



Máster Universitario en Ingeniería Industrial

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA RÁPIDA
PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN GUTIERRE
MUÑOZ (ÁVILA)**

Autor:

Luis Acosta Borreguero

Director:

Carlos Fuertes Kronberg

Madrid

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA RÁPIDA PARA VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS EN GUTIERRE MUÑOZ (ÁVILA)
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2024/25 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha
sido
tomada de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: Luis Acosta Borreguero

Fecha: 11/05/2025

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Carlos Fuertes Kronberg

Fecha: 11/05/2025



Máster Universitario en Ingeniería Industrial

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA RÁPIDA
PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN GUTIERRE
MUÑOZ (ÁVILA)**

Autor:

Luis Acosta Borreguero

Director:

Carlos Fuertes Kronberg

Madrid

DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA RÁPIDA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN GUTIERRE MUÑOZ (ÁVILA)

Autor: Acosta Borreguero, Luis.
Director: Fuertes Kronberg, Carlos.
Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas)

RESUMEN DEL PROYECTO

El presente proyecto se centra en el diseño de una estación de carga rápida para vehículos eléctricos en Gutierre Muñoz (Ávila). Se analiza la viabilidad del proyecto, la infraestructura eléctrica necesaria, la instalación de sistemas fotovoltaicos para autoconsumo y un sistema de almacenamiento de energía. Se justifica su implementación dentro del marco de la transición hacia la movilidad sostenible y se consideran aspectos normativos y técnicos para su desarrollo eficiente.

Palabras clave: Movilidad sostenible, estación de carga rápida, energía fotovoltaica

1. Introducción

El crecimiento del parque de vehículos eléctricos en España hace necesaria la ampliación de la infraestructura de carga rápida en carreteras. Este proyecto aborda el diseño de una estación de carga en un punto estratégico de la A6, con el objetivo de facilitar los viajes de larga distancia y fomentar la adopción de vehículos eléctricos. Además de la instalación de los cargadores, se incorpora un sistema de generación solar fotovoltaica para mejorar la eficiencia energética de la instalación.

La Unión Europea ha establecido regulaciones para eliminar la venta de vehículos con motor de combustión interna en 2035, lo que incrementará la demanda de estaciones de carga. Este proyecto no solo responde a las necesidades actuales de los conductores de vehículos eléctricos, sino que también se alinea con los objetivos medioambientales y normativas de la UE.

2. Definición del proyecto

El proyecto tiene como propósito diseñar y desarrollar una estación de carga rápida con las siguientes características:

- **Infraestructura eléctrica:** Diseño del centro de transformación, centro de distribución, protecciones eléctricas, conductores y canalizaciones.

- **Sistemas de carga:** Implementación de cargadores con tecnología de carga ultrarrápida y compatibilidad con estándares europeos.
- **Energía renovable:** Integración de una instalación fotovoltaica para reducir el consumo energético externo.
- **Sistema de almacenamiento:** Análisis de la viabilidad de implementar baterías para optimizar la gestión energética.
- **Construcción y logística:** Diseño de pavimentación, techado y área de servicio para mejorar la experiencia del usuario.

Los objetivos principales incluyen garantizar el cumplimiento normativo, optimizar la eficiencia del sistema eléctrico, estudiar el mercado para determinar la demanda y diseñar una infraestructura de carga sostenible y funcional.

3. Alcance del proyecto

El proyecto abarca los siguientes aspectos técnicos y de implementación:

- **Instalación de infraestructura eléctrica:** Incluye el dimensionamiento y colocación de los transformadores, líneas eléctricas y cuadros de protección.
- **Puntos de carga:** Se instalarán estaciones con tecnología de carga rápida y ultrarrápida de hasta 400 kW en corriente continua (DC), garantizando compatibilidad con los estándares CCS Tipo 2.
- **Energía fotovoltaica:** La estación contará con marquesinas equipadas con módulos solares para la generación de energía propia, optimizando la sostenibilidad del proyecto.
- **Sistema de almacenamiento:** Se analizará la implementación de baterías para mejorar la eficiencia energética y reducir la dependencia de la red eléctrica.
- **Infraestructura adicional:** Se construirá un área de descanso con servicios complementarios, incluyendo restauración y zonas de recreo para mejorar la experiencia de los usuarios.
- **Cumplimiento normativo:** El diseño seguirá las normativas establecidas por la ITC-BT 52, el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y el Reglamento Europeo AFIR.

El proyecto se implementará en una ubicación estratégica con alta afluencia de vehículos, asegurando su viabilidad comercial y operativa.

4. Viabilidad del proyecto

Se analiza la viabilidad del proyecto considerando cuatro aspectos clave: técnico, económico, normativo y ambiental.

Viabilidad Técnica:

El diseño del sistema eléctrico y la infraestructura de carga se ha desarrollado conforme a normativas nacionales e internacionales. La integración de una instalación fotovoltaica con almacenamiento de energía permitirá optimizar el uso de recursos y garantizar un suministro estable. Además, la selección de cargadores de alta potencia asegura compatibilidad con los estándares actuales y futuros del sector de la movilidad eléctrica.

Viabilidad económica:

El análisis financiero del proyecto considera los costes de inversión inicial que incluyen la infraestructura eléctrica la adquisición de cargadores la instalación de paneles solares y el desarrollo del área de servicio, así como los costes operativos derivados del mantenimiento de la instalación el consumo energético y el personal operativo además se contemplan los ingresos esperados que provendrán del cobro por el servicio de carga posibles acuerdos con proveedores de energía. Según las estimaciones el punto de equilibrio del proyecto se alcanzará en un plazo de cinco a siete años considerando un crecimiento sostenido de la demanda de carga rápida asimismo la combinación de generación solar y almacenamiento permitirá reducir significativamente los costos operativos a largo plazo el análisis financiero muestra una Tasa Interna de Retorno TIR del 12 por ciento lo que indica que el proyecto es rentable y atractivo para la inversión.

Viabilidad normativa:

El proyecto cumple con las regulaciones vigentes para la instalación de puntos de carga rápida, incluidas las normativas del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y la ITC-BT 52. Además, se ajusta a las directrices del Reglamento

Europeo AFIR, que establece la necesidad de estaciones de carga ultrarrápida cada 60 km en las principales vías de transporte de la UE.

Viabilidad ambiental:

El uso de energía renovable para alimentar la estación de carga contribuye a la reducción de la huella de carbono. La instalación de un sistema de almacenamiento permitirá gestionar de manera eficiente la energía generada, reduciendo la dependencia de la red eléctrica convencional y maximizando el autoconsumo.

5. Conclusiones:

La implementación de una estación de carga rápida en Gutierre Muñoz responde a la creciente demanda de infraestructura de recarga para vehículos eléctricos y a los objetivos de transición energética en España y la UE. A través del uso de energía renovable y un diseño eficiente, se garantiza un sistema sostenible y económicamente viable.

El análisis de mercado y competencia indica que existe una oportunidad para desarrollar un centro de carga especializado que ofrezca comodidad y tecnología de última generación. La integración de sistemas fotovoltaicos y almacenamiento de energía permite optimizar los costos operativos y mejorar la sostenibilidad del proyecto.

En conclusión, este proyecto representa una solución innovadora y necesaria dentro del marco de la movilidad eléctrica, contribuyendo a la reducción de emisiones y facilitando la adopción de vehículos eléctricos en España.

DESIGN OF A FAST-CHARGING STATION FOR ELECTRIC VEHICLES IN GUTIERRE MUÑOZ (ÁVILA)

Author: Acosta Borreguero, Luis.
Supervisor: Fuertes Kronberg, Carlos.
Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas)

ABSTRACT

The present project focuses on the design of a fast-charging station for electric vehicles in Gutierre Muñoz (Ávila). It analyzes the feasibility of the project, the necessary electrical infrastructure, the installation of photovoltaic systems for self-consumption, and an energy storage system. Its implementation is justified within the framework of the transition toward sustainable mobility, and regulatory and technical aspects are considered for its efficient development.

Keywords: Sustainable mobility, fast-charging station, photovoltaic energy.

1. Introduction

The growth of the electric vehicle fleet in Spain makes it necessary to expand the fast-charging infrastructure on highways. This project focuses on designing a charging station at a strategic point on the A6, aiming to facilitate long-distance travel and promote the adoption of electric vehicles. In addition to the installation of chargers, a photovoltaic solar generation system is incorporated to improve the energy efficiency of the facility.

The European Union has established regulations to phase out the sale of internal combustion engine vehicles by 2035, which will increase the demand for charging stations. This project not only addresses the current needs of electric vehicle drivers but also aligns with the EU's environmental goals and regulations.

2. Project definition

The purpose of this project is to design and develop a fast-charging station with the following features:

- **Electrical Infrastructure:** Design of the transformer station, distribution center, electrical protections, conductors, and conduits.
- **Charging Systems:** Implementation of ultra-fast charging technology and compatibility with European standards.

- **Renewable Energy:** Integration of a photovoltaic installation to reduce external energy consumption.
- **Storage System:** Feasibility analysis of battery implementation to optimize energy management.
- **Construction and Logistics:** Design of pavement, roofing, and service areas to enhance the user experience.

The main objectives include ensuring regulatory compliance, optimizing the efficiency of the electrical system, conducting a market study to assess demand, and designing a sustainable and functional charging infrastructure.

3. Project scope

The project covers the following technical and implementation aspects:

- **Electrical Infrastructure Installation:** Includes the sizing and placement of transformers, power lines, and protection panels.
- **Charging Points:** Stations with fast and ultra-fast charging technology of up to 400 kW in direct current (DC) will be installed, ensuring compatibility with CCS Type 2 standards.
- **Photovoltaic Energy:** The station will feature canopies equipped with solar panels for self-generated energy, enhancing the project's sustainability.
- **Storage System:** The feasibility of battery implementation will be analyzed to improve energy efficiency and reduce dependence on the electrical grid.
- **Additional Infrastructure:** A rest area will be built with complementary services, including dining and recreational spaces, to enhance the user experience.
- **Regulatory Compliance:** The design will adhere to the standards established by ITC-BT 52, the Low Voltage Electrical Regulations (REBT), and the European AFIR Regulation.

