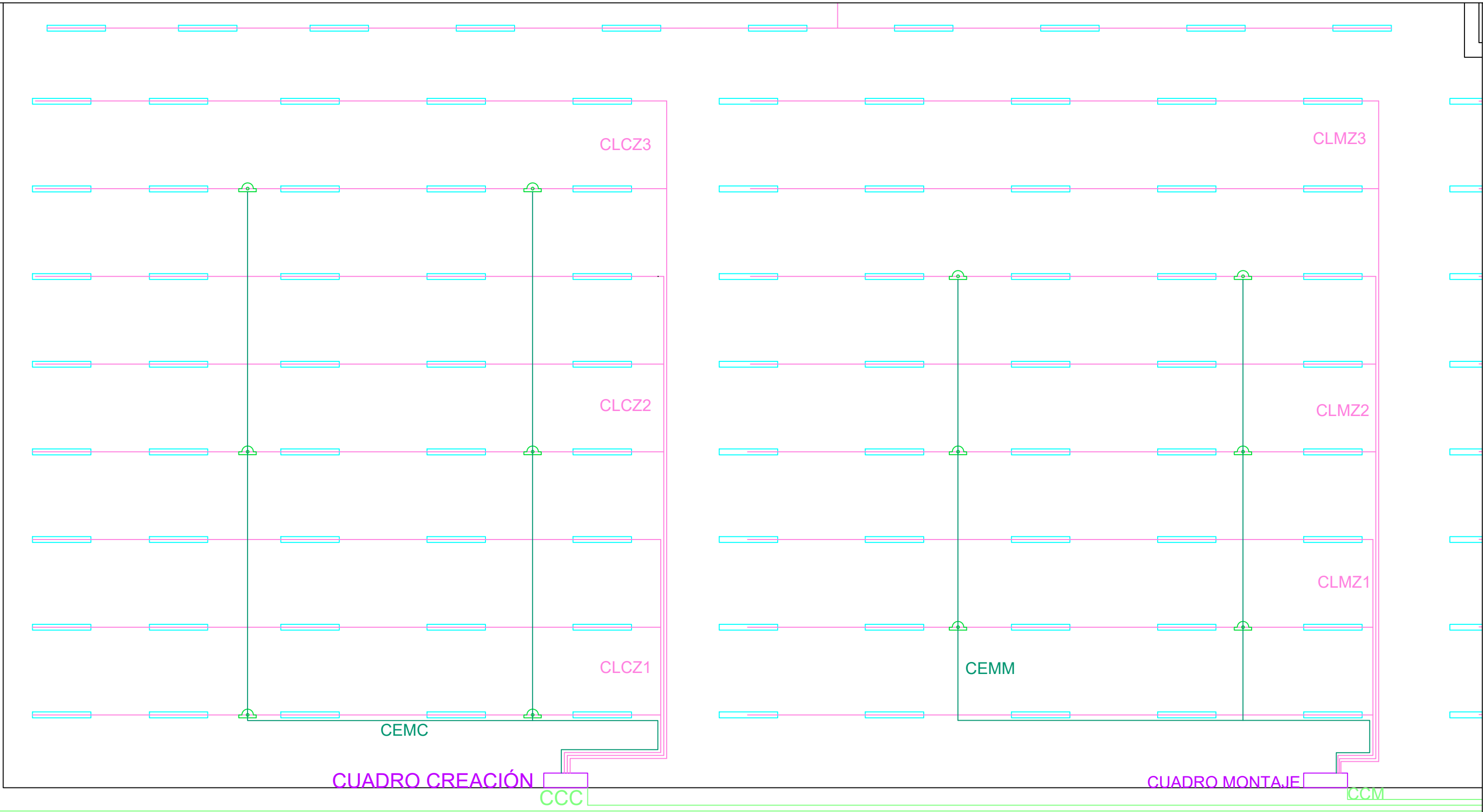
Euskal Herriko Unibertsitatea

BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO




 Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea
BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA
 ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO

Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Cargas Creación y Montaje		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 22



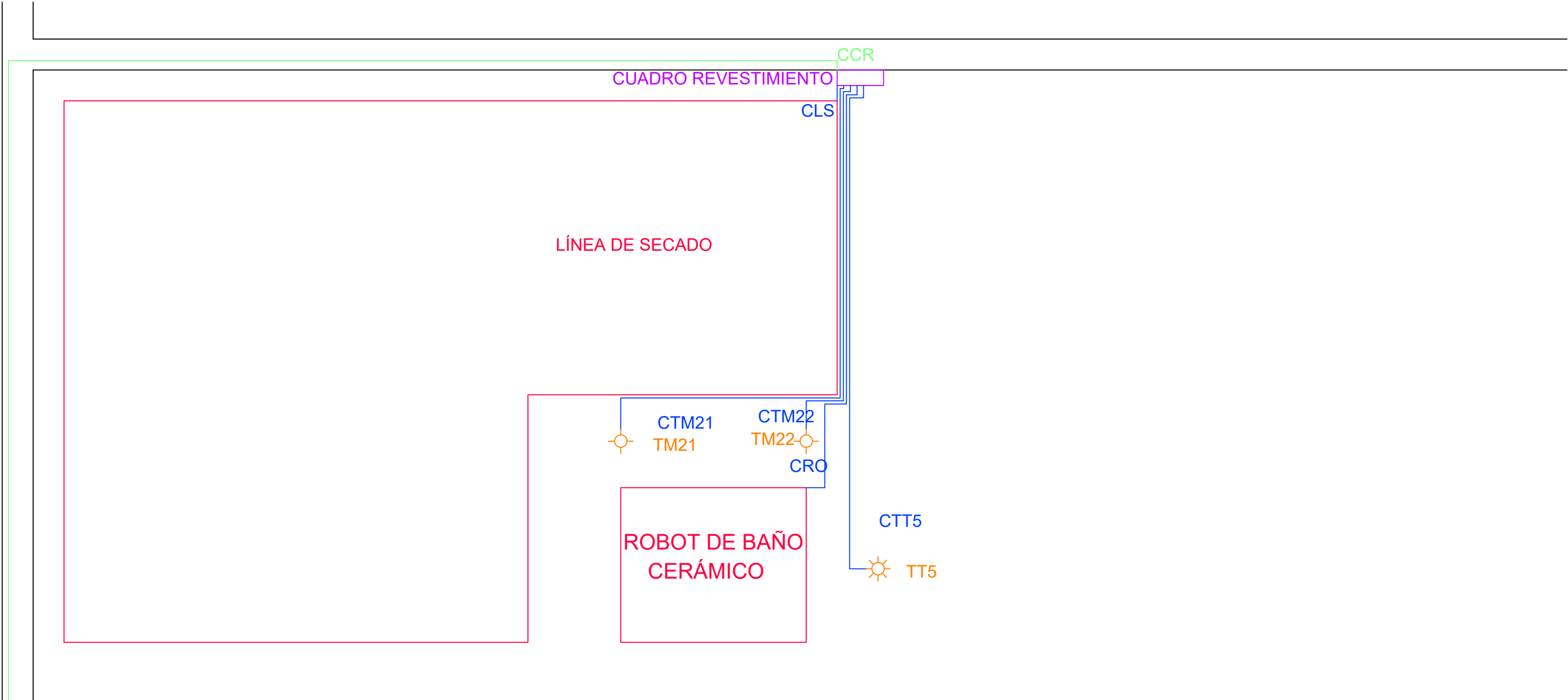
Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Luminarias Creación y Montaje		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 23



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

**BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO**



Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida

ALUMNO:
Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:
Cargas Revestimiento

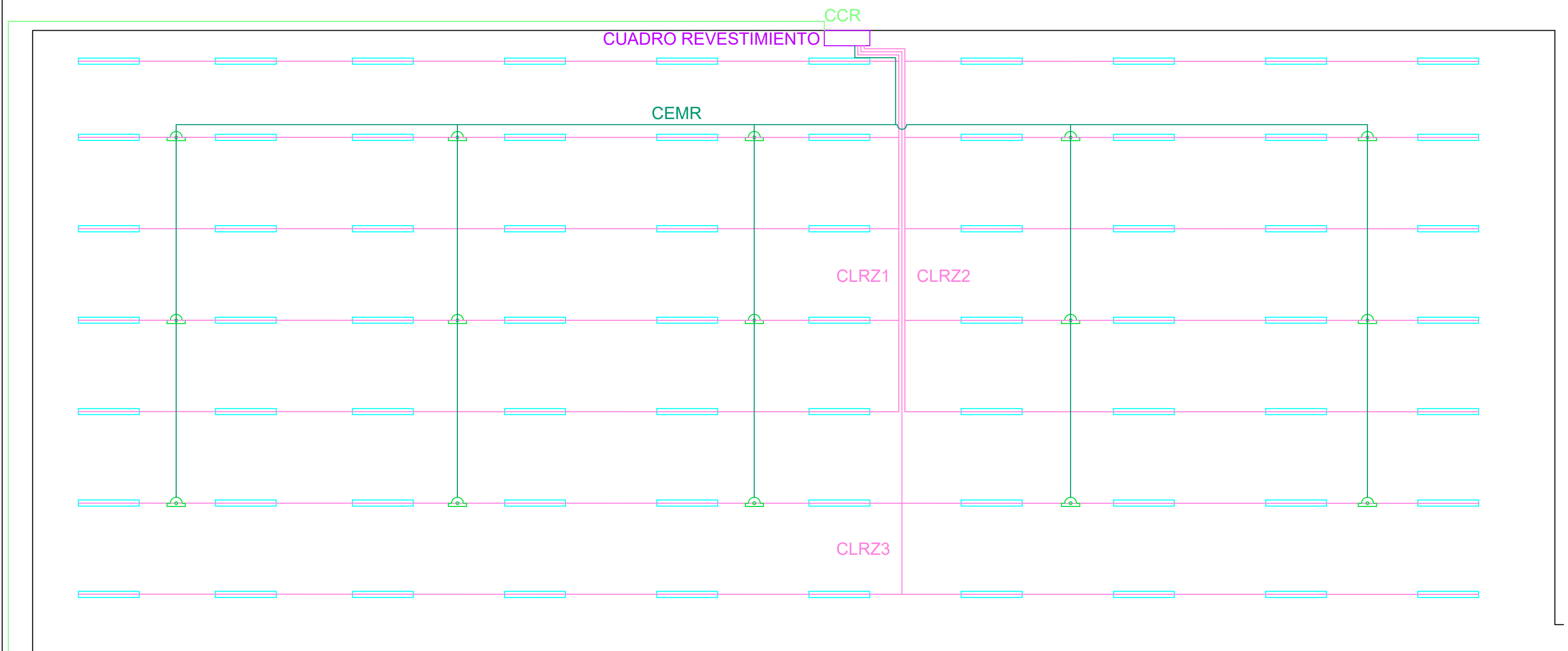
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 24
----------------------	----------------	--------------------



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO



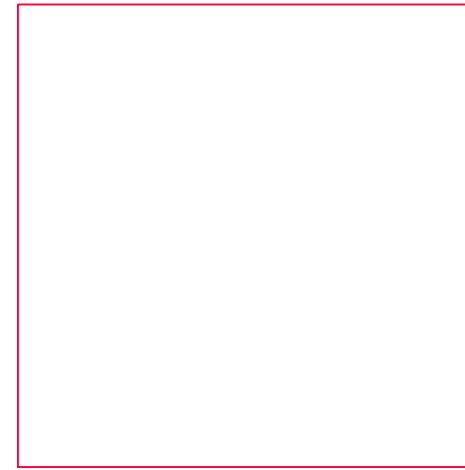
Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Luminarias Revestimiento		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 25

 Universidad del País Vasco	Euskal Herriko Unibertsitatea	BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO
--	--	--

HORNO DESCERADO 1



HORNO DESCERADO 2



TM23



CTM23

CHD1

CHD2

CUADRO DESCERADO

CCQ

Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida

ALUMNO:

Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:

Cargas Quemado

FECHA:

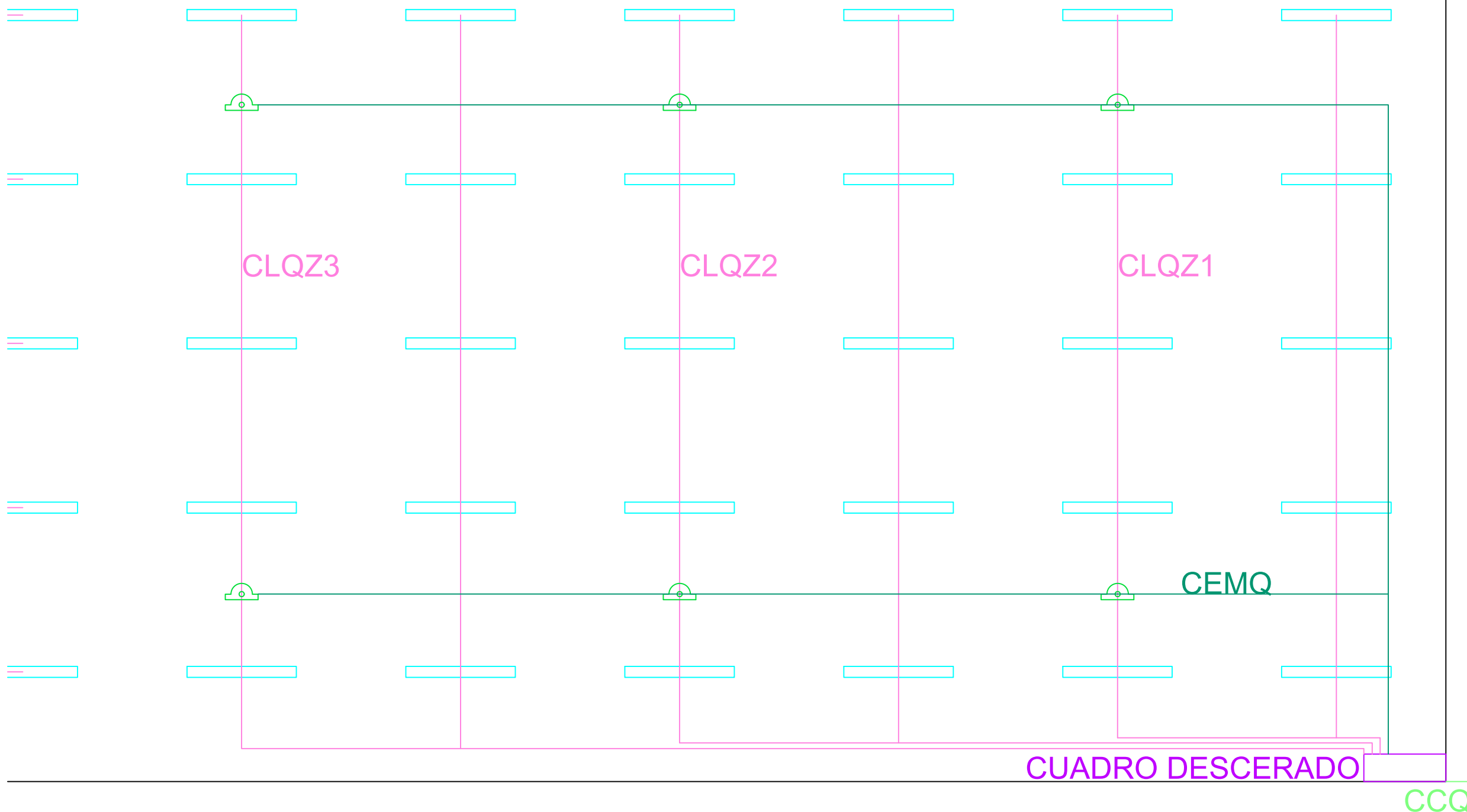
Junio 2023

ESCALA:

N/A

Nº DE PLANO:

26



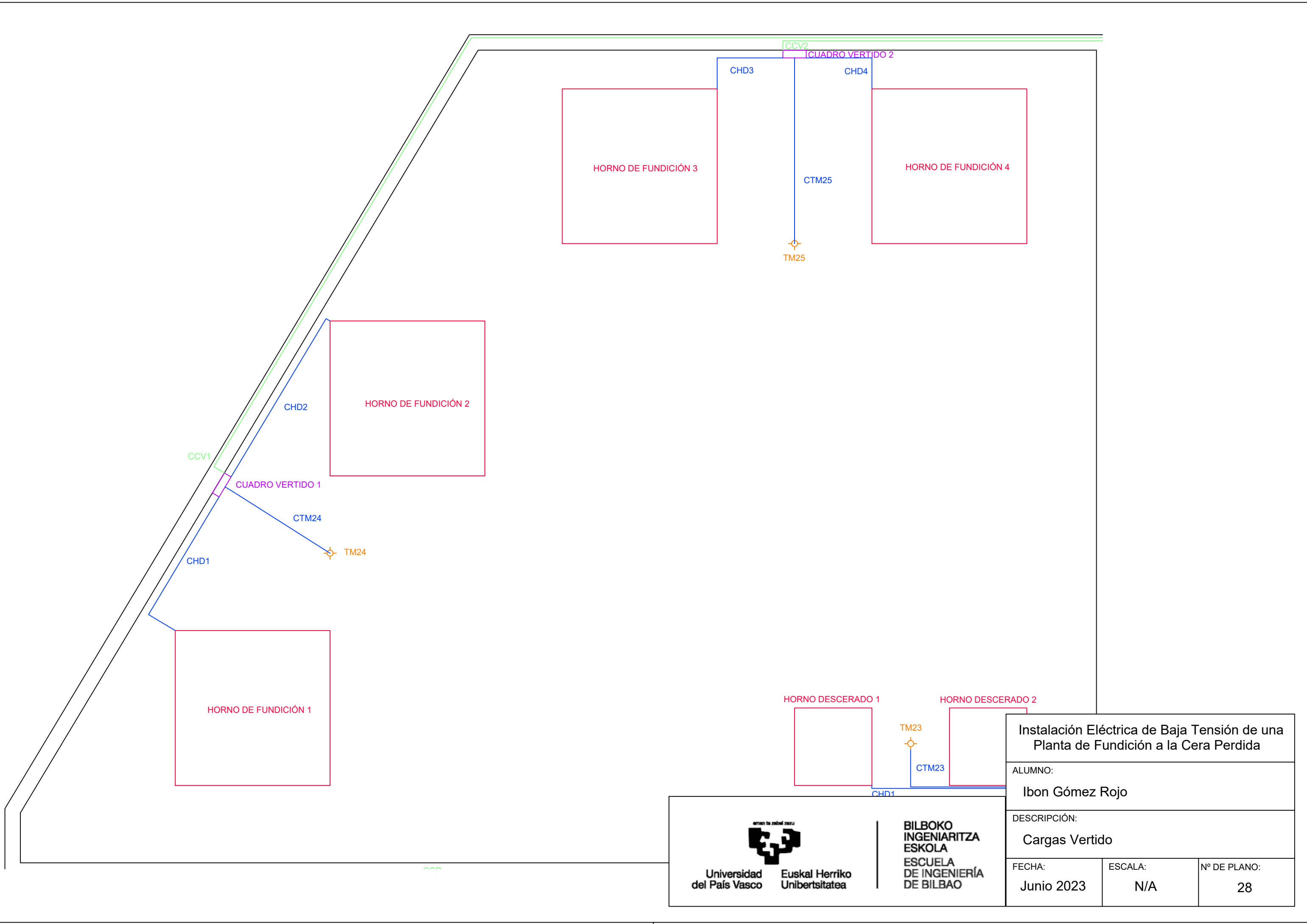
Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Cargas Quemado		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 27



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

**BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO**



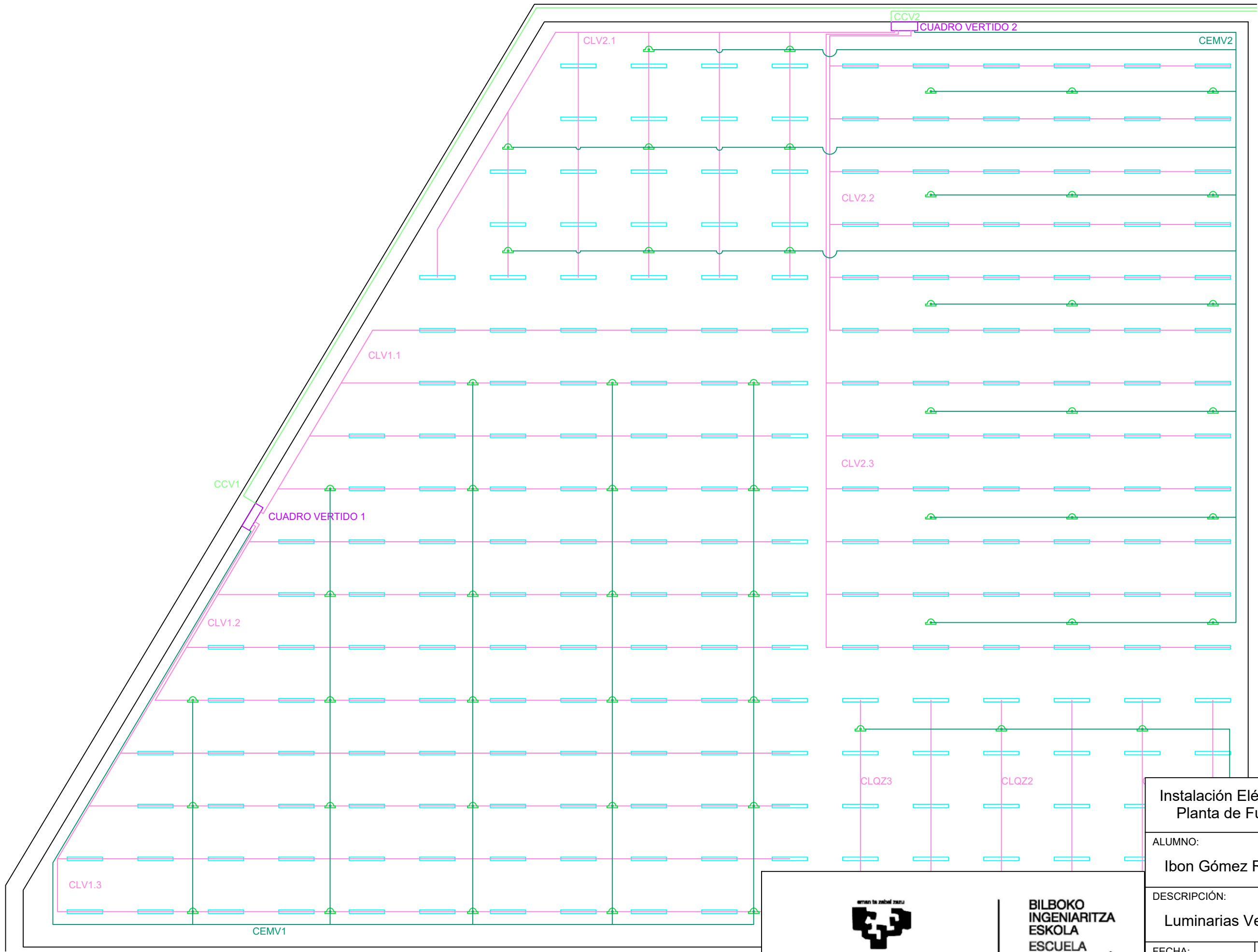
Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Cargas Vertido		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 28



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

**BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO**



**Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida**

ALUMNO:
Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:
Luminarias Vertido

FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 29
----------------------	----------------	--------------------



**Universidad
del País Vasco**

**Euskal Herriko
Unibertsitatea**

**BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO**



CCL1



CCL2



CTM26



CQC1



CQC2



CQC3

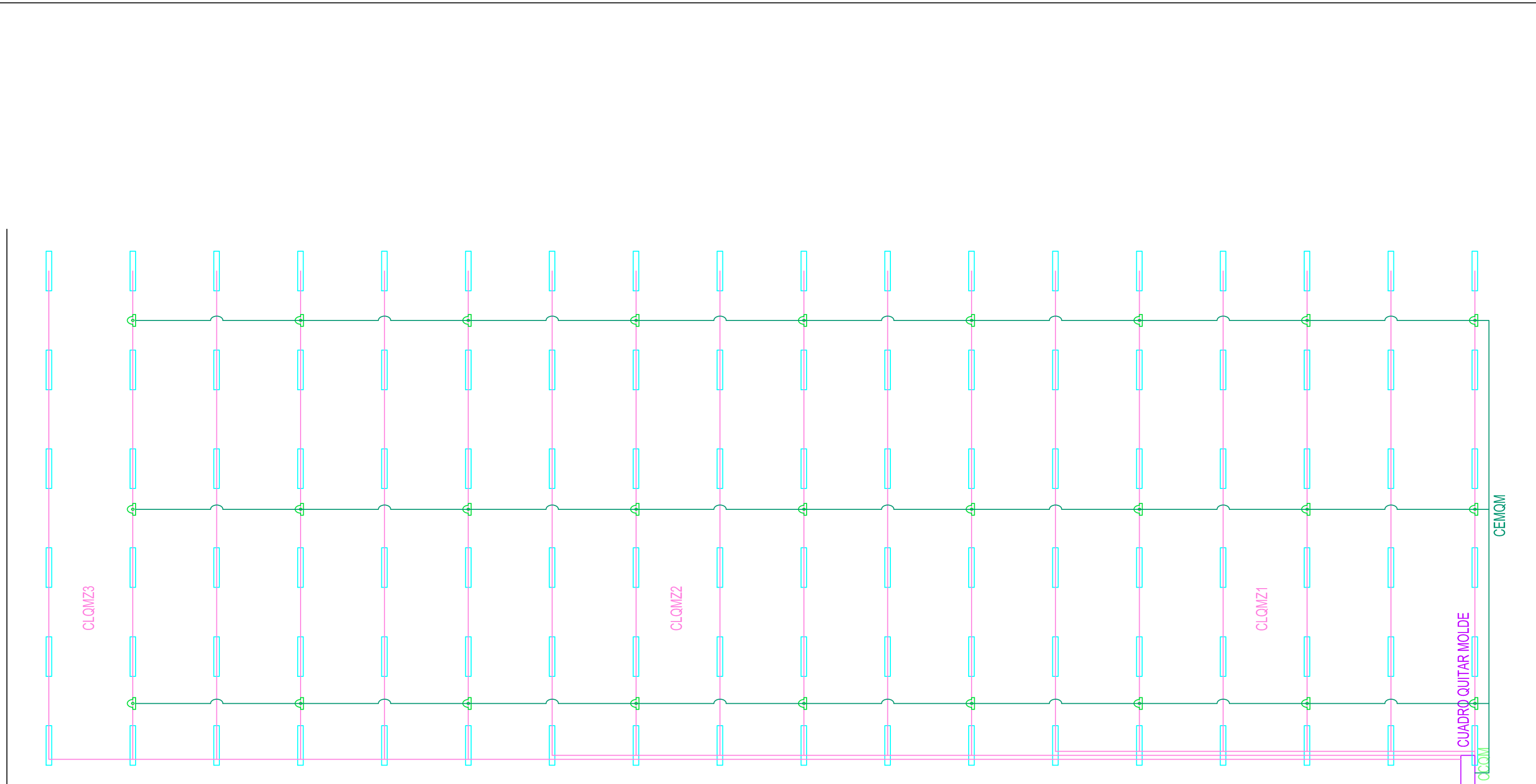
CUADRO QUITAR MOLDE

CCQM



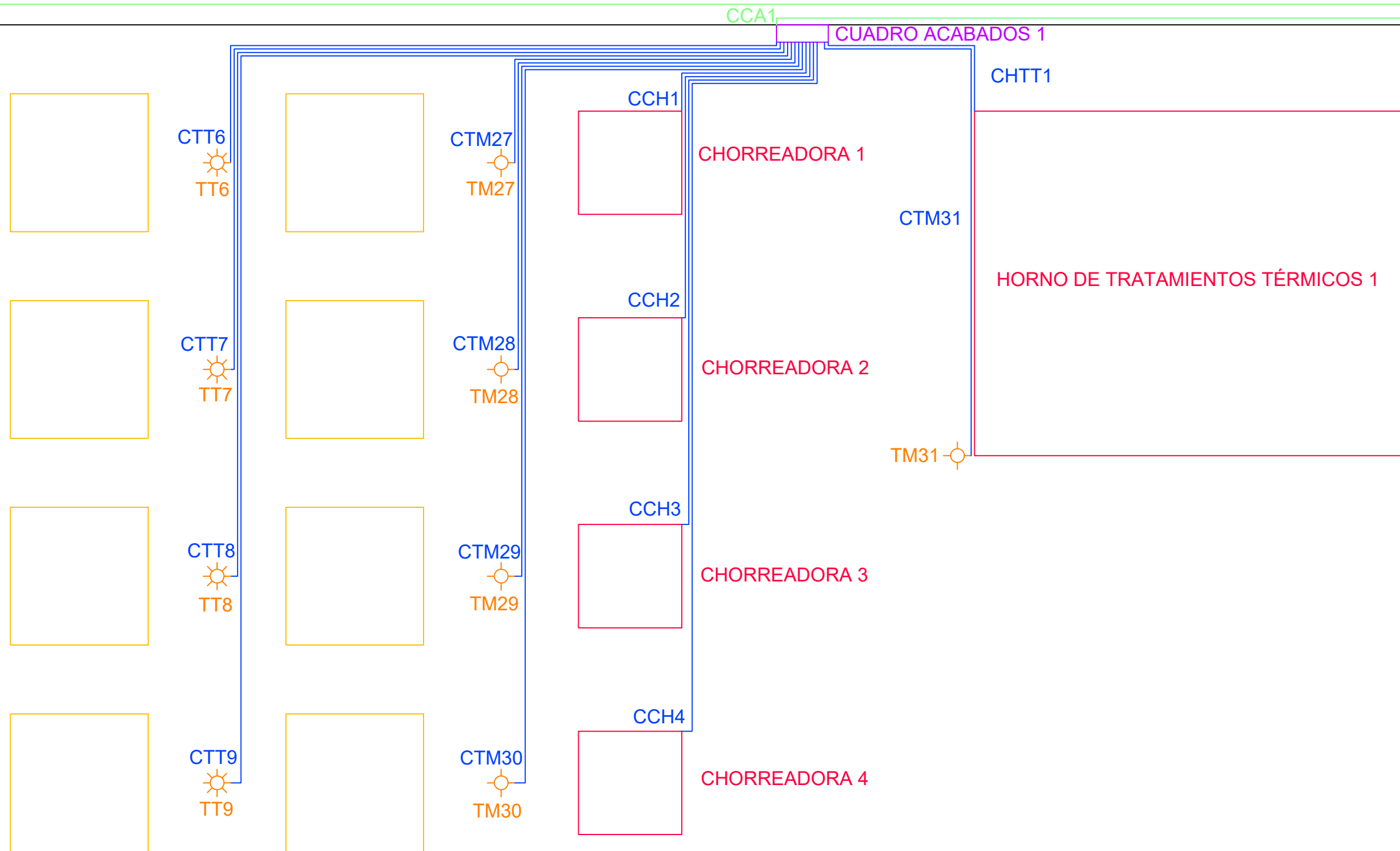
BILBOKO INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA DE INGENIERÍA
DE BILBAO

Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Cargas Quitar Molde		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 30



Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Luminarias Quitar Molde		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 31

 Universidad del País Vasco	Euskal Herriko Unibertsitatea	BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO
--	--	--



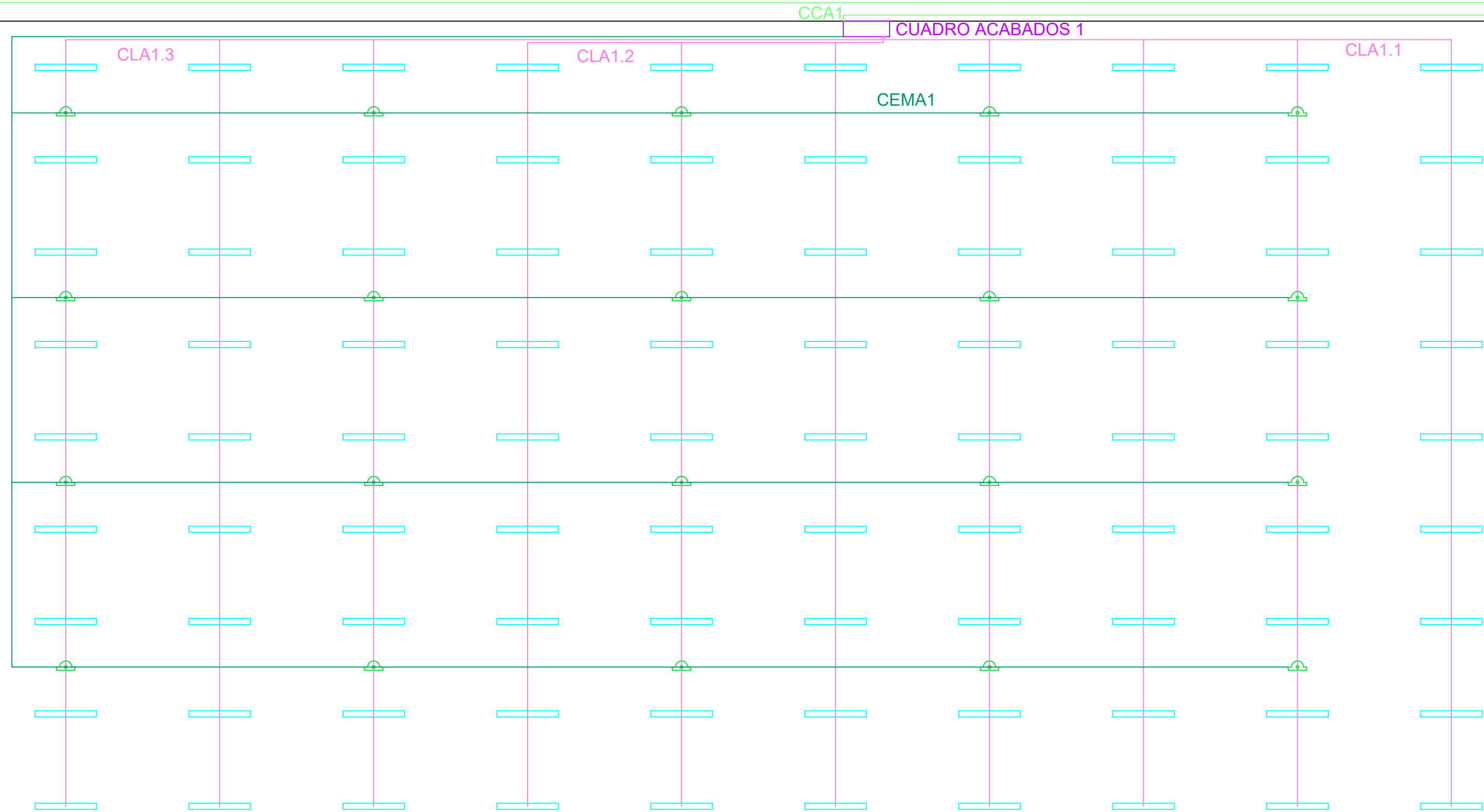
Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Cargas Acabados 1		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 32



Universidad del País Vasco

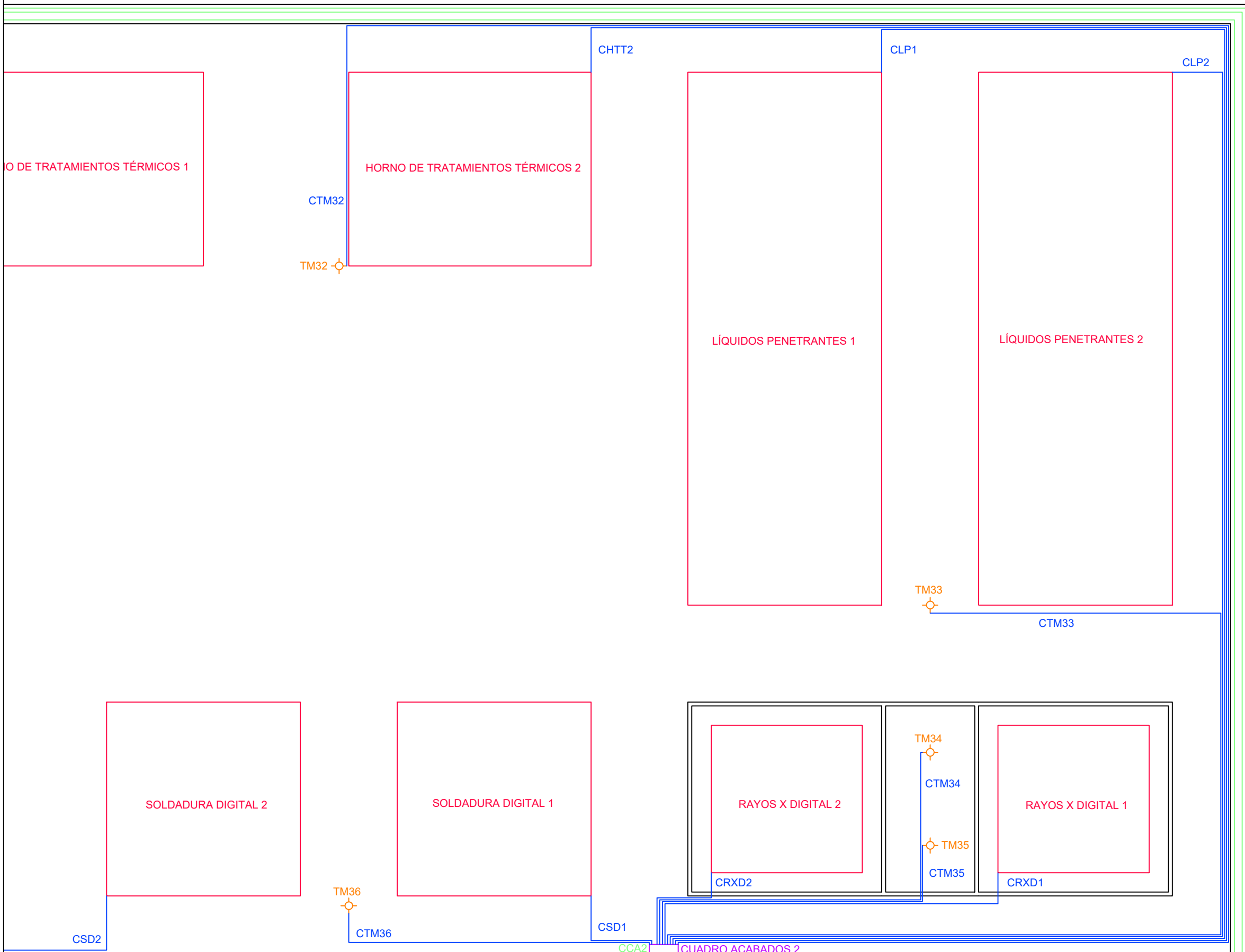
Euskal Herriko Unibertsitatea

BILBOKO INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO



Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Luminarias Acabados 1		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 33

 Universidad del País Vasco	Euskal Herriko Unibertsitatea	BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO
--	--------------------------------------	--

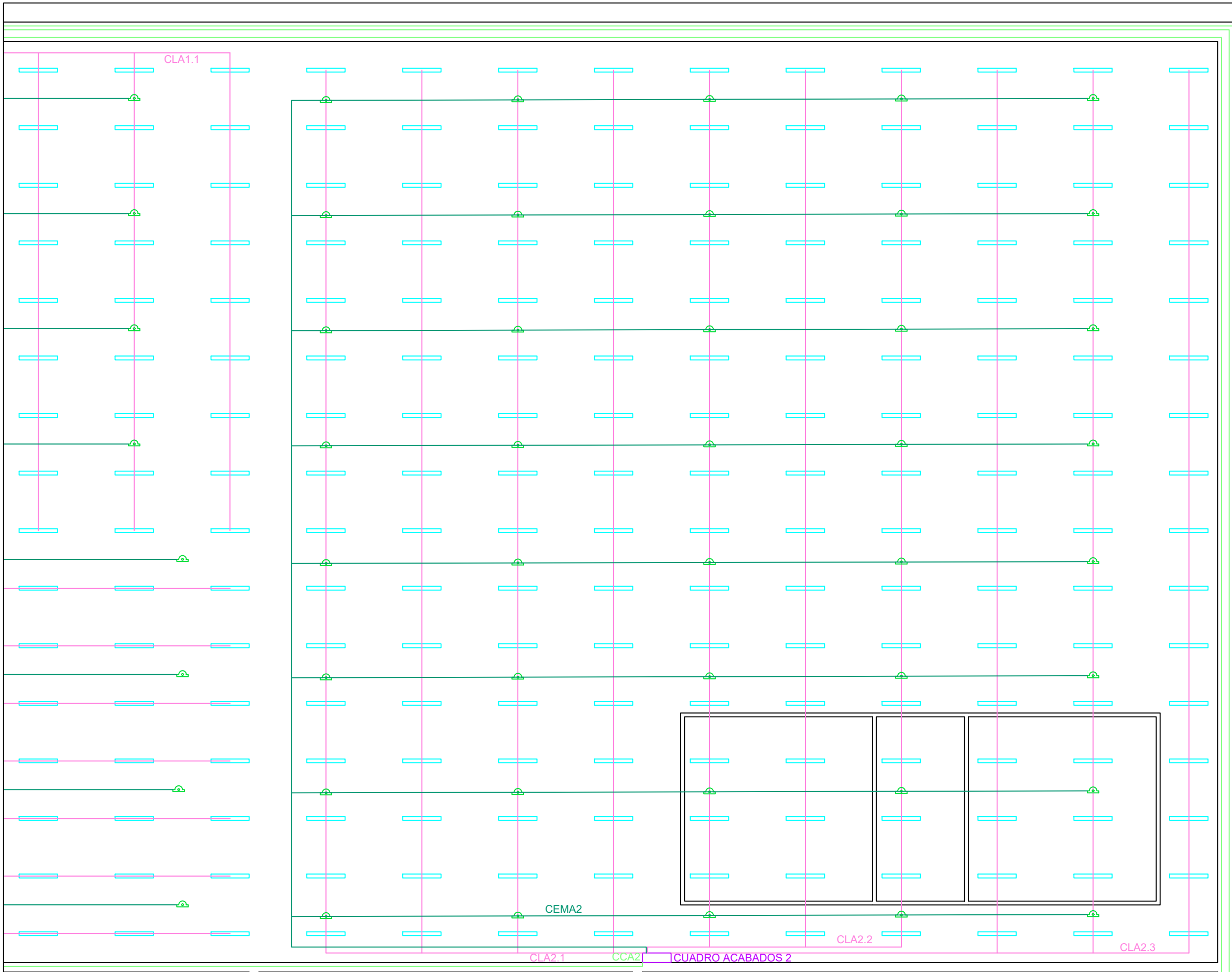


Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Cargas Acabados 2		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 34



Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea

BILBOKO INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO



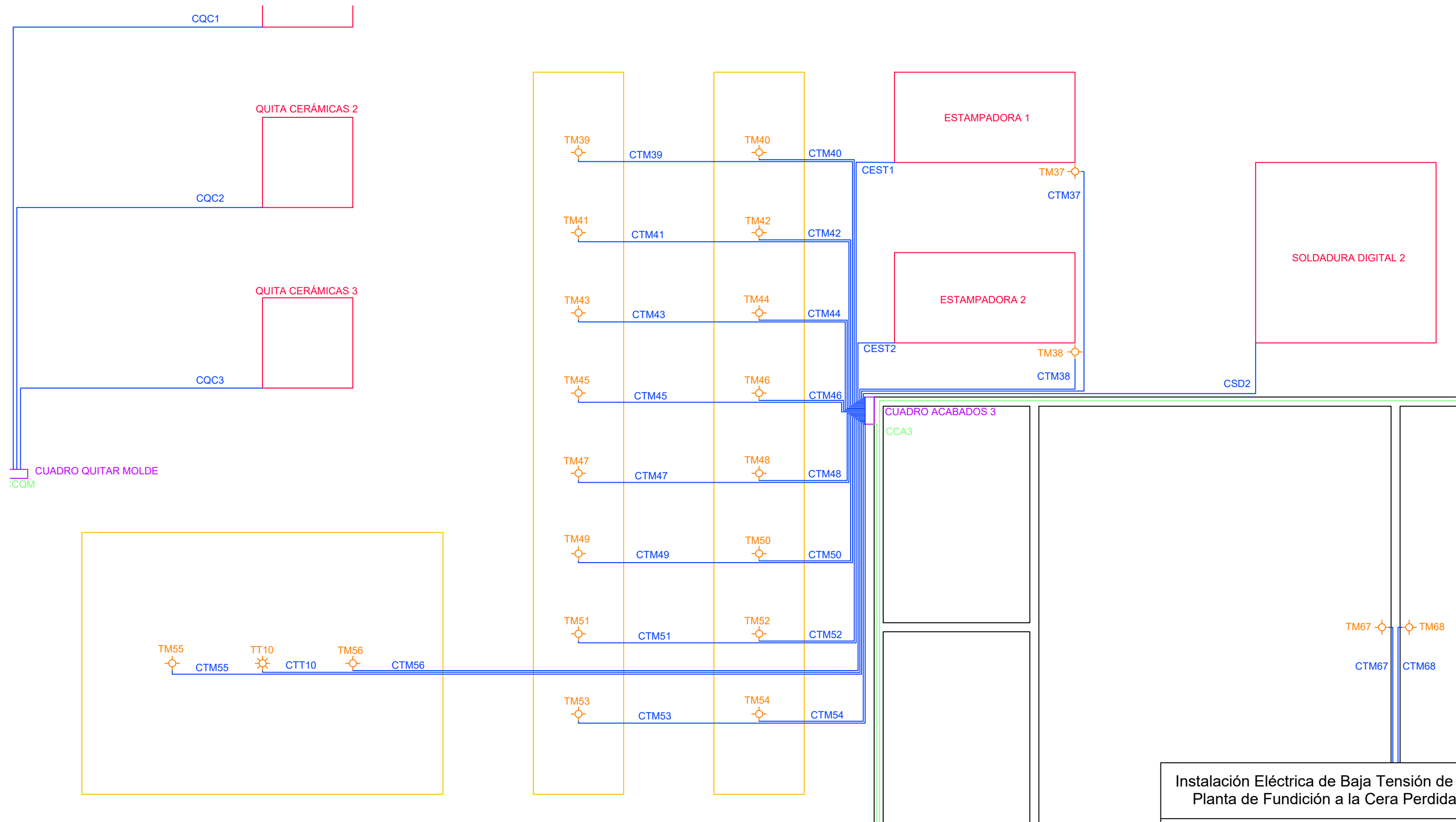
Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Luminarias Acabados 2		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 35



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

**BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO**



**Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida**

ALUMNO:
Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:
Cargas Acabados3

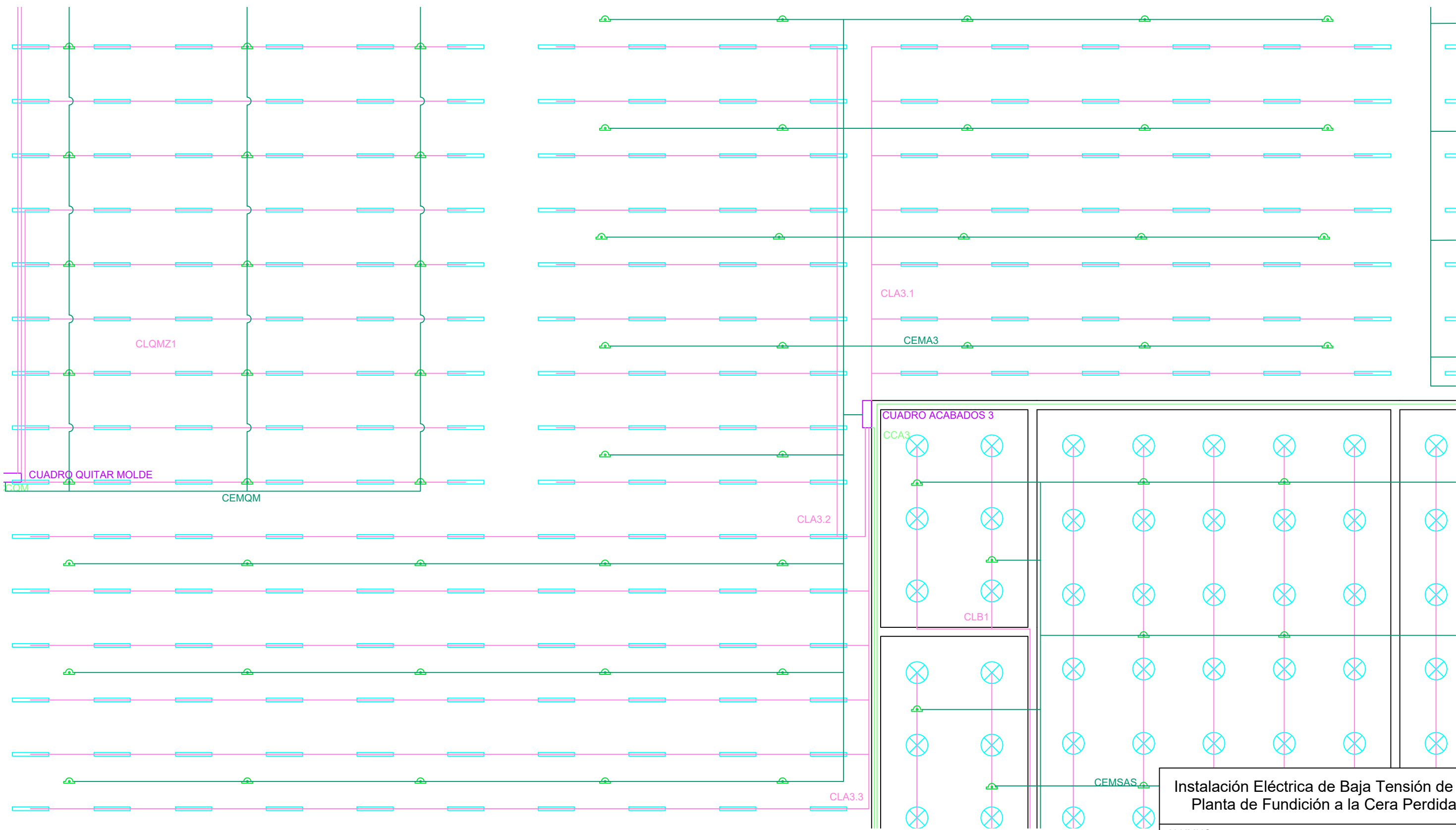
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 36
----------------------	----------------	--------------------



**Universidad
del País Vasco**

**Euskal Herriko
Unibertsitatea**

**BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO**



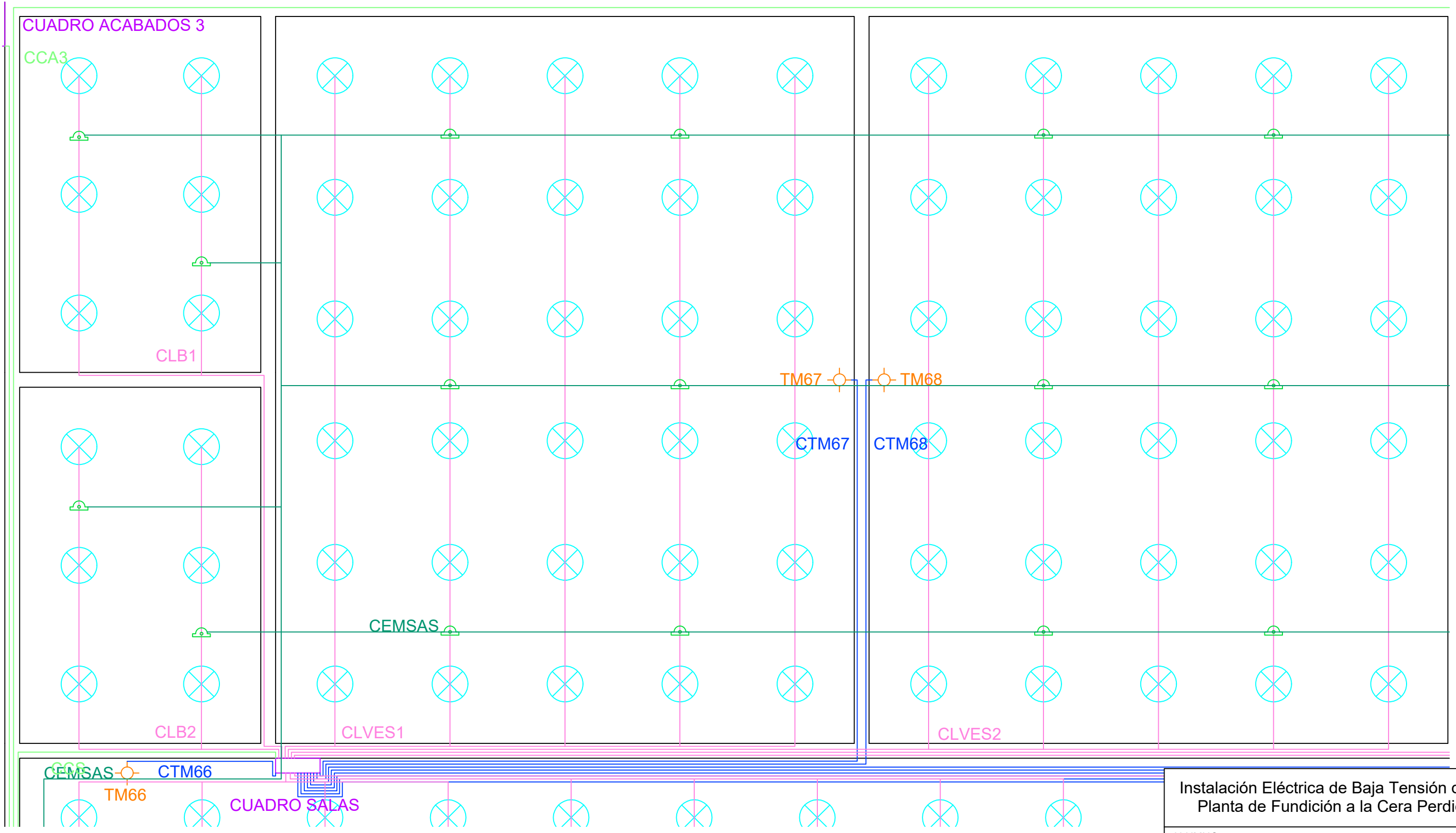
**Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida**

ALUMNO:
Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:
Luminarias Acabados3

FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 37
----------------------	----------------	--------------------

 Universidad del País Vasco	Euskal Herriko Unibertsitatea	BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO
--	--	--



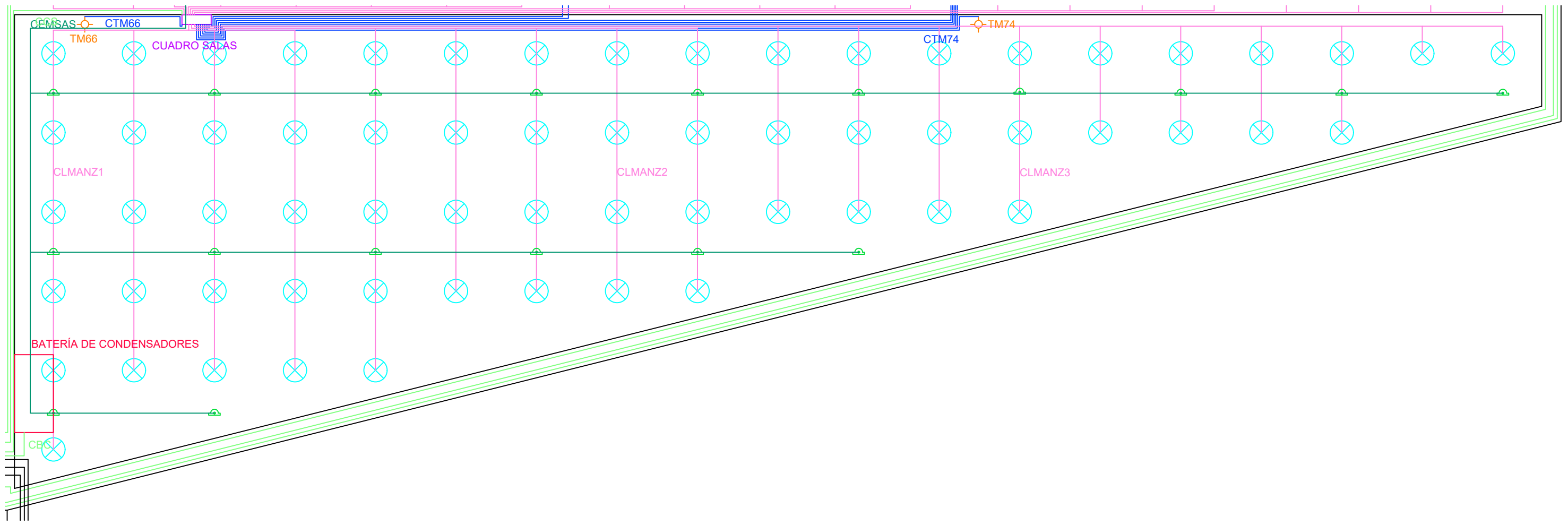
Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Baños y Vestuarios		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 38



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

**BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO**



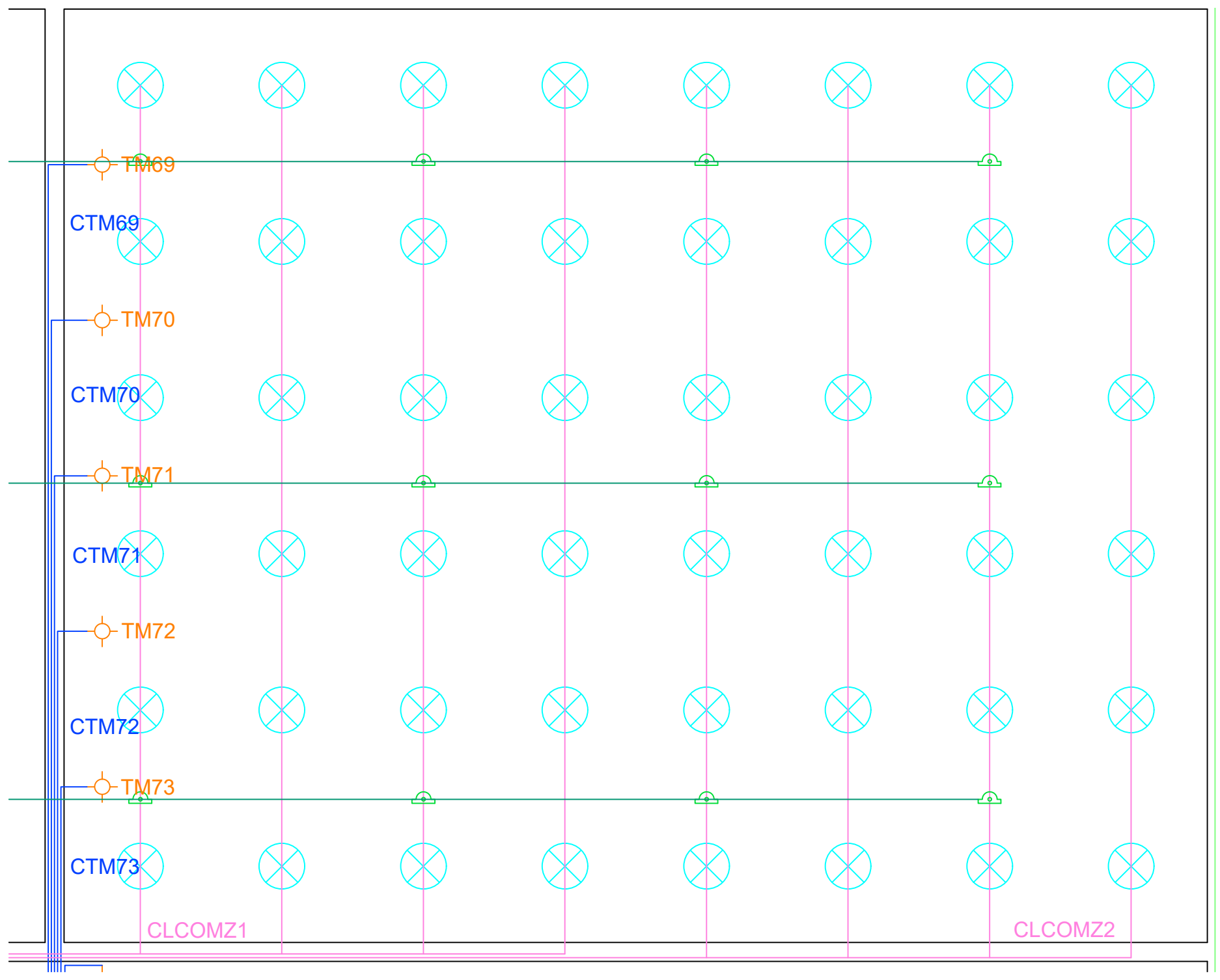


Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

**BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO**

Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO:		
Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN:		
Sala de mantenimiento		
FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO:
Junio 2023	N/A	39



**Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida**

ALUMNO:
Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:
Comedor

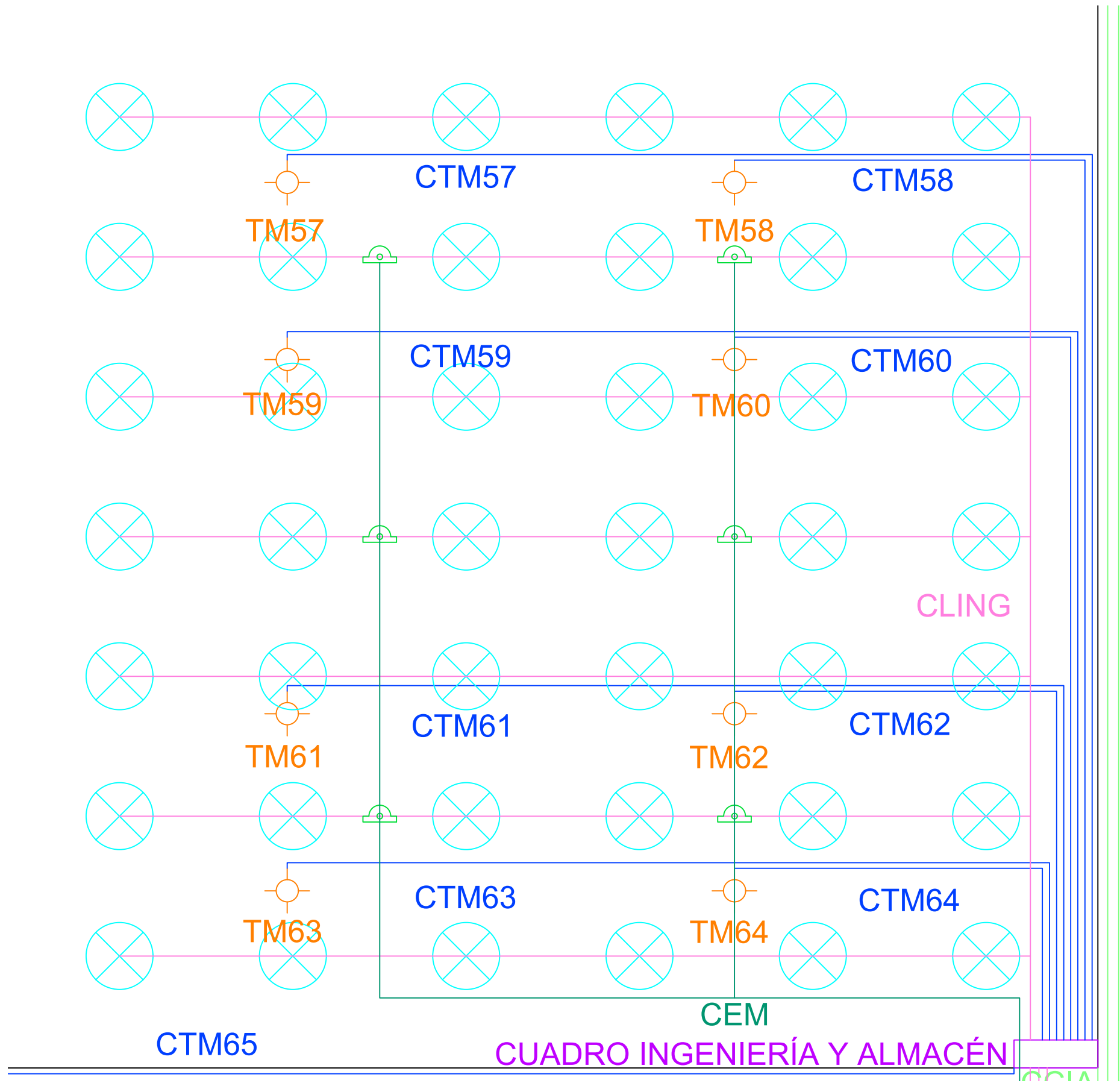
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 40
----------------------	----------------	--------------------



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

**BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO**



Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida

ALUMNO:
Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:
Sala de ingeniería

FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 41
----------------------	----------------	--------------------

Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea
 BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA
 ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO



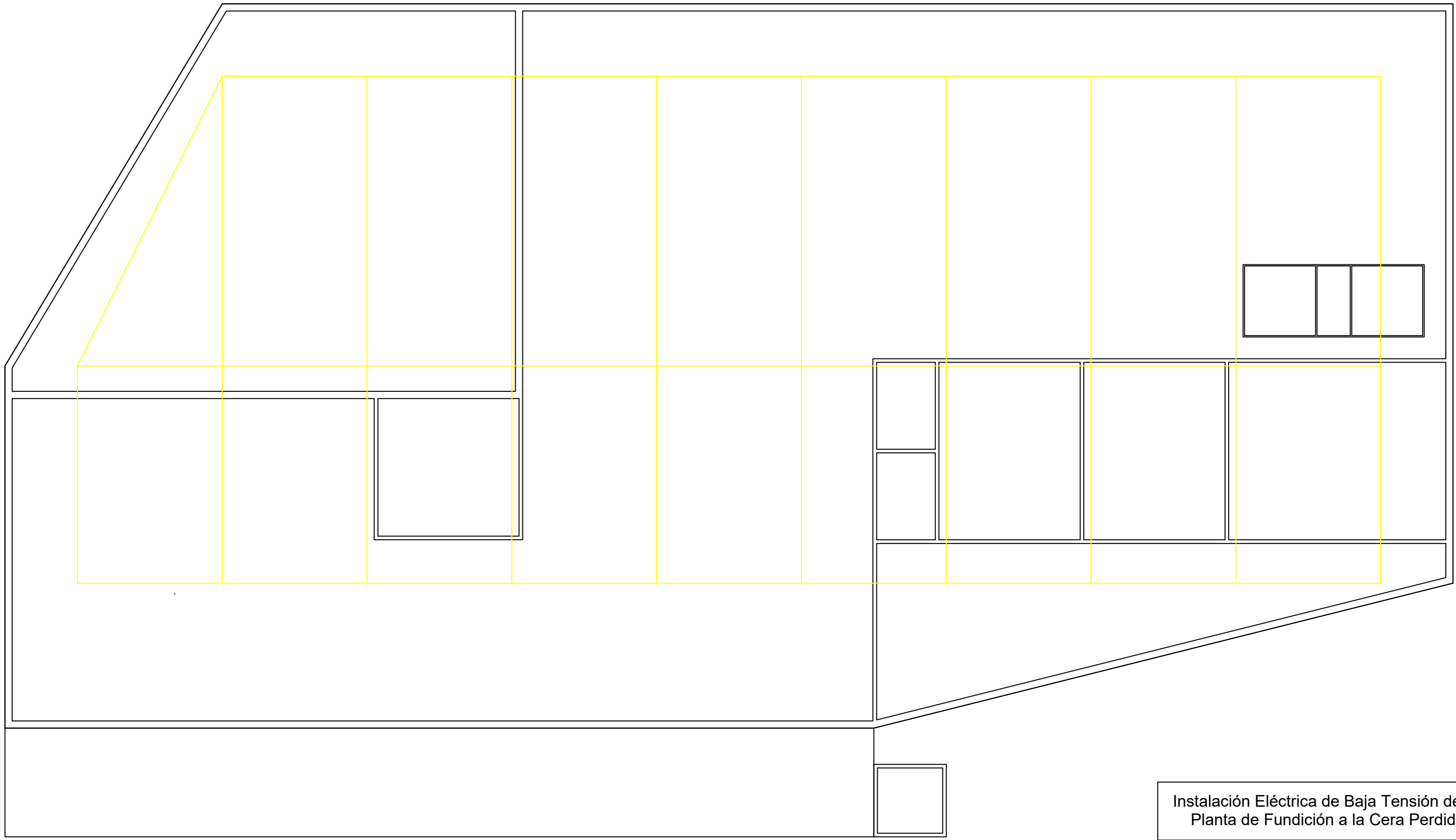
Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Almacén		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 42



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO



**Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una
Planta de Fundición a la Cera Perdida**

ALUMNO:
Ibon Gómez Rojo

DESCRIPCIÓN:
Puesta a Tierra

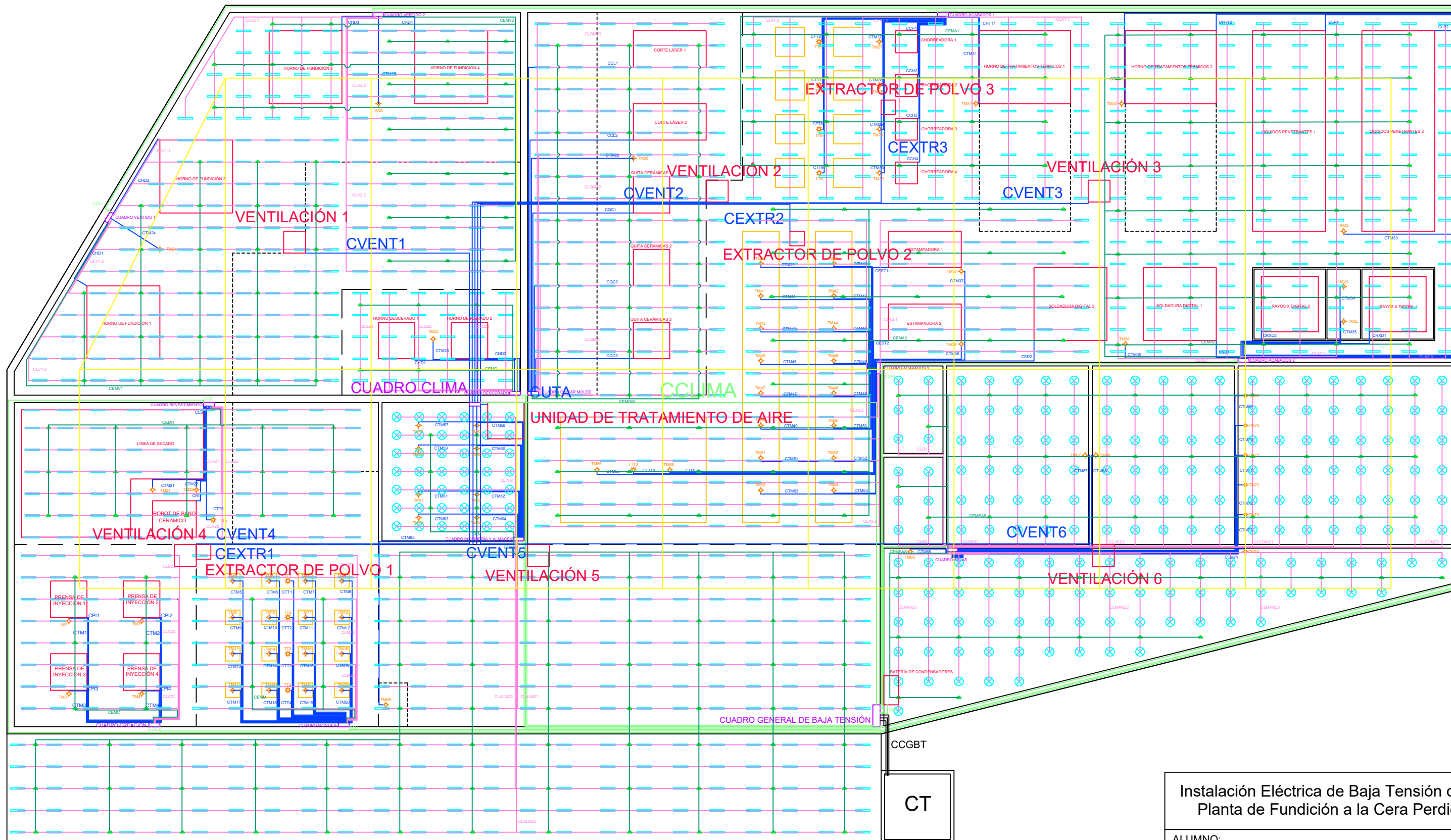
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 43
----------------------	----------------	--------------------



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

**BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO**



Instalación Eléctrica de Baja Tensión de una Planta de Fundición a la Cera Perdida		
ALUMNO: Ibon Gómez Rojo		
DESCRIPCIÓN: Vista General		
FECHA: Junio 2023	ESCALA: N/A	Nº DE PLANO: 44



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

**BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO**

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA



Estudiante: Gómez Rojo, Ibon

Director/Directora: Buigues Beraza, Garikoitz

Curso: <2022-2023>

Fecha: Bilbao, 1, septiembre, 2023>

PRESUPUESTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE
FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

ÍNDICE

ÍNDICE.....	I
1. DESGLOSE PRESUPUESTO	1
1.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	1
1.2. CUADROS ELÉCTRICOS.....	3
1.3. CANALIZACIONES.....	4
1.4. CONDUCTORES	6
1.5. LUMINARIAS.....	10
1.6. PUESTA A TIERRA	11
1.7. BATERÍA DE CONDENSADORES	12
2. RESUMEN PRESUPUESTO.....	13

PRESUPUESTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

1. DESGLOSE PRESUPUESTO

1.1. Centro de Transformación

N.º Orden	Resumen	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			174.224,68 €
1.1	OBRA CIVIL			
1.1.1	pfu.7: Edificio de Transformación	1	23.500,00 €	23.500,00 €
1.2	EQUIPO DE MEDIA TENSIÓN			
1.2.1	cgm.3-v: Protección General	1	24.362,50 €	24.362,50 €
1.2.2	cgm.3-l: Entrada / Salida 1	1	8.787,50 €	8.787,50 €
1.2.3	cgm.3-l: Entrada / Salida 2	1	8.787,50 €	8.787,50 €
1.2.4	cgm.3-l: Entrada / Salida 3	1	8.787,50 €	8.787,50 €
1.2.5	cgm.3-l: Seccionamiento Compañía	1	6.287,50 €	6.287,50 €
1.2.6	cgm.3-l: Remonte a Protección General	1	4.862,50 €	4.862,50 €
1.2.7	cgm.3-m: Medida	1	9.875,00 €	9.875,00 €
1.2.8	Cables MT 18/30 kV: Puentes entre Celdas	1	1.375,00 €	1.375,00 €
1.2.9	Cables MT 18/30 kV: Puentes MT Transformador 1	1	1.375,00 €	1.375,00 €
1.3	TRANSFORMADOR			
1.3.1	transforma.organic 36 KV: Transformador 1	1	41.898,44 €	41.898,44 €
1.4	EQUIPO DE BAJA TENSIÓN			
1.4.1	Puentes transformador-cuadro: Puentes BT - B2 Transformador 1	1	1.462,00 €	1.462,00 €
1.4.2	Interruptor automático BT: Cuadros BT - B2 Transformador 1	1	11.200,00 €	11.200,00 €
1.4.3	Equipo de medida: Equipo de Medida de Energía	1	3.432,00 €	3.432,00 €
1.5	RED DE TIERRAS			
1.5.1	Instalación interior tierras: Tierras Interiores Prot Transformación	1	925,00 €	925,00 €

PRESUPUESTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

1.5.2	Picas alineadas: Tierras Exteriores Serv Transformación	1	630,00 €	630,00 €
1.5.3	Picas alineadas: Tierras Exteriores Prot Transformación	1	1.000,00 €	1.000,00 €
1.5.4	Instalación interior tierras: Tierras Interiores Serv Transformación	1	925,00 €	925,00 €
1.6 VARIOS				
1.6.1	Equipo de iluminación: Iluminación Edificio de Transformación	1	600,00 €	600,00 €
1.6.2	Equipo de seguridad y maniobra: Maniobra de Transformación	1	450,00 €	450,00 €
1.6.3	ekor.uct - Unidad Compacta de Telemando: Equipo de Protección y Control	1	10.500,00 €	10.500,00 €
1.6.4	ekor.gid - Gestor Inteligente Distribución: Equipo de Telegestión	1	1.740,00 €	1.740,00 €
1.6.5	Protección física transformador: Defensa de Transformador 1	1	283,00 €	283,00 €
1.7 MANO DE OBRA				
1.7.1	Oficial de 1ª Electricista	30	24,62 €	738,60 €
1.7.2	Ayudante Electricista	24	18,36 €	440,64 €

PRESUPUESTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

1.2. Cuadros Eléctricos

N.º Orden	Resumen	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
2	CUADROS ELÉCTRICOS			145.151,00 €
2.1	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN			
2.1.1	Cuadro general de baja tensión con todo el aparellaje necesario.	1	71.243,00 €	71.243,00 €
2.2	CUADROS SECUNDARIOS			
2.2.1	Cuadro secundario de baja tensión con todo el aparellaje necesario. Tipo 1	8	6.500,00 €	52.000,00 €
2.2.2	Cuadro secundario de baja tensión con todo el aparellaje necesario. Tipo 2	5	4.200,00 €	21.000,00 €
2.3	MANO DE OBRA			
2.3.1	Oficial de 1ª Electricista	16	24,62 €	393,92 €
2.3.2	Ayudante Electricista	28	18,36 €	514,08 €

PRESUPUESTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

1.3. Canalizaciones

N.º Orden	Resumen	Cantidad	Precio metro (€)	Importe (€)
3	CANALIZACIONES			164.994,64 €
3.1	TUBOS			
3.1.1	Tubo corrugado de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugado), de 1000mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, con hilo guía incorporado.	40	15,80 €	632,00 €
3.1.2	Tubo corrugado libre de halógenos, de 250 mm de diámetro nominal, para canalización en canal de obra, aislante, no propagador de la llama.	2180	9,78 €	21.320,40 €
3.2	BANDEJAS			
3.2.1	Metro de bandeja perforada de PVC rígido con tapa incorporada, de 60 mm de alto y 300 mm de ancho, para soporte y conducción de cables eléctricos.	1400	29,84 €	41.776,00 €
3.2.2	Metro de bandeja perforada de PVC rígido con tapa incorporada, de 60 mm de alto y 200 mm de ancho, para soporte y conducción de cables eléctricos.	1150	25,95 €	29.842,50 €
3.2.3	Metro de bandeja perforada de PVC rígido con tapa incorporada, de 60 mm de alto y 100 mm de ancho, para soporte y conducción de cables eléctricos.	3200	21,65 €	69.280,00 €
3.2.4	Accesorio para bandejas para crear una bifurcación en forma de T. Tornillos para su correcta sujeción incluidos. 300mmx60mm	90	4,21 €	378,90 €
3.2.3	Accesorio para bandejas para crear una bifurcación en forma de T. Tornillos para su correcta sujeción incluidos. 200mmx60mm	90	3,15 €	283,50 €
3.2.6	Accesorio para bandejas para crear una bifurcación en forma de T. Tornillos para	90	2,55 €	229,50 €

PRESUPUESTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

	su correcta sujeción incluidos. 100mmx60mm			
3.3	MANO DE OBRA			
3.3.1	Oficial de 1ª Electricista	24	24,62 €	590,88 €
3.3.2	Ayudante Electricista	36	18,36 €	660,96 €

PRESUPUESTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

1.4. Conductores

N.º Orden	Resumen	Cantidad	Precio metro (€)	Importe (€)
4	INSTALACIÓN DE CONDUCTORES			176.301,46 €
4.1	CONDUCTORES			
4.1.1	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) unipolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 300 mm ²	160	87,85 €	14.056,00 €
4.1.2	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) tetrapolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 300 mm ²	681	119,45 €	81.345,45 €
4.1.3	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) tetrapolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 150 mm ²	236	68,95 €	16.272,20 €
4.1.4	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) tetrapolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 120 mm ²	41	58,25 €	2.388,25 €
4.1.5	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) tetrapolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 70 mm ²	194	45,83 €	8.891,02 €

PRESUPUESTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

4.1.6	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) tetrapolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 50 mm ²	123	39,27 €	4.830,21 €
4.1.7	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) tetrapolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 35 mm ²	194	31,47 €	6.105,18 €
4.1.8	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) tetrapolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 25 mm ²	301	24,63 €	7.413,63 €
4.1.9	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) tetrapolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 16 mm ²	142	18,52 €	2.629,84 €
4.1.10	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) tetrapolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 10 mm ²	79	11,94 €	943,26 €
4.1.11	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) tetrapolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 6 mm ²	169	8,76 €	1.480,44 €

PRESUPUESTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

4.1.12	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) tetrapolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 4 mm ²	299	5,28 €	1.578,72 €
4.1.13	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) tetrapolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 2,5 mm ²	1022	3,55 €	3.628,10 €
4.1.14	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) bipolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 16 mm ²	174	13,89 €	2.416,86 €
4.1.15	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) bipolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 10 mm ²	508	9,56 €	4.856,48 €
4.1.16	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) bipolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 6 mm ²	530	5,16 €	2.734,80 €
4.1.17	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) bipolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 4 mm ²	1668	3,98 €	6.638,64 €

PRESUPUESTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

4.1.18	Metros de cable tipo RZ1-K (AS) bipolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 2,5 mm	2056	2,35 €	4.831,60 €
4.1.19	Metros de cable tipo H07Z1-K (AS) bipolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Resistente a la humedad. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 4 mm	104	4,12 €	428,48 €
4.1.20	Metros de cable tipo H07Z1-K (AS) bipolar, libre de halógenos, no propagador de llama e incendios. Conductor de cobre, aislamiento XLPE y cubierta de poliolefina termoplástica. Resistente a la humedad. Tensión asignada 0,6/1 kV. Sección 2,5 mm ²	50	2,65 €	132,50 €
4.2	MANO DE OBRA			
4.2.1	Oficial de 1ª Electricista	50	24,62 €	1.231,00 €
4.2.2	Ayudante Electricista	80	18,36 €	1.468,80 €

PRESUPUESTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

1.5. Luminarias

N.º Orden	Resumen	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5	INSTALACIÓN DE LUMINARIAS			72.644,78 €
5.1	LUMINARIAS			
5.1.1	3F Filippi - L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	500	28,62 €	14.310,00 €
5.1.2	Eaton Emergency Lighting - i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC	229	12,12 €	2.775,48 €
5.1.3	Regiolux - SRT-System IP20-SRGCB/1500 LED - Geräteträger fix Central.Line.Optic Device mount fix Central.Line.Optic	2562	19,65 €	50.343,30 €
5.2	MANO DE OBRA			
5.2.1	Oficial de 1ª Electricista	100	24,62 €	2.462,00 €
5.2.2	Ayudante Electricista	150	18,36 €	2.754,00 €

PRESUPUESTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

1.6. Puesta a Tierra

N.º Orden	Resumen	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
6	PUESTA A TIERRA			35.651,20 €
6.1	RED DE TIERRAS GLOBAL			
6.1.1	Conductor de cobre desnudo 70 mm ² de sección enterrado horizontalmente a 0,8 m de profundidad.	1000	26,75 €	26.750,00 €
6.1.2	Conductor de cobre desnudo de 35 mm ² para puesta a tierra equipotencial.	240	19,55 €	4.692,00 €
6.1.3	Arqueta de registro	10	61,00 €	610,00 €
6.1.4	Soldadura aluminotérmica	120	21,30 €	2.556,00 €
6.2	MANO DE OBRA			
6.2.1	Oficial de 1ª Electricista	20	24,62 €	492,40 €
6.2.2	Ayudante Electricista	30	18,36 €	550,80 €

PRESUPUESTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

1.7. Batería de Condensadores

N.º Orden	Resumen	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
7	INSTALACIÓN BATERÍA DE CONDENSADORES			5.412,96 €
7.1	BATERÍA DE CONDENSADORES			
7.1.1	Batería de condensadores sobredimensionada en tensión para corrección del factor de potencia, de 273 kVAr, formada por envolvente metálica.	1	5.100,00 €	5.100,00 €
7.2	MANO DE OBRA			
7.2.1	Oficial de 1ª Electricista	6	24,62 €	147,72 €
7.2.2	Ayudante Electricista	9	18,36 €	165,24 €

2. RESUMEN PRESUPUESTO

En primer lugar, se presenta una gráfica donde se visualiza la contribución de cada parte de la instalación en el coste total del presupuesto:



PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL TOTAL: 774.380,72 €

El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de: Setecientos setenta y cuatro mil trescientos ochenta euros con setenta y dos céntimos.