The project will be implemented in a strategic location with high vehicle traffic, ensuring its commercial and operational viability.

4. Project feasibility

The feasibility of the project is analyzed considering four key aspects: technical, economic, regulatory, and environmental.

Technical Feasibility:

The design of the electrical system and charging infrastructure has been developed in accordance with national and international regulations. The integration of a photovoltaic installation with energy storage will optimize resource utilization and ensure a stable power supply. Additionally, the selection of high-power chargers guarantees compatibility with both current and future standards in the electric mobility sector.

Economic Feasibility:

The financial analysis of the project considers the initial investment costs, including electrical infrastructure, charger acquisition, solar panel installation, and the development of the service area, as well as operational costs related to maintenance, energy consumption, and staff. Expected revenues will come from charging service fees and potential agreements with energy providers. Estimates indicate that the project's break-even point will be reached within five to seven years, assuming sustained growth in fast-charging demand. Furthermore, the combination of solar generation and energy storage will significantly reduce long-term operating costs. The financial analysis shows an Internal Rate of Return (IRR) of 12%, indicating that the project is profitable and attractive for investment.

Regulatory Feasibility:

The project complies with current regulations for the installation of fast-charging stations, including the Low Voltage Electrical Regulations (REBT) and ITC-BT 52. Additionally, it aligns with the European AFIR Regulation, which mandates ultra-fast charging stations every 60 km along major EU transport routes.

Environmental Feasibility:

The use of renewable energy to power the charging station contributes to reducing its carbon footprint. The installation of a storage system will allow for efficient management of the generated energy, minimizing reliance on the conventional power grid and maximizing self-consumption.

5. Conclusions:

The implementation of a fast-charging station in Gutierre Muñoz addresses the growing demand for electric vehicle charging infrastructure and aligns with Spain's and the EU's energy transition goals. Through the use of renewable energy and an efficient design, the project ensures a sustainable and economically viable system.

Market and competition analysis indicate an opportunity to develop a specialized charging hub that offers convenience and cutting-edge technology. The integration of photovoltaic systems and energy storage optimizes operating costs and enhances the project's sustainability.

In conclusion, this project represents an innovative and necessary solution within the framework of electric mobility, contributing to emission reduction and facilitating the adoption of electric vehicles in Spain.

Índice de la memoria

Capítulo 1. Introducción	11
Capítulo 2. Estado de la Cuestión	13
Capítulo 3. Definición del Trabajo	18
3.1 Justificación.....	18
3.2 Motivación	18
3.3 Objetivos	18
3.4 Recursos necesarios.....	19
3.5 Metodología de trabajo.....	20
Capítulo 4. Estudio de mercado	23
4.1 Análisis de la demanda.....	23
4.2 Análisis de la competencia	29
4.3 Propuesta de valor	30
Capítulo 5. Descripción general de la instalación.....	33
Capítulo 6. Instalación fotovoltaica.....	35
6.1 Criterios de diseño.....	35
6.2 Orientación e inclinación.....	36
6.3 Características generales	37
6.4 Descripción de los elementos	39
6.4.1 Módulos fotovoltaicos.	39
6.4.2 Inversores.....	40
6.5 Cableado.....	43
6.6 Cálculo de los strings	46
6.7 Organización módulos en strings	53
6.8 Clasificación de la instalación y modalidad de autoconsumo	56
6.9 Sistema de anti-vertido.....	57
6.10 Sistema de almacenamiento	60
6.11 Colocación inversores y CEERR.....	63
Capítulo 7. Puntos de carga	66

7.1	Esquema general según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión	66
7.2	descripción cargadores seleccionados	67
7.3	Dimensionamiento conductores	69
7.4	Dimensionamiento protecciones eléctricas	72
7.4.1	<i>Protecciones contra sobrecargas</i>	72
7.4.2	<i>Protecciones contra sobretensiones</i>	72
Capítulo 8.	<i>Sistema de iluminación</i>	74
8.1	Normativa y eficiencia energética	74
8.2	Cableado	81
Capítulo 9.	<i>Infraestructura de construcción</i>	83
9.1	Localización y descripción de la parcela	83
9.2	disposición de elementos	84
9.3	Dimensionamiento losa	91
9.4	Canalizaciones	93
9.5	Marquesina	99
Capítulo 10.	<i>Memoria económica</i>	104
Capítulo 11.	<i>Análisis de viabilidad</i>	125
Capítulo 12.	<i>Impacto social</i>	135
12.1	Alineamiento con los ODS	135
12.1.1	<i>ODS 7 - Energía asequible y no contaminante</i>	136
12.1.2	<i>ODS 9 - Industria, innovación e infraestructura</i>	136
12.1.3	<i>ODS 11 - Ciudades y comunidades sostenibles</i>	136
12.1.4	<i>ODS 12 - Producción y consumo responsables:</i>	137
12.1.5	<i>ODS 13 - Acción por el clima:</i>	137
Capítulo 13.	<i>Conclusiones</i>	139
13.1	Evaluación General del Proyecto	139
13.2	Impacto económico y rentabilidad	140
13.3	Sostenibilidad y beneficios sociales	140
13.4	Cumplimiento normativo	141
13.5	Perspectivas futuras	141
13.6	Propuesta de mejora	142

13.7 CONCLUSIÓN	142
<i>Capítulo 14. Bibliografía.....</i>	<i>143</i>
<i>ANEXO I: Cálculos eléctricos de baja tensión.....</i>	<i>148</i>
<i>ANEXO II: Pliego de condiciones.....</i>	<i>177</i>
<i>ANEXO III: Tablas análisis de viabilidad.....</i>	<i>201</i>
<i>ANEXO IV: Planos</i>	<i>222</i>
<i>ANEXO V: Fichas técnicas equipos.....</i>	<i>237</i>



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ÍNDICE DE LA MEMORIA

Índice de figuras

Figura 1: Vehículos por tipo de propulsión. Fuente: Datos abiertos del Gobierno de España	24
Figura 2: Predicción de matriculaciones EVs 2024 fuente: Datos abiertos del Gobierno de España.....	25
Figura 3: Disposición de pines en conector CCS tipo 2. Fuente: Midapower.....	27
Figura 4: Mapa puntos de carga estudio de la competencia. Fuente: Electromaps	29
Figura 5: Imagen JAMS30-540/MR.....	40
Figura 6: Entradas organizadas por MTP al inversor HUAWEI SUN2000-100KTL-M3	42
Figura 7: Imagen Inversor HUAWEI SUN2000-100KTL-M3	42
Figura 8: Conductor H1Z2Z2-K 1,5/1,5 kV DC	44
Figura 9: Disposición de strings marquesina 1.....	54
Figura 10: Disposición de strings cubierta zona de restauración	55
Figura 11: Disposición de strings marquesina 2.....	56
Figura 12: Janitza UMG 604-PRO	58
Figura 13: Sistema BESS	60
Figura 14: HUAWEI LUNA2000-200KWH-2H1.	60
Figura 15: Caseta prefabricada NORM. PHA T-10 de Prehormisa	63
Figura 16: Disposición de elementos en Caseta prefabricada NORM. PHA T-10	64
Figura 17: Esquema 4b ITC BT-52. Instalación con circuitos adicionales para la recarga del VE.....	66
Figura 18: Componentes del cargador Slim Dispenser de Power Electronics	67
Figura 19: Armario de potencia NBi 360 de Power Electronics	69
Figura 20: Esquema conductores de cobre RZ1-K (AS) 0,6/1 kV (3x240) + N 150 + TT 150 mm ²	70
Figura 21: Esquema conductores de cobre RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 2x(2x150+2x150+TTx70)	70
Figura 22: Etiqueta energética instalación de alumbrado exterior	78
Figura 23: Localización emplazamiento.....	83

Figura 24: Coordenadas de la parcela.....	84
Figura 25: Detalle plazas de aparcamiento.....	85
Figura 26:Detalle plazas PMR.....	86
Figura 27:Disposición de puntos de carga sobre la marquesina 1.....	89
Figura 28: Disposición de plazas sobre la marquesina 2.....	90
Figura 29: Mapa general estación de carga.....	91
Figura 30:Canaleta prefabricada Gilba Tipo B.....	94
Figura 31: Canaleta prefabricada Gilba Tipo A.....	94
Figura 32:Canaleta prefabricada Gilba Tipo C.....	95
Figura 33: Disposición tubos en canalizaciones tipo C.....	97
Figura 34:Disposición tubos en canalizaciones tipo A y B.....	97
Figura 35: Recorrido de las canalizaciones.....	98
Figura 36: Marquesina fotovoltaica PR3 de Sunfer.....	99
Figura 37: Disposición pórticos marquesina 1.....	100
Figura 38: Disposición pórticos marquesina 2.....	101
Figura 39: Plano zapata central marquesina fotovoltaica PR3 de Sunfer.....	101
Figura 40: Plano zapata extrema marquesina fotovoltaica PR3 de Sunfer.....	102
Figura 41:Posición pórticos marquesinas.....	103
Figura 42: Esquema puesta a tierra TT.....	166

Índice de tablas

Tabla 1: Calendario proyecto	21
Tabla 2: Vehículos eléctricos más vendidos en España en 2023. Fuente: elaboración propia	26
Tabla 3: Puntos de carga cercanos a la localización. Fuente: elaboración propia.....	30
Tabla 4: Resultados de la simulación con PVGIS.....	36
Tabla 5: Número de módulos marquesina fotovoltaica.....	37
Tabla 6: Características generales de la instalación fotovoltaica	38
Tabla 7: Características JAMS30-540/MR	39
Tabla 8: Características inversores seleccionados.....	41
Tabla 9: Características conductor H1Z2Z2-K 1,5/1,5 kVDC.....	44
Tabla 10: Conductores inversores - CEERR.....	45
Tabla 11: Especificaciones conductores RZ1-K (AS) 0,6/1 kV.....	45
Tabla 12: Código de colores conforme a la norma IEC 60446	46
Tabla 13: Características eléctricas en escenarios de máxima y mínima temperatura del módulo JA Solar JAM72S30-555/MR	48
Tabla 14: Cálculo strings inversor SUN2000-60KTL-M0.....	50
Tabla 15: Cálculo strings inversor SUN2000-36KTL-M3.....	51
Tabla 16: Cálculo strings inversor SUN2000-100KTL-M3.....	52
Tabla 17: Características Janitza UMG 604-PRO	59
Tabla 18: Características HUAWEI LUNA2000-200KWH-2H1	62
Tabla 19: Requisitos mínimos de eficiencia energética (E) y máximos de potencia unitaria (Pu) en instalaciones de alumbrado ambiental	76
Tabla 20: Valores de eficiencia energética de referencia en instalaciones de alumbrado ambiental	77
Tabla 21: calificación energética de una instalación de alumbrado ambiental	77
Tabla 22: clasificación de vías.....	79
Tabla 23: Clase de alumbrado según el tipo de vía	79
Tabla 24: Serie S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E.....	80

Tabla 25: Índice de deslumbramiento máximo de clase D.....	80
Tabla 26: Diametros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores. Fuente: Tabla 9 ITC-BT 21	96
Tabla 27: Número de módulos por tamaño de modulo y número de plazas de la marquesina fotovoltaica PR3 de Sunfer.....	100
Tabla 28: Datos caso base análisis financiero	127
Tabla 29: Análisis financiero caso base	128
Tabla 30: TIR de la instalación en los escenarios considerados.....	131
Tabla 31: VAN de la instalación en los escenarios considerados	132
Tabla 32: Resultado cálculo protecciones sistema de carga.....	173
Tabla 33: Resultado cálculo de secciones sistema de carga.....	175

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

El despliegue de estaciones de carga rápida en las carreteras españolas es esencial para fomentar la adopción masiva de vehículos eléctricos, facilitando viajes de larga distancia sin preocupaciones por la autonomía. La colocación estratégica de estos puntos de carga contribuye a la reducción de las emisiones de gases contaminantes y promueve una movilidad más sostenible.

Los vehículos eléctricos son automóviles que sustituyen el motor de combustión interna por uno o varios motores eléctricos, de esta forma ofrecen un funcionamiento silencioso, menores costos operativos y, en muchos casos, un mantenimiento más sencillo debido a la menor cantidad de piezas móviles. Estos vehículos almacenan energía en baterías recargables, que alimentan los motores eléctricos. Una de sus principales ventajas es que no generan emisiones directas de gases contaminantes, lo que los convierte en una opción más ecológica en comparación con los vehículos de combustión interna tradicionales. Sin embargo, su autonomía y la infraestructura de carga son factores que aún están en proceso de mejora.

La Unión Europea ha establecido que todos los automóviles nuevos vendidos desde el año 2035 deberán ser eléctricos o de cero emisiones, eliminando progresivamente los motores de combustión interna. Esto forma parte del esfuerzo general por lograr la neutralidad climática en 2050.

El presente trabajo busca un diseño de un punto de carga centrándose en la línea del diseño de la infraestructura eléctrica: centro de transformación, centro de distribución, protecciones, conductores, canalizaciones, sistema de respaldo y los cargadores. También se llevará a cabo el estudio de la construcción: pavimento, techado y un área de servicio.

El cliente actualmente tiene un parque fotovoltaico de 180kW en operación desde el año 2006, se analizará una posible expansión de esta contando con la nueva situación de

consumo. El emplazamiento de la instalación se encuentra en la localidad de Gutierre Muñoz en el punto kilométrico 114 de la carretera A6.

- **Renewable Energy:** Integration of a photovoltaic installation to reduce external energy consumption.
- **Storage System:** Feasibility analysis of battery implementation to optimize energy management.
- **Construction and Logistics:** Design of pavement, roofing, and service areas to enhance the user experience.

The main objectives include ensuring regulatory compliance, optimizing the efficiency of the electrical system, conducting a market study to assess demand, and designing a sustainable and functional charging infrastructure.

3. Project scope

The project covers the following technical and implementation aspects:

- **Electrical Infrastructure Installation:** Includes the sizing and placement of transformers, power lines, and protection panels.
- **Charging Points:** Stations with fast and ultra-fast charging technology of up to 400 kW in direct current (DC) will be installed, ensuring compatibility with CCS Type 2 standards.
- **Photovoltaic Energy:** The station will feature canopies equipped with solar panels for self-generated energy, enhancing the project's sustainability.
- **Storage System:** The feasibility of battery implementation will be analyzed to improve energy efficiency and reduce dependence on the electrical grid.
- **Additional Infrastructure:** A rest area will be built with complementary services, including dining and recreational spaces, to enhance the user experience.
- **Regulatory Compliance:** The design will adhere to the standards established by ITC-BT 52, the Low Voltage Electrical Regulations (REBT), and the European AFIR Regulation.

The project will be implemented in a strategic location with high vehicle traffic, ensuring its commercial and operational viability.

4. Project feasibility

The feasibility of the project is analyzed considering four key aspects: technical, economic, regulatory, and environmental.

Technical Feasibility:

The design of the electrical system and charging infrastructure has been developed in accordance with national and international regulations. The integration of a photovoltaic installation with energy storage will optimize resource utilization and ensure a stable power supply. Additionally, the selection of high-power chargers guarantees compatibility with both current and future standards in the electric mobility sector.

Economic Feasibility:

The financial analysis of the project considers the initial investment costs, including electrical infrastructure, charger acquisition, solar panel installation, and the development of the service area, as well as operational costs related to maintenance, energy consumption, and staff. Expected revenues will come from charging service fees and potential agreements with energy providers. Estimates indicate that the project's break-even point will be reached within five to seven years, assuming sustained growth in fast-charging demand. Furthermore, the combination of solar generation and energy storage will significantly reduce long-term operating costs. The financial analysis shows an Internal Rate of Return (IRR) of 12%, indicating that the project is profitable and attractive for investment.

Regulatory Feasibility:

The project complies with current regulations for the installation of fast-charging stations, including the Low Voltage Electrical Regulations (REBT) and ITC-BT 52. Additionally, it aligns with the European AFIR Regulation, which mandates ultra-fast charging stations every 60 km along major EU transport routes.

Environmental Feasibility:

The use of renewable energy to power the charging station contributes to reducing its carbon footprint. The installation of a storage system will allow for efficient management of the generated energy, minimizing reliance on the conventional power grid and maximizing self-consumption.

5. Conclusions:

The implementation of a fast-charging station in Gutierre Muñoz addresses the growing demand for electric vehicle charging infrastructure and aligns with Spain's and the EU's energy transition goals. Through the use of renewable energy and an efficient design, the project ensures a sustainable and economically viable system.

Market and competition analysis indicate an opportunity to develop a specialized charging hub that offers convenience and cutting-edge technology. The integration of photovoltaic systems and energy storage optimizes operating costs and enhances the project's sustainability.

In conclusion, this project represents an innovative and necessary solution within the framework of electric mobility, contributing to emission reduction and facilitating the adoption of electric vehicles in Spain.

Índice de la memoria

Capítulo 1. Introducción	11
Capítulo 2. Estado de la Cuestión	13
Capítulo 3. Definición del Trabajo	18
3.1 Justificación.....	18
3.2 Motivación	18
3.3 Objetivos	18
3.4 Recursos necesarios.....	19
3.5 Metodología de trabajo.....	20
Capítulo 4. Estudio de mercado	23
4.1 Análisis de la demanda.....	23
4.2 Análisis de la competencia	29
4.3 Propuesta de valor	30
Capítulo 5. Descripción general de la instalación.....	33
Capítulo 6. Instalación fotovoltaica.....	35
6.1 Criterios de diseño.....	35
6.2 Orientación e inclinación.....	36
6.3 Características generales	37
6.4 Descripción de los elementos	39
6.4.1 Módulos fotovoltaicos.	39
6.4.2 Inversores.	40
6.5 Cableado.....	43
6.6 Cálculo de los strings	46
6.7 Organización módulos en strings	53
6.8 Clasificación de la instalación y modalidad de autoconsumo	56
6.9 Sistema de anti-vertido	57
6.10 Sistema de almacenamiento	60
6.11 Colocación inversores y CEERR.....	63
Capítulo 7. Puntos de carga.....	66

7.1	Esquema general según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión	66
7.2	descripción cargadores seleccionados	67
7.3	Dimensionamiento conductores	69
7.4	Dimensionamiento protecciones eléctricas	72
7.4.1	<i>Protecciones contra sobrecargas</i>	72
7.4.2	<i>Protecciones contra sobretensiones</i>	72
Capítulo 8.	<i>Sistema de iluminación</i>	74
8.1	Normativa y eficiencia energética	74
8.2	Cableado	81
Capítulo 9.	<i>Infraestructura de construcción</i>	83
9.1	Localización y descripción de la parcela	83
9.2	disposición de elementos	84
9.3	Dimensionamiento losa	91
9.4	Canalizaciones	93
9.5	Marquesina	99
Capítulo 10.	<i>Memoria económica</i>	104
Capítulo 11.	<i>Análisis de viabilidad</i>	125
Capítulo 12.	<i>Impacto social</i>	135
12.1	Alineamiento con los ODS	135
12.1.1	<i>ODS 7 - Energía asequible y no contaminante</i>	136
12.1.2	<i>ODS 9 - Industria, innovación e infraestructura</i>	136
12.1.3	<i>ODS 11 - Ciudades y comunidades sostenibles</i>	136
12.1.4	<i>ODS 12 - Producción y consumo responsables:</i>	137
12.1.5	<i>ODS 13 - Acción por el clima:</i>	137
Capítulo 13.	<i>Conclusiones</i>	139
13.1	Evaluación General del Proyecto	139
13.2	Impacto económico y rentabilidad	140
13.3	Sostenibilidad y beneficios sociales	140
13.4	Cumplimiento normativo	141
13.5	Perspectivas futuras	141
13.6	Propuesta de mejora	142