- **Gastos generales (8%): 61.950,46 €**
- **Beneficio industrial (5%): 38.719,04 €**
- **I.V.A. (21%): 162.619,95 €**

PRESUPUESTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

PRESUPUESTO EJECUCIÓN CONTRATA: 1.037.670,17 €

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de: Un millón treinta y siete mil seiscientos setenta euros con diecisiete céntimos.

- **Redacción del proyecto (5%): 51.883,51 €**
- **Dirección de obra (4%): 41.506,81 €**
- **I.V.A. (21%): 217.910,74 €**

PRESUPUESTO FINAL: 1.348.971,22 €

El presupuesto total asciende a la cantidad de: Un millón trescientos cuarenta y ocho mil novecientos setenta y un euros con veintidós céntimos.

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

DOCUMENTO 5: PLIEGO DE CONDICIONES

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA



Estudiante: Gómez Rojo, Ibon

Director/Directora: Buigues Beraza, Garikoitz

Curso: <2022-2023>

Fecha: Bilbao, 1, septiembre, 2023>

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

ÍNDICE

ÍNDICE.....	I
1. CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS GENERALES	1
1.1. OBJETO.....	1
1.2. CONSIDERACIONES INICIALES	1
1.2.1. Datos de la obra.....	1
1.2.2. Confrontación del proyecto.....	1
1.2.3. Contradicciones, omisiones o errores.....	1
1.2.4. Programa de trabajo.....	2
1.2.5. Replanteo de la obra.....	3
1.3. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.....	3
1.3.1. De carácter social.....	3
1.3.2. Seguridad y salud.....	3
1.3.3. Seguros a suscribir	4
1.4. RELACIÓN CONTRATISTA-DIRECTOR DE OBRA	4
1.4.1. Organización del trabajo.....	4
1.4.2. Ejecución de la obra	5
1.4.3. Inspección y vigilancia.....	5
1.4.4. Equipos de maquinaria	5
1.4.5. Libro de ordenes.....	6
1.5. SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.....	6
1.6. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	6
1.6.1. Limpieza y seguridad.....	6
1.6.2. Retirada de materiales.....	7
1.7. PRUEBAS Y ENSAYOS: MATERIALES.....	7
1.7.1. Materiales.....	7
1.7.2. Ensayos	8
1.8. RECEPCIÓN Y GARANTÍA	8
1.8.1. Recepción de las obras.....	8
1.8.2. Plazo de garantía	9
1.9. DISPOSICIÓN FINAL.....	9
2. CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS PARTICULARES	10
2.1. MONTAJE.....	10

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

2.2. PROYECTO Y PLANOS.....	10
2.3. REPLANTEO	10
2.4. COOPERACIÓN CON OTRAS CONSTRUCTORAS	11
2.5. ACOPIO DE MATERIALES	11
2.6. PROTECCIÓN DE MATERIALES.....	11
2.7. LIMPIEZA.....	12
2.8. RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	12
2.9. RECEPCIÓN DEFINITIVA Y GARANTÍA	12
2.10. OBLIGATORIEDAD DEL MANTENIMIENTO.....	13
3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	14
3.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES	14
3.1.1. <i>Generalidades</i>	14
3.1.2. <i>Cuadros eléctricos</i>	15
3.1.3. <i>Conductores</i>	16
3.1.4. <i>Canalizaciones</i>	17
3.1.5. <i>Instalación de puesta a tierra</i>	20
3.1.6. <i>Elementos de protección</i>	21
3.2. PRUEBAS Y ENSAYOS A REALIZAR	23
3.3. CONDICIONES DE EJECUCIÓN	24
3.3.1. <i>Acometida</i>	24
3.3.2. <i>Sistema de medida</i>	24
3.3.3. <i>Cuadro general</i>	24
3.3.4. <i>Condiciones generales de la instalación</i>	25

1. CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS GENERALES

1.1. Objeto

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos por los que se debe regir para la correcta ejecución de las instalaciones cuyas características están descritas en el correspondiente proyecto.

1.2. Consideraciones iniciales

1.2.1. Datos de la obra

Se deberá entregar una copia del proyecto al contratista.

El contratista podrá realizar copias del proyecto.

1.2.2. Confrontación del proyecto

El contratista deberá confrontar el proyecto inmediatamente después de haberlo recibido, e informar lo antes posible a la Dirección de Obra de cualquier contradicción, sin sobrepasar el plazo de un mes.

Así mismo, deberá confrontar los planos y las mediciones, antes de aparejar la obra, comprobando posibles errores, siendo responsable de ellos en el caso de no haber hecho la comprobación.

1.2.3. Contradicciones, omisiones o errores

En el caso de que hubiera algún error en la descripción de las obras a llevar a cabo en el Pliego de Condiciones y Planos, y que pudieran influir en la consecución de los trabajos, el contratista tendrá la obligación de ejecutar las obras como si hubiesen sido completa y correctamente especificados.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

En el caso de que hubiera contradicciones entre los documentos del proyecto, el orden de prioridad a seguir será el siguiente:

1. Planos.
2. Pliego de Condiciones.
3. Presupuesto.
4. Cálculos.
5. Memoria.

1.2.4. Programa de trabajo

En el plazo de un mes desde la fecha de autorización para iniciar las obras, el contratista deberá presentar el programa de trabajos que podrá ser un diagrama de barras.

En dicho plan de trabajo, se especificarán los plazos parciales de ejecución de las distintas obras, compatibles con el plazo total de ejecución y con las prescripciones del presente Pliego.

En caso de incumplimiento en los plazos, la responsabilidad recaerá sobre el contratista, aunque haya habido una aceptación en la planificación de los trabajos.

La programación deberá modificarse en caso de que fuera necesario, esto deberá realizarse periódicamente en base a las variaciones que pudiera aparecer a lo largo de la ejecución del proyecto.

Una vez la dirección de obra de su aprobación, se podrá dar comienzo a las unidades de obra, para lo cual el contratista deberá comunicar con la antelación suficiente los nuevos trabajos que tenga programados. Además, la dirección de obra podrá reclamar la maquinaria y herramientas que crea conveniente, para la ejecución correcta de los trabajos.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

1.2.5. Replanteo de la obra

El replanteo se deberá llevar a cabo antes del comienzo de los trabajos, poniendo énfasis en los puntos singulares. Está deberá ser llevada a cabo por la Dirección Técnica.

Se levantará por triplicado el Acta de Replanteo, firmada por el director de Obra y por el representante del contratista.

El contratista será el encargado de correr con los gastos de replanteo.

Una vez realizado el replanteo, se dará comienzo a las obras al día siguiente, ejecutándolas sin interrupción hasta su total terminación, dentro del plazo de nueve meses.

1.3. Obligaciones del contratista

1.3.1. De carácter social

El contratista (responsable de la obra), deberá comprometerse a cumplir con todas las obligaciones que se deriven de su carácter legal de patrono durante la ejecución de las obras.

La Dirección de Obra, podrá exigirle al contratista, la justificación de cumplimiento de lo que concierne a la aplicación de la Legislación Laboral, así como de la Seguridad Social de los obreros encargados de llevar a cabo los trabajos.

1.3.2. Seguridad y salud

El contratista deberá en cumplimiento de la legalidad vigente, redactar un Plan de Seguridad y Salud tomando como base el Estudio de Seguridad y Salud del proyecto y que será presentado a la Dirección para su aprobación previa y posterior tramitación a la Administración.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

De igual forma, con el objeto de preservar la seguridad, la dirección de obra estará obligada al cumplimiento de todo aquello que crea necesario, bien entendido que en ningún caso dicho cumplimiento eximirá al contratista de responsabilidad.

1.3.3. Seguros a suscribir

El contratista quedará obligado después de la comprobación del replanteo y antes del comienzo de la obra, a facilitar a la Dirección de Obra la documentación justificativa de contratación de una póliza de seguro. La póliza, deberá cubrir la responsabilidad civil de todos los actores implicados en la obra (técnicos, facultativos de la Dirección y vigilantes de seguridad), por daños a terceros, además de cualquier tipo de imprevisto que pudiera suceder a lo largo de la ejecución de la obra, en la cuantía de 600.000€.

Por otro, el contratista deberá contratar una póliza de seguros que se haga cargo de los siguientes riesgos:

- Daños sobre maquinaria y equipos.
- Daños ocasionados por maquinaria externa alquilada.
- Daños derivados del funcionamiento normal de la obra.
- Daños ocasionados a las obras por temporales extraordinarios durante su ejecución y durante el plazo de garantía.

1.4. Relación contratista-director de obra

1.4.1. Organización del trabajo

La ejecución de las obras deberá llevarse a cabo siguiendo las indicaciones de la dirección de la obra. Por otro lado, será responsabilidad del contratista ordenar la realización de los trabajos de manera correcta.

Solo en caso de que la dirección de obra diera su aprobación, podrá el contratista realizar alguna modificación de los datos iniciales facilitados por el proyecto.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

1.4.2. Ejecución de la obra

Se deberá informar acerca de la procedencia de los materiales, así como la programación de los trabajos a la dirección de obra. Esta responsabilidad recaerá sobre el contratista.

Se deberá cumplir con todo lo expuesto en este Pliego de Condiciones Generales y en el Pliego Particular.

El contratista, salvo aprobación por escrito del director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra como en las Condiciones Técnicas especificadas.

El director de la obra será el encargado de que todos los trabajadores tengan la formación y cualificación necesaria para llevar a cabo las obras, así como la designación del técnico encargado de estar al frente de las mismas.

Los materiales empleados deberán ser de la mejor calidad posible, y todas las actuaciones de la obra deberán ser ejecutadas cumpliendo las normas de la buena construcción, todas ellas sujetas a lo establecido en el presente Pliego.

1.4.3. Inspección y vigilancia

El contratista proporcionará al director de obra la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra.

1.4.4. Equipos de maquinaria

El contratista propondrá al director de las obras, la maquinaria que prevé emplear en la ejecución de la obra.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

1.4.5. Libro de ordenes

El contratista en todo momento tendrá a su disposición un Libro de Órdenes, no des encuadernarle, con hojas foliadas.

Será de obligación del contratista el cumplimiento de estas órdenes.

1.5. Subcontratación de las obras

En caso de que el contratista desee a su vez subcontratar parte de la obra que le ha sido adjudicada, deberá proponer a la Dirección de Obra el nombre o razón social de la subcontrata para que el director o persona en quién delegue, acepte o rechace al subcontratista propuesto, basándose en criterios técnicos y de idoneidad profesional para la realización de los trabajos subcontratados.

En ningún caso podrá intervenir en la obra ninguna empresa distinta de la adjudicada, sin el previo permiso escrito de la Dirección de Obra.

1.6. Organización del trabajo

1.6.1. Limpieza y seguridad

La eliminación de las instalaciones provisionales no necesarias, así como los trabajos de limpieza de escombros y otros materiales, será responsabilidad del contratista. Por otro lado, con el fin de agradar a la dirección de obra, tendrá la responsabilidad de tomar las medidas necesarias adicionales para que las obras ofrezcan un buen aspecto.

Durante toda la duración de la obra, se ha de ofrecer seguridad absoluta, evitando accidentes que pudieran ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

1.6.2. Retirada de materiales

Todas instalaciones provisionales (incluyendo balizas, pilotes y señales) deberán ser retiradas a la mayor brevedad posible por parte del contratista una vez finalizadas las obras.

La dirección de obra podrá retirar dichas instalaciones provisionales, en caso de desobediencia o retraso en la ejecución de dichos trabajos por parte del contratista. Los costos derivados de dicha retirada correrán a cargo del contratista.

1.7. Pruebas y ensayos: materiales

1.7.1. Materiales

Todos los materiales serán de primera calidad, a juicio de la Dirección de Obra y reunirán todas las condiciones exigibles en la buena práctica de la construcción.

En caso de defectos de calidad o incumplimiento de las características de los materiales, será responsabilidad del contratista.

El contratista deberá presentar al director de la obra, catálogos, cartas y muestras requeridas, una vez adjudicada la obra.

El contratista deberá suministrar a la Dirección de Obra, todos los documentos de homologación, necesarios para la aprobación de los materiales.

El director de obra, en caso de que no se cumplieran los requisitos mínimos de calidad, podrá rechazar los materiales.

Antes del empleo de cualquier material, deberá haber una aceptación por parte de la Dirección de Obra.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

En caso de que, por falta de prescripciones formales del Pliego, un material no cumpliera con los estándares de calidad, la Dirección de Obra ordenará al contratista la sustitución de dichos materiales por otros que cumplan dichos estándares. Los gastos de reemplazo correrán a cargo del contratista.

1.7.2. Ensayos

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales cumplen con los criterios mínimos de calidad, se verificarán mediante el correspondiente laboratorio oficial. Los costes de dichos análisis o pruebas serán responsabilidad del contratista.

La Dirección de Obra procederá por su parte, durante la realización de los trabajos, a la ejecución de todos los ensayos de control, que estime necesarios, para comprobar que los materiales suministrados o puestos en obra, responden a las condiciones o prescripciones impuestas.

Una vez efectuados los ensayos, el contratista presentará los correspondientes certificados oficiales, que garanticen el cumplimiento de las prescripciones exigidas.

La Dirección de Obra procederá por su parte, durante la realización de los trabajos, a la ejecución de todos los ensayos de control, que estime necesarios, para comprobar que los materiales suministrados o puestos en obra, responden a las condiciones o prescripciones impuestas.

1.8. Recepción y garantía

1.8.1. Recepción de las obras

Una vez comprobado el correcto estado de las obras, el responsable designado por la dirección de obra dará por comenzando el plazo de garantía.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

En caso de las obras no estuvieran en condiciones de ser recibidas, se hará constar en acta dicho estado y la dirección de obra deberá realizar las indicaciones correspondientes fijando un plazo para remediarlo.

Por otra parte, el contratista, al mismo tiempo en que se levante el Acta de Recepción Provisional, entregará planos de la obra terminada.

1.8.2. Plazo de garantía

Será de un año a contar desde la fecha de la recepción.

Durante el plazo de garantía, todos los gastos por defectos correrán a cargo del contratista.

Hasta que no se efectúe la finalización definitiva de las obras, el contratista es responsable de ella, así como los defectos de la misma. Por lo que, en caso de detección de alguna anomalía o desperfecto, el contratista deberá subsanarlos a su costa.

1.9. Disposición final

La adjudicación de un proyecto que incluya que el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de las cláusulas incluidas en el mismo.

2. CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS PARTICULARES

2.1. Montaje

Una empresa instaladora registrada será la encargada de realizar el montaje de la instalación.

Las condiciones técnicas establecen que los trabajos de montaje, pruebas y limpieza se deberán realizar correctamente, de forma que:

- La instalación, a su entrega, cumpla con los requisitos que señala el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- La ejecución de las tareas parciales interferirá lo menos posible con el trabajo de otros oficios.

El cumplimiento de la buena práctica de la instalación será responsabilidad del instalador.

2.2. Proyecto y planos

El instalador deberá cumplir con lo expuesto en el proyecto básico de la instalación y deberá realizar planos detallados de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres y toda información sea necesaria para su correcta evaluación. En caso de disponer de planos o catálogos de los fabricantes, estos podrán sustituir a los planos de detalle.

2.3. Replanteo

El replanteo de todos los equipos y elementos de la instalación deberá realizarse antes del comienzo del montaje y requerirá de aprobación por parte de la dirección de obra.

2.4. Cooperación con otras constructoras

En caso de interferencias con otras empresas instaladoras, se deberá cooperar con ellas, con el fin de llevar a cabo las actuaciones adecuadamente y sin demora respecto de la planificación de los trabajos.

2.5. Acopio de materiales

Todos los materiales necesarios para la ejecución de la obra deberán ser almacenados de forma ordenada por parte de la empresa instaladora iré almacenando en lugar seguro.

Será necesario que los materiales sean transportados hasta la obra, con su correspondiente embalaje, de manera que se disminuyan los defectos en los equipos en su recogida en obra. Asimismo, se mantendrán dentro del embalaje una vez almacenados en obra.

Los embalajes de componentes pesados deberán disponer de un refuerzo adicional de protección, además de elementos de enganche que faciliten su descarga segura mediante máquinas de elevación.

Se deberán etiquetar todas las cargas en el exterior de su embalaje, para facilitar su identificación.

2.6. Protección de materiales

Con el fin de evitar desperfectos, los materiales una vez almacenados deberán estar protegidos.

Hasta que no se realice el conexionado de los aparatos, las aberturas de estos deberán estar protegidas.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Para evitar la entrada de agentes externos, las protecciones deberán estar dotadas con la resistencia adecuada, además de tener la forma adecuada.

En caso de que los aparatos pudieran ser susceptibles de oxidarse, se recubrirán todos ellos por pinturas antioxidantes. Además, se eliminará todo tipo de grasas o aceites antes del acoplamiento.

Se pondrá especial atención a la protección de materiales dúctiles y delicados.

2.7. Limpieza

Todo el material sobrante de actividades anteriores deberá ser evacuado con anterioridad del área de trabajo, antes de comenzar el montaje de la instalación.

Al mismo tiempo, una vez finalizado el montaje de la instalación, el área de trabajo deberá ser limpiado exhaustivamente, así como las máquinas y elementos que pudieran haberse ensuciado durante la ejecución.

2.8. Recepción provisional

Se procederá al acto de recepción provisional de la instalación, una vez se hayan obtenido resultados satisfactorios en las pruebas finales. Dichas pruebas deberán ser realizadas en presencia de la dirección de obra.

Una vez comprobado el contenido de la documentación y firmado el certificado, el director de obra hará entrega de la documentación necesaria al dueño de la instalación.

2.9. Recepción definitiva y garantía

La recepción provisional se transformará en la recepción definitiva una vez transcurrido el año de garantía, salvo que por parte del titular haya sido cursada alguna reclamación antes de finalizar el periodo de garantía.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

En caso de defecto o avería dentro del periodo de garantía, será el instalador el encargado de subsanar dichas averías sin coste alguno.

2.10. Obligatoriedad del mantenimiento

El mantenimiento de la instalación correrá a cargo del titular de la instalación, una vez realizada la recepción provisional.

3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.1. Características técnicas de los materiales

3.1.1. Generalidades

Se seguirán todas las indicaciones de la ITC-BT-19.

Los materiales a utilizar en la instalación serán de la más alta calidad y cumplirán las condiciones exigidas en el reglamento de BT “Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT)”, reglamento de AT “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23” y demás normativa sobre materiales.

El diseño eléctrico se considerará de tal forma que las perturbaciones ocasionadas por averías / fallos de los dispositivos que puedan producirse en un punto de la instalación sólo afecten a determinadas partes (un sector del edificio, una habitación individual, etc.).

En consecuencia, los dispositivos de protección de cada circuito estarán debidamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos de protección general aguas arriba.

Por ello, la instalación se dividirá en varios circuitos, según necesidades, con el fin de:

- Evitar interrupciones innecesarias y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar verificaciones, pruebas y mantenimiento.
- Evitar los riesgos que podrían resultar de la falla de un solo circuito.

Niveles de voltaje a utilizar:

- Sistema de alta tensión: 30 kV

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Sistema de baja tensión: 400/230 V

La instalación debe presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la Tabla 3 de la ITC-BT-19.

La rigidez dieléctrica será tal que resista una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial durante 1 minuto, donde U es la tensión máxima de funcionamiento expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para toda la instalación o para cada uno de los circuitos en los que se pueda dividir a efectos de su protección, a la sensibilidad que proporcionan los interruptores diferenciales instalados como protección contra contactos indirectos.

3.1.2. Cuadros eléctricos

Estarán formado por módulos metálicos.

Los cuadros deberán estar diseñados para servicio en interiores, serán herméticos al polvo y la humedad, y se suministrarán completamente ensamblados y cableados de fábrica. Cada panel formará un cerramiento completo, de tipo autoportante o de pared, completamente cerrado, mecánicamente resistente, no inflamable, de chapa de acero galvanizado o poliéster reforzado con fibra de vidrio, y será rígido.

Las puertas incluirán una junta estanca fabricada en neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán en bandejas con tapas extraíbles. Los cables de alimentación y control se instalarán en diferentes bandejas.

Los paneles estarán diseñados para ser extendidos en ambos extremos e incluirán salidas de repuesto y espacio para futuro (20%).

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

En la parte frontal de los cuadros se instalarán dispositivos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc.), dispositivos de control (pulsadores, interruptores, disyuntores, etc.), paneles sinópticos, etc.

Todos los componentes del interior serán accesibles a través de la parte frontal del panel.

Las partes metálicas del marco estarán protegidas contra la corrosión mediante un tratamiento anticorrosivo.

La construcción y diseño de los paneles deberá brindar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento en todas las condiciones de servicio.

Los paneles deberán estar equipados con calentadores controlados por termostato.

Se proporcionarán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro.

Todos los dispositivos y terminales se identificarán dentro del panel mediante etiquetas según los dibujos esquemáticos. Las etiquetas estarán y serán fácilmente legibles.

Las etiquetas de identificación del circuito se colocarán en la parte frontal del panel, consistentes en placas de chapa de aluminio. El fabricante puede adoptar cualquier solución para el material de la etiqueta siempre que sea duradero y de fácil lectura.

3.1.3. Conductores

Los conductores que deberán empelarse en los distintos circuitos proyectados de la instalación serán de cobre bipolares para las instalaciones interiores de alumbrado en los edificios, para la acometida se utilizarán conductores unipolares de cobre y para el resto de los circuitos se utilizarán conductores tetrapolares de cobre.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Deberán identificarse fácilmente, especialmente el neutro y el conductor de protección. Esta identificación se realizará por medio de los colores que presenten sus aislamientos.

Para el neutro el color será azul claro, para el conductor de protección será identificado por doble color amarillo-verde, para los conductores de fase, los colores a utilizar serán marrón, negro y gris, dependiendo del número de conductores a emplear en la canalización.

Las secciones de estos conductores permanecerán constantes en todo su recorrido no efectuándose empalmes dentro de los tubos y cambios de sección, utilizando para esto las arquetas y cajas descritas en el siguiente apartado.

3.1.4. Canalizaciones

Los cables se colocarán en el interior de conductos o canales, se fijarán directamente en las paredes, se enterrarán, se empotrarán directamente en estructuras, dentro de espacios huecos de construcción, bajo molduras o en bandeja. Se tomarán en consideración la ITC-BT-20 y la ITC-BT-21.

Todas las bandeja y tubos estarán debidamente etiquetadas. Los circuitos y cables instalados en su interior también deben estar debidamente etiquetados e identificados, con el fin de facilitar las tareas de mantenimiento y modificación.

Las conexiones entre conductores se realizarán dentro de cajas metálicas, en cuyo caso estarán aisladas internamente y protegidas contra la oxidación.

Los conductos deberán estar firmemente conectados a todas las tomas de corriente, máquinas, etc.

Los conductos y cajas deberán asegurarse mediante pernos del tipo adecuado según la ubicación.

BANDEJAS

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

En bandejas porta cables, solo se instalarán conductores aislados con revestimiento, unipolares o multipolares según norma UNE 60364-5-52.

Las bandejas utilizadas para el tendido de cables serán tipo perforadas.

Se ubicarán lo más lejos posible de áreas cálidas o áreas donde se puedan desechar líquidos corrosivos.

Los soportes de las bandejas utilizadas serán de acero galvanizado.

La continuidad eléctrica de las secciones de la bandeja se garantizará con cable de cobre estañado o con las placas de conexión adecuadas.

Las bandejas estarán conectadas a tierra.

Las bandejas se fijarán a los soportes mediante los herrajes adecuados de acero inoxidable. En ningún caso podrá realizarse mediante soldadura.

El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N / m, en función del ancho y la distancia entre apoyos. Se utilizará el mismo material y características que la bandeja para todos los accesorios, como codos, reducciones, etc.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paredes mediante herrajes de suspensión metálicos.

ENTERRADO BAJO TUBO EN CANAL DE OBRA VENTILADO

Se realizan canales de obra o zanjas para la instalación de cables unipolares bajo tubo según norma UNE 60364-5-52.

Estos canales serán realizados siguiendo la ubicación de los conductores en el Documento "Planos".

Se considerará ITC-BT-21 capítulo 1.2.2.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Las canalizaciones ordinarias precableadas destinadas a ser empotradas en ranuras realizadas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos) serán flexibles o curvables y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 3. Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción y canales protectoras de obra

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

El cumplimiento de las características indicadas en la tabla anterior se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50.086-2-1, para tubos rígidos, UNE-EN 50.086-2-2, para tubos curvables y UNE-EN 50.086-2-3, para tubos flexibles.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores.

Estos circuitos como bien se ha mencionado antes discurrirán por las zonas exteriores de los bancos como se muestra en el Documento "Planos" alojados en zanjas ventiladas de entre 1 y 1,2m de profundidad.

En ambos casos, tanto bajo tubo como por bandeja, el trazado será lo más recto posible, dentro de las dificultades que se puedan presentar, tanto en el terreno para circuitos

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

bajo canalización subterránea, como en las paredes y estructura de los edificios para los circuitos bajo bandeja o tubo visto.

3.1.5. Instalación de puesta a tierra

El diseño de puesta a tierra será según ITC-BT-26 e ITC-BT-18.

Los principales objetivos que se persiguen mediante un diseño de red de puesta a tierra adecuado son principalmente los siguientes:

- Seguridad del personal
- Seguridad del equipo

Por lo tanto, el sistema de puesta a tierra se diseñará para:

- Proporcionar medios para llevar corrientes eléctricas a tierra en condiciones normales y de falla, sin exceder los límites de operación.
- Asegurarse que una persona que se encuentre cerca de instalaciones conectadas a tierra no esté expuesta al peligro de una descarga eléctrica crítica.

El criterio básico para diseñar la red de puesta a tierra será controlar los potenciales inducidos en la tierra circundante. Esto significa que la tensión de paso y de contacto debe limitarse a valores seguros.

Se deberá garantizar que los equipos estén correctamente conectados a la red de puesta a tierra enterrada.

Todos los equipos eléctricos, estructuras metálicas y equipos mecánicos que puedan alcanzar un potencial peligroso estarán conectados a la red de puesta a tierra.

Las cargas se conectarán a tierra a través del conductor de tierra del cable de alimentación o mediante un conductor de tierra independiente.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos y tendrán una sección mínima según tabla 2 de la ITC-BT-18.

3.1.6. Elementos de protección

INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Tanto en la entrada de los cuadros, como en las salidas de cada cuadro habrá un disyuntor omnipolar para proteger todos los circuitos (trifásico + neutro o monofásico + neutro). La protección de sobreintensidad para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se realizará con estos interruptores automáticos, con curva de corte térmico para protección de sobrecarga y sistema de corte electromagnético para protección contra cortocircuitos.

Se utilizará el aire como medio extintor del arco.

Serán accionados manualmente, con mecanismos de cierre por energía acumulada, desde el frente del tablero. La actuación será manual o manual y eléctrica, según sea necesario por necesidades de automatización.

El interruptor entrante será selectivo con los interruptores salientes ubicados aguas abajo.

PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Se seguirá la instrucción ITC-BT-24. La protección se garantizará mediante la adopción de las siguientes medidas:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección mediante barreras o envolventes.
- Protección a través de obstáculos.
- Protección poniendo fuera de alcance por distancia.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Protección complementaria mediante dispositivos de corriente diferencial residual.

En lo que respecta a la protección complementaria por dispositivos de corriente residual, esta medida de protección solo está destinada a complementar otras medidas de protección contra contactos directos.

El uso de dispositivos de corriente diferencial, cuyo valor de corriente diferencial nominal es menor o igual a 30 mA, se reconoce como una medida de protección complementaria en caso de falla de otra medida de protección contra contacto directo o en caso de comportamiento negligente.

PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Se seguirá la instrucción ITC-BT-24.

El corte de energía automático después de un fallo tiene como objetivo evitar una tensión de contacto de valor suficiente que pueda resultar en un peligro cuando se prolonga en el tiempo.

La tensión límite convencional es de 50 V, en condiciones normales, y de 24 V en lugares húmedos.

Todas las masas de equipos eléctricos protegidas por un mismo dispositivo de protección deben estar interconectadas y unidas por un conductor de protección a la misma conexión a tierra.

El punto neutro de cada generador o transformador debe estar conectado a tierra. Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \cdot I_a \leq U$$

donde:

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- R_a : es la suma de las resistencias de la conexión a tierra y los conductores de tierra de protección.
- I_a : es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente residual, esta corriente es la corriente residual nominal.
- U : Límite de tensión de contacto (50 V)

SECCIONADOR

El interruptor seccionador será capaz conectará y desconectará el circuito en servicio continuo con un factor de potencia igual o menor a 0,7.

3.2. Pruebas y ensayos a realizar

Una vez finalizada la instalación, se efectuarán las siguientes comprobaciones:

- Medida de aislamiento entre conductores, en tramos de cien metros. Se comprobará la instalación desconectando los receptores, los interruptores cerrados y los cortacircuitos instalados. La medida se efectuará sucesivamente entre los conductores, tomados dos a dos, incluido el neutro.
- Medida de aislamiento de la instalación respecto a tierra, efectuada con todos los aparatos de utilización conectados, fusibles puestos e interruptores cerrados. Se medirá el conjunto cortocircuitando las fases activas y neutro. A la instalación se conectará el polo negativo del medidor, y a la tierra el positivo.

El valor deberá de ser superior a 400.000 ohmios en ambos casos.

Prueba de rigidez dieléctrica, estando desconectados los aparatos de utilización, los interruptores cerrados y los fusibles en servicio. La instalación deberá soportar durante un minuto una tensión de prueba de 1800 voltios, frecuencia industrial. El ensayo se realizará para los tres conductores activos y el neutro, aplicando tensión entre ellos, dos a dos, y de estos a tierra.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Comprobación de la continuidad de los conductores activos.

Verificación de la correcta actuación de los térmicos de los motores, viendo el tiempo de actuación eliminando una fase y regulándolos en su caso.

Comprobación de todos y cada uno de los mecanismos de corte y protección.

3.3. Condiciones de ejecución

3.3.1. Acometida

La acometida aérea se ejecutará directamente de las líneas de transporte de media tensión.

3.3.2. Sistema de medida

Los contadores se colocarán a una altura comprendida entre 0,5 y 1,8 metros medidos desde el suelo.

3.3.3. Cuadro general

La envolvente mecánica será de clase II, en caso de ser metálica se conectará a tierra tanto la propia envolvente como la puerta mediante sistema en paralelo con latiguillo flexible.

Desde el embarrado del cuadro, se suministrará energía a las líneas interiores mediante derivaciones formadas por terminales o tornillos con tuerca y contratuerca.

Cada una de las líneas se protegerá en el origen contra las sobrecorrientes mediante interruptores automáticos magnetotérmicos.

En este cuadro se identificarán mediante letreros duraderos y para cada aparato la línea a la que protege.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

También se instalará, en este cuadro general o en los secundarios, el sistema de protección contra los contactos indirectos que los receptores pueden ocasionar mediante el sistema de puesta a tierra de las masas, asociado a interruptores diferenciales, en consonancia con el sistema de distribución T.T. de energía eléctrica.

3.3.4. Condiciones generales de la instalación

Las conexiones entre conductores y de éstos con los mecanismos de corte y protección se efectuarán de forma que no sea posible un posterior aflojamiento, por medio de terminales adecuados. Queda expresamente prohibido el empalme mediante retorcimiento de los hilos y posterior encintado de ellos.

Para los empalmes y las derivaciones se utilizarán regletas de conexión y se realizarán en el interior de cajas de dimensiones tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.

Se respetarán en todos los casos los valores que contra las sobrecargas, cortocircuitos, contactos indirectos y diámetros de los tubos se fijan en el presente estudio, salvo modificaciones introducidas por el director facultativo.

Las tomas de corriente, interruptores, cuadros y demás mecanismos eléctricos se situarán a una altura mínima sobre la rasante del suelo de 1,5m, para evitar posibles daños mecánicos.

Cuando se ejecuten instalaciones con contactos de metales de distinto potencial electroquímico, se utilizará uniones bimetálicas. Los tornillos de unión serán de acero inoxidable, sujetando las uniones con tuerca y contratuerca.

Se tendrá especial cuidado con el contacto entre cobre desnudo y el acero galvanizado como por ejemplo en las bandejas porta cables de dicho material. En este caso el conductor de protección tendrá igual aislamiento que los activos.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Se identificará cada conductor mediante códigos de colores, asignando a las tres fases activas los colores negro, marrón y gris. Para el neutro se utilizará el color azul, y para los conductores de protección el doble color amarillo – verde.

Los conductores a utilizar serán de reconocida solvencia en el mercado nacional.

La instalación de los conductores se efectuará, en los tramos por los que discurre dentro de un tubo, introduciéndolos mediante guía, sin someterlos a excesiva tracción, y una vez que se han instalado los tubos. Se dispondrán de los registros que se consideren convenientes y como mínimo uno cada quince metros o cada tres curvas.

Se prohíbe la instalación de un tubo al que previamente se ha introducido los conductores, y ello al objeto de impedir que con posterioridad sea imposible la sustitución de los conductores debido al aplastamiento.

El diámetro de los tubos será de tal medida que permita ampliar en un futuro al doble los conductores instalados inicialmente. Las curvas practicadas serán continuas, no originándose reducciones de sección y tendrán un radio de curvatura apropiado para que no ocurra ni aplastamiento ni dificultad en el deslizamiento interior de los conductores.

Los tubos se fijarán a las paredes y techos por medio de sujeciones protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre las sujeciones será de 0,8m para tubos rígidos y de 0,6m para los flexibles. En cada cambio de dirección se dispondrán sujeciones en ambos sentidos, así como en la proximidad de cada entrada a aparato o caja de conexión.

Los tubos se instalarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalen, curvándolos o usando los accesorios necesarios. A su paso por juntas de dilatación del edificio se utilizará tubo flexible que absorba la dilatación.

PLIEGO DE CONDICIONES: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Los tubos para las líneas generales se instalarán a una altura sobre el suelo superior a 2,5m al objeto de protegerlos contra daños mecánicos.

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

DOCUMENTO 6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA



Estudiante: Gómez Rojo, Ibon

Director/Directora: Buigues Beraza, Garikoitz

Curso: <2022-2023>

Fecha: Bilbao, 1, septiembre, 2023>

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
1. OBJETIVOS DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	1
2. NORMATIVA DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS	3
3. APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	4
3.1. TENDIDO DE CABLES	4
3.2. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	8
3.3. CUADROS DE DISTRIBUCIÓN, FUERZA Y ALUMBRADO	15
3.4. RED DE TIERRAS	18
3.5. PUESTA EN MARCHA	21
4. MAQUINARIA DE OBRA.....	23
4.1. GRÚA AUTOPROPULSADA	23
4.2. CAMIÓN GRÚA	25
4.3. CARRETILLA ELEVADORA	28
4.4. RETROEXCAVADORA	30
4.5. DUMPER	31
4.6. HERRAMIENTAS MANUALES	33
5. EQUIPOS Y ELEMENTOS AUXILIARES	35
5.1. ANDAMIOS DE BORRIQUETAS	35
5.2. ANDAMIOS SOBRE RUEDAS	36
5.3. PASARELAS	37
6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL	38
6.1. ESPECIFICACIONES GENERALES	38
6.2. CUADROS ELÉCTRICOS.....	39
6.3. PUESTA A TIERRA	40
6.4. CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	40
7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES.....	42
8. PRIMEROS AUXILIOS	45

1. OBJETIVOS DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

El objetivo principal de este estudio es enumerar las condiciones mínimas a cumplir para la prevención de los riesgos laborales en la obra, de forma que se efectúe la obra sin incidentes y enfermedades.

Por lo expuesto, los objetivos de este trabajo técnico se definen según los siguientes apartados, que se consideran de un mismo rango:

- Cumplir con el contenido la legislación laboral vigente en el Estado Español y en sus Comunidades Autónomas.
- Conocer el proyecto a construir y definir la tecnología adecuada para la realización técnica y económica de la obra, con el fin de poder analizar los posibles riesgos de seguridad y salud en el trabajo.
- Analizar todas las unidades de obra contenidas en el proyecto a construir, en función de sus factores: formal y de ubicación, coherentemente con la tecnología y métodos viables de construcción a poner en práctica.
- Diseñar puestos de trabajo lo más seguros posible dentro del ámbito de provisionalidad material en el que se actuará.
- Identificar y definir todos aquellos los riesgos que pudieran surgir a lo largo de la realización de esta obra.
- Hacer cumplir las medidas de prevención proyectadas a través de este Estudio de Seguridad y Salud, entre todos los participantes en el proceso de construcción.
- Crear un ambiente saludable en la obra, mediante la prevención eficaz de enfermedades derivadas de la profesión.
- Enumerar los pasos a seguir en el caso de accidente. De manera que el afectado reciba los cuidados adecuados a la mayor brevedad posible.
- Dar la formación adecuada a los trabajadores, de forma que sean capaces de aplicarlos de manera segura en la obra.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Evitar prácticas que contradigan las condiciones mínimas de seguridad y salud.
- Diseñar en colaboración estrecha con el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de obra, la metodología necesaria para efectuar cada día, previniendo a los trabajadores de cualquier riesgo.

2. NORMATIVA DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS

Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud que deberán aplicarse:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 13 de diciembre, reforma de Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 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. 842/2002. Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R. D. 3572/1982. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R. D. 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- R. D. 485/1997 en materia de Señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R. D. 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R. D. 487/1997 relativo a la Manipulación manual de cargas que entrañe riesgos.
- R. D. 773/1997 relativo a la Utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal individual.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el R.D 39/1997.

3. APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO

3.1. Tendido de cables

TENDIDO DE CABLE EN BANDEJA

El cable se situará en la bandeja. Se realizará manualmente. Se les dará un ligero tense antes de fijarlas con el fin de evitar flechas o curvas en su recorrido. Se tendrá el mayor cuidado posible en el tendido para evitar daños en la cubierta. Se realizará un ordenamiento de los cables para evitar cruces entre ellos.

MEDIDAS PREVENTIVAS CONCRETAS

Los trabajos junto a huecos se realizarán protegiendo los mismos o utilizando arnés de seguridad amarrado a línea de vida.

Con el objeto de evitar riesgos derivados de tropezones, deberá mantenerse siempre un ambiente de trabajo ordenado y limpio.

Los montajes relacionados con aparamenta eléctrica, tendrán que ser ejecutados por trabajadores especialistas en el ámbito.

La iluminación en los tajos será la adecuada para la realización de los trabajos.

Se deberá señalar que se están realizando trabajos, así como bloquear toda la aparamenta de corte durante la realización de los trabajos eléctricos, de manera que la zona en la que se vayan a realizar dichos trabajos quede completamente aislada de cualquier riesgo.

Se impedirá cualquier conexión eléctrico que no sea realizado mediante el uso de clavijas.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Toda herramienta que a utilizar los instaladores deberán estar protegidas mediante material aislante, y sustituidas en caso de deterioro de dicho aislamiento.

Se hará uso de portalámparas estancas y rejillas de protección, en toda actuación relacionada con el alumbrado.

La fijación de pernos, puntas y tornillos... deberá llevarse a cabo con la mayor precisión posible mediante pistola clavadora.

No se utilizarán escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.

Se deberán en los cuadros eléctricos revisar todos los empalmes y conexiones antes de la puesta en carga de la instalación.

TENDIDO DE CABLE EN CANALETA

El cable se introducirá dentro de la canalización. Una vez terminado este proceso se cerrarán las canaletas. Se realizará manualmente. Se les dará un ligero tense antes de fijarlas con el fin de evitar flechas o curvas en su recorrido. Se tendrá el mayor cuidado posible en el tendido para evitar daños en la cubierta. Se realizará un ordenamiento de los cables para evitar cruces entre ellos.

Finalmente, se pondrá la tapa a la canalización, tendiendo el cable en tubo de acero/tubo corrugado. Los cables se pasarán por los tubos, con la ayuda de una guía. Se les dará un ligero tense antes de fijarlas con el fin de evitar flechas o curvas en su recorrido. Se tendrá el mayor cuidado posible en el tendido para evitar daños en la cubierta. Se realizará un ordenamiento de los cables para evitar cruces entre ellos.

MEDIDAS PREVENTIVAS CONCRETAS

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Los trabajos junto a huecos se realizarán protegiendo los mismos o utilizando arnés de seguridad amarrado a línea de vida.

Con el objeto de evitar riesgos derivados de tropezones, deberá mantenerse siempre un ambiente de trabajo ordenado y limpio.

Todo montaje eléctrico deberá llevarlo a cabo un especialista.

La iluminación en los tajos será la adecuada para la realización de los trabajos.

Se deberá señalar que se están realizando trabajos, así como bloquear toda la paramenta de corte durante la realización de los trabajos eléctricos, de manera que la zona en la que se vayan a realizar dichos trabajos quede completamente aislada de cualquier riesgo.

Se impedirá cualquier conexionado eléctrico que no sea realizado mediante el uso de clavijas.

Toda herramienta que a utilizar los instaladores deberán estar protegidas mediante material aislante, y sustituidas en caso de deterioro de dicho aislamiento.