13.7 CONCLUSIÓN	142
<i>Capítulo 14. Bibliografía.....</i>	<i>143</i>
<i>ANEXO I: Cálculos eléctricos de baja tensión.....</i>	<i>148</i>
<i>ANEXO II: Pliego de condiciones</i>	<i>177</i>
<i>ANEXO III: Tablas análisis de viabilidad.....</i>	<i>201</i>
<i>ANEXO IV: Planos</i>	<i>222</i>
<i>ANEXO V: Fichas técnicas equipos.....</i>	<i>237</i>

Índice de figuras

Figura 1: Vehículos por tipo de propulsión. Fuente: Datos abiertos del Gobierno de España	24
Figura 2: Predicción de matriculaciones EVs 2024 fuente: Datos abiertos del Gobierno de España.....	25
Figura 3: Disposición de pines en conector CCS tipo 2. Fuente: Midapower.....	27
Figura 4: Mapa puntos de carga estudio de la competencia. Fuente: Electromaps	29
Figura 5: Imagen JAMS30-540/MR.....	40
Figura 6: Entradas organizadas por MTTP al inversor HUAWEI SUN2000-100KTL-M3	42
Figura 7: Imagen Inversor HUAWEI SUN2000-100KTL-M3	42
Figura 8: Conductor H1Z2Z2-K 1,5/1,5 kV DC	44
Figura 9: Disposición de strings marquesina 1	54
Figura 10: Disposición de strings cubierta zona de restauración	55
Figura 11: Disposición de strings marquesina 2.....	56
Figura 12: Janitza UMG 604-PRO	58
Figura 13: Sistema BESS	60
Figura 14: HUAWEI LUNA2000-200KWH-2H1.	60
Figura 15: Caseta prefabricada NORM. PHA T-10 de Prehormisa	63
Figura 16: Disposición de elementos en Caseta prefabricada NORM. PHA T-10	64
Figura 17: Esquema 4b ITC BT-52. Instalación con circuitos adicionales para la recarga del VE.....	66
Figura 18: Componentes del cargador Slim Dispenser de Power Electronics	67
Figura 19: Armario de potencia NBi 360 de Power Electronics	69
Figura 20: Esquema conductores de cobre RZ1-K (AS) 0,6/1 kV (3x240) + N 150 + TT 150 mm ²	70
Figura 21: Esquema conductores de cobre RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 2x(2x150+2x150+TTx70)	70
Figura 22: Etiqueta energética instalación de alumbrado exterior	78
Figura 23: Localización emplazamiento.....	83

Figura 24: Coordenadas de la parcela.....	84
Figura 25: Detalle plazas de aparcamiento.....	85
Figura 26:Detalle plazas PMR.....	86
Figura 27:Disposición de puntos de carga sobre la marquesina 1.....	89
Figura 28: Disposición de plazas sobre la marquesina 2.....	90
Figura 29: Mapa general estación de carga	91
Figura 30:Canaleta prefabricada Gilba Tipo B.....	94
Figura 31: Canaleta prefabricada Gilba Tipo A	94
Figura 32:Canaleta prefabricada Gilba Tipo C.....	95
Figura 33: Disposición tubos en canalizaciones tipo C.....	97
Figura 34:Disposición tubos en canalizaciones tipo A y B.....	97
Figura 35: Recorrido de las canalizaciones	98
Figura 36: Marquesina fotovoltaica PR3 de Sunfer	99
Figura 37: Disposición pórticos marquesina 1	100
Figura 38: Disposición pórticos marquesina 2	101
Figura 39: Plano zapata central marquesina fotovoltaica PR3 de Sunfer.....	101
Figura 40: Plano zapata extrema marquesina fotovoltaica PR3 de Sunfer.....	102
Figura 41:Posición pórticos marquesinas	103
Figura 42: Esquema puesta a tierra TT.....	166



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ÍNDICE DE FIGURAS

Índice de tablas

Tabla 1: Calendario proyecto	21
Tabla 2: Vehículos eléctricos más vendidos en España en 2023. Fuente: elaboración propia	26
Tabla 3: Puntos de carga cercanos a la localización. Fuente: elaboración propia.....	30
Tabla 4: Resultados de la simulación con PVGIS.....	36
Tabla 5: Número de módulos marquesina fotovoltaica.....	37
Tabla 6: Características generales de la instalación fotovoltaica	38
Tabla 7: Características JAMS30-540/MR	39
Tabla 8: Características inversores seleccionados.....	41
Tabla 9: Características conductor H1Z2Z2-K 1,5/1,5 kVDC.....	44
Tabla 10: Conductores inversores - CEERR.....	45
Tabla 11: Especificaciones conductores RZ1-K (AS) 0,6/1 kV.....	45
Tabla 12: Código de colores conforme a la norma IEC 60446	46
Tabla 13: Características eléctricas en escenarios de máxima y mínima temperatura del módulo JA Solar JAM72S30-555/MR	48
Tabla 14: Cálculo strings inversor SUN2000-60KTL-M0.....	50
Tabla 15: Cálculo strings inversor SUN2000-36KTL-M3.....	51
Tabla 16: Cálculo strings inversor SUN2000-100KTL-M3.....	52
Tabla 17: Características Janitza UMG 604-PRO.....	59
Tabla 18: Características HUAWEI LUNA2000-200KWH-2H1	62
Tabla 19: Requisitos mínimos de eficiencia energética (ϵ) y máximos de potencia unitaria (P_u) en instalaciones de alumbrado ambiental	76
Tabla 20: Valores de eficiencia energética de referencia en instalaciones de alumbrado ambiental	77
Tabla 21: calificación energética de una instalación de alumbrado ambiental	77
Tabla 22: clasificación de vías.....	79
Tabla 23: Clase de alumbrado según el tipo de vía	79
Tabla 24: Serie S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E.....	80

Tabla 25: Índice de deslumbramiento máximo de clase D.....	80
Tabla 26: Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores. Fuente: Tabla 9 ITC-BT 21	96
Tabla 27: Número de módulos por tamaño de modulo y número de plazas de la marquesina fotovoltaica PR3 de Sunfer.....	100
Tabla 28: Datos caso base análisis financiero	127
Tabla 29: Análisis financiero caso base	128
Tabla 30: TIR de la instalación en los escenarios considerados.....	131
Tabla 31: VAN de la instalación en los escenarios considerados	132
Tabla 32: Resultado cálculo protecciones sistema de carga.....	173
Tabla 33: Resultado cálculo de secciones sistema de carga.....	175



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

El despliegue de estaciones de carga rápida en las carreteras españolas es esencial para fomentar la adopción masiva de vehículos eléctricos, facilitando viajes de larga distancia sin preocupaciones por la autonomía. La colocación estratégica de estos puntos de carga contribuye a la reducción de las emisiones de gases contaminantes y promueve una movilidad más sostenible.

Los vehículos eléctricos son automóviles que sustituyen el motor de combustión interna por uno o varios motores eléctricos, de esta forma ofrecen un funcionamiento silencioso, menores costos operativos y, en muchos casos, un mantenimiento más sencillo debido a la menor cantidad de piezas móviles. Estos vehículos almacenan energía en baterías recargables, que alimentan los motores eléctricos. Una de sus principales ventajas es que no generan emisiones directas de gases contaminantes, lo que los convierte en una opción más ecológica en comparación con los vehículos de combustión interna tradicionales. Sin embargo, su autonomía y la infraestructura de carga son factores que aún están en proceso de mejora.

La Unión Europea ha establecido que todos los automóviles nuevos vendidos desde el año 2035 deberán ser eléctricos o de cero emisiones, eliminando progresivamente los motores de combustión interna. Esto forma parte del esfuerzo general por lograr la neutralidad climática en 2050.

El presente trabajo busca un diseño de un punto de carga centrándose en la línea del diseño de la infraestructura eléctrica: centro de transformación, centro de distribución, protecciones, conductores, canalizaciones, sistema de respaldo y los cargadores. También se llevará a cabo el estudio de la construcción: pavimento, techado y un área de servicio.

El cliente actualmente tiene un parque fotovoltaico de 180kW en operación desde el año 2006, se analizará una posible expansión de esta contando con la nueva situación de

consumo. El emplazamiento de la instalación se encuentra en la localidad de Gutierre Muñoz en el punto kilométrico 114 de la carretera A6.

Capítulo 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

El presente capítulo tiene la finalidad

El estado del arte del presente proyecto incluye varias publicaciones, estudios y normativa a analizar para el entendimiento del reto que supone el despliegue del vehículo eléctrico (EV) y a proyección de la demanda futura de estaciones de carga, garantizando que la propuesta del proyecto esté alineada con las necesidades venideras.

El informe *Global EV Outlook 2024* de la Agencia Internacional de Energía (IEA) [1] ofrece una visión integral sobre el crecimiento de los EV y las implicaciones para el sector energético y medioambiental. En dicho documento se proyecta que para el año 2030 las ventas de EV representarán el 40% de las ventas de vehículos a nivel mundial, aumentando al 55% para 2035. En el mismo informe se detalla que en 2035 los EV supondrán el consumo entre el 6% y el 8% de la electricidad global, en comparación con el 0.5% actual situando el mayor reto de desarrollo en la infraestructura de carga a nivel global. El informe *eReadiness 2024* [2] de PwC examina la preparación de los países para la adopción de EVs, analizando factores como la infraestructura de carga, la regulación y demanda de los consumidores. En España se destaca un crecimiento significativo en la adopción del EV mientras que destaca la falta de cobertura de la infraestructura de carga en áreas rurales. Se considera que el consumidor español con refleja satisfacción con los EVs en términos de menores costos operativos, aunque existen preocupaciones sobre la disponibilidad y tiempos de carga. El RACE en su informe sobre la intención de compra de vehículos en 2024 [3] informa que un 18.3% de los conductores españoles plantea cambiar su vehículo actual, de este porcentaje solo un 6.6% elegiría un EV. Se trata de una caída frente al 7.3% del año anterior, esto se debe principalmente al alto costo y la escasez de puntos de recarga. Se destaca la preferencia general del consumidor hacia vehículos híbridos y diésel por la disponibilidad del combustible.