La fijación de pernos, puntas y tornillos deberá llevarse a cabo con la mayor precisión posible mediante pistola clavadora. La pistola dispondrá de seguro de disparo que evite accionamientos involuntarios.

No se utilizarán escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.

Se deberá señalar que se están realizando trabajos, así como bloquear toda la paramenta de corte durante la realización de los trabajos eléctricos, de manera que la zona en la que se vayan a realizar dichos trabajos quede completamente aislada de cualquier riesgo.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

MEDIDAS PREVENTIVAS GENÉRICAS

Toda excavación estará señalizada mediante una barandilla situada a una distancia de 2,00 m como mínimo, según norma UNE EN 13374:2004.

Para evitar el accidentes y atropellos de personas, se deberá prestar atención diariamente las condiciones de la superficie por donde vayan a transitar los vehículos. De esta manera se identificarán los elementos que pudieran producir una aceleración o vuelvo de los vehículos.

Se deberá analizar las causas que provoquen la aparición de alguna resistencia, que provoque sobre esfuerzos a la hora de tirar el cable en arquetas.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Cintas de advertencia de color rojo/blanco.
- Placa señalización-información en pvc serigrafiado.
- Extintor de CO₂, de eficacia 89b, con 5kg de agente extintor.
- Botiquín de urgencia para obra.
- Cubo para recogida de basuras.
- Iluminación adecuada de la obra.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad con barboquejo, homologado.
- Ropa de trabajo de alta visibilidad.
- Par de botas de seguridad.
- Chaleco reflectante.
- Guantes.
- Gafas protectoras contra impactos, incoloras, homologadas.
- Protector auditivo.

MAQUINARIA

- Carretilla elevadora
- Dumper
- Grúa sobre camión con pluma telescópica
- Grupo electrógeno
- Herramientas eléctricas manuales
- Herramientas neumáticas manuales
- Plataforma elevadora de mástil telescópico
- Plataforma móvil elevadora de tijeras

3.2. Centros de transformación

CONSIDERACIONES PREVIAS

La ejecución de la obra implica el montaje del centro de transformación al que se pretenda dotar de suministro eléctrico. El transformador puede ser de tipo intemperie (y estará constituida por pórticos con bandejas intermedias sobre las que se montarán las auto válvulas, cableado..., con los transformadores asociados a cada instalación sobre el terreno, o bien en altura, sobre las citadas bandejas) o por el contrario alojarse en el interior de casetas prefabricadas.

El transformador se estabilizará debidamente previamente a su deslingado. En el supuesto de que los transformadores se debieran manipular en la obra de forma previa a su instalación (trabajos con aceites, etc.), resultará obligatorio que la manipulación sea realizada por operarios que cuenten con formación específica en la materia, y siempre conforme a las instrucciones facilitadas por el fabricante de los equipos. Además, durante el montaje del CT nunca se deben manipular elementos en tensión.

Durante el transcurso de los trabajos se prohibirá que los trabajadores se sitúen en la zona de influencia de las cargas suspendidas, que serán dirigidas exclusivamente

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

mediante cabos de gobierno. Además, todas las cargas se elevarán desde puntos y mediante útiles de izado específicamente habilitados para ello por su fabricante. Se prohibirá rebasar la máxima capacidad de carga de los equipos y accesorios de izado (eslingas, cadenas, ganchos, etc.), los cuales serán objeto de una revisión previa al inicio de los trabajos. Además, todos los útiles que se usen dispondrán de dispositivos de seguridad que eviten un descuelgue accidental de las cargas (como los pestillos de seguridad en los ganchos, etc.).

Durante todo el proceso de instalación, montaje del CT y su conexionado, se dejarán todas las líneas eléctricas sin tensión (abriendo los seccionadores), y serán conectadas a tierra. Además, antes de cualquier manipulación se deberá garantizar la ausencia de tensión mediante un comprobador adecuado, que se encontrará en unas óptimas condiciones de conservación y mantenimiento. Por lo tanto, durante la ejecución de las actividades (la instalación, el montaje y el conexionado) nunca se darán interferencias con las líneas eléctricas que constituyan las redes de distribución ejecutadas.

Tanto durante estos trabajos, como en cualesquiera otros que requirieran el corte de tensión en una instalación eléctrica, se comprobará la ausencia de tensión conforme a las cinco reglas de oro que a continuación se enumeran, siempre de forma previa al inicio de los trabajos que deban ejecutarse:

- Desconectar todas las posibles fuentes de tensión, realizando su apertura con corte visible con interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo.
- Señalización y enclavamiento o bloqueo de los aparatos de corte.
- Verificación de la ausencia de tensión.
- Poner todas las posibles fuentes de tensión a tierra y en cortocircuito.
- Delimitar la zona de trabajo mediante señalización, para protección frente a elementos próximos en tensión.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

En cualquier caso, con el objeto de garantizar al máximo la seguridad de los trabajadores, éstos usarán guantes, alfombras, y demás materiales y herramientas de seguridad aislantes. Además, los aparatos o las herramientas eléctricas que se usen estarán dotados de aislamiento de grado II, y estarán alimentados mediante un transformador de seguridad.

El centro de transformación estará dotado de los elementos siguientes para los trabajos de revisión y de mantenimiento: Placa de identificación de celda, instrucciones concernientes a los peligros que presentan las corrientes eléctricas y los socorros a impartir a las víctimas, esquema del centro de transformación, pértiga de maniobras, banqueta aislante, etc.

Además, en la entrada del centro de transformación se colocará una placa para su identificación, triángulos de advertencia del riesgo eléctrico, y cuantas advertencias e indicaciones sean precisas para impedir maniobras incorrectas y accidentes.

Previsión de medidas preventivas durante el entronque con la red de la compañía distribuidora y otros trabajos en tensión:

Resultarán de aplicación las medidas preventivas siguientes:

- Toda persona que deba intervenir en trabajos en tensión estará habilitada con acreditación expresa de la empresa.
- Todo trabajo en tensión estará sujeto a un estudio preliminar por el Jefe de Trabajos, para confirmar que se puede efectuar de manera segura mediante el procedimiento de ejecución elegido.
- Previamente al inicio de las actividades, se verificará el estado de las instalaciones y equipos sobre los que se vaya a trabajar. Se deberán tener en cuenta las condiciones atmosféricas, como lluvia granizo, nieve, niebla, tormenta y viento. Los trabajos se suspenderán bajo estas condiciones.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Todas las actividades se realizarán con la supresión de los reenganches automáticos y con la prohibición de puesta en servicio de la instalación en caso de desconexión sin la previa conformidad de su responsable. Estas disposiciones deberán materializarse sobre los cuadros de mando y de protección o sistemas de telemando mediante la señalización que corresponda.
- Se establecerán unos adecuados medios de comunicación que permitan desarrollar de forma efectiva cualquier maniobra de urgencia que fuera necesaria.
- Durante las operaciones, el Jefe de Trabajo se encargará de dirigir las y controlarlas, siendo el responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de los operarios.
- Antes del inicio de los trabajos en zonas donde se prevea la posible presencia de trabajadores ajenos a los trabajos, se procederá a delimitar y señalizar la zona de trabajo, prohibiendo la presencia en la misma de operarios ajenos a las actividades, y advirtiendo el riesgo eléctrico que conllevarán las mismas. La delimitación deberá cerrar todo el perímetro de la zona de trabajo, debiendo quedar dentro de la misma todo el equipo requerido y todos los elementos en tensión.
- Los trabajos a potencial se realizarán empleando equipos aislantes (como grúas, plataformas elevadoras, etc.), u otros elementos con aislamiento adecuado a la tensión de la instalación. Además, durante la ejecución de trabajos en tensión todos estos equipos se pondrán a tierra. Los operarios irán provistos en todo momento de EPI's aislantes (adecuados a la tensión de la línea eléctrica).
- Deberán revestirse todos los conductores y masas con los que pudieran entrar en contacto los trabajadores que intervengan en las operaciones, debiendo procederse a este revestimiento a medida que los operarios avanzan en su trabajo. Se prohíbe que durante el desarrollo de las operaciones queden al descubierto dos puntos a diferente potencial.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Se utilizarán en todo momento los equipos de protección colectiva e individual que se definen en el presente documento.
- Respecto al riesgo de caída en altura que puedan implicar los trabajos en tensión, éstos se realizarán en todo momento desde una plataforma elevadora de personal.
- Toda la maquinaria que pudiera invadir las zonas de peligro o zonas de trabajo en tensión (cesta elevadora...) deberá disponer de los elementos de puesta a tierra correspondientes.
- Se prohíbe tocar de forma simultánea dos fases, o fase y tierra. Además, se respetarán las medidas preventivas previstas en este documento para todas aquellas situaciones en que deban realizarse trabajos en tensión. De este modo, cuando deba invadirse la zona de peligro o zona de trabajos en tensión fijada por el R.D. 614/2001 en función de la tensión de la línea, todos los trabajadores harán uso de los equipos de protección establecidos, y se dispondrán las protecciones colectivas que eviten posibles situaciones de contacto eléctrico: Presencia de los trabajadores sobre la cesta aislante, mantas aislantes, protecciones de conductor y de cadena, etc. Además, todas las herramientas y los elementos que deban ser usados deberán disponer del aislamiento necesario para la realización de las actividades bajo unas condiciones seguras (aparejos aislantes, cuerdas aislantes, pinzas y poleas aislantes, etc.).
- Todo el personal que intervenga en las operaciones dispondrá de la formación específica y la autorización y cualificación necesarias para la realización de los trabajos, de acuerdo con el contenido del R.D. 614/01. Todas las actividades se realizarán conforme al procedimiento de trabajo específico que elabore la empresa que ejecute los trabajos en tensión.

PREVISIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Resultarán de aplicación el conjunto de medidas relacionadas con el tendido de conductores.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

En todo caso, se plantean las siguientes medidas preventivas, que complementan a lo indicado en el presente párrafo:

- No se manipularán instalaciones eléctricas bajo regímenes de lluvia y en presencia de agua en general.
- Se acreditará mediante cálculo justificativo la resistencia y estabilidad de todas las estructuras (pórticos, bandejas...) de las subestaciones transformadoras (como en el caso de las torres, conforme al contenido del Proyecto de cada una de las instalaciones, etc.), teniendo para ello en consideración todos los esfuerzos a los que los citados elementos pudieran estar sometidos (el peso de las instalaciones, el efecto del viento, etc.).
- Sobre la base de las conclusiones del cálculo, en caso necesario se arriostrarán las estructuras mediante vientos con el fin de garantizar su total estabilidad. Como en el caso de las torres, estos vientos se anclarán al terreno mediante pistolos o dados de hormigón, y se montarán desde una plataforma elevadora de personal siempre antes de realizar el deslingado de las estructuras. En caso de resultar necesarios, esos arriostramientos dispondrán también de un dimensionamiento o cálculo justificativo.
- Se priorizará el hecho de que todos los trabajos sobre las instalaciones eléctricas se realicen en frío, previo corte de tensión en las mismas. En materia de riesgo de caída en altura, se deberá priorizar también el empleo de plataformas elevadoras de personal desde las que, bajo las condiciones especificadas (dispondrán de barandilla reglamentaria, se prohíbe abandonar el recinto protegido de la cesta o encaramarse sobre la barandilla, etc.), desarrollar todos los trabajos en altura: Montaje y deslingado de los distintos componentes de la estructura (como los pórticos, las bandejas, el pararrayos), todo el cableado, los transformadores si se ubicaran en altura, etc.
- En caso de que no resultara posible cumplir lo establecido en el punto anterior, la empresa contratista deberá justificar dicha circunstancia en su Plan de

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Seguridad, y planteará otras protecciones alternativas: Dispositivo anti-caídas fijado a una línea de vida vertical, arnés de seguridad de doble cabo permanentemente anclado a puntos estables y resistentes de la estructura previamente consolidados, etc.

- En cuanto al izado de cargas, se destaca la terminante prohibición de que los trabajadores se sitúen en la zona de influencia de las cargas suspendidas, que serán dirigidas exclusivamente mediante cabos de gobierno. Además, todas las cargas se elevarán desde puntos y mediante útiles de izado específicamente habilitados para ello por su fabricante. Se prohibirá rebasar la máxima capacidad de carga de los equipos y accesorios de izado (eslingas, cadenas, ganchos, etc.), los cuales serán objeto de una revisión previa al inicio de los trabajos mediante la que se acrediten sus óptimas condiciones de conservación y mantenimiento. Además, todos los útiles que se usen dispondrán de dispositivos de seguridad que eviten un posible descuelgue accidental de las cargas (como los pestillos de seguridad en los ganchos, etc.).
- En cuanto al montaje de las casetas prefabricadas de hormigón, los trabajos se realizarán mediante una grúa autopropulsada. Las labores de eslingado o deslingado se realizarán desde una escalera de mano conforme al contenido de la normativa de aplicación (R.D. 2177/2004) y de este Estudio de Seguridad, prohibiéndose terminantemente que durante el transcurso de las mismas los trabajadores se encaramen sobre su cubierta.
- Durante todo el proceso de instalación y montaje de la subestación eléctrica y el centro de transformación, así como durante su conexionado a las nuevas redes de distribución se dejarán todas las líneas eléctricas sin tensión (abriendo los seccionadores), y se conectarán a tierra. Además, antes de cualquier manipulación se deberá garantizar la ausencia de tensión mediante un comprobador o verificador adecuado, que se encontrará en óptimas condiciones de conservación y mantenimiento. Por lo tanto, durante la ejecución de las actividades (la instalación, montaje y el conexionado de la subestación) no se

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

darán interferencias con las líneas eléctricas que constituyan las redes de distribución ejecutadas hasta las estaciones de bombeo. Tanto durante estos trabajos, como en cualesquiera otros que requirieran el corte de tensión en una instalación eléctrica, se comprobará la ausencia de tensión de acuerdo con las cinco reglas de oro.

La empresa contratista deberá organizar y coordinar debidamente las actividades de la obra de tal forma que se eviten las posibles interferencias o concurrencias entre los trabajos de ejecución de las estaciones de bombeo, y cualquier otra actividad que se desarrollara en la zona, guarde o no una relación más o menos directa con dichos trabajos: Ejecución de las instalaciones eléctricas (tal es el caso de nuevos tendidos eléctricos, subestación eléctrica y centro de transformación etc.), trabajos de excavación en zanja y montaje de tubería (colectores de entrada y salida, cuellos de cisne, tuberías de impulsión, etc.), movimientos de tierra (que pudieran guardar relación con la ejecución de balsas en zonas próximas), ejecución de obras de fábrica (arquetas de filtro, caudalímetros, anclajes de piezas especiales, etc.)...

3.3. Cuadros de distribución, fuerza y alumbrado

DESCRIPCIÓN Y PROCEDIMIENTO

Esta actividad incluye el traslado, elevación y fijación de armarios de mando y control cargadores de los equipos rectificador-batería, armarios de servicios auxiliares y transformadores de servicios auxiliares. Los armarios serán descargados mediante grúa y colocados sobre la bancada correspondiente. Posteriormente, se instalarán todos los equipos en el interior del edificio.

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

- Caída personas a distinto nivel.
- Caída personas al mismo nivel.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes con objetos o herramientas.
- Proyección fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambiente extremas.
- Contactos eléctricos en baja tensión.
- Uso de equipos de trabajo.
- Cortes.

MEDIOS A EMPLEAR

- Transpaleta.
- Herramientas manuales.
- Herramienta eléctrica portátil.
- Herramienta manual dieléctrica.

MEDIDAS PREVENTIVAS DE ACTUACIÓN

Las bancadas sobre las que irán instalados los armarios deberán estar dimensionadas en función del peso de cada armario.

Durante la descarga de suministros mediante grúas, se extenderán los brazos estabilizadores posicionados sobre terreno estable, atendiendo a las instrucciones del fabricante y a los límites de carga máxima.

El acopio de materiales deberá realizarse en zonas de fácil acceso para su manejo.

La manipulación manual de materiales, herramientas u objetos ha de ser racional, no realizando esfuerzos superiores a la capacidad física del trabajador, manipulando los elementos entre dos o más empleados y realizando preferentemente una manipulación mecánica de cargas.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Siempre que la cargas tengan aristas vivas, se deberá hacer uso de guantes de trabajo. Además, con el objeto de averiguar si la carga tiene nudos, astillas o bordes afilados, se deberá inspeccionar la carga, antes de cogerla.

Se deben limpiar los objetos grasientos, mojados o resbaladizos antes de ser manipulados.

La descarga se transportará de forma que limite lo menos posible el campo de visión mientras se realicen desplazamientos.

En el movimiento de elementos acopiados y transportados, debe ponerse especial énfasis en garantizar la estabilidad de los elementos en su izado y desplazamiento. Para ello se usarán ganchos con pestillo y número de eslingas adecuado a la carga. Las bases de apoyo serán estables y niveladas.

Previo al montaje de cada armario se revisará la zona donde irá instalado, comprobando que la bancada está correctamente instalada y que no hay obstáculos para su montaje.

En el caso de que queden huecos abiertos que no puedan quedar tapados por obstruir la maniobra de montaje del armario los trabajadores deberán estar atados mediante arnés de seguridad a un punto fijo.

Estas maniobras deberán ser realizadas por varios trabajadores, quedando claro quién es el que indica las maniobras a la persona que maneja el transpaleta.

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Todos los trabajadores estarán formados frente los riesgos que implica su trabajo, de manera que sepan cómo proceder para realizarlo cumpliendo con todas las normas de seguridad y de obligada aplicación.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Anorak de alta visibilidad.
- Botas de seguridad.
- Casco de protección con barbuquejo.
- Faja elástica.
- Guantes contra riesgos eléctricos.
- Guantes contra riesgos mecánicos.
- Mono de trabajo de alta visibilidad.
- Pantalla facial o gafas de protección.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Cinta de señalización de los riesgos.
- Señalización de advertencia de riesgos.

3.4. Red de tierras

DESCRIPCIÓN Y PROCEDIMIENTO

Se incluyen en estos trabajos las conexiones en interior de edificios técnicos para la instalación de la red de tierras, el conexionado entre conductores, electrodos y negativos, el mecanizado y corte de pletinas y la conexión de conductores a equipos.

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

- Caída personas a distinto nivel
- Caída personas al mismo nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Golpes con objetos o herramientas
- Proyección fragmentos o partículas

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Atrapamiento por o entre objetos
- Sobreesfuerzos
- Exposición a temperaturas ambiente extremas
- Contactos eléctricos
- Uso de equipos de trabajo
- Cortes

MEDIOS A EMPLEAR

- Equipos de mecanizado.
- Escalera manual.
- Herramienta eléctrica portátil.
- Herramientas manuales.
- Portabobinas

MEDIDAS PREVENTIVAS

El tendido y conexionado de cableado se realizará a través de las canalizaciones y anclajes previstos al efecto.

Respecto al uso de escaleras de mano se atenderá a lo dispuesto en el artículo 4.2 del R.D. 2177/2004.

La zona de trabajo debe estar suficientemente iluminada tanto para la realización de trabajos como para hacer visible la zona de trabajo.

En principio todos los trabajos se realizarán sin tensión. Para ello previo al comienzo de cada actuación se verificará la ausencia de tensión y se señalizarán los cuadros indicando que se están realizando trabajos y que esos cuadros deberán permanecer desconectados.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

En caso de que se realice algún trabajo en tensión se realizará de acuerdo con el tipo de trabajo siguiendo lo indicado en el RD 614/2001 sobre riesgos eléctricos, con las calificaciones y autorizaciones necesarias para cada operario.

Cualquier trabajo eléctrico se hará con personal especializado y con la formación necesaria, prohibiendo terminantemente el hacerlo al trabajador que no reúna estas condiciones.

Todos los huecos quedarán vallados y señalizados.

Se deberá llevar un control sobre el uso de las protecciones individuales por parte de los trabajadores. Además, se les instruirá acerca de la utilización de dichas protecciones y sobre los riesgos que protegen.

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad.

Con el fin de conseguir un ambiente de trabajo limpio y ordenado durante la ejecución de las obras, se realizará una limpieza de escombros diaria.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Anorak de alta visibilidad.
- Botas de seguridad.
- Casco de protección con barbuquejo.
- Faja elástica.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
- Mono de trabajo de alta visibilidad.
- Pantalla facial o gafas protectoras.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Barandillas.

3.5. Puesta en marcha

CONSIDERACIONES PREVIAS

Se realiza, comprobación, funcionamiento y ajuste de cada aparato y su conexionado, comprobación, funcionamiento y ajustes por bloques funcionales, comprobación, funcionamiento y ajustes del conjunto de la instalación y su interconexión con instalaciones colaterales o satélites.

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

- Caída de personal a distinto nivel
- Caída de persona al mismo nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Golpes / cortes por objetos o herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Sobreesfuerzos
- Exposición a temperaturas extremas
- Contacto eléctrico en baja tensión
- Contacto eléctrico en alta tensión

MEDIOS A EMPLEAR

- Aparatos de verificación.
- Herramientas manuales.
- Herramienta manual dieléctrica.
- Herramientas eléctricas portátiles.

MEDIDAS PREVENTIVAS

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Para las pruebas y puesta en servicio se ha de elaborar un procedimiento en el que se contemple la revisión previa de todos los elementos que componen la instalación, elementos de apertura, corte, protecciones de la instalación. En este procedimiento se establecerá un sistema de comunicación en el que se avise del desarrollo de las pruebas a todas las personas que se vean afectadas, así como se delimite el acceso a las zonas de la instalación que puedan suponer riesgos durante la fase de pruebas.

Estos trabajos se realizarán según procedimiento de la empresa contratista y sólo podrán ser realizados por personal cualificado y autorizado para estos trabajos.

Todos los elementos en tensión quedarán señalizados antes de la puesta en tensión.

Todos los cuartos donde haya elementos en tensión deberán estar señalizados y su acceso estará restringido para que sólo entren trabajadores autorizados.

Se respetará lo establecido en el R.D. 487/1997, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas.

No suplantar herramientas.

Utilización de herramientas adecuadas.

Personal entrenado y adiestrado al esfuerzo que tiene que realizar.

Reducir los movimientos repetitivos.

Eliminar posturas de trabajo forzadas

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- chaleco reflectante
- Botas de seguridad
- Casco de seguridad

4. MAQUINARIA DE OBRA

4.1. Grúa autopropulsada

RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Derrumbe de objetos.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos móviles e inmóviles.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento.
- Exposición a contactos eléctricos.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Se cumplirá todo lo establecido en el R.D. 837/2003, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción Técnica Complementaria “MIE-AEM-4” del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a las grúas móviles autopropulsadas.

Las grúas móviles autopropulsadas a utilizar en esta obra deberán tener al día el libro de mantenimiento.

Para prevenir de posibles riesgos, todos los ganchos deberán de disponer de un pestillo de seguridad.

El operario que manipule la grúa deberá estar en posesión del documento que le faculte para ello (carné de operador de grúa móvil autopropulsada).

Una persona competente comprobará el correcto apoyo de los gatos estabilizadores antes de entrar en servicio la grúa autopropulsada.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Se deberá asegurar la estabilidad de la grúa. Para ello, durante su uso todas ellas harán uso de los gatos estabilizadores, y se dispondrán los medios necesarios con el fin de garantizar un reparto uniforme de las cargas que transmitan sobre el terreno.

Las maniobras con grúas móviles autopropulsadas serán supervisadas y dirigidas por un jefe de maniobras previamente designado por la empresa usuaria del equipo.

No se podrá superar el valor máximo de carga máxima admisible fijada por el fabricante.

No se podrá usar la grúa para arrastrar cargas o transportar personas.

Siempre que haya trabajadores dentro del radio de acción, se prohibirá realizar cualquier tipo de actuación.

Dependiendo del tipo de carga se deberán usar diferentes accesorios de elevación.

Cuando el viento sea superior a lo indicado por el fabricante en las instrucciones de uso, se suspenderán las maniobras.

Se deberá asegurar que el brazo está completamente inmovilizado antes del comienzo de cualquier desplazamiento.

Con el objeto de evitar resbalones en los accesos a la cabina, deberán limpiarse tanto los zapatos como las escaleras de la grava y el barro.

Se deberá respetar las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina.

No se deberá permitir que personal sin cualificación acceda a la cabina o maneje los mandos. Puede provocar accidentes.

Todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estrobos dispondrán de los dispositivos de seguridad mediante los cuales se evite una caída fortuita de las cargas por descuelgue, etc.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Todos los equipos y útiles de izado verificarán lo establecido en los RR.DD. 1215/97 y 1435/92, y, entre otras cuestiones, estarán debidamente certificados.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Zapatos de seguridad.
- Cinturón antivibratorio.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Prohibición de estar en el radio de acción de la máquina.
- Señalización de las zonas de trabajo.

4.2. Camión grúa

RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Derrumbe de objeto.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos móviles e inmóviles.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento.
- Exposición a contactos eléctricos.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Las cuatro ruedas del vehículo deberán estar inmovilizadas mediante gatos, antes de realizar cualquier tipo de maniobra.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Para prevenir de posibles riesgos, todos los ganchos deberán de disponer de un pestillo de seguridad.

Durante el empleo del camión grúa para la carga o descarga de material, las maniobras serán dirigidas en todo momento por un responsable.

Se garantizará la total estabilidad de los camiones-grúa que se empleen en la obra. Para ello, durante su uso todos ellos harán uso de los gatos estabilizadores, y se dispondrán los medios necesarios con el fin de garantizar un reparto uniforme de las cargas que transmitan sobre el terreno.

No se podrá superar el valor máximo de carga máxima admisible fijada por el fabricante.

Se prohíbe permanecer o realizar trabajos en el radio de acción en torno al camión-grúa en prevención de accidentes.

Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, para evitar el vuelco.

Se prohíbe estacionar o circular con el camión grúa a distancias que puedan afectar a la estabilidad de tierras por riesgo de desprendimiento. De igual modo, se prohíbe realizar tirones sesgados de la carga.

Se prohíbe arrastrar las cargas con el camión grúa. Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos, se guiarán con cabos de gobierno. Se prohibirá la presencia de los trabajadores en la zona de influencia de las cargas suspendidas. Además, se cumplirá el contenido del presente Estudio de Seguridad en materia de izado de cargas.

No se podrá usar la grúa para arrastrar cargas o transportar personas.

Siempre que haya trabajadores dentro del radio de acción, se prohibirá realizar cualquier tipo de actuación.

Dependiendo del tipo de carga se deberán usar diferentes accesorios de elevación.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Cuando el viento sea superior a lo indicado por el fabricante en las instrucciones de uso, se suspenderán las maniobras.

Se deberá asegurar que el brazo está completamente inmovilizado antes del comienzo de cualquier desplazamiento.

Con el objeto de evitar resbalones en los accesos a la cabina, deberán limpiarse tanto los zapatos como las escaleras de la grava y el barro.

Se deberá respetar las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina.

No se deberá permitir que personal sin cualificación acceda a la cabina o maneje los mandos. Puede provocar accidentes.

Todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estrobos dispondrán de los dispositivos de seguridad mediante los cuales se evite una caída fortuita de las cargas por descuelgue, etc.

Todos los equipos y útiles de izado verificarán lo establecido en los RR.DD. 1215/97 y 1435/92, y, entre otras cuestiones, estarán debidamente certificados.

PROTECCIONES PERSONALES

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Zapatos de seguridad.
- Cinturón antivibratorio.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Prohibición de estar en el radio de acción de la máquina.
- Señalización de las zonas de trabajo.

4.3. Carretilla elevadora

Es una máquina móvil sobre ruedas destinada a desplazar y elevar cargas hasta una posición de trabajo, o bien para la carga y descarga de paletizados; está constituida por un chasis con cabina dotada de órganos de servicio, y una estructura extensible vertical e inclinable por donde corren los dos largos soportes.

RIESGOS

- Caída de personas a diferente nivel.
- Caída de objetos por desplome.
- Caída de objetos por manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes contra objetos móviles e inmóviles.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamientos por vuelco de máquinas.
- Contactos eléctricos.
- Incendios.

MEDIDAS PREVENTIVAS

No se debe sobrepasar el límite de carga establecido y adecuar la velocidad a la carga transportada.

Siempre que la carga sobresalga lateralmente estará prohibido su transporte.

Llevará incorporadas luces y bocina de retroceso.

Levará pórtico antivuelco y cinturón de seguridad.

Dispondrá de pedal de hombre muerto.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

No se permitirá la realización de trabajos en el radio de acción, cuando esté en funcionamiento.

Se deberá inspeccionar a diario es correcto funcionamiento del motor, sistema hidráulico, frenos, dirección, luces, bocina, neumáticos.

No se podrá trabajar en lugares situados a una distancia inferior a 10 metros de la carretilla.

Mientras el motor esté en marcha no se podrán realizar ajustes.

Se deberá señalar al resto de vehículos la velocidad máxima de 20 Km/h en la obra.

Para evitar la formación de blandones y embarramientos, se deberá conservar en adecuado estado para la circulación los accesos y caminos.

No permitir a personas no cualificadas el manejo de los mandos.

El operario deberá poseer la cualificación y autorización necesario y no deberá conducir vehículos de obra si está tomando medicación que pueda provocar somnolencia.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- No transportar cargas por encima del personal.
- No circular por zonas peatonales.
- Señalización acústica de movimiento hacia atrás.
- Piloto rotativo

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Gafas

4.4. Retroexcavadora

Es una máquina que recoge la tierra en un plano inferior, por lo que es muy usada en excavaciones de zanjas, trabajos de demolición, carga sobre vehículos y extracción de materiales bajo el nivel del suelo.

RIESGOS

- Atropello.
- Deslizamiento de la máquina.
- Vuelcos.
- Choque contra otros vehículos.
- Cruce con infraestructuras (agua, gas, electricidad, etc).
- Desplome de taludes o de frentes de excavación.
- Incendios.
- Atrapamientos.
- Proyección de objetos durante el trabajo.
- Caídas de personas desde la máquina.
- Golpes.
- Ruido propio del conjunto.
- Vibraciones.

MEDIDAS PREVENTIVAS

La cabina deberá disponer de un botiquín de primeros auxilios y un extintor.

Incorporación de luces y bocina de retroceso.

Todo desplazamiento deberá llevarse a cabo con la cuchara plegada.

La cuchara deberá ser apoyada en el suelo antes de abandonar el vehículo.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

El brazo se situará en el trasero del vehículo durante maniobras de ascensión de superficies inclinadas.

No se podrá aparcar el vehículo a una distancia inferior a tres metros de un agujero, zanja o terraplén.

Siempre que haya presencia de personas en el espacio de acción de la retroexcavadora, no se podrán realizar los trabajos.

En caso de superficies inclinadas superiores al 50 %, no se hará uso del vehículo.

PROTECCIONES PERSONALES

- Casco.
- Botas antideslizantes.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Zapatos de seguridad.
- Cinturón antivibratorio.
- Mascarilla anti-polvo.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Prohibir la presencia de personas en el área de trabajo del vehículo.
- Señalización de las zonas de trabajo.

4.5. Dumper

Son vehículos destinados al transporte de materiales ligeros, cuya característica principal consiste en una caja basculante para la descarga.

MEDIDAS PREVENTIVAS

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Evitar sobrecargar el vehículo, para evitar accidentes durante basculamientos. Además, la velocidad máxima del vehículo durante esas actuaciones será de 20 km/h.

Las pendientes deberán ser remontadas marcha atrás para así evitar el volcado del vehículo.

No se podrá transportar toda carga que sobresalga del cubilote.

Incorporar avisadores automáticos acústicos en esta operación.

Para evitar el retroceso será necesaria la colocación de topes.

Será obligatorio integrar un pórtico antivuelco, así como el correspondiente cinturón de seguridad.

Prohibir la circulación por pendientes superiores al 20% o al 30% en terrenos húmedos o secos, respectivamente.

PROTECCIONES PERSONALES

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Zapatos de seguridad.
- Cinturón antivibratorio.

PROTECCIONES PERSONALES

- Prohibir la presencia de personas en el área de trabajo del vehículo.
- Señalización de las zonas de trabajo.

4.6. Herramientas manuales

Las herramientas manuales más importantes y que serán utilizadas a lo largo de la ejecución de las obras serán las siguientes:

- Martillos.
- Mazos.
- Martillos rompedores y neumáticos.
- Taladros.
- Hachas.
- Azuelas.
- Buriles, escoplos, punteros, punzones, cincelas...
- Limas.
- Cuchillos.
- Alicates.
- Destornilladores.
- Tornillos.
- Palas.

RIESGOS

- Cortes.
- Golpes.
- Pinchazos.
- Proyección de partículas.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Llevar un mantenimiento adecuado para evitar oxidaciones y deformaciones, así como una limpieza exhaustiva para mantenerlos libres de grasa y aceite.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Por otro lado, deberán ser usadas únicamente para el fin para el que fueron fabricadas.

PROTECCIONES PERSONALES

- Botas de PVC.
- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Mandil de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Zapatos de seguridad.
- Protecciones auditivas.
- Gafas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.

PROTECCIONES PERSONALES

- Limpieza y orden.
- Barandillas.

5. EQUIPOS Y ELEMENTOS AUXILIARES

5.1. Andamios de borriquetas

MEDIDAS PREVENTIVAS

Plataforma

En caso de utilizar una plataforma de madera, está no podrá estar pintada. Además, no podrá tener ninguna clase de nudo, ni escuadra.

Empalmes

Los empalmes serán realizados mediante remache sobre las borriquetas.

Prohibiciones

No podrán tener más de un nivel de altura.

Asentamientos

La superficie donde irán ubicados los asentamientos, deberá ser lo más plana posible. Por otro lado, será necesario llevar a cabo la limpieza de dicha superficie y librarla de cualquier obstáculo.

Longitud

Se hará uso de o tres borriquetas consecutivas con una separación de 2,5 metros, siempre y cuando la longitud supera los 3,6 metros.

Protecciones colectivas

Se deberá proteger los espacios donde irá ubicado el andamio antes del montaje del, si el espacio está ubicado cerca de una caída libre. Si no fuera posible ejecutar dicha

protección, se deberá hacer uso de otros medios auxiliares, tales como barandillas y cinturones de seguridad.

Iluminación

En el caso de tener que utilizar iluminación artificial, se llevará a cabo mediante lámparas portátiles montadas con manguera antihumedad, portalámparas estanco, gancho para el cuelgue, mango aislante y rejilla de protección.

5.2. Andamios sobre ruedas

CARACTERÍSTICAS

Se cumplirá las normas del apartado anterior sobre los andamios.

Para soportar los esfuerzos, se hará uso de ruedas y husillos, para ello se deberán realizar los correspondientes cálculos justificativos.

Una vez montado el andamio, se montarán abrazaderas de sujeción, con el objeto de prevenir basculamientos.

Con el objeto de obtener un conjunto indeformable, se insertarán dos barras idénticas formando una cruz en la base.

Para limitar la plataforma de trabajo y evitar caídas se rodeará el contorno con una barandilla de 1 metro de altura.

Para evitar riesgos por tropezón o deslizamientos, estará terminantemente prohibido hacer cualquier tipo de pastas (por ejemplo, yeso) en la plataforma de trabajo.

Los materiales se repartirán uniformemente con el fin de limitar desequilibrios o balanceos.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Se prohíbe circular o permanecer durante un tiempo prolongado a una distancia inferior a 4 metros del andamio, para así evitar posibles accidentes.

Se hará uso de cubos para el desalojo de escombros, de ninguna manera se podrán arrojar directamente desde lo alto del andamio.

No deberá haber ninguna persona sobre el andamio, durante el desplazamiento de este. Tampoco podrá permanecer ninguna persona en el andamio hasta no colocar los correspondientes frenos en las ruedas

5.3. Pasarelas

MEDIDAS PREVENTIVAS

Las pasarelas de servicio deben estar provistas de barandillas a ambos lados constituidas por un larguero a una altura de 1,00 m sobre el piso, un listón intermedio y un rodapié a 0,15 m de altura.

Se deberá limpiar de escombros la pasarela para evitar posibles deslizamientos o tropezones.

6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL

6.1. Especificaciones generales

La instalación eléctrica provisional tratará del montaje de cuadros de control y maniobra, instalación de tierras, tubos de acero galvanizado u otro material por el interior de los cuales irán los cables, aparataje y demás accesorios.

La instalación deberá cumplir con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, el cual en sus Instrucciones ITC-BT-027: 'Instalaciones en Locales Mojados', y ITC-BT-028 'Instalaciones Temporales Obras', indica lo siguiente:

Instalaciones en locales mojados:

- Un local o edificio tendrá la catalogación de mojado siempre que los suelos, techos y paredes pueden estar mojados en algún momento, así como toda instalación a la intemperie.
- Los aparatos de mando, protección y tomas de corriente estarán protegidos contra el agua.
- No se podrá hacer uso de aparatos móviles, a menos que se traten de dispositivos de protección.
- Las partes metálicas de los receptores de alumbrado deberán estar protegidos frente al agua.

Instalaciones temporales:

- El nivel de aislamiento de los conductores aislados, serán de 1000 V cuando se ubiquen a la intemperie y de 440 V cuando estén localizados en el interior de un edificio.

6.2. Cuadros eléctricos

Los cuadros eléctricos de la instalación provisional deberán cumplir como mínimo con las siguientes condiciones para preservar la seguridad:

- Se situará un interruptor automático general al comienzo de la instalación con la capacidad de cortar el suministro eléctrico de toda la instalación de obra. Dicho automático deberá ser accesible sin necesidad de abrir el cuadro eléctrico.
- Se deberá comprobar periódicamente el correcto funcionamiento del dispositivo diferencial mediante el accionamiento del botón de prueba, en caso de que este no funcionara adecuadamente, el dispositivo deberá ser revisado por una persona cualificada.
- La sensibilidad mínima de los diferenciales serán las mostradas a continuación:
 - Para instalación de fuerza terminal: 30 mA.
 - Para instalación de fuerza no terminal: 300 mA.
- Cada circuito deberá estar protegido mediante un interruptor automático, frente sobrecargas y cortocircuitos.
- Dada la ubicación del cuadro eléctrico, la cabina donde se albergarán todos los dispositivos tendrá las siguientes características:
 - Protección mínima de IP54.
 - La carcasa estará puesta a tierra.
 - Con el objeto de que personas ajenas o no cualificadas manipulen el armario, este estará dotado con una cerradura de apertura mediante llave. Por ello las tomas de corriente estarán ubicadas en el exterior lateral del cuadro.
- Toda parte activa estará aislada, incluido las bornas, para así evitar cualquier contacto directo.
- Las tomas de corriente estarán puesta a tierra, de manera que los elementos que se vayan a alimentar desde ese punto estén protegido frente a defectos.

Además, el circuito que alimente dicho enchufe, estará protegido mediante un dispositivo magnetotérmico.

- Se deberá mantener una limpieza exhaustiva diariamente.

6.3. Puesta a tierra

Todo elemento de la instalación alimentado a una tensión superior a 50V deberá disponer de puesta a tierra. La puesta a tierra deberá ser adecuada para la resistencia del terreno y la sensibilidad de los dispositivos de diferenciales.

Todo elemento metálico de la instalación que pueda ser susceptible de estar en tensión en caso de defecto deberá estar conectado a tierra.

El conductor de puesta a tierra estará conectado a tierra sin ningún tipo de dispositivo de protección.

6.4. Conductores eléctricos

El cableado de alimentación eléctrica a las distintas máquinas y desde el punto de vista de la seguridad en el trabajo, como mínimo, tendrán en cuenta y cumplirán obligatoriamente los siguientes aspectos:

- No podrán situarse en el suelo en lugares donde vayan a circular vehículos y personas.
- En presencia de agua, se deberán colocarse en lugares elevados.
- Los extremos estarán dotados de sus correspondientes clavijas de conexión y se prohíbe conectar directamente los hilos desnudos en las bases de enchufe.
- En caso de necesitar realizar empalmes, deberán ser realizados por una persona cualificada.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Siempre que el conductor vaya a estar expuesto durante tiempo prolongados al sol, al aislamiento deberá ser de neopreno, dado el rápido envejecimiento del PVC en esas condiciones.
- En caso de deterioro de conductores, estos deberán forrarse en material aislante auto vulcanizante.
- Los cables para conexión a las tomas de corriente de las diferentes máquinas llevarán además de los hilos de alimentación eléctrica correspondientes, uno más para la conexión a tierra en el enchufe.

7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES

INTRODUCCIÓN

La empresa contratista o empresa principal es la obligada a establecer las instalaciones higiénico-sanitarias en la obra, en su condición de titular del centro de trabajo de la obra referida en este estudio de seguridad y salud.

Dicha obligación aparece expresada en el artículo 30 del Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción de 30 de Abril de 1998, según el cual corresponde a la empresa principal establecer, junto a los mecanismos adecuados de coordinación e información a empresas subcontratistas, a cuanto se relacione con las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores, así como higiénico-sanitarias.

La obligación empresarial en materia de instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores se centra fundamentalmente en los siguientes aspectos:

- Alumbrado.
- Local para primeros auxilios.
- Vestuarios.
- Duchas y lavabos.
- Retretes.
- Comedores.
- Suministro de agua potable.
- Locales de descanso o de alojamiento.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Local para primeros auxilios

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- El personal de primeros auxilios deberá tener la formación para ello.
- Dependiendo del tamaño de la obra habrá uno o varios locales para primeros auxilios.
- Los locales deberán tener fácil acceso para las camillas.
- Deberán estar señalizados conforme al RD 485/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Se deberá el número de teléfono del servicio local de urgencias.
- Todas las áreas de trabajo deberán estar provista de botiquín para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

Vestuarios

- Cada centro de trabajo dispondrá de cuarto para vestuario, provisto de armarios o taquillas individuales con el fin de poder dejar la ropa y efectos personales.
- El tamaño de los vestuarios serán lo suficientemente grande para que cada trabajador disponga de una silla y que permitan a cada trabajador poner a secar su ropa de trabajo.

Duchas y lavabos

- Habrá una ducha para cada 10 trabajadores.
- Las duchas deberán permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Deberán disponer de agua corriente, caliente y fría, y su número será de uno por cada diez trabajadores, o fracción, que trabajen simultáneamente.
- Si las duchas o lavabos y los vestuarios estuviesen separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

Retretes

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

- Deberán situarse próximos a los lugares de trabajo y descanso de los trabajadores.
- Habrá distintos retretes para hombres y mujeres.

Comedores

- Los trabajadores deberán tener a su disposición un comedor, en el que puedan calentar o cocinar su comida.

Suministro de agua potable

- Los trabajadores dispondrán de agua potable.
- Para el suministro de agua potable se dispondrá de grifos de agua corriente y, en caso de no existir ésta, de un servicio de agua con recipientes limpios.

8. PRIMEROS AUXILIOS

Se dispondrá de un botiquín en cada una de salas o áreas de trabajo y estará contenido dentro de una envoltente de material especificado en la normativa vigente.

Se informará al inicio de la obra, de la situación de los diferentes centros médicos a los cuales se habrán de trasladar los accidentados y se dispondrá de más de uno en caso de que fuera necesario.

Es conveniente disponer en la obra y en lugar bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc. Para garantizar el rápido traslado de los posibles accidentados.

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

ANEXO I: ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

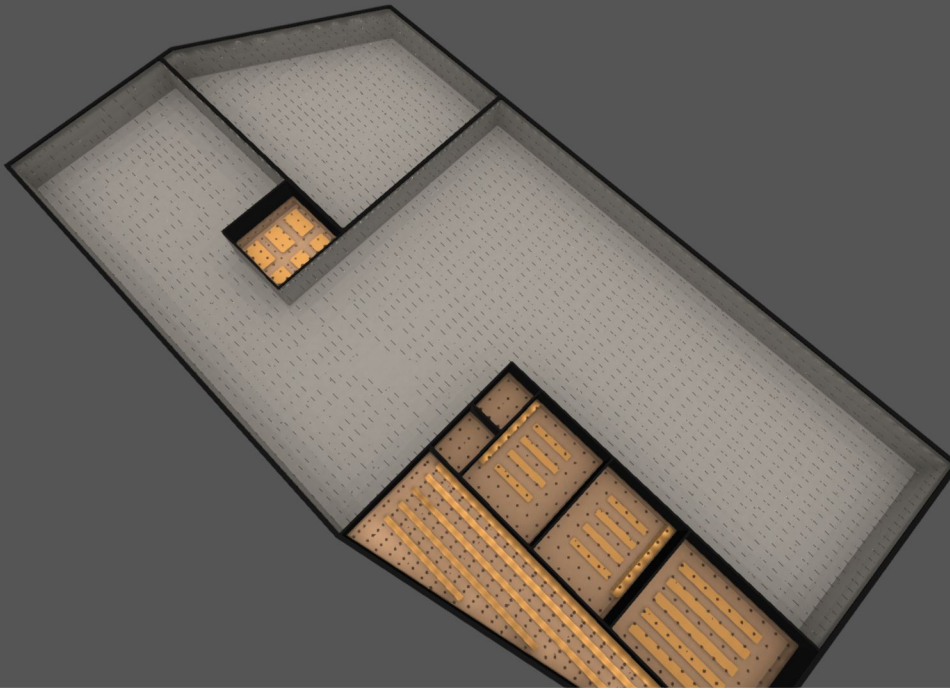


Estudiante: Gómez Rojo, Ibon

Director/Directora: Buigues Beraza, Garikoitz

Curso: <2022-2023>

Fecha: Bilbao, 1, septiembre, 2023>



INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA PLANTA DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA

Contenido

Portada	1
Contenido	2

Fichas de producto

3F Filippi - L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596 (1x LED Q - 840)	5
Eaton Emergency Lighting - i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC (1x i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC, 1x IP65PHP1CGL_iP65 Plus)	8
Regiolux - SRT-System IP20-SRGCB/1500 LED - Geräteträger fix Central.Line.Optic Device mount fix Central.Line.Optic (1x LED)	12

Estudio de Iluminación

Nave industrial

Lista de luminarias	14
---------------------------	----

Estudio de Iluminación - Nave industrial

Zonas

Lista de locales / Escena de luz 1	15
--	----

Estudio de Iluminación - Nave industrial - Zonas

Baño 1

Resumen / Escena de luz 1	20
Lista de luminarias	22
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	23

Estudio de Iluminación - Nave industrial - Zonas

Baño 2

Resumen / Escena de luz 1	26
Lista de luminarias	28
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	29

Estudio de Iluminación - Nave industrial - Zonas

Comedor

Resumen / Escena de luz 1	32
Lista de luminarias	34

Contenido

Objetos de cálculo / Escena de luz 1	35
--	----

Estudio de Iluminación - Nave industrial - Zonas

Nave zona 1

Resumen / Escena de luz 1	38
Lista de luminarias	40
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	41

Estudio de Iluminación - Nave industrial - Zonas

Nave zona 2

Resumen / Escena de luz 1	50
Lista de luminarias	52
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	53

Estudio de Iluminación - Nave industrial - Zonas

Sala de mantenimiento

Resumen / Escena de luz 1	56
Lista de luminarias	58
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	59

Estudio de Iluminación - Nave industrial - Zonas

Sala ingeniería

Resumen / Escena de luz 1	62
Lista de luminarias	64
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	65

Estudio de Iluminación - Nave industrial - Zonas

Vestuario 1

Resumen / Escena de luz 1	68
Lista de luminarias	70
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	71

Estudio de Iluminación - Nave industrial - Zonas

Vestuario 2

Resumen / Escena de luz 1	74
---------------------------------	----

Contenido

Lista de luminarias	76
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	77
Glosario	80

Ficha de producto

3F Filippi - L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596



Nº de artículo	21887
P	48.0 W
Φ Lámpara	4958 lm
Φ Luminaria	4958 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	103.3 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

CARACTERÍSTICAS LUMINOTÉCNICAS

Rendimiento luminoso 100% (DLOR 100%, ULOR 0%).

Flujo luminoso inicial de la luminaria 4958 lm.

Flujo luminoso del aparato de emergencia BLF 13,1%.

Distribución directa simétrica.

Instalación de Interdistance $D_{transv.} = 1,17 \times hu$ - $D_{long.} = 1,16 \times hu$.

Luminancia media <math> < 3000 \text{ cd/m}^2 </math> para ángulos >65° radiales.

UGR <math> < 19 </math> (EN 12464-1).

Eficacia luminosa 103 lm/W.

Duración útil (L93/B10): 30000 h. (tq+25°C)

Duración útil (L90/B10): 50000 h. (tq+25°C)

Duración útil (L85/B10): 80000 h. (tq+25°C)

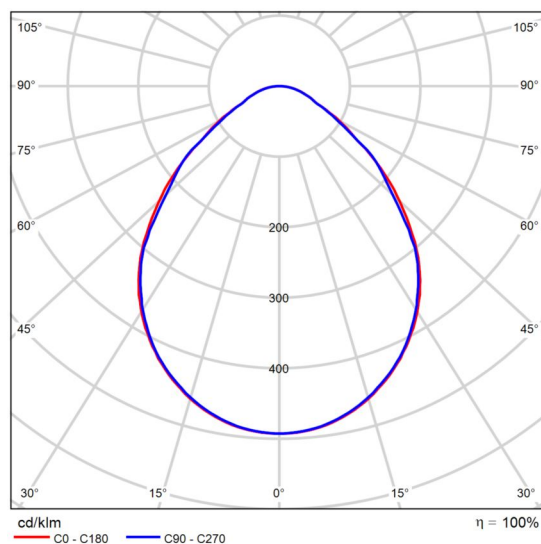
Duración útil (L80/B10): 100000 h. (tq+25°C)

Disminución repentina del flujo luminoso después de 50000 h: 0% (C0).

Seguridad fotobiológica conforme a la norma IEC/TR 62778: (RG0) (IEC 62471).

Conforme a las normas IEC/EN 62722-2-1 - IEC/EN 62717.

FUENTE



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Techo		50	30	30	30	30	50	30	50	30	30	
p Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
p Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara	Mirado longitudinalmente al eje de lámpara										
X	Y											
2H	2H	17.0	18.2	17.3	18.4	18.7	18.9	18.1	17.2	18.3	18.5	
	3H	17.6	18.7	18.0	19.0	19.2	17.5	18.6	17.5	18.8	19.1	
	4H	17.9	18.9	18.3	19.2	19.5	17.8	18.8	18.1	19.1	19.4	
	6H	18.2	19.2	18.6	19.4	19.8	18.0	19.0	18.4	19.3	19.6	
	8H	18.3	19.2	18.7	19.5	19.8	18.1	19.0	18.5	19.4	19.7	
	12H	18.4	19.3	18.8	19.6	19.9	18.2	19.1	18.6	19.4	19.7	
4H	2H	17.3	18.3	17.6	18.5	18.8	17.1	18.1	17.5	18.4	18.7	
	3H	18.1	18.9	18.4	19.2	19.6	17.9	18.8	18.3	19.1	19.4	
	4H	18.5	19.3	18.9	19.6	20.0	18.4	19.1	18.7	19.5	19.8	
	6H	18.9	19.6	19.3	19.9	20.3	18.7	19.4	19.2	19.8	20.2	
	8H	19.1	19.7	19.5	20.1	20.5	18.9	19.5	19.3	19.9	20.3	
	12H	19.2	19.8	19.6	20.2	20.6	19.0	19.6	19.4	20.0	20.4	
8H	4H	18.6	19.2	19.1	19.6	20.1	18.5	19.1	18.9	19.5	19.9	
	6H	19.2	19.7	19.6	20.1	20.6	19.0	19.5	19.5	19.9	20.4	
	8H	19.4	19.9	19.9	20.3	20.8	19.2	19.7	19.7	20.1	20.6	
	12H	19.6	20.0	20.1	20.5	21.0	19.4	19.8	19.9	20.3	20.8	
12H	4H	18.6	19.2	19.1	19.6	20.0	18.5	19.1	18.9	19.5	19.9	
	6H	19.2	19.7	19.7	20.1	20.6	19.1	19.5	19.5	19.9	20.4	
	8H	19.5	19.9	20.0	20.3	20.8	19.3	19.7	19.8	20.2	20.7	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.3 / -0.4					+0.4 / -0.4					
S = 1.5H		+0.6 / -1.0					+0.7 / -1.1					
S = 2.0H		+1.4 / -1.7					+1.4 / -1.7					
Tabla estándar		BK03					BK03					
Sumando de corrección		1.4					1.3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4958lm Flujo luminoso total												

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Ficha de producto

3F Filippi - L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596

Módulo de LED cuadrado 42W/840.

Clase de eficiencia energética: D.

Índice de reproducción cromática CIE 13.3: CRI >80 (R9 <50%).

Índice de Fidelidad cromática IES TM-30: Rf = 84 Rg = 95.

Temperatura nominal de color CCT 4000 K.

Tolerancia de color inicial (Mac Adam): SDCM 3.

MECÁNICAS

Cuerpo de acero galvannealed, pintado de epoxipoliéster blanco.

Marco perimetral de acero inox blanco.

Cristal laminado impreso VSS antideslumbrante, no combustible, espesor 7 mm.

Filtro de policarbonato opal antideslumbrante para la uniformidad de brillo.

Luminaria con temperatura superficial limitada. - D - (EN 60598-2-24)

Dimensiones: 596x596 mm, altura 95 mm. Peso 9,2 kg.

Grado de protección IP66 para la parte vista, IP64 para la parte encastrada.

Resistencia mecánica al golpe IK08 (5 joule).

ELÉCTRICAS

Equipo electrónico DALI Halogen Free 230V-50/60Hz, factor de potencia 0,95 a plena carga, THD <25%, corriente de salida constante, SELV, clase I, 1 driver, 1 dirección DALI.

Potencia de la luminaria 48 W.

CE - IEC 60598-1 - EN 60598-1.

Equipo de emergencia permanente EP a bordo, 1h de duración, recarga 24h; cumple con EN 60598-2-22, excluidas las áreas de alto riesgo.

SAFE FLICKER: PstLM=<1 e SVM=<1 (IEC TR 61547-1 e IEC TR 63158), garantizando una luz más cómoda y segura.

Temperatura ambiente de +10°C a +25°C.

Clase de temperatura T6 max 85°C.

Regleta de bornes para conexión de línea de 5 polos (L-N-PE-DA/DA) con regleta de bornes 2x2,5 mm² por polos.

Humedad Relativa UR: <85%.

INSTALACIÓN

Empotrable en apoyo.

Todos los accesorios dedicados a este producto están disponibles en el Catálogo y en nuestro sitio web www.3F-Filippi.com.

APLICACIONES

Producto adecuado desde el punto de vista higiénico para la colocación en instalaciones productivas alimentarias (HACCP, IFS, BRC Standard).

Ambientes hospitalares, de paso, laboratorios, marquesinas, pasos subterráneos.

Ambientes esterilizados, asépticos.

Ficha de producto

3F Filippi - L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596

En los ambientes del sector hospitalario, alimentario, de manipulación de carnes o con máquinas con partes en movimiento, con considerables cambios bruscos de temperatura y, en general, en todos aquellos ambientes en los que es necesaria una protección total contra la caída de fragmentos, utilizar solamente luminarias con cristal estratificado.

El cristal templado tiene el riesgo de caída de fragmentos inofensivos debido a golpes o excepcionalmente por el proceso de templado. Ambientes que requieren un alto grado de protección y facilidad de limpieza.

Ambientes con tareas visualmente demandantes, donde es necesaria una iluminación difusa y suave para un óptimo confort visual.

GESTIÓN DE LA LUZ

El dispositivo, equipado con el controlador DALI, puede controlarse manualmente con la tecnología 3F Easy Dim o automática / manualmente con la tecnología 3F Smart Dimming.

En sistemas eléctricos sin un sistema de regulación (manual o automático), se debe hacer un puente adecuado en los terminales DA-DA del aparato.

ADVERTENCIAS

Luminaria diseñada para su eliminación/reciclaje al final de su vida útil.

Fuente luminosa reemplazable (solo LED) por un profesional. Equipo de control reemplazable por un profesional.

Ficha de producto

Eaton Emergency Lighting - i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC

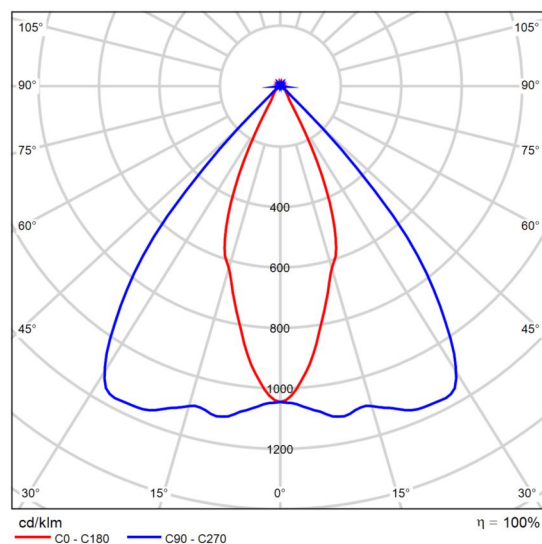


Nº de artículo	iP65PHP1HCGL
P	10.1 W
P Alumbrado de emergencia	10.1 W
Φ Lámpara	560 lm
Φ Luminaria	560 lm
Φ Alumbrado de emergencia	560 lm
η	100.00 %
ELF	100 %

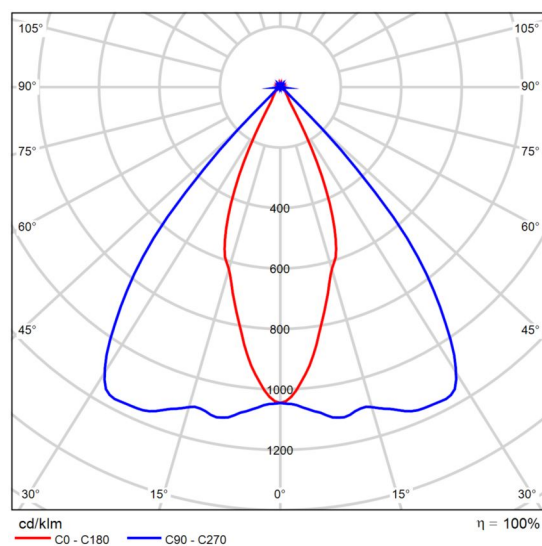
The i-P65+ was developed specifically for requirements in industrial environments.

With a combination of high-efficiency LEDs and special optics, the i-P65+ provides optimum performance for a variety of applications.

- Robust design with IK08
- i-P65+ L: with wide-beam symmetrical lens
- i-P65+ H: with narrow-beam reflector
- High lumen output for high spacing and high ceilings
- Minimum maintenance effort and increased safety via use of LEDs with high service life (up to 60,000 h)



CDL polar

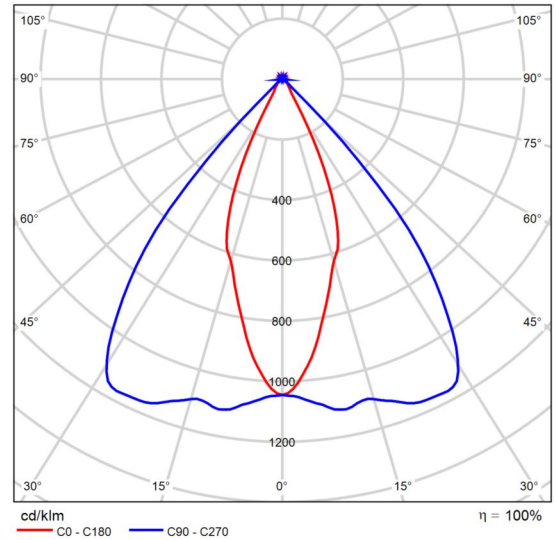


CDL polar

Ficha de producto

Eaton Emergency Lighting - i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC

Emisión de luz	1
Lámpara	1x i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC
P	10.1 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	560 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	560 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	55.4 lm/W
CCT	5000 K
CRI	80



CDL polar

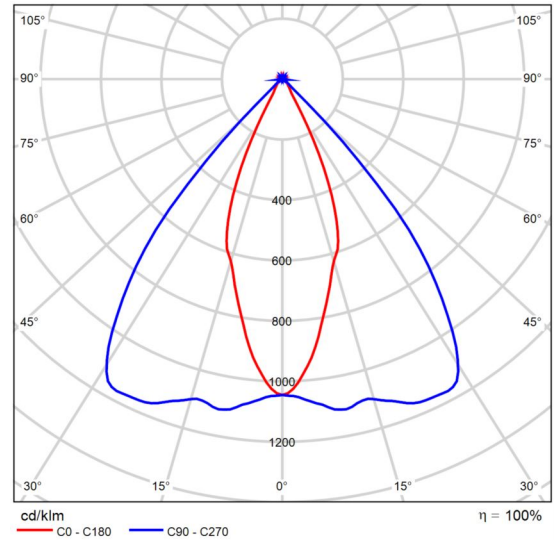
Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Techo		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
p Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	18.3	19.1	18.6	19.4	19.6	30.6	31.4	30.9	31.7	31.9	
	3H	19.4	20.2	19.8	20.5	20.8	30.5	31.3	30.8	31.5	31.8	
	4H	20.0	20.7	20.3	21.0	21.3	30.5	31.2	30.8	31.5	31.8	
	6H	20.6	21.3	21.0	21.6	21.9	30.5	31.1	30.8	31.5	31.8	
	8H	21.0	21.7	21.4	22.0	22.3	30.6	31.2	30.9	31.5	31.9	
4H	2H	19.0	19.7	19.3	20.0	20.3	30.4	31.1	30.7	31.4	31.7	
	3H	20.3	21.0	20.7	21.3	21.7	30.3	30.9	30.7	31.3	31.6	
	4H	21.0	21.6	21.4	21.9	22.3	30.3	30.9	30.7	31.2	31.6	
	6H	21.8	22.3	22.2	22.7	23.1	30.4	30.8	30.8	31.2	31.7	
	8H	22.3	22.7	22.7	23.2	23.6	30.5	30.9	30.9	31.3	31.8	
8H	2H	22.8	23.3	23.3	23.7	24.1	30.6	31.1	31.1	31.5	31.9	
	4H	21.4	21.8	21.8	22.2	22.7	30.2	30.7	30.7	31.1	31.5	
	6H	22.4	22.7	22.8	23.2	23.7	30.3	30.7	30.8	31.1	31.6	
	8H	23.0	23.4	23.5	23.8	24.3	30.5	30.8	31.0	31.2	31.8	
	12H	23.8	24.1	24.3	24.5	25.1	30.7	30.9	31.2	31.4	32.0	
12H	4H	21.4	21.8	21.9	22.3	22.7	30.2	30.6	30.6	31.0	31.5	
	6H	22.5	22.8	23.0	23.3	23.8	30.3	30.6	30.8	31.1	31.6	
	8H	23.3	23.5	23.8	24.0	24.6	30.4	30.7	31.0	31.2	31.7	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.4 / -0.2					+3.7 / -5.0					
S = 1.5H		+0.7 / -0.5					+6.4 / -5.3					
S = 2.0H		+0.8 / -0.8					+8.4 / -5.5					
Tabla estándar		BK07					BK01					
Sumando de corrección		6.0					12.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 560lm Flujo luminoso total												

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Ficha de producto

Eaton Emergency Lighting - i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC

Emisión de luz	2
Lámpara	1x IP65PHP1CGL_iP65 Plus
P _{Alumbrado de emergencia}	10.1 W
Φ _{Alumbrado de emergencia}	560 lm
CCT	5000 K
CRI	80
ELF	100 %



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR												
p Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
		2H	2H	18.3	19.1	18.6	19.4	19.6	30.6	31.4	30.9	31.7
	3H	19.4	20.2	19.8	20.5	20.8	30.5	31.3	30.8	31.5	31.8	
	4H	20.0	20.7	20.3	21.0	21.3	30.5	31.2	30.8	31.5	31.8	
	6H	20.6	21.3	21.0	21.6	21.9	30.5	31.1	30.8	31.5	31.8	
	8H	21.0	21.7	21.4	22.0	22.3	30.6	31.2	30.9	31.5	31.9	
	12H	21.5	22.1	21.8	22.4	22.8	30.7	31.3	31.0	31.6	32.0	
4H	2H	19.0	19.7	19.3	20.0	20.3	30.4	31.1	30.7	31.4	31.7	
	3H	20.3	21.0	20.7	21.3	21.7	30.3	30.9	30.7	31.3	31.6	
	4H	21.0	21.6	21.4	21.9	22.3	30.3	30.9	30.7	31.2	31.6	
	6H	21.8	22.3	22.2	22.7	23.1	30.4	30.8	30.8	31.2	31.7	
	8H	22.3	22.7	22.7	23.2	23.6	30.5	30.9	30.9	31.3	31.8	
	12H	22.8	23.3	23.3	23.7	24.1	30.6	31.1	31.1	31.5	31.9	
8H	4H	21.4	21.8	21.8	22.2	22.7	30.2	30.7	30.7	31.1	31.5	
	6H	22.4	22.7	22.8	23.2	23.7	30.3	30.7	30.8	31.1	31.6	
	8H	23.0	23.4	23.5	23.8	24.3	30.5	30.8	31.0	31.2	31.8	
	12H	23.8	24.1	24.3	24.5	25.1	30.7	30.9	31.2	31.4	32.0	
12H	4H	21.4	21.8	21.9	22.3	22.7	30.2	30.6	30.6	31.0	31.5	
	6H	22.5	22.8	23.0	23.3	23.8	30.3	30.6	30.8	31.1	31.6	
	8H	23.3	23.5	23.8	24.0	24.6	30.4	30.7	31.0	31.2	31.7	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.4 / -0.2					+3.7 / -5.0					
S = 1.5H		+0.7 / -0.5					+6.4 / -5.3					
S = 2.0H		+0.8 / -0.8					+8.4 / -5.5					
Tabla estándar		BK07					BK01					
Sumando de corrección		6.0					12.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 560lm Fijo luminoso total												

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Ficha de producto

Eaton Emergency Lighting - i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC

y	C0°	C90°	C0°- C360°
0°-180°	585.20	652.12	652.12
60°-90°	7.73	9.01	9.68

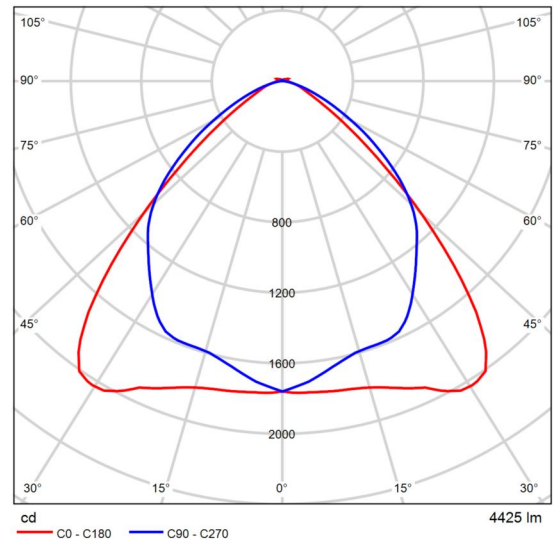
Tabla de valoración de deslumbramiento [cd]

Ficha de producto

Regiolux - SRT-System IP20-SRGCB/1500 LED - Geräteträger fix Central.Line.Optic | Device mount fix Central.Line.Optic



Nº de artículo	4000 24W 865 ET sw RAL 9005 (SRT+19510004154)
P	23.8 W
ΦLuminaria	4425 lm
Rendimiento lumínico	185.9 lm/W
CCT	6500 K
CRI	80



CDL polar

SRT-Quick-fit mounting system, Device mount, Modullänge/1500. Device mount made of a galvanised, profiled steel sheet; surface coated with polyester resin. Tool-free attachment with design-integrated pressure caps guarantee protection against theft and dismantling. Housing colour black RAL 9005; Direct, wide-beam light distribution using the Central.Line.Optic made of PMMA plastic. The lens optics ensure absolute ease of assembly and are simple to maintain thanks to the easily cleaned surface. The compact 1-row arrangement of the lenses ensures that the dots merge into a line with a homogeneous appearance in the object. Electrical connection by means of a fixed, 3-pin, quick-fit plug connector and a free choice of phases. Integrated guide for fast contacting. They are exchangeable, permit modernisation and reliably prolong the service life of the overall system. Dimensions (LxWxH/DxH): 1531 mm x 55mm x 37mm Beam angle: 95° (C0) / 95° (C90) Placement: LED, Colour rendering/Light colour CRI ≥ 80 / 6500K Colour tolerance: 3SDCM LED service life: 50000h L80/B10 (Tq 35°C), 70000h L80/B50 (Tq 35°C), 100000h L80/B50 (Tq 30°C) Luminaire luminous flux: 4425lm Luminaire luminous efficiency: 186lm/W Controller: Electronic driver (1 pcs.) System output: 24W Mains voltage: 230V Mains frequency: 50Hz Impact resistance (IK rating): IK03 (-20°C bis 35°C) Ambient temperatur: ta -20°C to 35°C UGR lat./long.: 20.6 / 22.0 Certification mark: IP20, Protection class I, ENEC10 VDE, F, HACCP DIN10500/Food/IFS-application-related

Valoración de deslumbramiento según UGR											
p Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	20.4	21.6	20.7	21.8	22.1	21.6	22.8	22.0	23.1	23.3
	3H	20.5	21.5	20.8	21.8	22.1	22.1	23.1	22.4	23.4	23.7
	4H	20.5	21.5	20.9	21.8	22.1	22.2	23.2	22.5	23.5	23.8
	6H	20.5	21.4	20.9	21.8	22.1	22.2	23.1	22.6	23.4	23.8
	8H	20.5	21.4	20.9	21.7	22.1	22.2	23.1	22.6	23.4	23.8
	12H	20.5	21.3	20.9	21.7	22.1	22.1	23.0	22.5	23.3	23.7
4H	2H	20.7	21.7	21.1	22.0	22.3	21.8	22.8	22.2	23.1	23.4
	3H	20.9	21.7	21.3	22.1	22.5	22.4	23.2	22.8	23.5	23.9
	4H	21.0	21.7	21.4	22.1	22.5	22.5	23.2	22.9	23.6	24.0
	6H	21.0	21.7	21.5	22.1	22.5	22.5	23.2	23.0	23.6	24.0
	8H	21.0	21.6	21.5	22.1	22.5	22.5	23.1	23.0	23.6	24.0
	12H	21.0	21.6	21.5	22.0	22.5	22.5	23.1	23.0	23.5	24.0
8H	4H	21.0	21.6	21.5	22.0	22.5	22.5	23.1	22.9	23.5	23.9
	6H	21.1	21.6	21.6	22.1	22.6	22.5	23.0	23.0	23.5	24.0
	8H	21.2	21.6	21.7	22.1	22.6	22.6	23.0	23.1	23.5	24.0
	12H	21.2	21.6	21.7	22.1	22.6	22.6	22.9	23.1	23.4	24.0
12H	4H	21.0	21.5	21.5	22.0	22.5	22.4	23.0	22.9	23.4	23.9
	6H	21.1	21.5	21.6	22.0	22.5	22.5	23.0	23.0	23.4	24.0
	8H	21.2	21.5	21.7	22.0	22.6	22.6	22.9	23.1	23.4	24.0
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.8	-1.4				+0.4	-0.5			
S = 1.5H		+2.0	-3.2				+0.9	-1.6			
S = 2.0H		+3.5	-4.3				+1.8	-2.8			
Tabla estándar		BK02				BK02					
Sumando de corrección		3.6				4.9					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4425lm Flujo luminoso total											

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Ficha de producto


Regiolux - SRT-System IP20-SRGCB/1500 LED - Geräteträger fix Central.Line.Optic | Device mount fix Central.Line.Optic

suitability/BRC, Indoor, CE Regiolux GmbH Type: SRGCB /1500 LED
4000 865 ET sw RAL 9005 Article number: 19510004154 Product
deep link: <https://www.regiolux.de/en/article/19510004154> State
funding programs: BEG - Federal funding for efficient buildings (GER)
5 years warranty on all LED luminaires.

Nave industrial

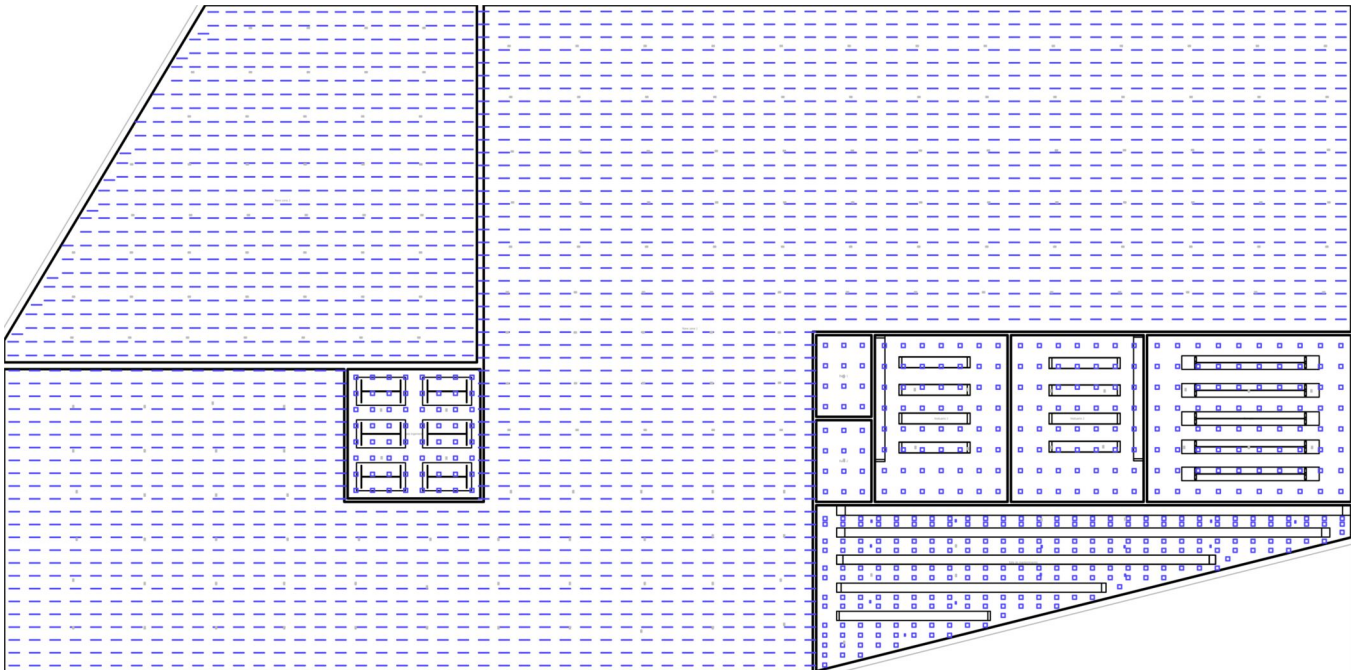
Lista de luminarias

Φ_{total} 13944090 lm	P_{total} 87288.5 W	Rendimiento lumínico 159.7 lm/W	$\Phi_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 128240 lm	$P_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 2312.9 W
-------------------------------	--------------------------	------------------------------------	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
500	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48.0 W	4958 lm	103.3 lm/W
229	Eaton Emergency Lighting	iP65PHP1HCG L	i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC	10.1 W  10.1 W	560 lm 560 lm (100 %)	55.4 lm/W -
2562	Regiolux	4000 24W 865 ET sw RAL 9005 (SRT+1951000 4154)	SRT-System IP20-SRGCB/1500 LED - Geräteträger fix Central.Line.Optic Device mount fix Central.Line.Optic	23.8 W	4425 lm	185.9 lm/W

Nave industrial · Zonas (Escena de luz 1)

Lista de locales



Nave industrial · Zonas (Escena de luz 1)

Lista de locales

Baño 1

P_{total} 576.0 W	A_{Local} 97.47 m ²	Potencia específica de conexión 5.91 W/m ² = 1.33 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 445 lx
------------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
12	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48.0 W	4958 lm

Baño 2

P_{total} 576.0 W	A_{Local} 97.48 m ²	Potencia específica de conexión 5.91 W/m ² = 1.33 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 446 lx
------------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
12	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48.0 W	4958 lm

Comedor

P_{total} 3840.0 W	A_{Local} 734.99 m ²	Potencia específica de conexión 5.22 W/m ² = 0.96 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 546 lx
-------------------------	--------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
80	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48.0 W	4958 lm

Nave industrial · Zonas (Escena de luz 1)

Lista de locales

Nave zona 1

P_{total} 48076.0 W	A_{Local} 11276.37 m ²	Potencia específica de conexión 4.26 W/m ² = 0.56 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 758 lx
--------------------------	--	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
2020	Regiolux	4000 24W 865 ET sw RAL 9005 (SRT+1951000 4154)	SRT-System IP20-SRGCB/1500 LED - Geräteträger fix Central.Line.Optic Device mount fix Central.Line.Optic	23.8 W	4425 lm

Nave zona 2

P_{total} 12899.6 W	A_{Local} 2920.28 m ²	Potencia específica de conexión 4.42 W/m ² = 0.60 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 736 lx
--------------------------	---------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
542	Regiolux	4000 24W 865 ET sw RAL 9005 (SRT+1951000 4154)	SRT-System IP20-SRGCB/1500 LED - Geräteträger fix Central.Line.Optic Device mount fix Central.Line.Optic	23.8 W	4425 lm

Nave industrial · Zonas (Escena de luz 1)

Lista de locales

Sala de mantenimiento

P_{total} 10691.3 W	A_{Local} 1143.74 m ²	Potencia específica de conexión 9.35 W/m ² = 1.72 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 543 lx
--------------------------	---------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
220	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48.0 W	4958 lm
13	Eaton Emergency Lighting	iP65PHP1HCG L	i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC	10.1 W	560 lm

Sala ingeniería

P_{total} 3072.0 W	A_{Local} 370.50 m ²	Potencia específica de conexión 8.29 W/m ² = 1.03 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 808 lx
-------------------------	--------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
64	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48.0 W	4958 lm

Vestuario 1

P_{total} 2688.0 W	A_{Local} 477.74 m ²	Potencia específica de conexión 5.63 W/m ² = 1.04 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 541 lx
-------------------------	--------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
56	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48.0 W	4958 lm

Nave industrial · Zonas (Escena de luz 1)

Lista de locales

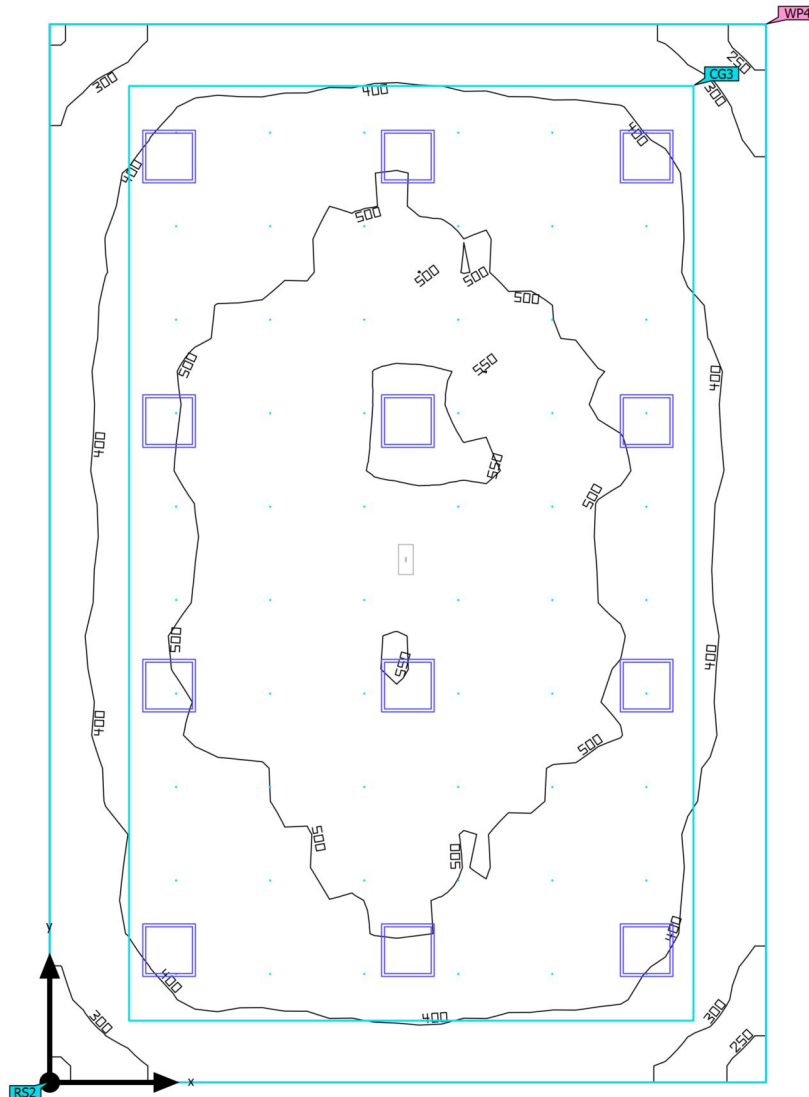
Vestuario 2

P_{total} 2688.0 W	A_{Local} 477.74 m ²	Potencia específica de conexión 5.63 W/m ² = 1.04 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 541 lx
-------------------------	--------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
56	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48.0 W	4958 lm

Nave industrial · Zonas · Baño 1 (Escena de luz 1)

Resumen



Base	97.47 m ²	Altura interior del local	4.000 m
Grado de reflexión	Techo: 70.0 %, Paredes: 34.2 %, Suelo: 56.1 %	Altura de montaje	3.900 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Altura Plano útil	0.800 m
		Zona marginal Plano útil	0.000 m

Nave industrial · Zonas · Baño 1 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	445 lx	≥ 200 lx	✓	WP4
	g_1	0.52	≥ 0.40	✓	WP4
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	20	≤ 25	✓	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	475 kWh/a	máx. 3450 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	5.91 W/m ²	-		
		1.33 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basado en un espacio rectangular de 8.123 m x 12.000 m y SHR de 0.25.