Volviendo al informe *eReadiness 2024* [2] de PwC se detalla cómo principal lastre de la adopción del EV la infraestructura de carga, este informe analiza factores cómo el número

de puntos de recarga públicos por cada mil vehículos o los puntos de carga rápida por encima de los 150 kW por kilómetro de autopista- Este informe sitúa a la infraestructura de carga española como la menos preparada de las analizadas, esto se debe principalmente a que de los 15,772 puntos públicos de recarga eléctrica más del 83% de ellos cuenta con una potencia inferior a los 22kW. El informe de ANFAC "Mapa de infraestructuras de recarga de acceso público en España" [4] subraya la necesidad de acelerar la instalación de puntos de recarga para cumplir con los objetivos del programa *Fit for 55* de la UE. España sigue rezagada frente a otros países europeos en lo que respecta a la carga rápida. El informe subraya la necesidad de 45.000 puntos de carga rápida para asegurar la infraestructura necesaria que permita una transición eficiente hacia el EV y destaca que alrededor del 21% de la infraestructura existente no está en funcionamiento debido a problemas como mal estado o falta de conexión a la red eléctrica. Iberdrola en su *Plan Smart Mobility* [5] detalla la intención de desplegar 110.700 puntos de recarga de alta eficiencia de los cuales 2.339 puntos serán puntos de recarga rápidos y ultrarrápidos. Para ello se han completado más de 50 acuerdos de despliegue de infraestructura con los principales agentes implicados en la movilidad.

Los conectores más comunes del parque de EVs en España se encuentran regulados por la norma IEC 62196 [6], el estándar del conector se fijó en la Unión Europea en 2013 en un esfuerzo para unificar la carga rápida de EVs, tanto en corriente alterna como continua, y facilitar la interoperabilidad en toda Europa. Dentro de este estándar nos encontramos el conector tipo 2 empleado para la carga en corriente alterna (AC) y el conector CCS empleado para la carga rápida en corriente continua (CD). El bloqueo físico del conector se realiza de lado del automóvil. El otro conector menos extendido en el parque de EVs en España es CHAdeMO, se trata del estándar de carga rápida japonés que en Europa también queda recogido en la norma IEC 62196 [6]. El conector CHAdeMO es utilizado principalmente por vehículos japoneses, pese a ello estos fabricantes han adoptado el estándar CCS en el mercado europeo. El bloqueo físico del conector CHAdeMO se realiza del lado del cargador. Hay alternativas de adaptadores CHAdeMO a CCS, no son recomendables debido a las diferencias de concepto de bloqueo físico y los diferentes protocolos de comunicación. Los modos y las estaciones de carga de EVs se clasifican según la velocidad y la corriente

utilizada, la clasificación realizada por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) [7] es la siguiente: el modo 1 implica carga en AC a baja velocidad sin comunicación entre el vehículo y la estación de carga, la potencia de carga es de hasta 3.7 kW-AC. El modo 2 es similar al Modo 1 pero este incluye un módulo de protección eléctrica en el cable de carga, debido a este incremento de seguridad se pueden incrementar las potencias de carga hasta los 7.4 kW-AC. El modo 3 se trata de carga rápida en AC desde estaciones dedicadas, este incluye comunicación entre el cargador y el vehículo para mayor seguridad llegando a potencias de carga de hasta 22 kW-AC. El modo 4 se considera carga rápida en DC desde estaciones especializadas, las potencias de carga se encuentran comprendidas entre los 50 kW-DC hasta más de 350 kW-DC. La carga se considerará ultrarrápida para potencias a partir de los 100 kW-DC.

La ITC-BT 52 [8] "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos" regula las condiciones de instalación eléctrica y seguridad para los sistemas de recarga de vehículos eléctricos.

Revisando el Nuevo Reglamento Europeo AFIR (*Alternative Fuels Infrastructure Regulation*) [9] se observa el objetivo de aumentar la infraestructura de recarga y repostaje para EVs. En este reglamento se impone la condición de que, a partir de 2025 deben instalarse estaciones de recarga ultrarrápida de al menos 150 kW para turismos y furgonetas cada 60 km en los principales corredores de transporte de la UE, la denominada red transeuropea de transporte (TEN-T). Se puede observar en el Mapa de la red transeuropea de transporte publicado por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible [10], que la A6 forma parte de la TEN-T ya que conecta diferentes regiones y es una de las principales rutas que contribuyen a la cohesión y la accesibilidad en el continente. Esta normativa añadida al tráfico de una media de 20.584 vehículos al día por sentido, tomado de los datos de la estación de la DGT situada en el punto kilométrico 122 de la A6 [11] determina la necesidad de una estación de carga ultrarrápida en el emplazamiento del proyecto.

Una electrolinera es una estación de carga de EVs en las cuales sus gestores ponen a disposición de los consumidores equipos de medida y control del punto de conexión a red para una correcta facturación de los peajes de acceso. Estas instalaciones deberán informar

a sus consumidores de las tarifas de acceso, el origen de la energía suministrada y los impactos ambientales derivados. La regulación de las estaciones de carga públicas queda recogida en el Real Decreto 184/2022 [12].

El Plan MOVES III [13] es una iniciativa del IDAE diseñada para impulsar la movilidad eléctrica. Este plan se centra en la promoción de vehículos eléctricos y en la instalación de infraestructura de recarga. Este ofrece ayudas de entre el 55% y el 70% del costo de instalación para empresas, que puede aumentar al 80% en zonas rurales. Estas ayudas están destinadas a cubrir tanto puntos de carga de acceso público como privados, pero se da prioridad a los proyectos que impliquen carga rápida (más de 50 kW-DC) y ultrarrápida (más de 150 kW-DC), fundamentales para una infraestructura eficiente de electrolineras. Además, el Gobierno Español, en colaboración con fondos europeos [14], fomenta inversiones en la creación de estas estaciones: en el año 2023 se obtuvieron 67 millones de euros, mientras que en 2024 se han conseguido 72 millones de euros para esta materia.

Capítulo 3. DEFINICIÓN DEL TRABAJO

3.1 JUSTIFICACIÓN

3.2 MOTIVACIÓN

Con todo lo anterior expuesto, la motivación del proyecto es:

- Fomento de la adopción masiva del vehículo eléctrico
- Impulso al desarrollo económico local
- Cumplimiento de los objetivos medioambientales
- Soporte para viajes largos
- Apoyo a la infraestructura pública

3.3 OBJETIVOS

Los objetivos del proyecto son los siguientes:

- **Estudio de Mercado:** Evaluación de la viabilidad comercial identificando la clientela potencial, volumen de uso, competidores actuales y las tendencias de mercado para desarrollar una estrategia cultivada que maximice las oportunidades y minimice los riesgos asociados con la implementación del proyecto.
- **Garantizar la seguridad y cumplimiento normativo:** Asegurar que el diseño eléctrico y la construcción cumplan con las normativas locales y estándares de seguridad.
- **Diseño de una infraestructura eléctrica eficiente:** esta deberá integrar de manera óptima el centro de transformación, centro de distribución, protecciones, conductores y canalizaciones para garantizar un suministro de energía seguro y continuo a los cargadores de vehículos eléctricos.

- **Selección de sistemas de carga adecuados:** Identificar y seleccionar los cargadores más apropiados.
- **Diseño de la infraestructura de construcción:** propuesto de diseño del pavimento, techado y área de servicio, proporcionando comodidad, durabilidad y protección a los usuarios y a los equipos de carga.
- **Análisis de solución de almacenamiento de energía:** analizar la viabilidad de implantar una solución de almacenamiento energético en forma de batería. La viabilidad vendrá marcada por el sistema EMS (*Energy Management System*)
- **Análisis de escenarios del sistema de gestión de energía:** definición de un modelo matemático-financiero con la finalidad de simular el óptimo uso del sistema de almacenamiento propuesto. Los escenarios serán en función de la demanda y generación fotovoltaica.

3.4 RECURSOS NECESARIOS

La bibliografía se desarrollará a lo largo de la duración del proyecto, toda la documentación encontrada en internet será de utilidad. Para ello, se podrán emplear repositorios como los dados por la propia Universidad Pontificia de Comillas, o de algunas páginas como la Agencia Internacional de Energía (IEA), IDAE o la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles (ANFAC).

Las instalaciones eléctricas serán calculadas conforme al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) recogido en la 8ª edición del Marcombo Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión [15] . La fase de análisis de renovables se utilizará la calculadora *opensource* PVGIS [16] ofrecida por la Comisión Europea, proporciona estimaciones precisas sobre el potencial de energía solar en ubicaciones específicas.

AutoCAD se empleará para la realización de planos.

El análisis del comportamiento del EMS se realizará en Python, lenguaje de programación del alto nivel administrado por Python Software Foundation [17] cuya licencia es de código abierto. Se han utilizado diferentes librerías de código abierto citadas a continuación: librería

Pandas [18] que proporciona estructuras de datos y herramientas de análisis de datos de alto rendimiento, la librería Geopy.geocoders [19] en la cual se encuentra la función de geolocalización empleada en la automatización, la librería Pyomo [20] empleada para la resolución del modelo de optimización planteado y la librería Pvlb [21] empleada para la automatización de la descarga de los datos de entrada correspondientes a la radiación de la BBDD Pvgis [16].