(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios (10.4 Guardarropías, lavabos, baños, retretes)


Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
12	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	20	48.0 W	4958 lm	103.3 lm/W

Nave industrial · Zonas · Baño 1

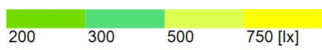
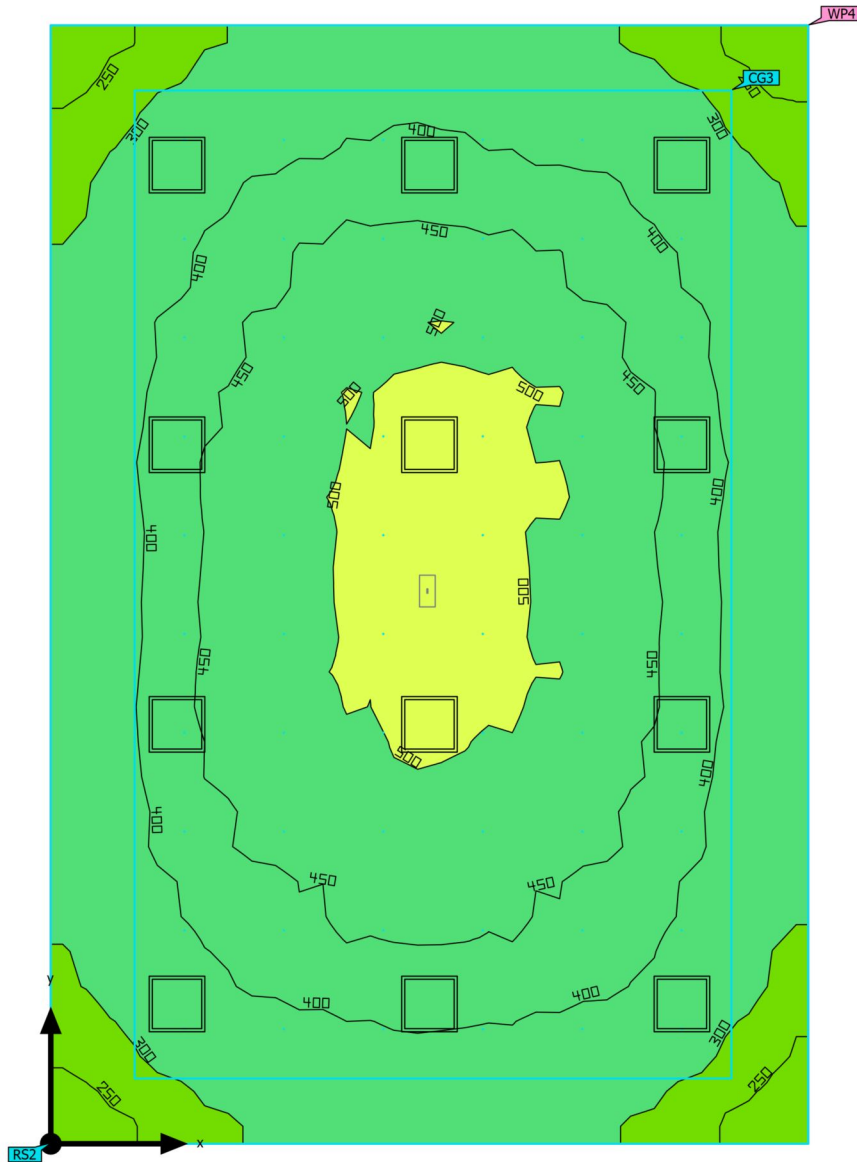
Lista de luminarias

Φ_{total} 60056 lm	P_{total} 586.1 W	Rendimiento lumínico 102.5 lm/W	$\Phi_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 560 lm	$P_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 10.1 W
----------------------------	------------------------	------------------------------------	--	---

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
12	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48.0 W	4958 lm	103.3 lm/W
1	Eaton Emergency Lighting	iP65PHP1HCG L	i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC	10.1 W	560 lm	55.4 lm/W
				 10.1 W	560 lm (100 %)	-

Nave industrial · Zonas · Baño 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Nave industrial · Zonas · Baño 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1 (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Baño 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	445 lx (≥ 200 lx) ✓	232 lx	558 lx	0.52 (≥ 0.40) ✓	0.42	WP4

Objetos de resultado de superficies

Propiedades	\varnothing	mín	máx	g_1	g_2	Índice
Objeto de resultado de superficies 2 (Suelo/techo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	404 lx	218 lx	523 lx	0.54	0.42	RS2
Objeto de resultado de superficies 2 (Suelo/techo) Densidad lumínica Altura: 0.000 m	72.2 cd/m ²	38.9 cd/m ²	93.5 cd/m ²	0.54	0.42	RS2

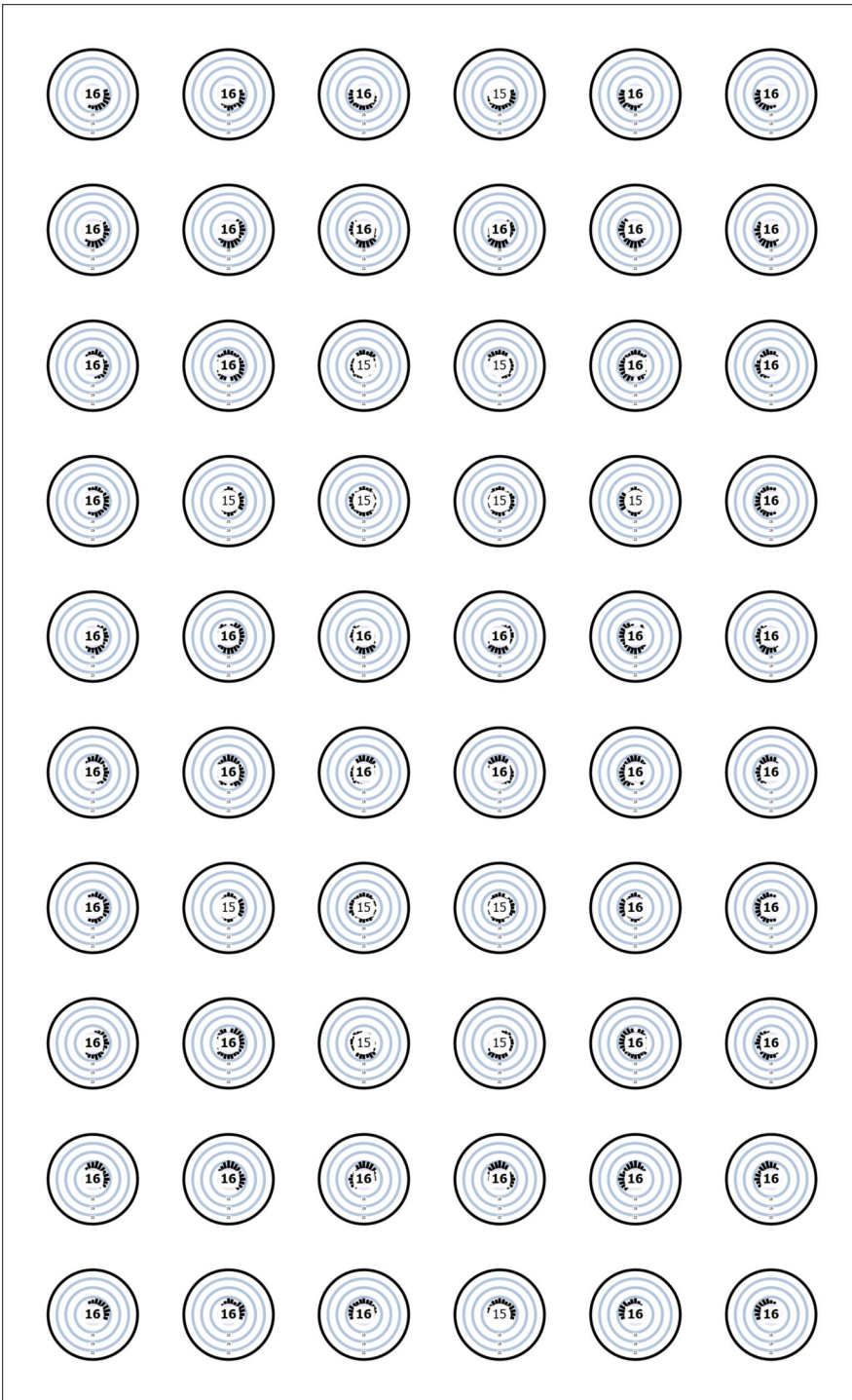
Superficie UGR Baño 1 (UGR)

Máx. deslumbramiento a	285°
máx	16.3
Nominal	≤ 25.0
Área del ángulo visual	0° - 360°
Amplitud de paso	15°
Altura	1.600 m
Índice	CG3

Nave industrial · Zonas · Baño 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

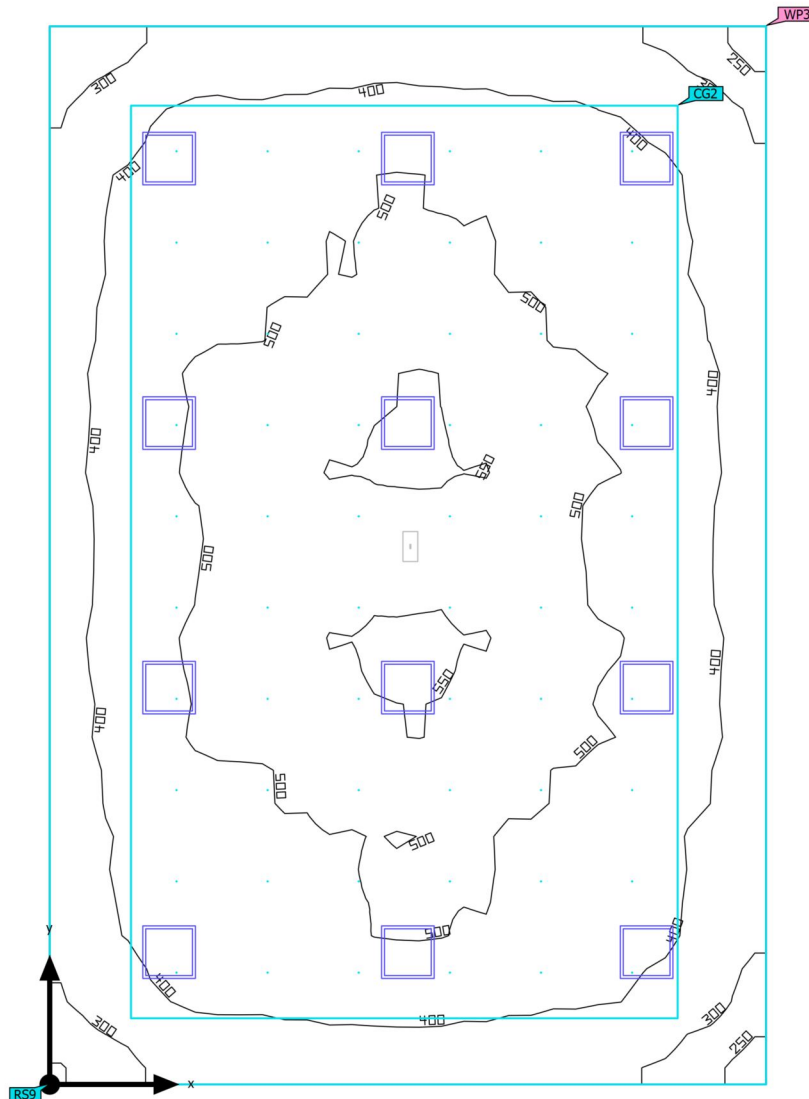
Superficie UGR Baño 1 (UGR)



Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios (10.4 Guardarropias, lavabos, baños, retretes)

Nave industrial · Zonas · Baño 2 (Escena de luz 1)

Resumen



Base	97.48 m ²	Altura interior del local	4.000 m
Grado de reflexión	Techo: 70.0 %, Paredes: 34.2 %, Suelo: 56.1 %	Altura de montaje	3.900 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Altura Plano útil	0.800 m
		Zona marginal Plano útil	0.000 m

Nave industrial · Zonas · Baño 2 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	446 lx	≥ 200 lx	✓	WP3
	g_1	0.52	≥ 0.40	✓	WP3
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	20	≤ 25	✓	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	475 kWh/a	máx. 3450 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	5.91 W/m ²	-		
		1.33 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basado en un espacio rectangular de 8.123 m x 12.000 m y SHR de 0.25.

(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios (10.4 Guardarropías, lavabos, baños, retretes)


Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
12	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	20	48.0 W	4958 lm	103.3 lm/W

Nave industrial · Zonas · Baño 2

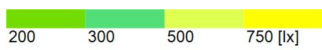
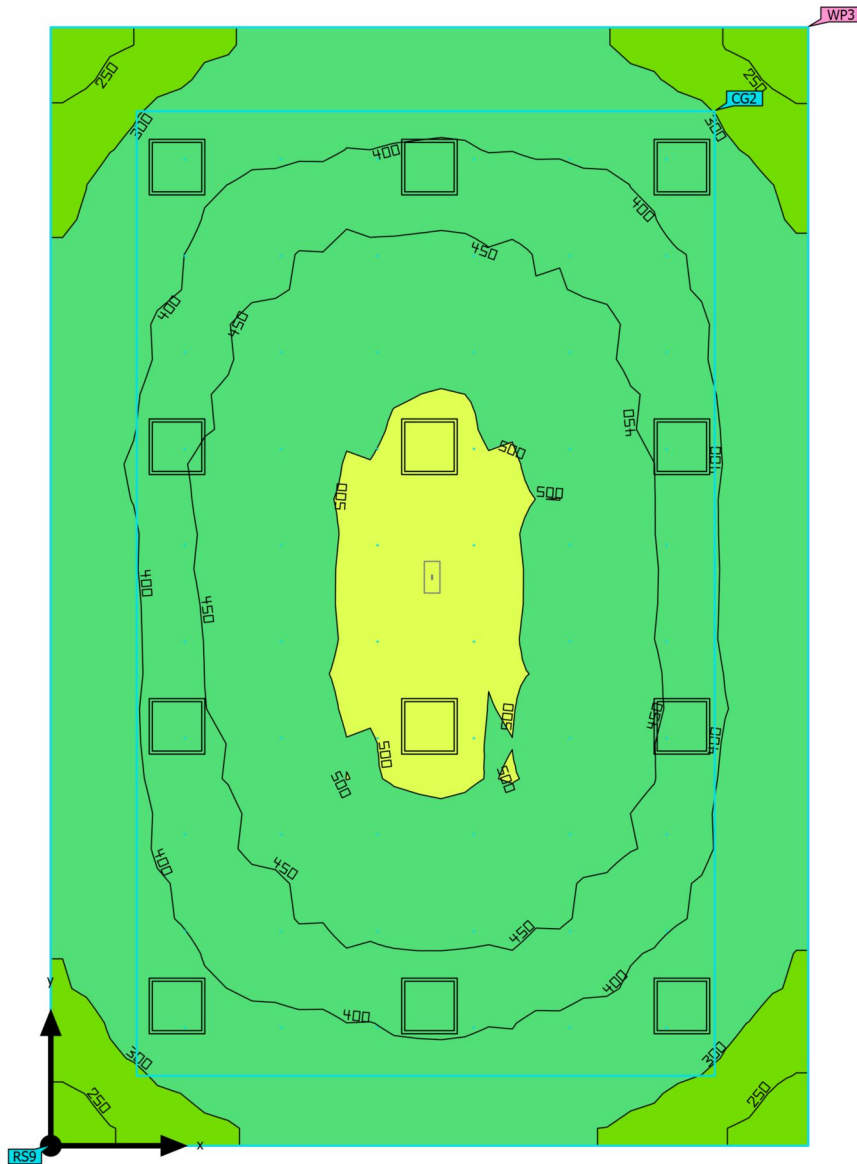
Lista de luminarias

Φ_{total} 60056 lm	P_{total} 586.1 W	Rendimiento lumínico 102.5 lm/W	$\Phi_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 560 lm	$P_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 10.1 W
----------------------------	------------------------	------------------------------------	--	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
12	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48.0 W	4958 lm	103.3 lm/W
1	Eaton Emergency Lighting	iP65PHP1HCG L	i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC	10.1 W	560 lm	55.4 lm/W
				 10.1 W	560 lm (100 %)	-

Nave industrial · Zonas · Baño 2 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Nave industrial · Zonas · Baño 2 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1 (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Baño 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	446 lx (≥ 200 lx) ✓	231 lx	561 lx	0.52 (≥ 0.40) ✓	0.41	WP3

Objetos de resultado de superficies

Propiedades	\varnothing	mín	máx	g_1	g_2	Índice
Objeto de resultado de superficies 10 (Suelo/techo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	405 lx	221 lx	516 lx	0.55	0.43	RS9
Objeto de resultado de superficies 10 (Suelo/techo) Densidad lumínica Altura: 0.000 m	72.3 cd/m ²	39.5 cd/m ²	92.1 cd/m ²	0.55	0.43	RS9

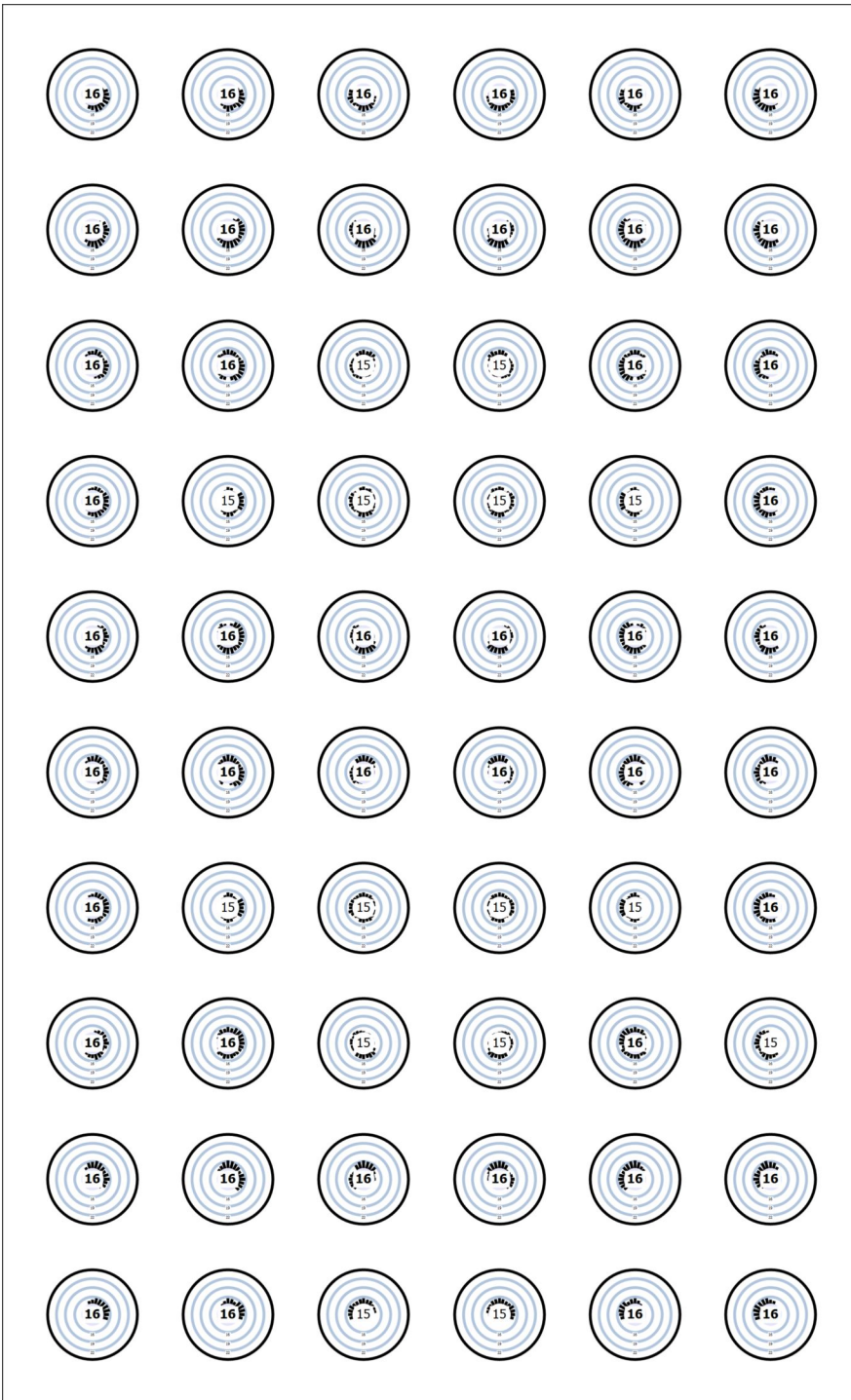
Superficie UGR Baño 2 (UGR)

Máx. deslumbramiento a	285°
máx	16.3
Nominal	≤ 25.0
Área del ángulo visual	0° - 360°
Amplitud de paso	15°
Altura	1.600 m
Índice	CG2

Nave industrial · Zonas · Baño 2 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

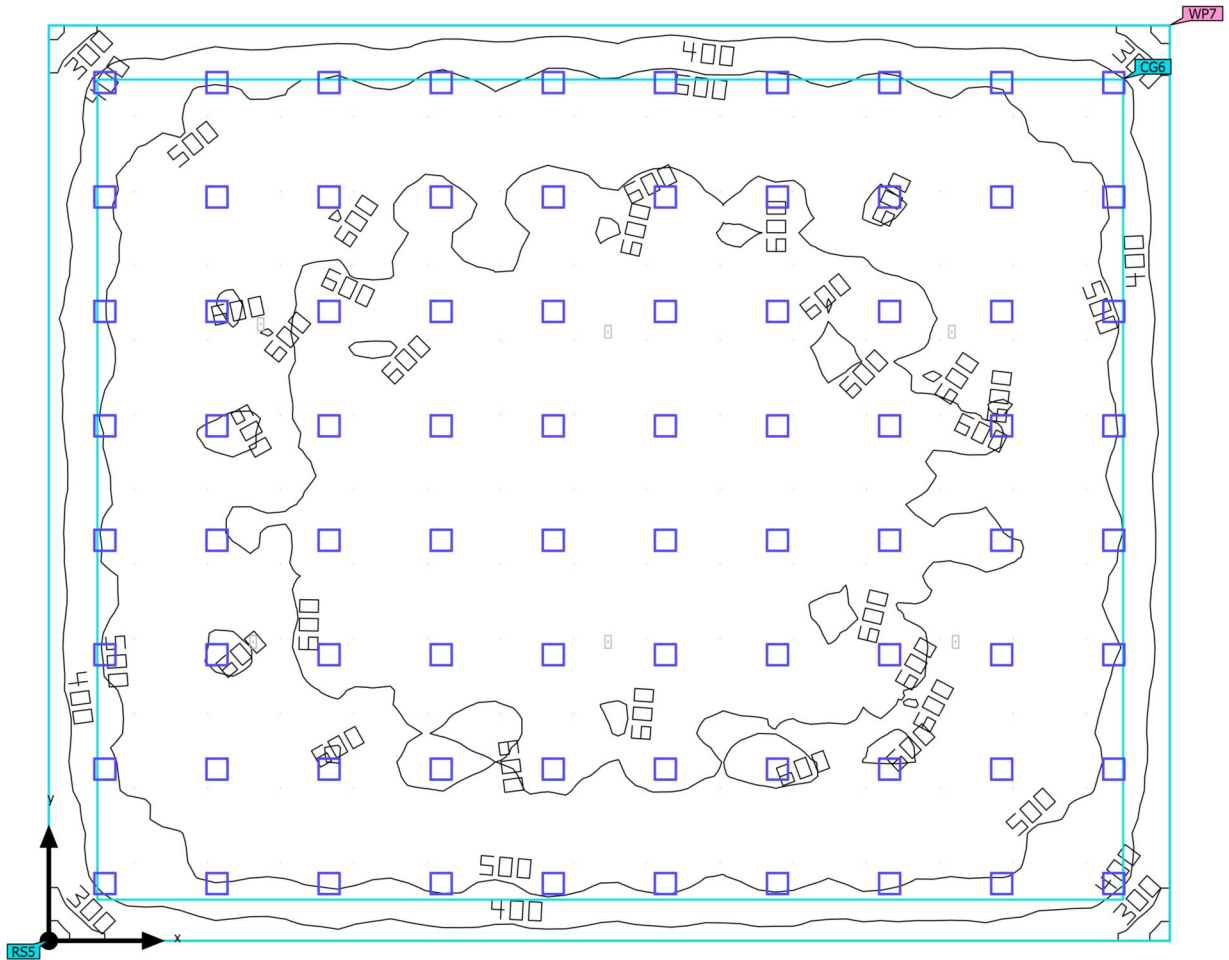
Superficie UGR Baño 2 (UGR)



Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios (10.4 Guardarropas, lavabos, baños, retretes)

Nave industrial · Zonas · Comedor (Escena de luz 1)

Resumen



Base	734.99 m ²	Altura interior del local	4.000 m
Grado de reflexión	Techo: 70.0 %, Paredes: 34.2 %, Suelo: 56.1 %	Altura de montaje	3.900 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Altura Plano útil	0.800 m
		Zona marginal Plano útil	0.000 m

Nave industrial · Zonas · Comedor (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	546 lx	≥ 200 lx	✓	WP7
	g_1	0.42	≥ 0.40	✓	WP7
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	20	≤ 22	✓	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	10483 kWh/a	máx. 25750 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	5.22 W/m ²	-		
		0.96 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basado en un espacio rectangular de 30.000 m x 24.500 m y SHR de 0.25.

(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios (10.1 Cantinas, cocinas para preparar té/café)


Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
80	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	20	48.0 W	4958 lm	103.3 lm/W

Nave industrial · Zonas · Comedor

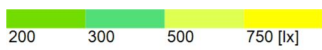
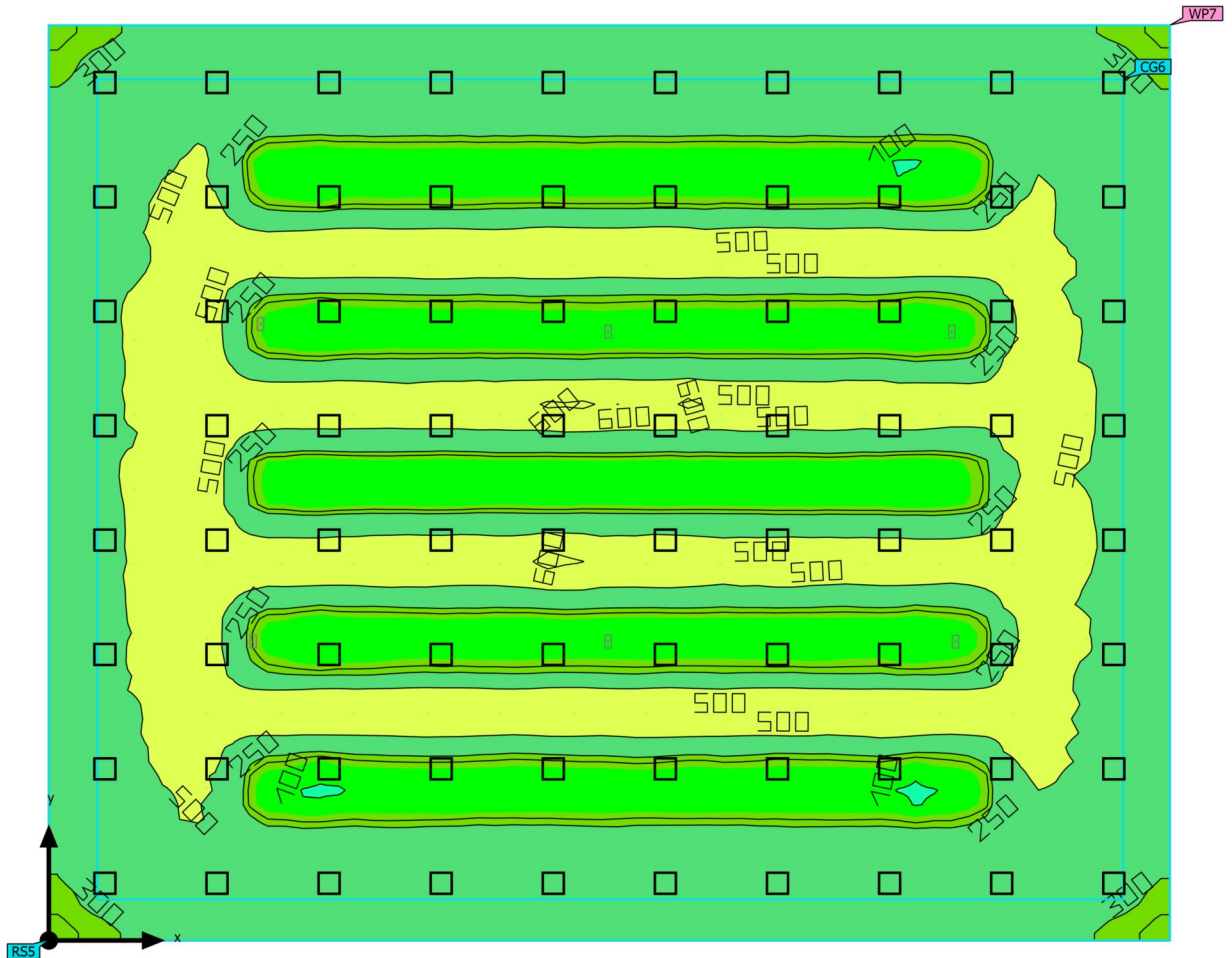
Lista de luminarias

Φ_{total} 400000 lm	P_{total} 3900.6 W	Rendimiento lumínico 102.5 lm/W	$\Phi_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 3360 lm	$P_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 60.6 W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
80	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48.0 W	4958 lm	103.3 lm/W
6	Eaton Emergency Lighting	iP65PHP1HCG L	i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC	10.1 W	560 lm	55.4 lm/W
				 10.1 W	560 lm (100 %)	-

Nave industrial · Zonas · Comedor (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Nave industrial · Zonas · Comedor (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1 (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Comedor) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	546 lx (≥ 200 lx) ✓	232 lx	660 lx	0.42 (≥ 0.40) ✓	0.35	WP7

Objetos de resultado de superficies

Propiedades	\varnothing	mín	máx	g_1	g_2	Índice
Objeto de resultado de superficies 5 (Suelo/techo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	390 lx	90.9 lx	605 lx	0.23	0.15	RSS
Objeto de resultado de superficies 5 (Suelo/techo) Densidad lumínica Altura: 0.000 m	69.6 cd/m ²	16.2 cd/m ²	108 cd/m ²	0.23	0.15	RSS

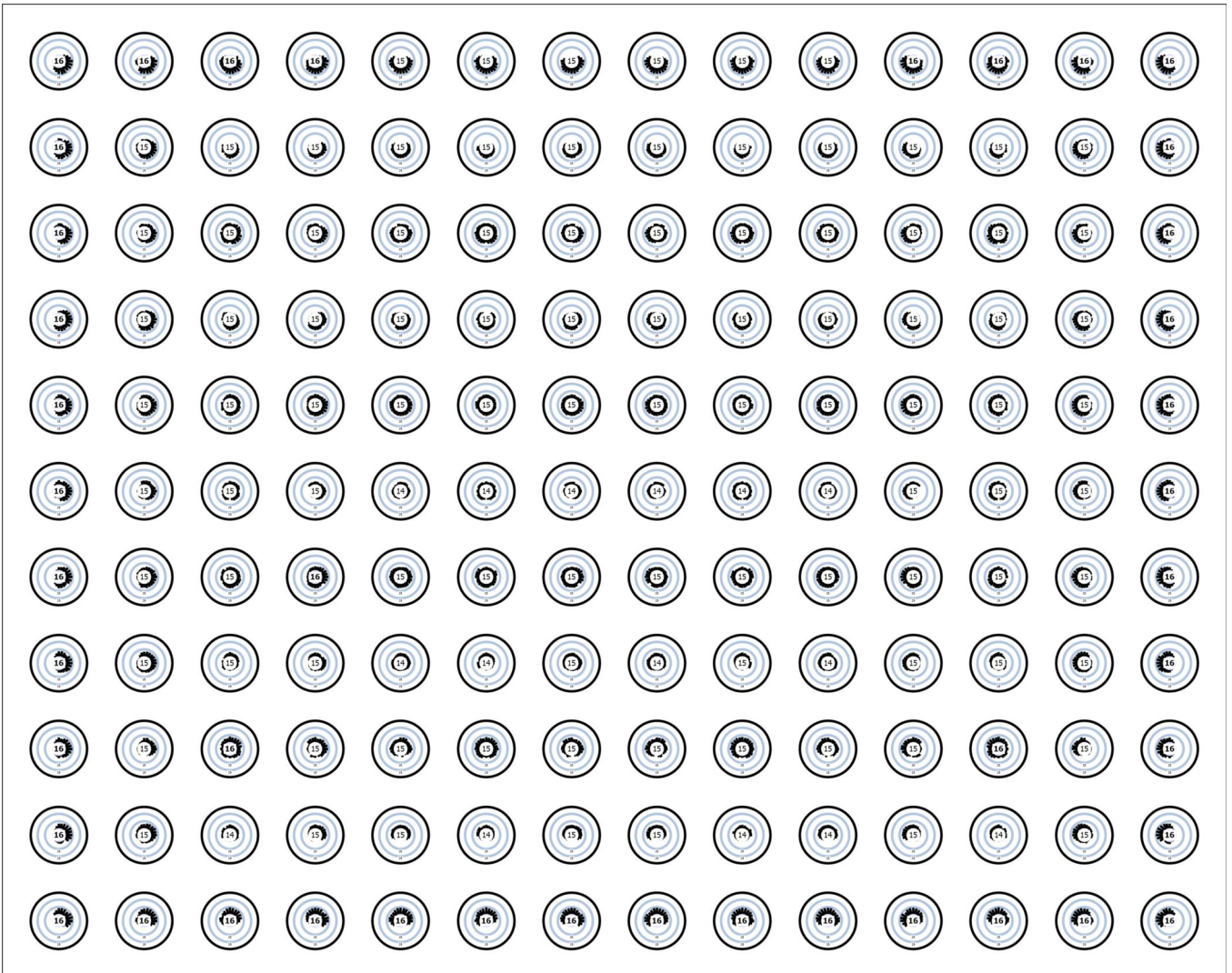
Superficie UGR Comedor (UGR)

Máx. deslumbramiento a	15°
máx	16.0
Nominal	≤ 22.0
Área del ángulo visual	0° - 360°
Amplitud de paso	15°
Altura	1.200 m
Índice	CG6

Nave industrial · Zonas · Comedor (Escena de luz 1)

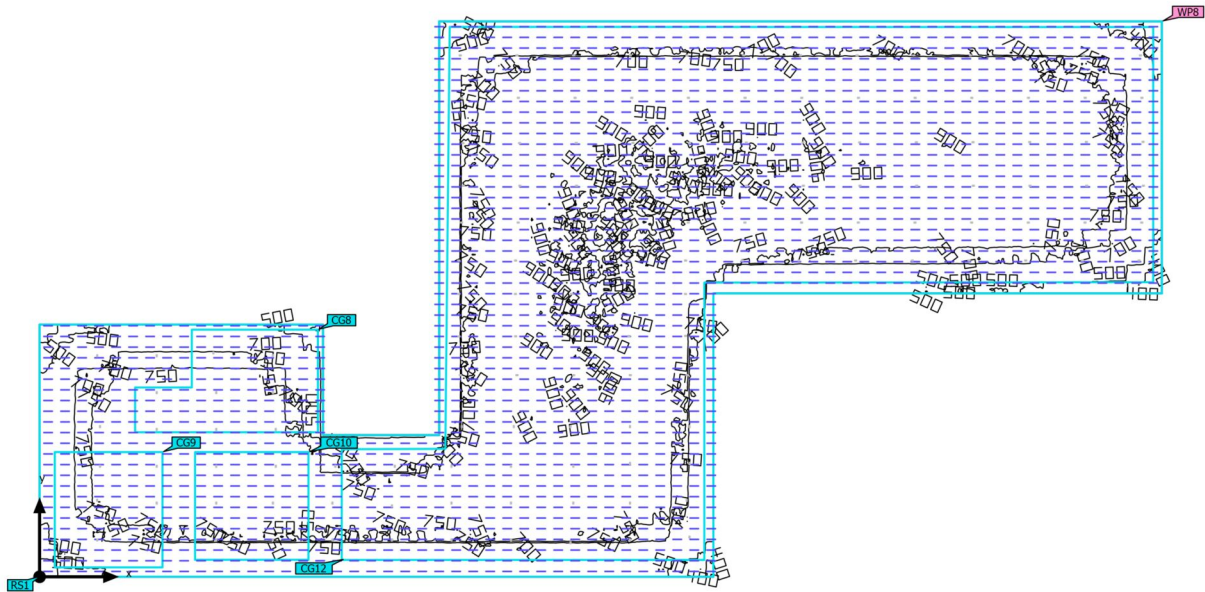
Objetos de cálculo

Superficie UGR Comedor (UGR)



Nave industrial · Zonas · Nave zona 1 (Escena de luz 1)

Resumen



Base	11276.37 m ²	Altura interior del local	10.000 m
Grado de reflexión	Techo: 70.0 %, Paredes: 34.2 %, Suelo: 56.1 %	Altura de montaje	10.000 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Altura Plano útil	0.800 m
		Zona marginal Plano útil	0.000 m

Nave industrial · Zonas · Nave zona 1 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	758 lx	≥ 750 lx	WP8
	g_1	0.42	≥ 0.70	WP8
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	23	≤ 25	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	126921 kWh/a	máx. 394700 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	4.26 W/m ²	-	
		0.56 W/m ² /100 lx	-	

(1) Basado en un espacio rectangular de 98.000 m x 198.000 m y SHR de 0.25.