El solucionador empleado para la resolución del modelo es Gurobi [22] utilizando la licencia gratuita destinada para estudiantes.

Por último, para la redacción de los distintos anexos, los cálculos y la memoria se empleará el paquete de Microsoft Office.

Las licencias de software serán proporcionadas por la Universidad Pontificia de Comillas o serán versiones de estudiantes de los distintos proveedores de software.

3.5 METODOLOGÍA DE TRABAJO

Con el fin de alcanzar los objetivos expuestos anteriormente, se va a seguir el plan de trabajo mostrado a continuación. La planificación tiene carácter quincenal:



FASE	Oct 2/2	Nov 1/2	Nov 2/2	Dic 1/2	Dic 2/2	Ene 1/2	Ene 2/2	Feb 1/2	Feb 2/2	Mar 1/2	Mar 2/2	Abr 1/2	Abr 2/2	May 1/2	May 2/2	Jun 1/2	Jun 2/2
Planteamiento del trabajo y definición de objetivos a perseguir																	
Elección de los cargadores																	
Diseño de la disposición de los elementos																	
Previsión de cargas																	
Diseño del centro de transformación																	
Diseño de protecciones																	
Diseño de conductores y canalizaciones																	
Diseño pavimento, techado y área de servicio,																	
Elección sistema de respaldo energético																	
Análisis de expansión del parque fotovoltaico																	
Redacción del trabajo																	
Preparación presentación																	
Revisión bibliográfica y búsqueda de información																	

Tabla I: Calendario proyecto

Capítulo 4. ESTUDIO DE MERCADO

El presente estudio de mercado busca evaluar la viabilidad, oportunidades y minimización de riesgos. Este incluirá los siguientes aspectos clave: análisis de la demanda, competencia y propuesta de valor.

4.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

El panorama actual del vehículo eléctrico en España refleja un crecimiento constante pero todavía enfrenta desafíos importantes. Según los datos analizados en el informe de la Ruta a la Electrificación [23], la proporción de vehículos eléctricos en el parque automovilístico español está aumentando gracias a políticas de incentivos y un mayor interés de los consumidores. Sin embargo, la penetración aún es baja en comparación con otros países europeos líderes, como Noruega o los Países Bajos.

En 2023, los vehículos eléctricos representaron solo un 5,5% de los vehículos matriculados totales, mientras que los de gasolina dominaron con un 71,3%. A pesar de esto, se ha observado una tendencia al alza en las matriculaciones de eléctricos desde 2015, impulsada por factores como las normativas europeas, los incentivos estatales y una mayor conciencia medioambiental. Según CEPSA [24] incentivos como el Plan MOVES III [13] y el desarrollo de infraestructuras de recarga impulsan la transición hacia vehículos electrificados. Los trámites burocráticos y la falta de puntos de recarga rápidos siguen siendo desafíos importantes. Se espera que la evolución tecnológica, la reducción de costes en baterías y la mejora en la red de recarga impulsen aún más las ventas de vehículos eléctricos.

Según el informe de LeasePlan [25], empresa líder en oferta de automóviles como servicio, cuantifica el sobrepeso promedio de un vehículo eléctrico (EV) frente a uno de combustión interna (ICE) en 2024 se sitúa entre un 30% y un 50% más en el precio inicial de compra, dependiendo del modelo y segmento del vehículo. Esto se debe principalmente al alto coste de las baterías, que representan una parte significativa del precio del VE.

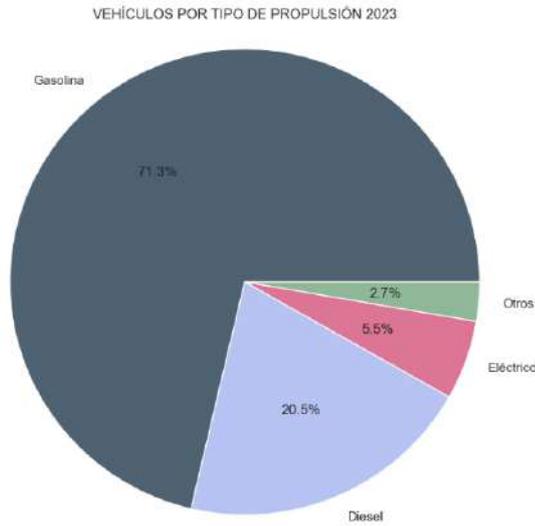


Figura 1: Vehículos por tipo de propulsión. Fuente: Datos abiertos del Gobierno de España

Los vehículos eléctricos (EVs) representaron el 5.56% de las matriculaciones totales en 2023, con 62.843 unidades vendidas. Si se suman los híbridos enchufables (PHEVs) la cuota combinada de vehículos electrificados (EVs y PHEVs) alcanzó un 12% del mercado total, con 113.776 unidades matriculadas de vehículos electrificados.

Las proyecciones para 2030 de vehículos eléctricos (EVs) son ambiciosas y están alineadas con el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) [26]. El objetivo principal es alcanzar un parque móvil de 5,5 millones de vehículos eléctricos, lo que representaría aproximadamente un 16% del total del parque automovilístico para esa fecha. Esto implica matricular alrededor de 600,000 vehículos eléctricos anualmente en los próximos años, un incremento notable frente a las cifras actuales. En el siguiente gráfico se observa la proyección creciente de matriculaciones de vehículos eléctricos en España, notese que el número total de vehículos eléctricos (EVs) matriculados corresponde al área encerrada por dicha curva.

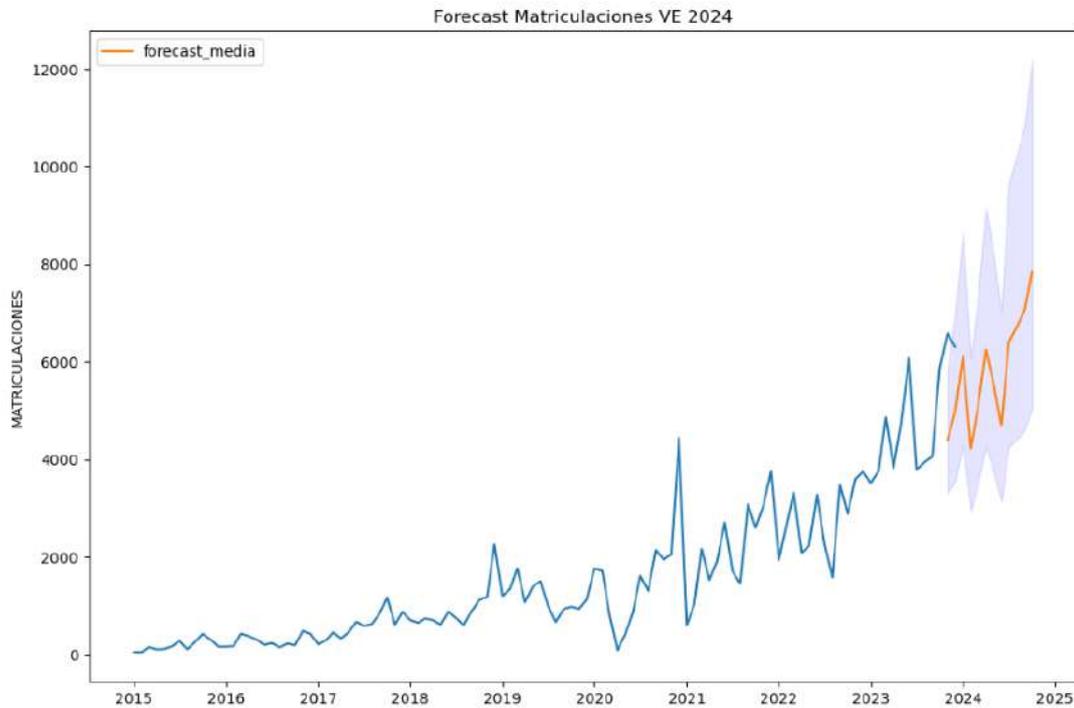


Figura 2: Predicción de matriculaciones EVs 2024 fuente: Datos abiertos del Gobierno de España

La siguiente tabla contiene un resumen de los vehículos eléctricos más vendidos en España en el año 2023 [27]. Entre los datos se recoge la autonomía certificada por el ciclo WLTP (*Worldwide Harmonized Light Vehicle Test Procedure*) [28]. Este ciclo ofrece una certificación más realista y cercana al uso cotidiano que versiones anteriores ya que se simulan situaciones reales con tramos a baja velocidad, velocidad media, velocidad alta y velocidad muy alta. La prueba se realiza en laboratorio con una duración de 30 minutos recorriendo una distancia de 32.25km a una temperatura ambiental de 23°C.

Modelo	Capacidad de batería	Autonomía WLTP	Conector de carga	Precio	Potencia de carga rápida	Tensión de carga rápida
Tesla Model 3	60-75 kWh	513-629 km	Tipo 2 (AC), CCS (DC)	Desde 37.990 €	Hasta 250 kW	400 V-DC
Tesla Model Y	70-82 kWh	450-600 km	Tipo 2 (AC), CCS (DC)	Desde 40.970 €	Hasta 250 kW	400 V-DC
MG4 Electric	51-64 kWh	350-520 km	Tipo 2 (AC), CCS (DC)	Desde 26.180 €	Hasta 150 kW	400 V-DC
Volvo EX30	51 kWh	480 km	Tipo 2 (AC), CCS (DC)	Desde 38.000 €	Hasta 130 kW	400 V-DC
BMW iX1	64.7 kWh	430 km	Tipo 2 (AC), CCS (DC)	Desde 48.000 €	Hasta 130 kW	400 V-DC
Mercedes EQA	66.5 kWh	400 km	Tipo 2 (AC), CCS (DC)	Desde 47.000 €	Hasta 100 kW	400 V-DC
Citroën ë-C4	50 kWh	420 km	Tipo 2 (AC), CCS (DC)	Desde 29.918 €	Hasta 100 kW	400 V-DC
BYD Atto 3	60.5 kWh	420 km	Tipo 2 (AC), CCS (DC)	Desde 39.000 €	Hasta 80 kW	400 V-DC
KIA e-Niro	64 kWh	455 km	Tipo 2 (AC), CCS (DC)	Desde 38.000 €	Hasta 80 kW	400 V-DC
BMW i4	81.5 kWh	590 km	Tipo 2 (AC), CCS (DC)	Desde 55.000 €	Hasta 200 kW	400 V-DC

Tabla 2: Vehículos eléctricos más vendidos en España en 2023. Fuente: elaboración propia

Se puede apreciar que los vehículos más vendidos en la actualidad en España van equipados con el conector CCS Tipo 2, por ello la estación de carga rápida DC solo iría equipada con este tipo de conector cuyo bloqueo físico va en el lado del automóvil.

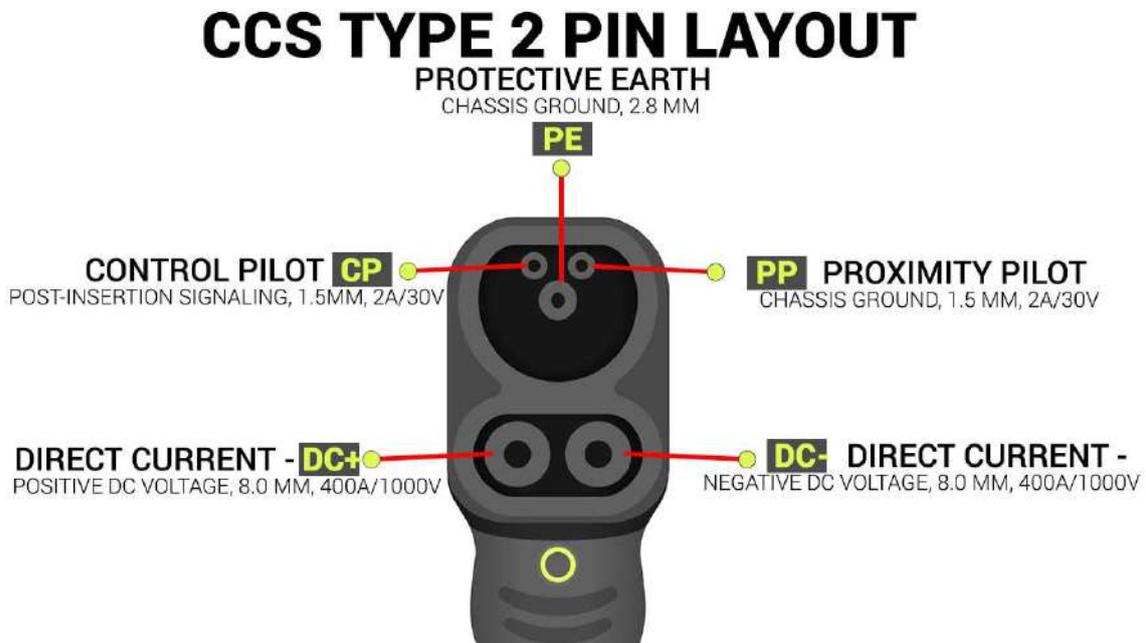


Figura 3: Disposición de pines en conector CCS tipo 2. Fuente: Midapower

Por otra parte, se observan autonomías certificadas mayores a los 400Km, esto refleja cómo la gama de EVs está expandiéndose, permitiendo a los consumidores elegir entre opciones con mayor autonomía o vehículos más compactos y asequibles. En cuanto a precios, los modelos varían desde los más accesibles, como el MG4 Electric (desde 26.180 €), hasta opciones premium como el BMW i4 (desde 55.000 €). Se refleja que el mercado de vehículos eléctricos en España actualmente está centrado en un mercado premium.

En referencia a las tensiones de carga rápida, se observa que actualmente la tensión normalizada de carga es de 400V-DC, también hay vehículos de nueva tecnología cuya tensión de carga es de 800V-DC [29] fabricantes como Porsche, Audi, Kia y Hyundai apuestan por esta tensión de carga. Actualmente el límite técnico de los cables viene dado por la corriente de 500 A-DC, los sistemas de 800V-DC permiten duplicar la potencia de carga manteniendo el mismo nivel de corriente. Preparar la instalación para funcionar a 800V-DC permite el funcionamiento de esta a 400V-DC ya que los inversores actúan como fuentes de corriente continua, a la inversa esto no se cumple.

En España hay varias plataformas destacadas permiten localizar puntos de carga para vehículos eléctricos y añadir nuevos cargadores, convirtiéndolas en herramientas esenciales para los conductores. Estas son las plataformas más extendidas en España:

Electromaps [30] es una de las aplicaciones más completas para localizar puntos de recarga de vehículos eléctricos en Europa, con alrededor de 160,000 cargadores registrados. Los usuarios pueden añadir nuevos puntos de carga, compartir fotos y dejar reseñas, incluyendo detalles sobre la disponibilidad, tipo de cargador y posibles costes. Además, ofrece la posibilidad de reservar los cargadores remotamente desde la app, lo que facilita el acceso. La gestión de pagos también se realiza a través de la plataforma. Su comunidad activa juega un papel crucial al mantener la base de datos actualizada, convirtiéndola en una herramienta fiable y útil para los conductores de vehículos eléctrico.

ChargeMap [31] es una aplicación para vehículos eléctricos que abarca no solo España, sino también una extensa red internacional, lo que la convierte en una herramienta valiosa para los usuarios que viajan fuera del país. Su función de "itinerario" permite a los usuarios planificar sus viajes con antelación, identificando los puntos de recarga disponibles a lo largo de su ruta. La aplicación también proporciona detalles técnicos sobre cada punto de recarga, como la potencia disponible, el tipo de conector y, en muchos casos, fotos actualizadas que ayudan a los usuarios a elegir el cargador más adecuado según sus necesidades. Al igual que Electromaps disponen de su propia plataforma de pago comercialmente conocida como Chargemap Pass.

Por otra parte hay redes de carga extendidas en España como IONITY [32] que está respaldada por varias grandes marcas automotrices, como BMW, Mercedes-Benz, Ford, Audi y Volkswagen. No se puede incluir un punto de carga en la red IONITY al construirlo, ya que solo admite puntos gestionados mediante acuerdos comerciales con el consorcio de marcas que la operan.

4.2 ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA

El emplazamiento de la estación de recarga ultrarrápida del proyecto presente estará en el punto kilométrico 122 de la A6. De acuerdo al Nuevo Reglamento Europeo AFIR (*Alternative Fuels Infrastructure Regulation*) [9] que impone la condición de que desde 2025 se deberán instalar estaciones de recarga ultrarrápida de al menos 150 kW-DC para turismos y furgonetas cada 60 km.

Debido a este parámetro de 60 km definido por la Comunidad Europea, el análisis de competencia planteado analizará las estaciones de carga de 150 kW-DC o más en un recorrido de 60km hacia cada sentido. Para ello se utilizó la herramienta de Electromaps [30], herramienta digital que funciona en todo el territorio europeo y con la finalidad de encontrar los puntos de recarga más cercanos a los usuarios de vehículos eléctricos. Esta herramienta tiene como particularidad la posibilidad que se le ofrece a los operadores de las estaciones de carga integrar su sistema de control para monitorizar los puntos de carga y ofrecer a los posibles clientes la información sobre la disponibilidad de estos puntos de carga.

En este caso se planteo un recorrido entre Rueda (Valladolid) situada en punto kilométrico 175 de la A6 hasta Gudillos (Segovia) situado en el punto kilométrico 58 de la A6, el recorrido se realizará el recorrido por la autopista AP6.

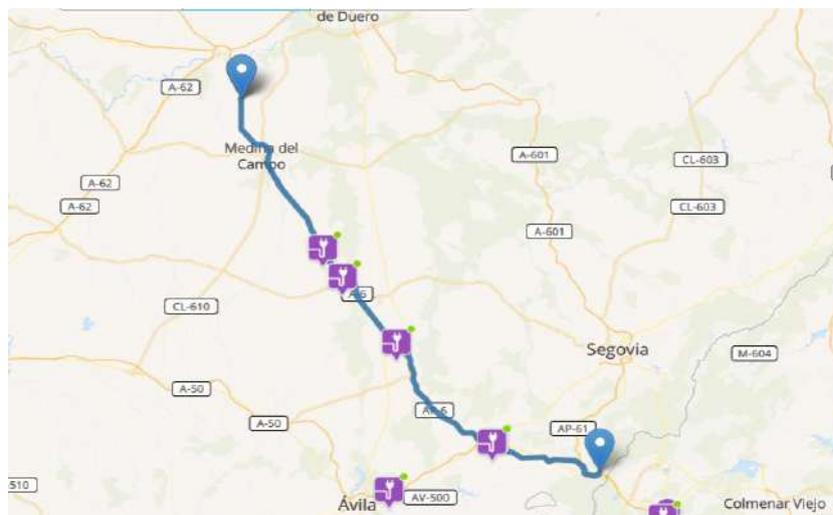


Figura 4: Mapa puntos de carga estudio de la competencia. Fuente: Electromaps

Se filtraron los puntos, analizando únicamente los puntos de carga ultrarrápida, a más de 150kW. Los puntos obtenidos son los siguientes.

	Municipio	Km	N.º Cargadores	Potencia
Wenea	Palacios de Goda	135	2	220kW- DC
Porsche HPC	Arévalo	129	2	200 o 400kW - DC
Wenea	Adanero	111	4	200kW - DC
BP	Villacastín	79	2	200kW - DC

Tabla 3: Puntos de carga cercanos a la localización. Fuente: elaboración propia

Todas las estaciones de carga analizadas se encuentran anexas a una gasolinera tradicional, siendo un servicio adicional de estas. Además, los cargadores se encuentran a la intemperie. Por otra parte, la estación Porsche HPC, que no es exclusiva para los vehículos Porsche, es la única preparada para suministrar carga rápida a 400kW-DC esto se debe a que es la única con equipos capaces de suministrar 800V-DC ya que tiene como ventaja competitiva el estar totalmente adaptada a los vehículos de Porsche. Cualquier vehículo con conector CCS puede cargar en estos centros.