(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Actividades industriales y artesanales - Tratamiento y procesamiento de metal (26.13 Tratamiento de superficies y pintura)


Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
2020	Regiolux	4000 24W 865 ET sw RAL 9005 (SRT+1951000 4154)	SRT-System IP20-SRGCB/1500 LED - Geräteträger fix Central.Line.Optic Device mount fix Central.Line.Optic	23	23.8 W	4425 lm	185.9 lm/W

Nave industrial · Zonas · Nave zona 1

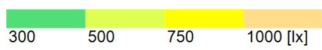
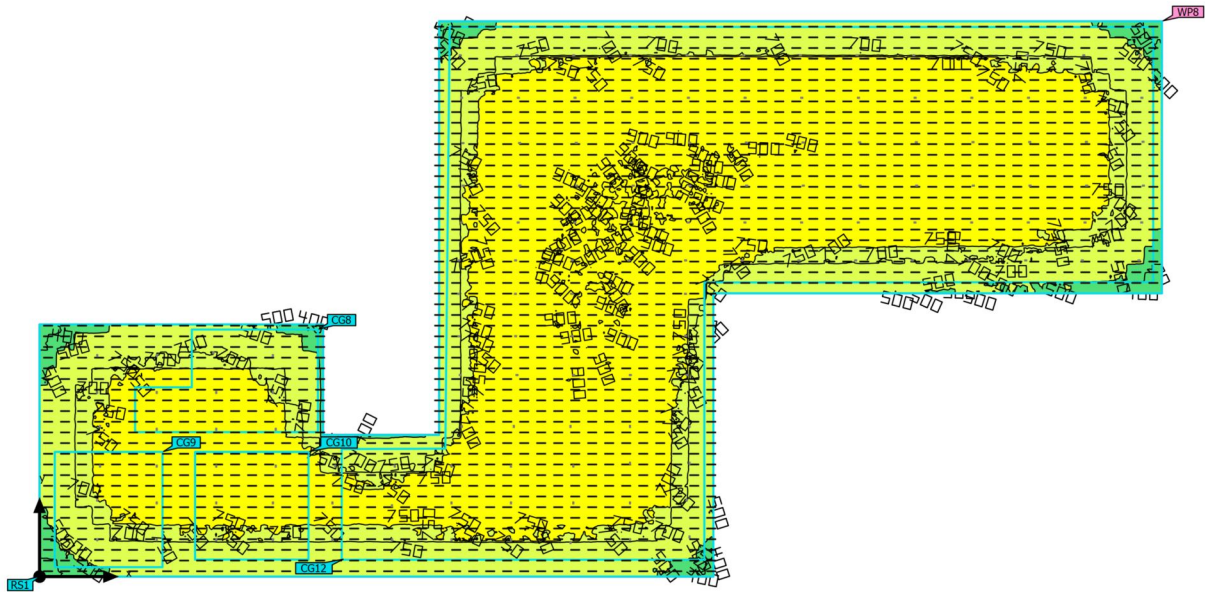
Lista de luminarias

Φ_{total} 9018580 lm	P_{total} 49520.3 W	Rendimiento lumínico 182.1 lm/W	$\Phi_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 80080 lm	$P_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 1444.3 W
------------------------------	--------------------------	------------------------------------	--	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
143	Eaton Emergency Lighting	iP65PHP1HCG L	i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC	10.1 W	560 lm	55.4 lm/W
				 10.1 W	560 lm (100 %)	-
2020	Regiolux	4000 24W 865 ET sw RAL 9005 (SRT+1951000 4154)	SRT-System IP20-SRGCB/1500 LED - Geräteträger fix Central.Line.Optic Device mount fix Central.Line.Optic	23.8 W	4425 lm	185.9 lm/W

Nave industrial · Zonas · Nave zona 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Nave industrial · Zonas · Nave zona 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1 (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Nave zona 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	758 lx (≥ 750 lx)	317 lx	924 lx	0.42 (≥ 0.70)	0.34	WP8

Objetos de resultado de superficies

Propiedades	\varnothing	mín	máx	g_1	g_2	Índice
Objeto de resultado de superficies 1 (Suelo/techo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	748 lx	306 lx	916 lx	0.41	0.33	RS1
Objeto de resultado de superficies 1 (Suelo/techo) Densidad lumínica Altura: 0.000 m	134 cd/m ²	54.7 cd/m ²	164 cd/m ²	0.41	0.33	RS1

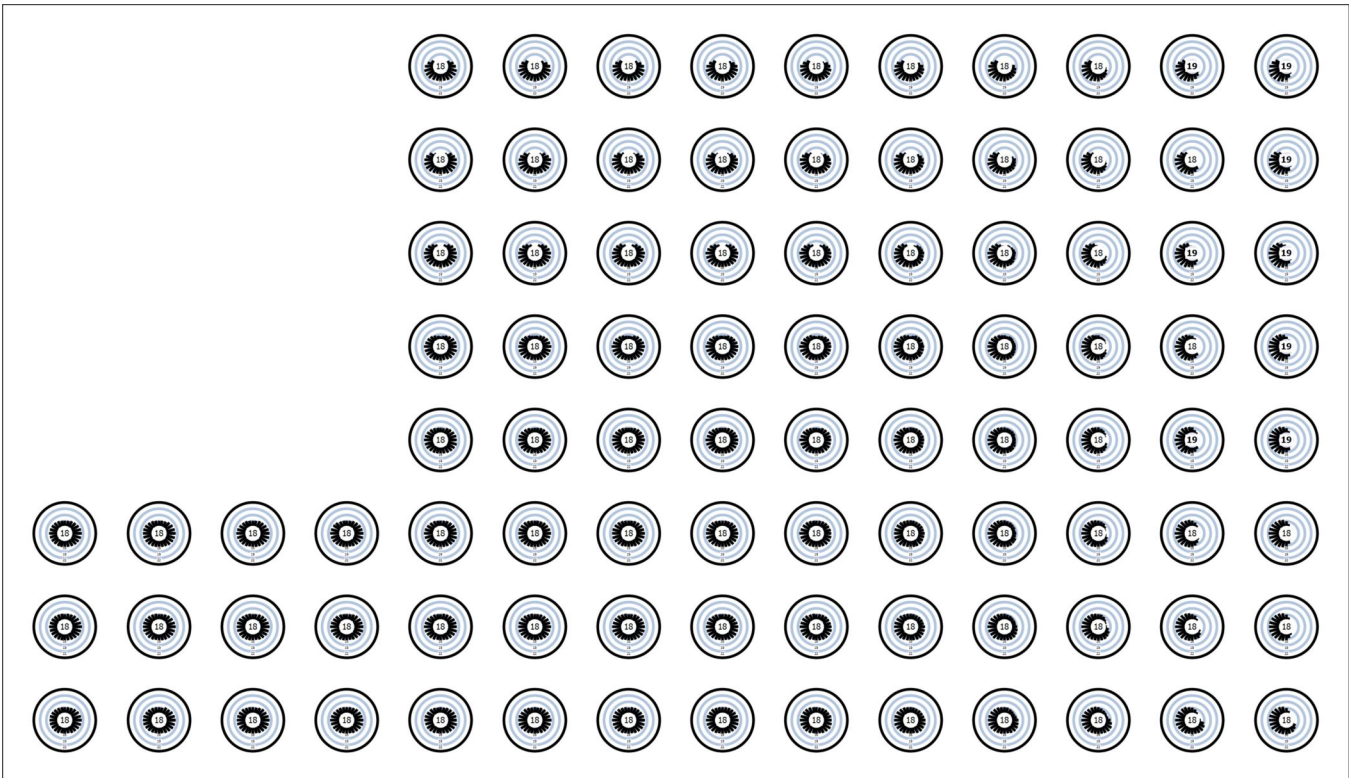
Superficie UGR Revestimiento (UGR)

Máx. deslumbramiento a	210°
máx	18.8
Nominal	≤ 25.0
Área del ángulo visual	0° - 360°
Amplitud de paso	15°
Altura	1.600 m
Índice	CG8

Nave industrial · Zonas · Nave zona 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Superficie UGR Revestimiento (UGR)



Nave industrial · Zonas · Nave zona 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

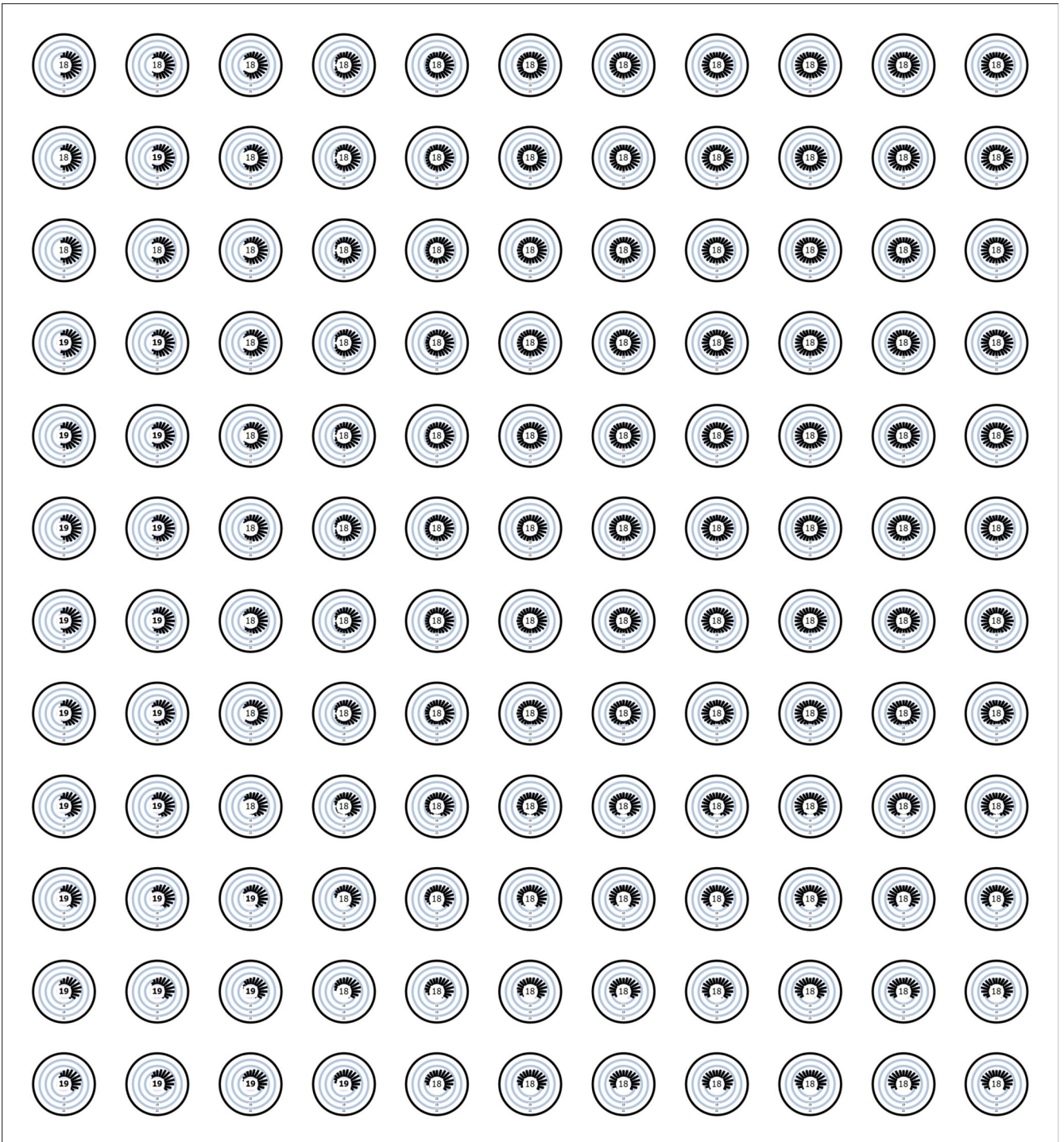
Superficie UGR Creación (UGR)

Máx. deslumbramiento a	30°
máx	18.8
Nominal	≤25.0
Área del ángulo visual	0° - 360°
Amplitud de paso	15°
Altura	1.600 m
Índice	CG9

Nave industrial · Zonas · Nave zona 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Superficie UGR Creación (UGR)



Nave industrial · Zonas · Nave zona 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

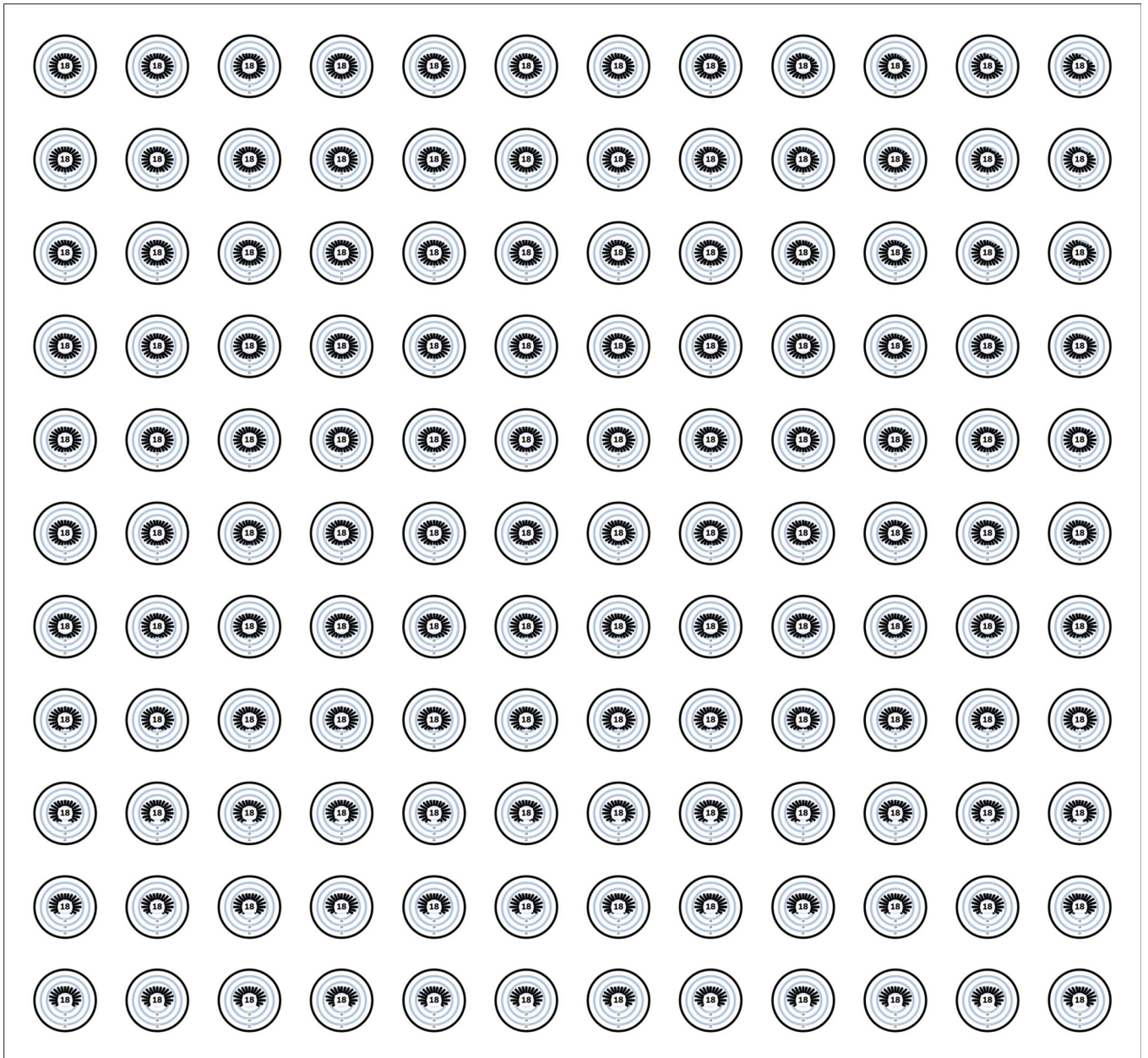
Superficie UGR Montaje (UGR)

Máx. deslumbramiento a	15°
máx	18.3
Nominal	≤25.0
Área del ángulo visual	0° - 360°
Amplitud de paso	15°
Altura	1.300 m
Índice	CG10

Nave industrial · Zonas · Nave zona 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Superficie UGR Montaje (UGR)



Nave industrial · Zonas · Nave zona 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Superficie UGR Acabados (UGR)

Máx. deslumbramiento a	150°
máx	18.9
Nominal	≤25.0
Área del ángulo visual	0° - 360°
Amplitud de paso	15°
Altura	0.000 m
Índice	CG12

Nave industrial · Zonas · Nave zona 1 (Escena de luz 1)

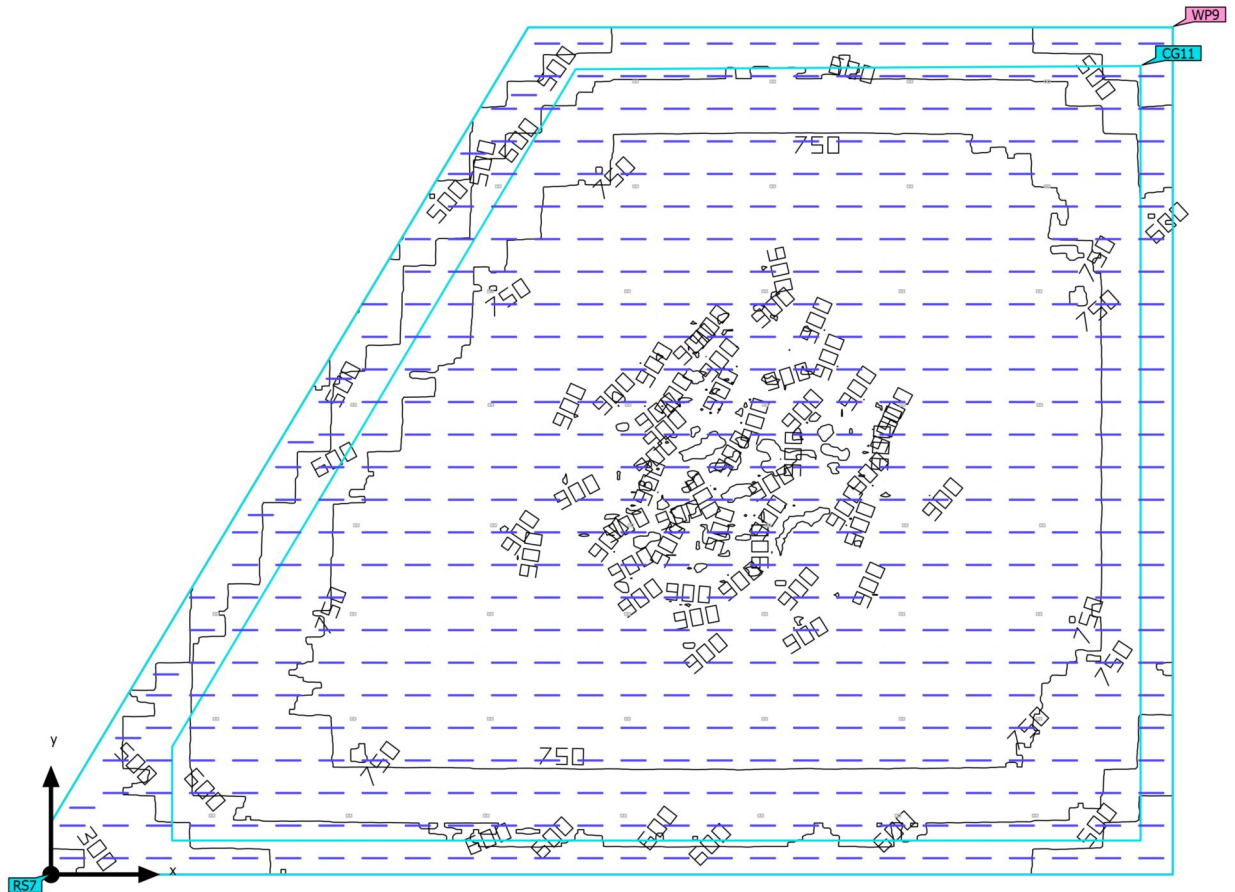
Objetos de cálculo

Superficie UGR Acabados (UGR)



Nave industrial · Zonas · Nave zona 2 (Escena de luz 1)

Resumen



Base	2920.28 m ²	Altura interior del local	10.000 m
Grado de reflexión	Techo: 70.0 %, Paredes: 34.2 %, Suelo: 56.1 %	Altura de montaje	10.000 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Altura Plano útil	0.800 m
		Zona marginal Plano útil	0.000 m

Nave industrial · Zonas · Nave zona 2 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	736 lx	≥ 200 lx	✓	WP9
	g_1	0.40	≥ 0.40	✓	WP9
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	23	≤ 25	✓	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	34055 kWh/a	máx. 102250 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	4.42 W/m ²	-		
		0.60 W/m ² /100 lx	-		

(1) Basado en un espacio rectangular de 69.500 m x 52.500 m y SHR de 0.25.

(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Actividades industriales y artesanales - Fundición y fundición de metal (21.6 Naves para fundición)


Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
542	Regiolux	4000 24W 865 ET sw RAL 9005 (SRT+1951000 4154)	SRT-System IP20-SRGCB/1500 LED - Geräteträger fix Central.Line.Optic Device mount fix Central.Line.Optic	23	23.8 W	4425 lm	185.9 lm/W

Nave industrial · Zonas · Nave zona 2

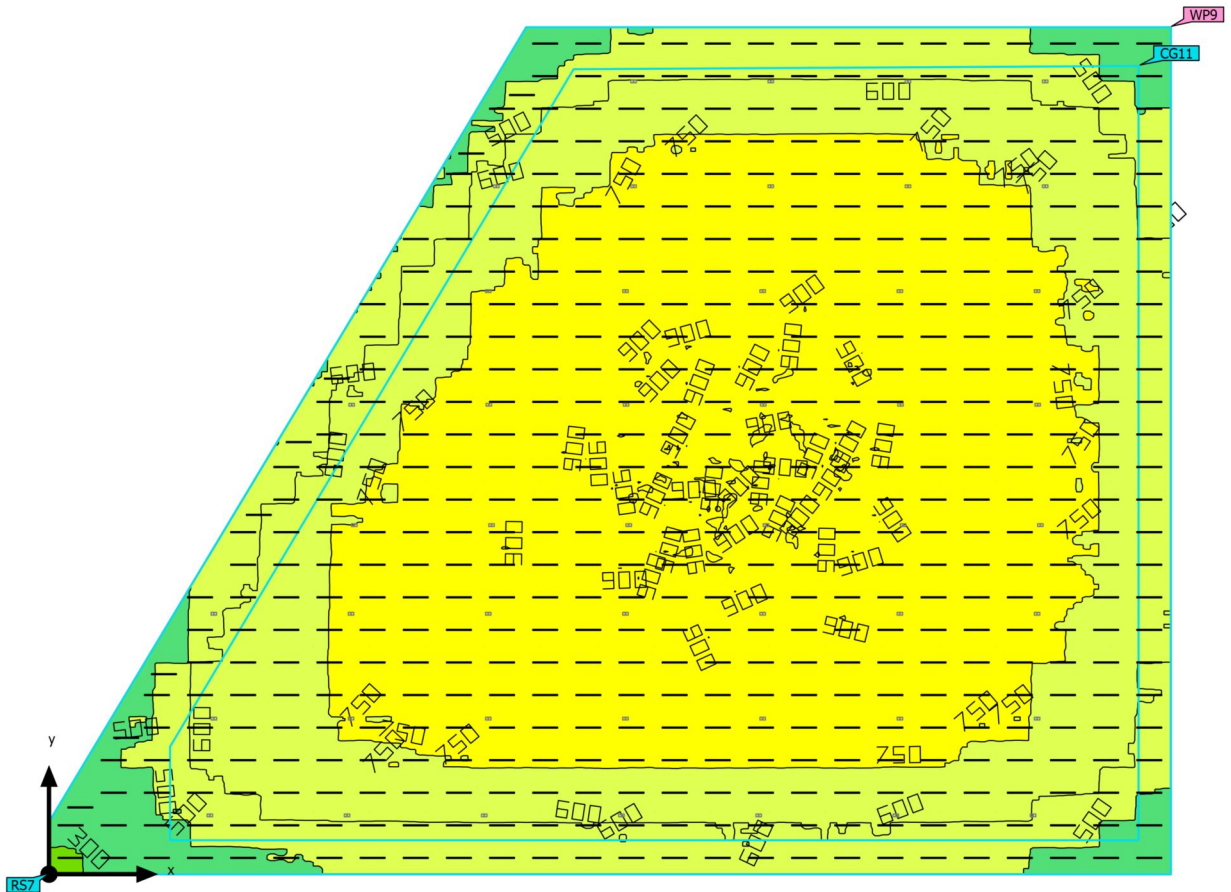
Lista de luminarias

Φ_{total} 2424670 lm	P_{total} 13374.3 W	Rendimiento lumínico 181.3 lm/W	$\Phi_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 26320 lm	$P_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 474.7 W
------------------------------	--------------------------	------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
47	Eaton Emergency Lighting	iP65PHP1HCG L	i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC	10.1 W	560 lm	55.4 lm/W
				 10.1 W	560 lm (100 %)	-
542	Regiolux	4000 24W 865 ET sw RAL 9005 (SRT+1951000 4154)	SRT-System IP20-SRGCB/1500 LED - Geräteträger fix Central.Line.Optic Device mount fix Central.Line.Optic	23.8 W	4425 lm	185.9 lm/W

Nave industrial · Zonas · Nave zona 2 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Nave industrial · Zonas · Nave zona 2 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1 (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Nave zona 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	736 lx (≥ 200 lx) ✓	293 lx	926 lx	0.40 (≥ 0.40) ✓	0.32	WP9

Objetos de resultado de superficies

Propiedades	\varnothing	mín	máx	g_1	g_2	Índice
Objeto de resultado de superficies 7 (Suelo/techo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	724 lx	284 lx	916 lx	0.39	0.31	RS7
Objeto de resultado de superficies 7 (Suelo/techo) Densidad lumínica Altura: 0.000 m	129 cd/m ²	50.8 cd/m ²	163 cd/m ²	0.39	0.31	RS7

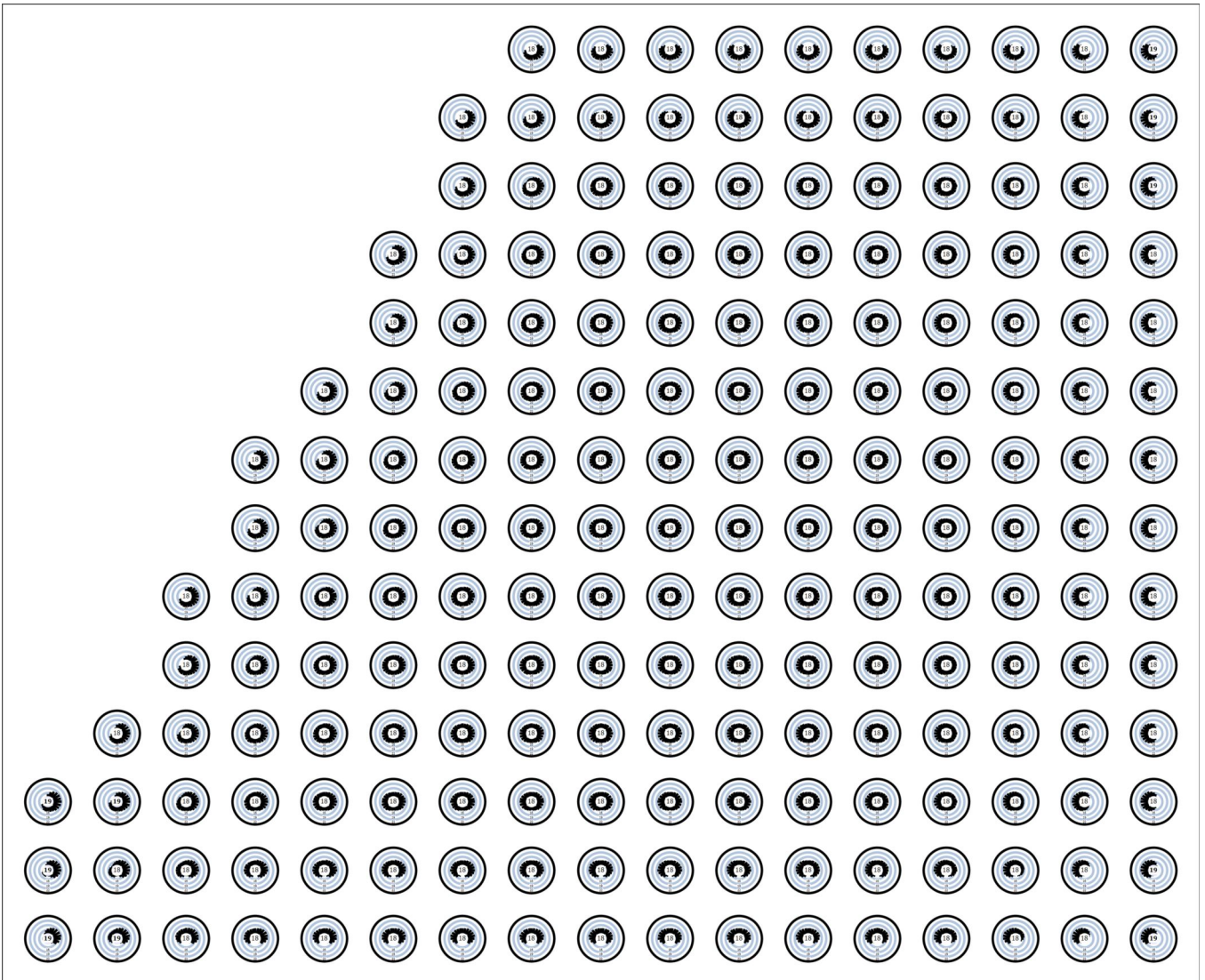
Superficie UGR Vertido (UGR)

Máx. deslumbramiento a	0°
máx	18.8
Nominal	≤ 25.0
Área del ángulo visual	0° - 360°
Amplitud de paso	15°
Altura	1.600 m
Índice	CG11

Nave industrial · Zonas · Nave zona 2 (Escena de luz 1)

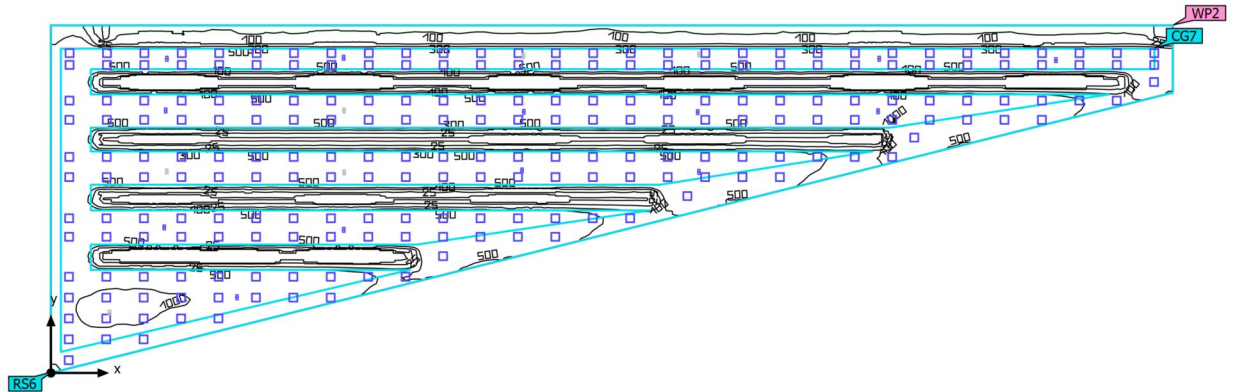
Objetos de cálculo

Superficie UGR Vertido (UGR)



Nave industrial · Zonas · Sala de mantenimiento (Escena de luz 1)

Resumen



Base	1143.74 m ²	Altura interior del local	4.000 m
Grado de reflexión	Techo: 70.0 %, Paredes: 34.2 %, Suelo: 56.1 %	Altura de montaje	3.900 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Altura Plano útil	0.800 m
		Zona marginal Plano útil	0.000 m

Nave industrial · Zonas · Sala de mantenimiento (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados


	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	543 lx	≥ 100 lx	WP2
	g_1	0.003	≥ 0.40	WP2
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	20	≤ 25	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	26461 kWh/a	máx. 40050 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	9.35 W/m ²	-	
		1.72 W/m ² /100 lx	-	

(1) Basado en un espacio rectangular de 24.375 m x 78.623 m y SHR de 0.25.

(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Zonas generales dentro de edificios: espacios de almacenamiento y refrigeración (12.1 Salas de aprovisionamientos y almacenaje)


Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
220	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	20	48.0 W	4958 lm	103.3 lm/W
13	Eaton Emergency Lighting	iP65PHP1HCG L	i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC	-	10.1 W	560 lm	55.4 lm/W
					10.1 W	560 lm (100 %)	-

Nave industrial · Zonas · Sala de mantenimiento

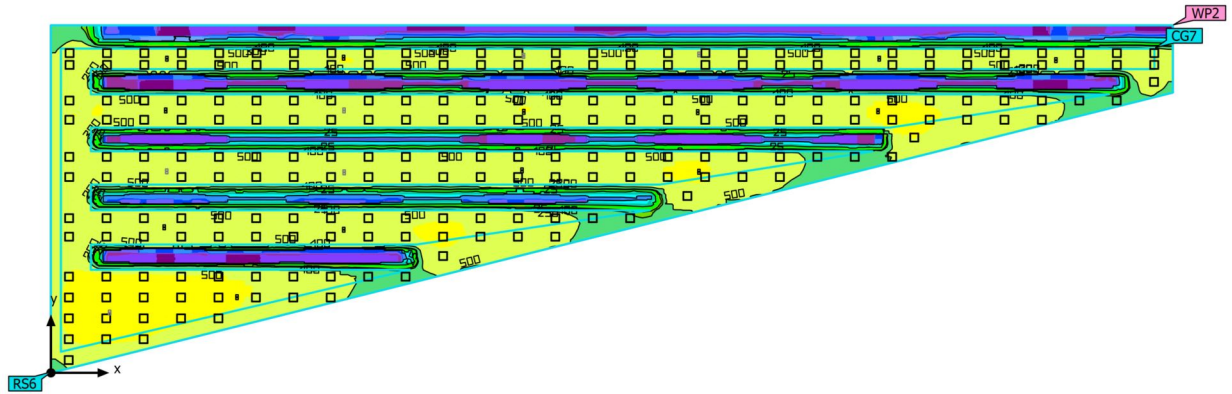
Lista de luminarias

Φ_{total} 1101400 lm	P_{total} 10751.9 W	Rendimiento lumínico 102.4 lm/W	$\Phi_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 10640 lm	$P_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 191.9 W
------------------------------	--------------------------	------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
220	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48.0 W	4958 lm	103.3 lm/W
19	Eaton Emergency Lighting	iP65PHP1HCG L	i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC	10.1 W	560 lm	55.4 lm/W
				 10.1 W	560 lm (100 %)	-

Nave industrial · Zonas · Sala de mantenimiento (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Nave industrial · Zonas · Sala de mantenimiento (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1 (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Sala de mantenimiento) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	543 lx (≥ 100 lx)	1.57 lx	1091 lx	0.003 (≥ 0.40)	0.001	WP2

Objetos de resultado de superficies

Propiedades	\varnothing	mín	máx	g_1	g_2	Índice
Objeto de resultado de superficies 6 (Suelo/techo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	457 lx	1.30 lx	974 lx	0.003	0.001	RS6
Objeto de resultado de superficies 6 (Suelo/techo) Densidad lumínica Altura: 0.000 m	81.7 cd/m ²	0.23 cd/m ²	174 cd/m ²	0.003	0.001	RS6

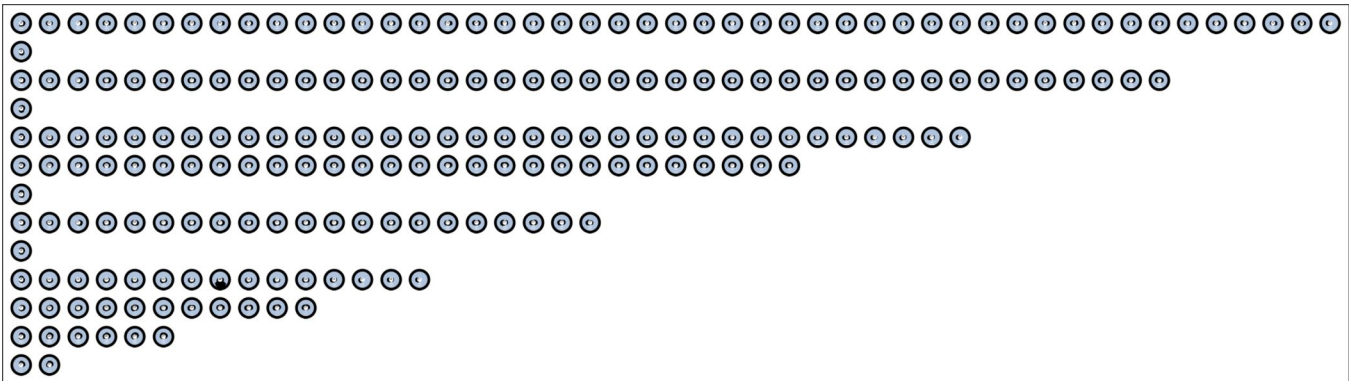
Superficie UGR Sala de mantenimiento (UGR)

Máx. deslumbramiento a	285°
máx	24.0
Nominal	≤ 25.0
Área del ángulo visual	0° - 360°
Amplitud de paso	15°
Altura	1.600 m
Índice	CG7

Nave industrial · Zonas · Sala de mantenimiento (Escena de luz 1)

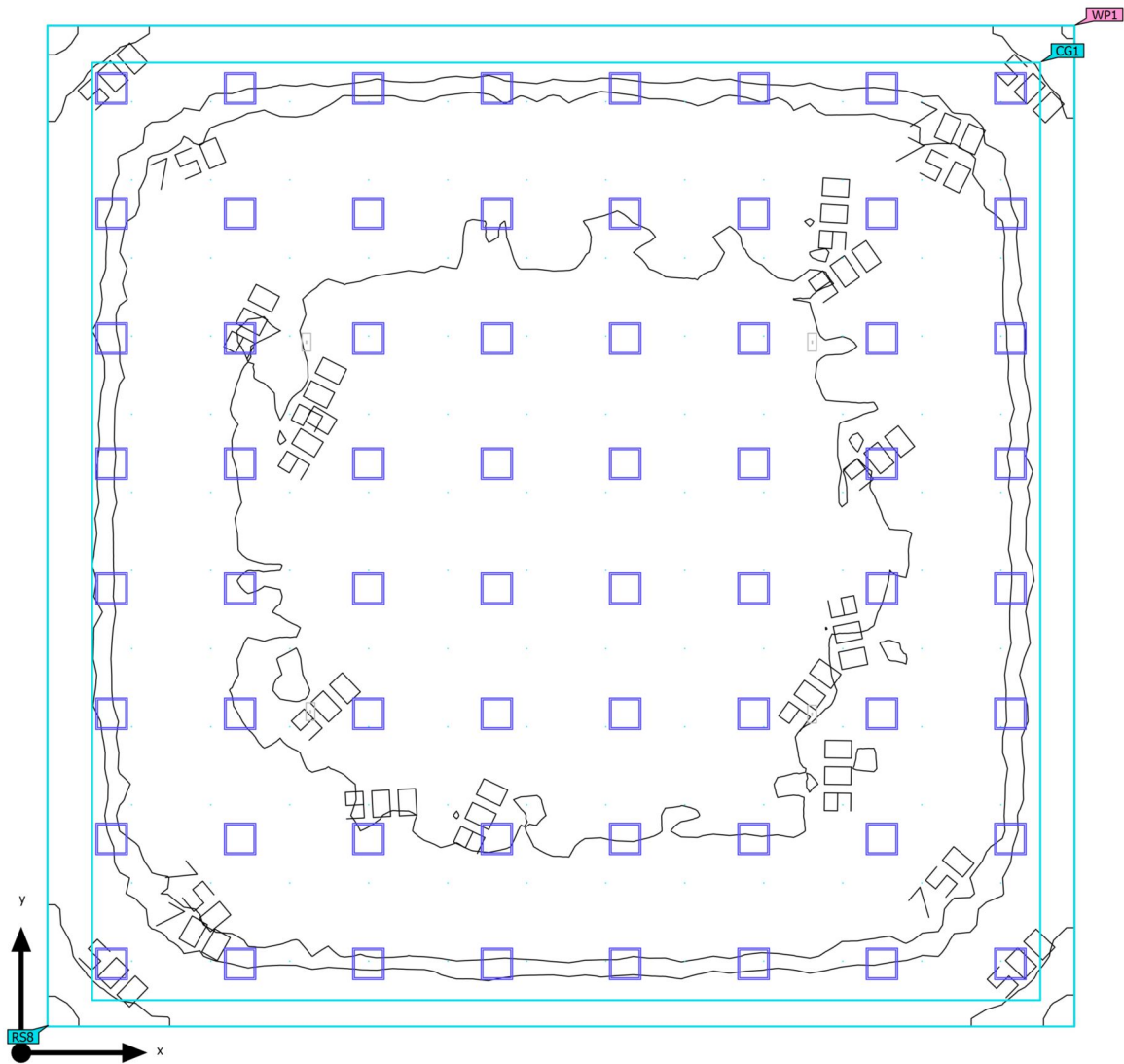
Objetos de cálculo

Superficie UGR Sala de mantenimiento (UGR)



Nave industrial · Zonas · Sala ingeniería (Escena de luz 1)

Resumen



Base	370.50 m ²	Altura interior del local	4.000 m
Grado de reflexión	Techo: 70.0 %, Paredes: 34.2 %, Suelo: 56.1 %	Altura de montaje	3.900 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Altura Plano útil	0.800 m
		Zona marginal Plano útil	0.000 m

Nave industrial · Zonas · Sala ingeniería (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	808 lx	≥ 500 lx	WP1
	g_1	0.46	≥ 0.60	WP1
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	20	≤ 19	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	5914 kWh/a	máx. 13000 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	8.29 W/m ²	-	
		1.03 W/m ² /100 lx	-	

(1) Basado en un espacio rectangular de 19.500 m x 19.000 m y SHR de 0.25.

(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Oficinas (34.5.1 Salas de conferencias y reuniones)


Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
64	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	20	48.0 W	4958 lm	103.3 lm/W

Nave industrial · Zonas · Sala ingeniería

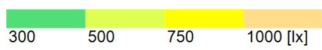
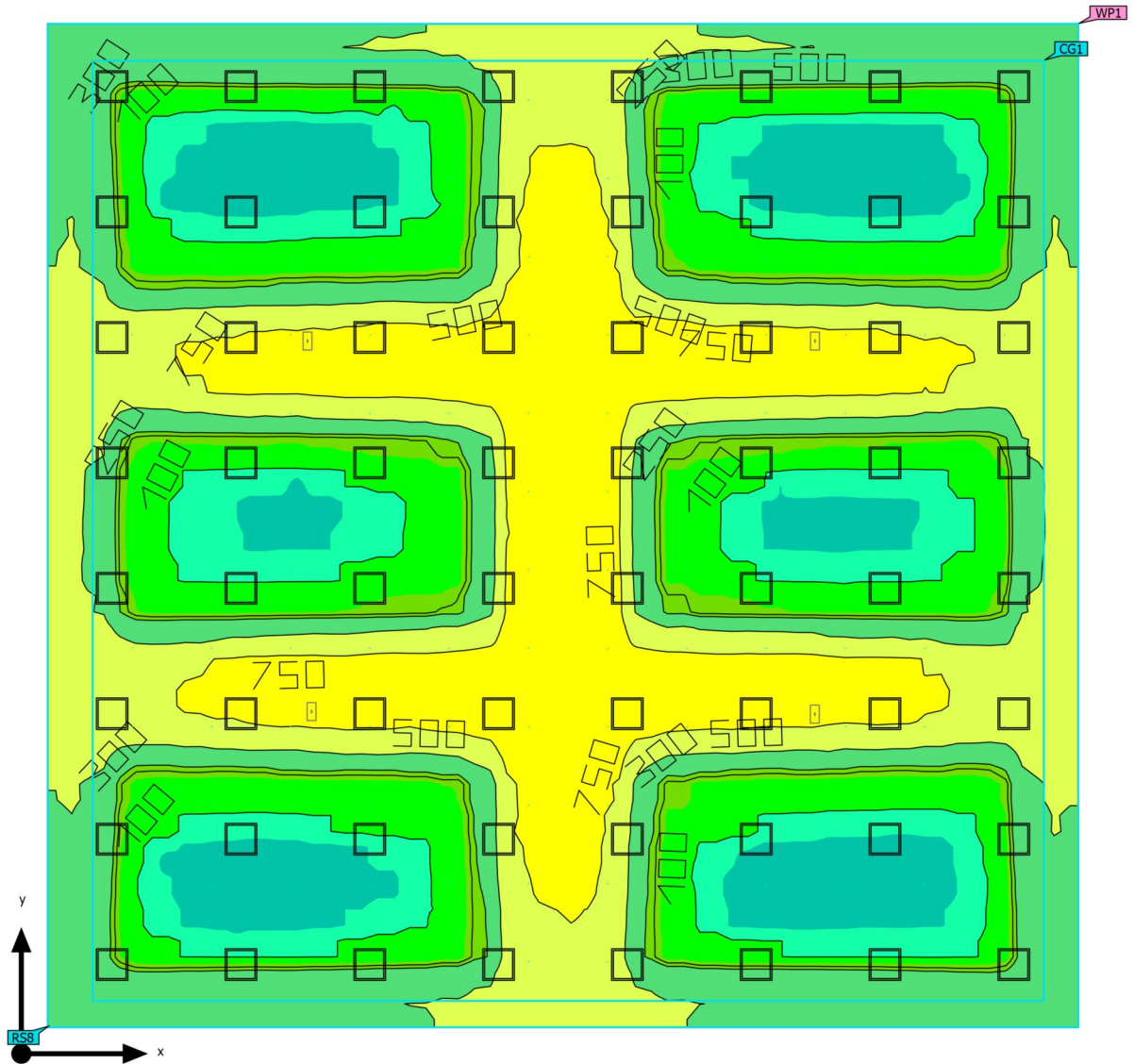
Lista de luminarias

Φ_{total} 319552 lm	P_{total} 3112.4 W	Rendimiento lumínico 102.7 lm/W	$\Phi_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 2240 lm	$P_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 40.4 W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------	---	---

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
64	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48.0 W	4958 lm	103.3 lm/W
4	Eaton Emergency Lighting	iP65PHP1HCG L	i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC	10.1 W	560 lm	55.4 lm/W
				 10.1 W	560 lm (100 %)	-

Nave industrial · Zonas · Sala ingeniería (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Nave industrial · Zonas · Sala ingeniería (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1 (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Sala ingeniería) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	808 lx (≥ 500 lx)	368 lx	973 lx	0.46 (≥ 0.60)	0.38	WP1

Objetos de resultado de superficies

Propiedades	\varnothing	mín	máx	g_1	g_2	Índice
Objeto de resultado de superficies 8 (Suelo/techo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	409 lx	55.0 lx	943 lx	0.13	0.058	RS8
Objeto de resultado de superficies 8 (Suelo/techo) Densidad lumínica Altura: 0.000 m	73.0 cd/m ²	9.82 cd/m ²	168 cd/m ²	0.13	0.058	RS8

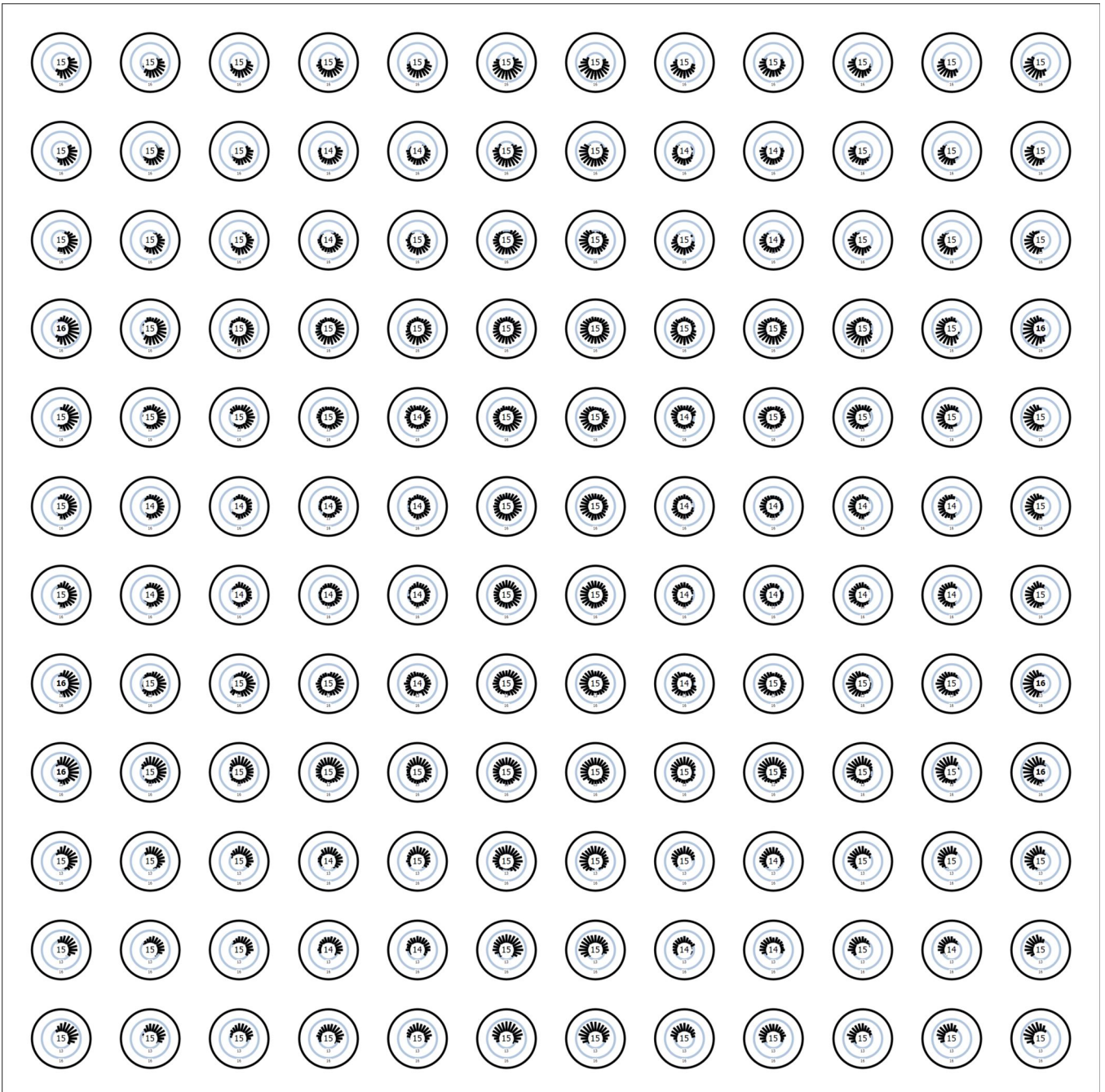
Superficie UGR Sala de ingeniería
(UGR)

Máx. deslumbramiento a	195°
máx	15.7
Nominal	≤ 19.0
Área del ángulo visual	0° - 360°
Amplitud de paso	15°
Altura	1.200 m
Índice	CG1

Nave industrial · Zonas · Sala ingeniería (Escena de luz 1)

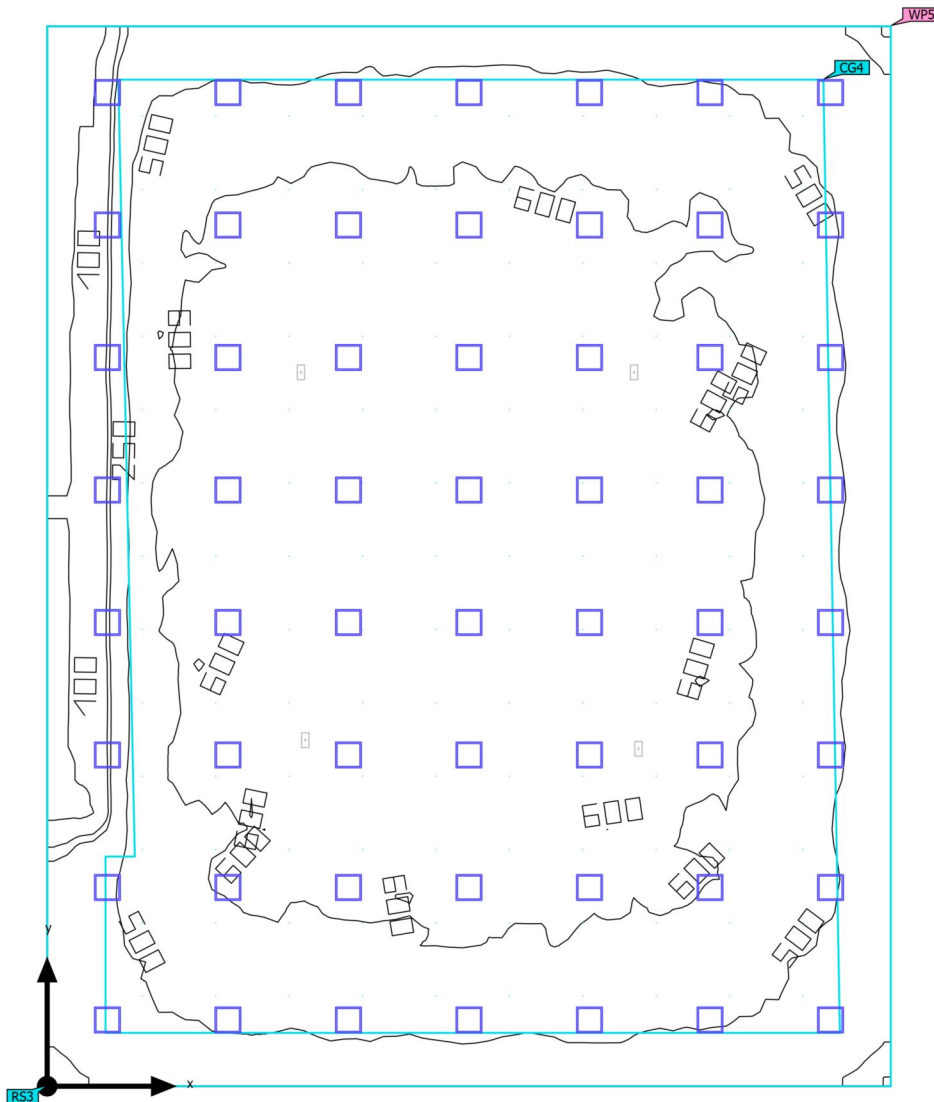
Objetos de cálculo

Superficie UGR Sala de ingeniería (UGR)



Nave industrial · Zonas · Vestuario 1 (Escena de luz 1)

Resumen



Base	477.74 m ²	Altura interior del local	4.000 m
Grado de reflexión	Techo: 70.0 %, Paredes: 34.2 %, Suelo: 56.1 %	Altura de montaje	3.900 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Altura Plano útil	0.800 m
		Zona marginal Plano útil	0.000 m

Nave industrial · Zonas · Vestuario 1 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	541 lx	≥ 200 lx	WP5
	g_1	0.077	≥ 0.40	WP5
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	20	≤ 25	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	2218 kWh/a	máx. 16750 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	5.63 W/m ²	-	
		1.04 W/m ² /100 lx	-	

(1) Basado en un espacio rectangular de 19.500 m x 24.500 m y SHR de 0.25.

(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios (10.4 Guardarropías, lavabos, baños, retretes)


Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
56	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	20	48.0 W	4958 lm	103.3 lm/W

Nave industrial · Zonas · Vestuario 1

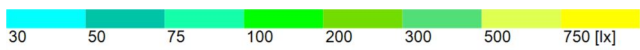
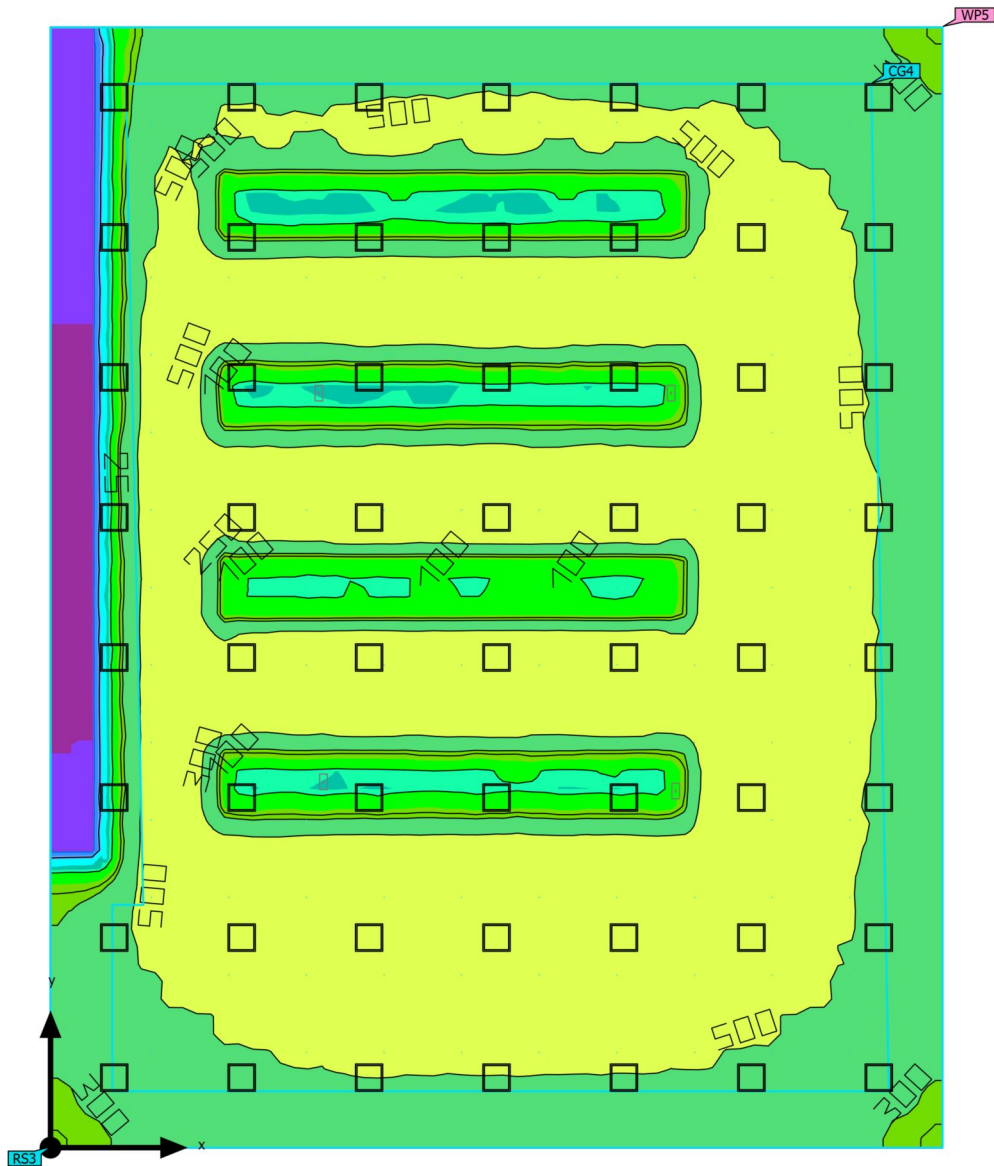
Lista de luminarias

Φ_{total} 279888 lm	P_{total} 2728.4 W	Rendimiento lumínico 102.6 lm/W	$\Phi_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 2240 lm	$P_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 40.4 W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
56	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48.0 W	4958 lm	103.3 lm/W
4	Eaton Emergency Lighting	iP65PHP1HCG L	i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC	10.1 W	560 lm	55.4 lm/W
				 10.1 W	560 lm (100 %)	-

Nave industrial · Zonas · Vestuario 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Nave industrial · Zonas · Vestuario 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1 (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Vestuario 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	541 lx (≥ 200 lx)	41.8 lx	685 lx	0.077 (≥ 0.40)	0.061	WP5

Objetos de resultado de superficies

Propiedades	\emptyset	mín	máx	g_1	g_2	Índice
Objeto de resultado de superficies 3 (Suelo/techo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	433 lx	2.64 lx	650 lx	0.006	0.004	RS3
Objeto de resultado de superficies 3 (Suelo/techo) Densidad lumínica Altura: 0.000 m	77.4 cd/m ²	0.47 cd/m ²	116 cd/m ²	0.006	0.004	RS3

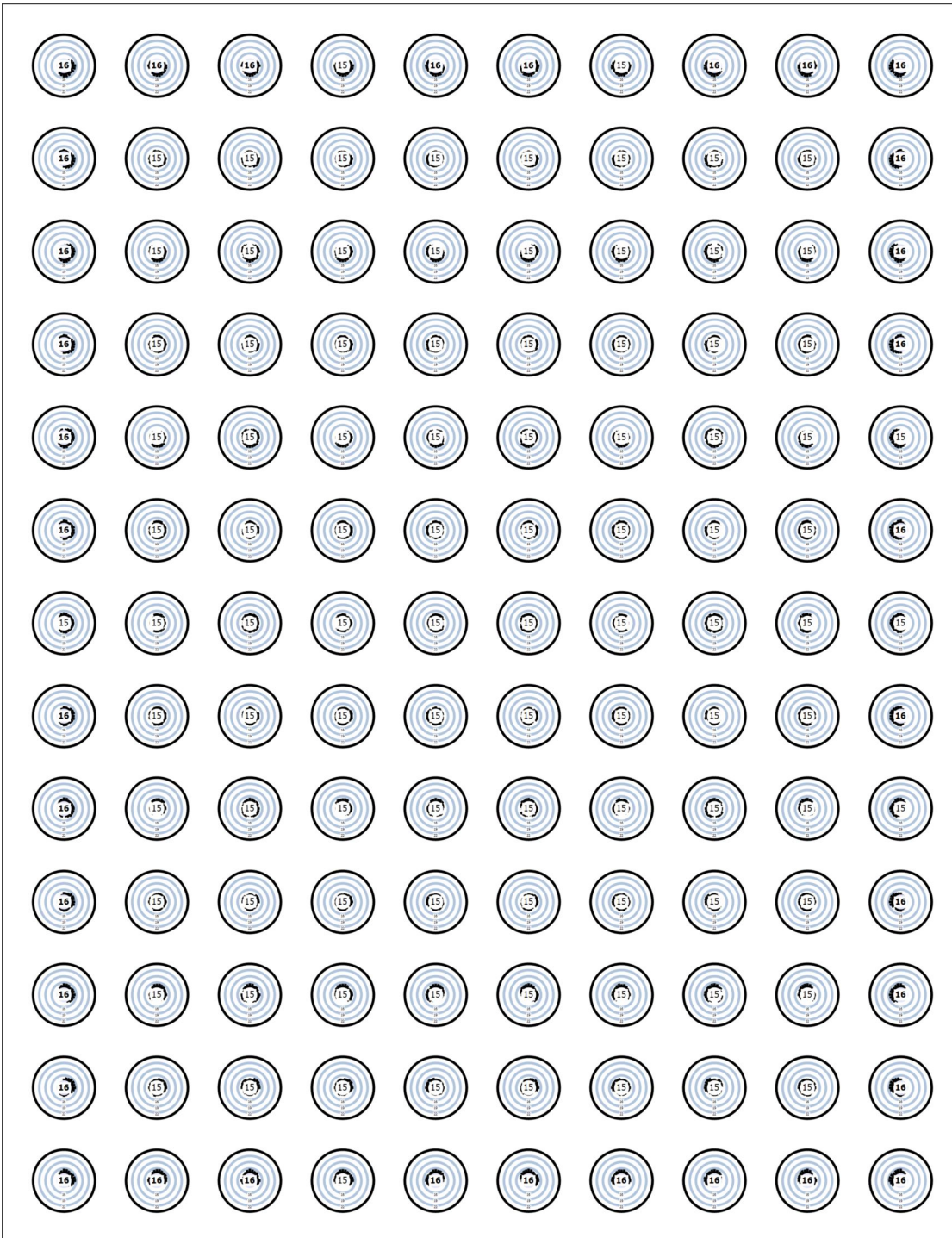
Superficie UGR Vestuario 1 (UGR)

Máx. deslumbramiento a	345°
máx	15.9
Nominal	≤ 25.0
Área del ángulo visual	0° - 360°
Amplitud de paso	15°
Altura	1.500 m
Índice	CG4

Nave industrial · Zonas · Vestuario 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

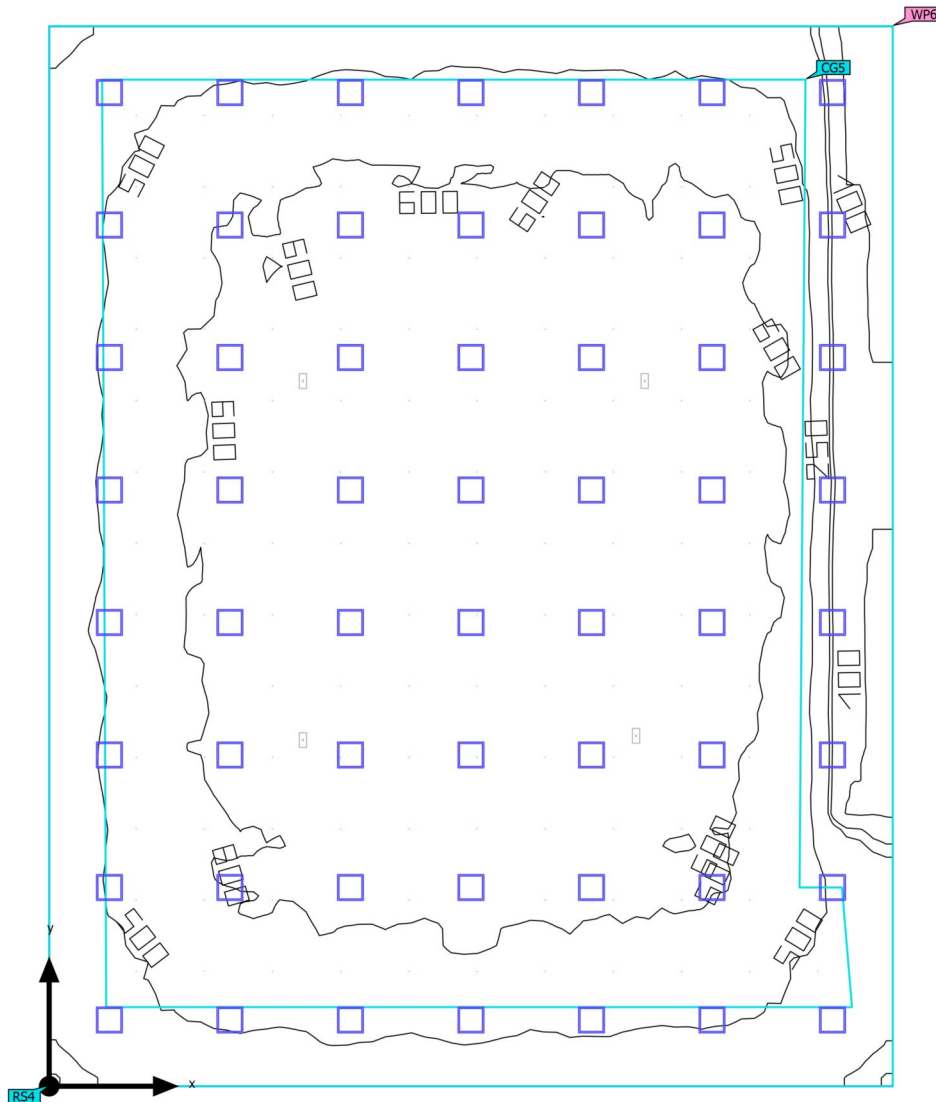
Superficie UGR Vestuario 1 (UGR)



Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios (10.4 Guardarropas, lavabos, baños, retretes)

Nave industrial · Zonas · Vestuario 2 (Escena de luz 1)

Resumen



Base	477.74 m ²	Altura interior del local	4.000 m
Grado de reflexión	Techo: 70.0 %, Paredes: 34.2 %, Suelo: 56.1 %	Altura de montaje	3.900 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Altura Plano útil	0.800 m
		Zona marginal Plano útil	0.000 m

Nave industrial · Zonas · Vestuario 2 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	541 lx	≥ 200 lx	WP6
	g_1	0.085	≥ 0.40	WP6
Evaluación del deslumbramiento ⁽¹⁾	$R_{UG, \text{max}}$	20	≤ 25	
Valores de consumo ⁽²⁾	Consumo	2218 kWh/a	máx. 16750 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	5.63 W/m ²	-	
		1.04 W/m ² /100 lx	-	

(1) Basado en un espacio rectangular de 19.500 m x 24.500 m y SHR de 0.25.

(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios (10.4 Guardarropías, lavabos, baños, retretes)


Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
56	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	20	48.0 W	4958 lm	103.3 lm/W

Nave industrial · Zonas · Vestuario 2

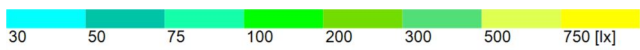
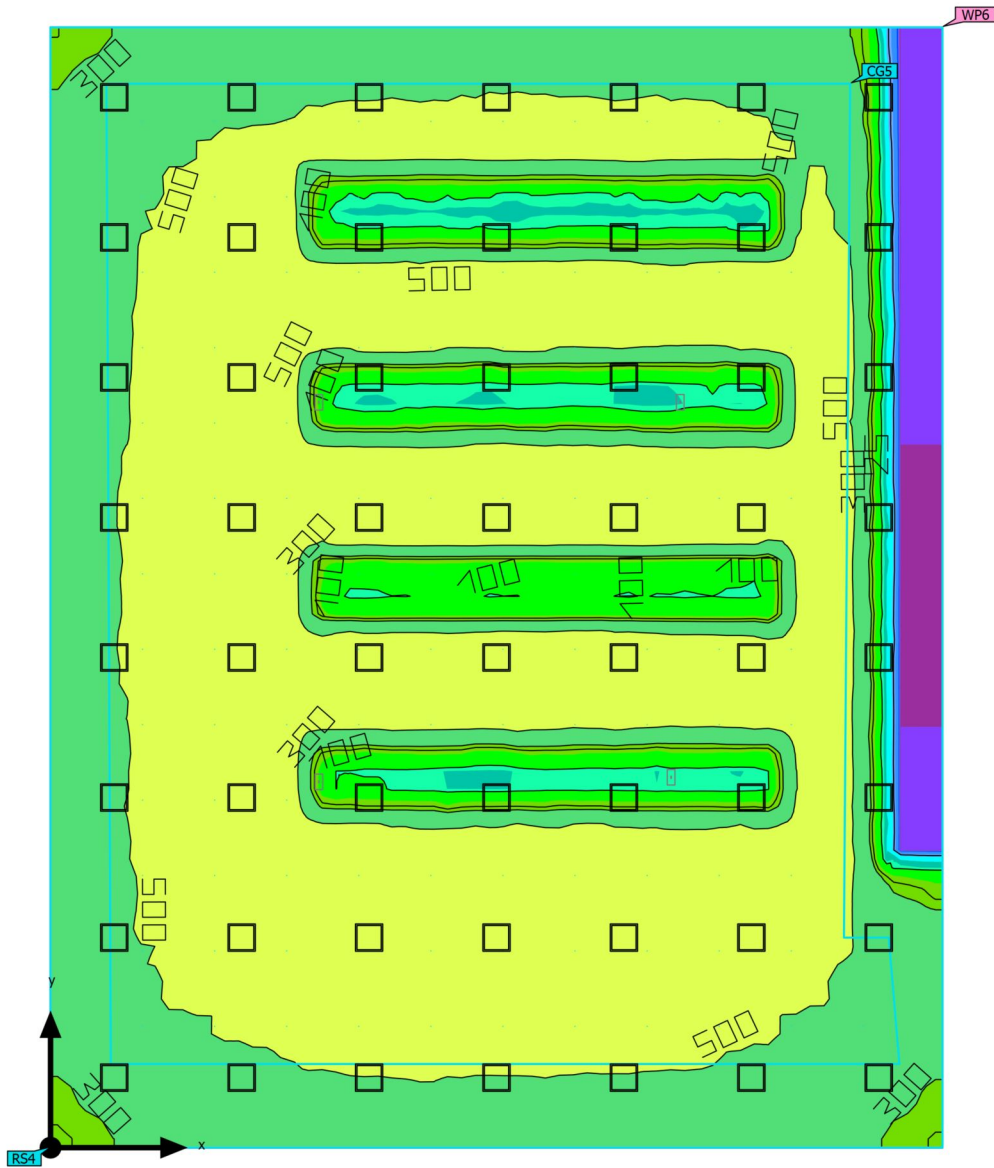
Lista de luminarias

Φ_{total} 279888 lm	P_{total} 2728.4 W	Rendimiento lumínico 102.6 lm/W	$\Phi_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 2240 lm	$P_{Alumbrado\ de\ emergencia}$ 40.4 W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
56	3F Filippi	21887	L 650 42W/840 DALI EP VSS 596x596	48.0 W	4958 lm	103.3 lm/W
4	Eaton Emergency Lighting	iP65PHP1HCG L	i-P65 Plus H 1H CGLine+ PC	10.1 W	560 lm	55.4 lm/W
				 10.1 W	560 lm (100 %)	-

Nave industrial · Zonas · Vestuario 2 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Nave industrial · Zonas · Vestuario 2 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1 (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Vestuario 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	541 lx (≥ 200 lx)	45.9 lx	684 lx	0.085 (≥ 0.40)	0.067	WP6

Objetos de resultado de superficies

Propiedades	\varnothing	mín	máx	g_1	g_2	Índice
Objeto de resultado de superficies 4 (Suelo/techo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	435 lx	2.61 lx	654 lx	0.006	0.004	RS4
Objeto de resultado de superficies 4 (Suelo/techo) Densidad lumínica Altura: 0.000 m	77.6 cd/m ²	0.47 cd/m ²	117 cd/m ²	0.006	0.004	RS4

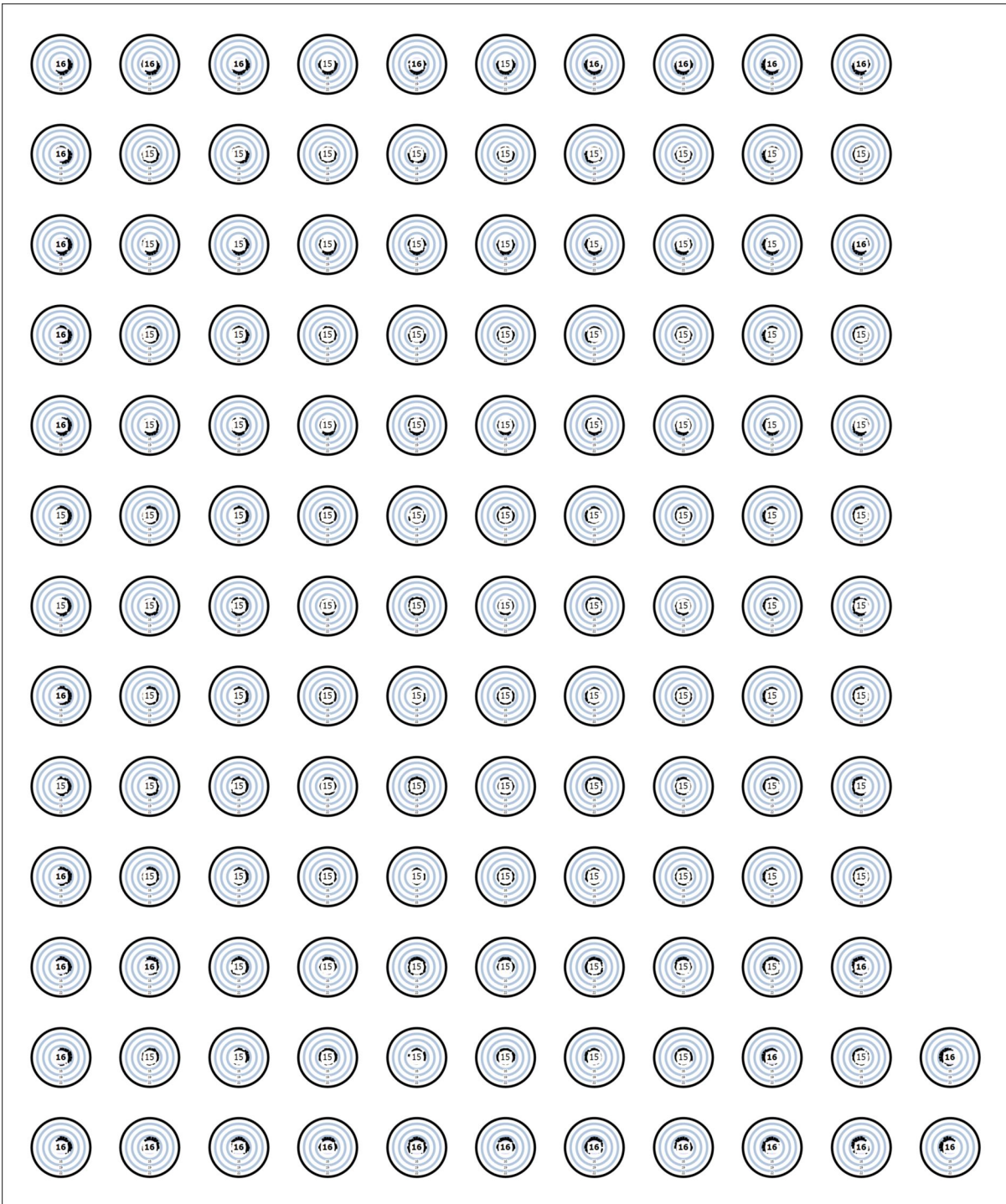
Superficie UGR Vestuario 2 (UGR)

Máx. deslumbramiento a	105°
máx	16.0
Nominal	≤ 25.0
Área del ángulo visual	0° - 360°
Amplitud de paso	15°
Altura	1.500 m
Índice	CG5

Nave industrial · Zonas · Vestuario 2 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Superficie UGR Vestuario 2 (UGR)



Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios (10.4 Guardarropías, lavabos, baños, retretes)

Glosario

A

A	Símbolo para una superficie en la geometría
Altura interior del local	Designación para la distancia entre el borde superior del suelo y el borde inferior del techo (para un local en su estado terminado).
Autonomía de la luz del día	Describe qué porcentaje del tiempo de trabajo diario se cubre con la iluminación solar necesaria. La iluminancia nominal se utiliza a partir del perfil de la habitación, a diferencia de lo descrito en la norma EN 17037. El cálculo no se realiza en el centro de la habitación sino en el punto de medición del sensor colocado. Se considera que una habitación está suficientemente iluminada con luz solar si alcanza al menos un 50 % de autonomía con luz solar.

Á

Área circundante	El área circundante limita directamente con el área de la tarea visual y debe contar con una anchura de al menos 0,5 m, según DIN EN 12464-1. Se encuentra a la misma altura que el área de la tarea visual.
Área de fondo	El área de fondo limita, según DIN EN 12464-1, con el área inmediatamente circundante y alcanza los límites del local. En el caso de locales grandes, el área de fondo tiene al menos 3 m de anchura. Es horizontal y se encuentra a la altura del suelo.
Área de la tarea visual	El área requerida para llevar a cabo una tarea visual según DIN EN 12464-1. La altura corresponde a la altura a la que se lleva a cabo la tarea visual.

C

CCT	(ingl. correlated colour temperature) Temperatura del cuerpo de un proyector térmico, que se utiliza para la descripción de su color de luz. Unidad: Kelvin [K]. Entre menor sea el valor numérico, más rojo, a mayor valor numérico, más azul será el color de luz. La temperatura de color de lámparas de descarga gaseosa y semiconductores se denomina, al contrario de la temperatura de color de los proyectores térmicos, como "temperatura de color correlacionada". Correspondencia entre colores de luz y rangos de temperatura de color según EN 12464 -1: Color de luz - temperatura de color [K] blanco cálido (ww) < 3.300 K blanco neutro (nw) ≥ 3.300 – 5.300 K blanco luz diurna (tw) > 5.300 K
-----	--

Glosario

Cociente de luz diurna	<p>Relación entre la iluminancia que se alcanza en un punto en el espacio interior, debida únicamente a la incidencia de luz diurna, y la iluminancia horizontal en el espacio exterior bajo cielo abierto.</p> <p>Símbolo: D (ingl. daylight factor) Unidad: %</p>
CRI	<p>(ingl. colour rendering index) Denominación para el índice de reproducción cromática de una luminaria o de una fuente de luz según DIN 6169: 1976 o. CIE 13.3: 1995.</p> <p>El índice general de reproducción cromática Ra (o CRI) es un coeficiente adimensional que describe la calidad de una fuente de luz blanca en lo que respecta a su semejanza a una fuente de luz de referencia, en los espectros de remisión de 8 colores de prueba definidos (ver DIN 6169 o CIE 1974).</p>
D	
Densidad lumínica	<p>Medida de la "impresión de claridad" que el ojo humano percibe de una superficie. Es posible que la superficie misma ilumine o que refleje la luz que incide sobre ella (valor de emisor). Es la única dimensión fotométrica que el ojo humano puede percibir.</p> <p>Unidad: Candela por metro cuadrado Abreviatura: cd/m² Símbolo: L</p>
E	
Eta (η)	<p>(ingl. light output ratio) El grado de eficacia de funcionamiento de luminaria describe qué porcentaje del flujo luminoso de una fuente de luz de radiación libre (o módulo LED) abandona la luminaria instalada.</p> <p>Unidad: %</p>

Glosario

Evaluación energética

Basado en un procedimiento de cálculo horario de la luz solar en espacios interiores, teniendo en cuenta la geometría del proyecto y los sistemas de control de la luz solar existentes. También se tiene en cuenta la orientación y ubicación del proyecto. El cálculo utiliza la potencia del sistema especificada de las luminarias para determinar la demanda de energía. Se asume una relación lineal entre la potencia y el flujo luminoso en el estado atenuado para las luminarias controladas por la luz solar. Los tiempos de uso y la iluminancia nominal se determinan a partir de los perfiles de uso de los espacios. Las luminarias encendidas que se excluyen explícitamente del control también tienen en cuenta los tiempos de uso especificados. Los sistemas de control de la luz solar usan una lógica de control simplificada que los cierra con una iluminancia horizontal de 27.500 lx.

El año natural 2022 se usa solo como referencia. No es una simulación de este año. El año de referencia solo se utiliza para asignar los días de la semana a los resultados calculados. No se contempla el cambio al horario de verano. El tipo de cielo de referencia utilizado es el cielo medio descrito en CIE 110 sin luz solar directa.

El método fue desarrollado junto con el Fraunhofer Institute for Building Physics y está disponible para su revisión por parte del Grupo de trabajo conjunto 1 ISO TC 274 como una extensión del método basado en regresión anual anterior.

F

Factor de degradación

Véase MF

Flujo luminoso

Medida para la potencia luminosa total emitida por una fuente de luz en todas direcciones. Es con ello un "valor de emisor" que especifica la potencia de emisión total. El flujo luminoso de una fuente de luz solo puede determinarse en el laboratorio. Se diferencia entre el flujo luminoso de lámpara o de módulo LED y el flujo luminoso de luminaria.

Unidad: Lumen
Abreviatura: lm
Símbolo: Φ

G

g_1

Con frecuencia también U_o (ingl. overall uniformity)

Denomina la uniformidad total de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente de E_{min} y E y se utiliza, entre otras, en normas para la especificación de iluminación en lugares de trabajo.

g_2

Denomina en realidad la "desigualdad" de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente entre E_{min} y E_{max} y por lo general es relevante solo como evidencia de iluminación de emergencia según EN 1838.

Grado de reflexión

El grado de reflexión de una superficie describe qué cantidad de la luz incidente es reflejada. El grado de reflexión se define mediante la coloración de la superficie.

Glosario

Grupo de control	Un grupo de luminarias que se atenúan y controlan juntas. Para cada escena de iluminación, un grupo de control proporciona su propio valor de atenuación. Todas las luminarias dentro de un grupo de control comparten este valor de atenuación. Los grupos de control con sus luminarias los determina DIALux automáticamente en función de las escenas de iluminación creadas y sus grupos de luminarias.
<hr/>	
I	
Iluminancia, adaptativa	Para la determinación de la iluminancia media adaptativa sobre una superficie, ésta se rasteriza en forma "adaptativa". En el área en que hay las mayores diferencias en iluminancia dentro de la superficie, la rasterización se hace más fina, en el área de menores diferencias, se realiza una rasterización más gruesa.
Iluminancia, horizontal	Iluminancia, calculada o medida sobre un plano horizontal (éste puede ser p.ej. una superficie de una mesa o el suelo). La iluminancia horizontal se identifica por lo general con las letras E_h .
Iluminancia, perpendicular	Iluminancia perpendicular a una superficie, medida o calculada. Este se debe considerar en superficies inclinadas. Si la superficie es horizontal o vertical, no existe diferencia entre la iluminancia perpendicular y la vertical u horizontal.
Iluminancia, vertical	Iluminancia, calculada o medida sobre un plano vertical (este puede ser p.ej. la parte frontal de una estantería). La iluminancia vertical se identifica por lo general con las letras E_v .
Intensidad lumínica	Describe la intensidad de luz en una dirección determinada (valor de emisor). La intensidad lumínica es el flujo luminoso Φ , entregado en un ángulo determinado Ω del espacio. La característica de emisión de una fuente de luz se representa gráficamente en una curva de distribución de intensidad luminosa (CDL). La intensidad lumínica es una unidad básica SI. Unidad: Candela Abreviatura: cd Símbolo: I
Intensidad lumínica	Describe la relación del flujo luminoso que cae sobre una superficie determinada y el tamaño de esta superficie ($\text{lm}/\text{m}^2 = \text{lx}$). La iluminancia no está vinculada a una superficie de un objeto. Puede determinarse en cualquier punto del espacio (interior o exterior). La iluminancia no es una propiedad de un producto, ya que se trata de un valor del receptor. Para su medición se utilizan aparatos de medición de iluminancia. Unidad: Lux Abreviatura: lx Símbolo: E

Glosario

L

LENI	(ingl. lighting energy numeric indicator) Indicador numérico de energía de iluminación según EN 15193 Unidad: kWh/m ² año
LLMF	(ingl. lamp lumen maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas, tiene en cuenta la disminución del flujo luminoso de una lámpara o de un módulo LED en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin disminución de flujo luminoso).
LMF	(ingl. luminaire maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento de luminaria, tiene en cuenta el ensuciamiento de la luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de luminaria se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin suciedad).
LSF	(ingl. lamp survival factor)/según CIE 97: 2005 Factor de supervivencia de la lámpara, tiene en cuenta el fallo total de una luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de supervivencia de la lámpara se expresa como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (dentro del tiempo considerado, no hay fallo, o sustitución inmediata tras un fallo).
M	
MF	(ingl. maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento, número decimal entre 0 y 1, describe la relación entre el valor nuevo de una dimensión de planificación fotométrica (p.ej. iluminancia) y el valor de mantenimiento tras un tiempo determinado. El factor de mantenimiento tiene en cuenta el ensuciamiento de lámparas y locales, así como la disminución de flujo luminoso y el fallo de fuentes de luz. El factor de mantenimiento se considera en forma general aproximada o se calcula en forma detallada según CIE 97: 2005, por medio de la fórmula $RMF \times LMF \times LLMF \times LSF$.
O	
Observador UGR	Punto de cálculo en el espacio, para el cual el DIALux determina el valor UGR. La posición y altura del punto de cálculo deben corresponder a la posición del observador típico (posición y altura de los ojos del usuario).

Glosario

P

P	(ingl. power) Consumo de potencia eléctrica
	Unidad: Vatio Abreviatura: W

Plano útil	Superficie virtual de medición o de cálculo a la altura de la tarea visual, por lo general sigue la geometría del local. El plano útil puede también dotarse de una zona marginal.
------------	--

R

$R_{(UG) \max}$	(engl. rating unified glare) Medida del deslumbramiento psicológico en espacios interiores. Además de la luminancia de las luminarias, el valor del nivel de $R_{(UG)}$ también depende de la posición del observador, la dirección visual y la luminancia ambiental. El cálculo se realiza mediante el método de la tabla, consulte CIE 117. Entre otras cosas, EN 12464-1:2021 especifica unos valores $R_{(UG)} - R_{(UGL)}$ máximos permisibles para varios lugares de trabajo en interiores.
-----------------	---

Rendimiento lumínico	Relación entre la potencia luminosa emitida Φ [lm] y la potencia eléctrica consumida P [W] Unidad: lm/W. Esta relación puede formarse para la lámpara o el módulo LED (rendimiento lumínico de lámpara o del módulo), para la lámpara o módulo junto con su dispositivo de control (rendimiento lumínico del sistema) y para la luminaria completa (rendimiento lumínico de luminaria).
----------------------	---

RMF	(ingl. room maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento del local, tiene en cuenta el ensuciamiento de las superficies que rodean el local en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento del local se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin suciedad).
-----	--

S

Superficie útil - Cociente de luz diurna	Una superficie de cálculo, dentro de la cual se calcula el cociente de luz diurna.
--	--

Glosario

U

UGR (max)

(ingl. unified glare rating)

Medida para el efecto psicológico de deslumbramiento de un espacio interior. Además de la luminancia de la luminaria, el valor UGR depende también de la posición del observador, la dirección de observación y la luminancia del entorno. Entre otras, en la norma EN 12464-1 se especifican valores UGR máximos permitidos para diversos lugares de trabajo en espacios interiores.

Z

Zona marginal

Zona circundante entre el plano útil y las paredes, que no se considera en el cálculo.