Analizando a la competencia, se observa que existe una oportunidad significativa para establecer un negocio enfocado en un centro de carga exclusivo para vehículos eléctricos, dirigido a satisfacer la creciente demanda en este sector. Este mercado está impulsado por la transición global hacia la movilidad sostenible, respaldada por avances en tecnología y regulaciones medioambientales más estrictas. La propuesta contempla la instalación de un centro de carga equipado con las últimas tecnologías de carga ultrarrápida, diseñadas para reducir los tiempos de espera de los usuarios y maximizar la eficiencia energética. El proyecto incluye 30 puntos de carga estratégicamente distribuidos para optimizar el flujo de vehículos y garantizar una experiencia cómoda y accesible para los conductores.

4.3 PROPUESTA DE VALOR

En el contexto actual, el crecimiento de la movilidad eléctrica está acompañado de un cambio significativo en las expectativas de los conductores. Ya no se trata solo de una estación de carga, sino de un espacio integral que ofrezca una experiencia completa, cómoda y eficiente durante la espera. A través de nuestra propuesta de negocio, buscamos satisfacer estas nuevas

demandas, proporcionando un lugar especializado en la carga ultrarrápida de vehículos eléctricos ofreciendo un espacio para el bienestar y la comodidad de los usuarios.

La propuesta incluye:

Exclusividad y especialización en vehículos eléctricos.

El centro estará dedicado exclusivamente a la movilidad eléctrica, garantizando una infraestructura avanzada y eficiente para satisfacer las necesidades de carga de todos los vehículos eléctricos. Esto incluye cargadores de hasta 400 kW, compatibles con la mayoría de los modelos del mercado, ofreciendo tiempos de espera mínimos y una carga rápida y eficiente.

Tecnología de carga ultrarrápida de última generación

El centro contará con cargadores de alta potencia, incluyendo opciones hasta 400 kW, para reducir al máximo los tiempos de espera. Además, todos los cargadores estarán adaptados a vehículos eléctricos que requieren hasta 800V-DC, garantizando una experiencia de carga rápida y eficiente. Los cargadores serán compatibles con los conectores CCS, y cada usuario podrá elegir la potencia que mejor se adapte a su vehículo.

Red de carga estratégica y accesibilidad:

Con 30 puntos de carga distribuidos estratégicamente, nuestro centro de carga estará ubicado en una carretera estratégica, asegurando un cargador disponible, incluso en horas pico. Así se optimiza el flujo de vehículos y reduce las esperas de los conductores.

Área de descanso con restauración gourmet

Con la finalidad de amenizar la espera durante la carga, se propone un área de descanso premium. Este espacio ofrecerá opciones culinarias saludables y de alta calidad, desde platos frescos y locales hasta menús vegetarianos, veganos y sin

gluten. Los usuarios podrán disfrutar de comidas ligeras, snacks, cafés y bebidas premium mientras descansan en un ambiente relajante, ideal para hacer más agradable la espera.

Zona infantil:

Para hacer del centro de carga un lugar aún más inclusivo y familiar, incorporaremos una zona infantil equipada con columpios, toboganes, áreas de juegos y actividades interactivas. Este espacio estará diseñado para que los niños puedan disfrutar de su tiempo mientras sus padres o tutores cargan el vehículo. De esta forma, la carga de vehículos se convierte en una experiencia cómoda y divertida para toda la familia.

Compromiso con la sostenibilidad y eficiencia energética

El centro estará diseñado bajo principios de sostenibilidad, con el uso de energías renovables y soluciones de eficiencia energética. La estación deberá respetuosa con el medio ambiente, alineada con las regulaciones y normativas medioambientales más estrictas.

Integración con las principales plataformas de carga

Los usuarios podrán gestionar toda su experiencia de carga desde las principales plataformas de carga, simplificando la búsqueda de puntos de carga, el pago y la planificación de rutas. Además, la plataforma ofrecerá actualizaciones en tiempo real sobre el estado de la carga y la disponibilidad de cargadores, asegurando una experiencia fluida y libre de estrés para los conductores.

Capítulo 5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La instalación abarca principalmente los siguientes trabajos:

Obra Civil e Instalación Eléctrica de Baja Tensión

- Implementación de puntos de recarga para vehículos eléctricos (PRVE):
 - Colocación de armarios o cabinas de potencia.
 - Instalación de dispensadores de carga en corriente continua (DC).
 - Tendido de líneas subterráneas de baja tensión, tanto en corriente alterna como continua, para la conexión entre el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT), los armarios de potencia y los dispensadores de carga.

Energía Fotovoltaica

- Montaje de módulos solares fotovoltaicos.
- Instalación de inversores trifásicos tipo string.
- Conexión de los módulos fotovoltaicos con los inversores.
- Instalación del circuito de corriente alterna desde los inversores hasta el cuadro de protecciones de la instalación.

Sistema de Almacenamiento de Energía (BESS)

- Instalación de cabinas de conversión y de baterías.
- Tendido de líneas subterráneas de baja tensión para la conexión entre las baterías y el Cuadro General de Baja Tensión.

Servicios Generales

- Instalación de luminarias en marquesinas para la iluminación de los cargadores y plazas de aparcamiento, junto con sus respectivas líneas de alimentación.

Capítulo 6. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

6.1 CRITERIOS DE DISEÑO

El propósito de la instalación es disminuir la dependencia de la red eléctrica externa mediante la implementación de un sistema solar fotovoltaico destinado al autoconsumo. Para ello, se evaluará la solución más adecuada en función de su eficiencia, rentabilidad económica y optimización del espacio disponible.

Para el diseño de la instalación se han seguido las recomendaciones del IDAE en el documento “Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red” [33].

La distribución de los módulos fotovoltaicos se realizará de forma que se aproveche de la mejor manera posible la superficie útil disponible en las marquesinas fotovoltaicas.

El dimensionamiento de la potencia pico de los módulos fotovoltaicos en relación con la potencia nominal de los inversores debe realizarse de forma adecuada. Esto es necesario para optimizar el aprovechamiento del inversor. En situaciones de baja irradiación el sobredimensionamiento permite que el inversor reciba suficiente potencia de los paneles para operar en su rango óptimo de eficiencia, lo que mejora el aprovechamiento energético en las primeras y últimas horas del día o en días nublados traduciéndose en una mayor producción total a lo largo del tiempo. Típicamente se considera un sobredimensionamiento de entre un 10% y un 30% de la potencia del inversor.

Se impone la condición de que todos los módulos fotovoltaicos sean del mismo fabricante y modelo, y que todos los inversores a instalar sean también del mismo fabricante. De esta manera se facilita la gestión de recambios o reparaciones.

6.2 ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Dado el tamaño considerable de la parcela, se puede disponer los componentes de la instalación fotovoltaica en la posición más adecuada, lo que permite optimizar la captación solar y garantizar un rendimiento eficiente a lo largo del día. Esta disposición estratégica aprovechará al máximo la superficie disponible, minimizando las sombras y asegurando una exposición solar óptima.

Se ha realizado una simulación utilizando la herramienta PVGIS [16], optimizando tanto el ángulo de inclinación como el ángulo de azimut con la finalidad de obtener la orientación más adecuada para la instalación. Este proceso garantiza una maximización de la captación solar, asegurando así un rendimiento óptimo de la instalación fotovoltaica durante todo el ciclo anual.

Datos proporcionados:	
Localización [Lat/Lon]:	40.970,-4.639
Horizonte:	Calculado
Base de datos:	PVGIS-ERA5
Tecnología FV:	Silicio cristalino
FV instalada [kWp]:	1
Pérdidas sistema [%]:	14
Resultados de la simulación:	
Ángulo de inclinación [°]:	37 (opt)
Ángulo de azimut [°]:	-5 (opt)
Producción anual FV [kWh]:	1628.1
Irradiación anual [kWh/m ²]:	2065.17
Variación interanual [kWh]:	46.09
Cambios en la producción debido a:	
Ángulo de incidencia [%]:	-2.6
Efectos espectrales [%]:	0.63
Temperatura y baja irradiancia [%]:	-6.47
Pérdidas totales [%]:	-21.16

Tabla 4: Resultados de la simulación con PVGIS

La inclinación óptima obtenida solo se puede aplicar a la cubierta en un agua de la zona de restauración ya que la inclinación de las marquesinas solares viene restringida por la

funcionalidad de estas. La orientación óptima (ángulo de azimut) se puede aplicar a todos los elementos.

6.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El criterio de diseño para dimensionar la potencia del parque fotovoltaico viene dado por la superficie disponible en cada una de las marquesinas fotovoltaicas. Se han escogido módulos de hasta 2279x1150 mm .

nº plazas aparcamiento	Ocupación total	Hasta 1765x1060		Hasta 2000x1060		Hasta 2150x1060		Hasta 2279x1150		Hasta 2400x1350	
		Nº de módulos por columna	Nº de columnas	Nº de módulos por columna	Nº de columnas	Nº de módulos por columna	Nº de columnas	Nº de módulos por columna	Nº de columnas	Nº de módulos por columna	Nº de columnas
4	6167	10	3	10	3	10	2	9	2	8	2
8	12338	10	6	10	6	10	5	9	5	8	5
12	17338	10	9	10	8	10	8	9	7	8	7
16	22338	10	12	10	11	10	10	9	9	8	9
20	27338	10	15	10	13	10	12	9	11	8	11
24	32338	10	18	10	16	10	14	9	14	8	13
28	37338	10	20	10	18	10	17	9	16	8	15
32	42338	10	23	10	20	10	19	9	18	8	17
36	47338	10	26	10	23	10	21	9	20	8	19
40	52338	10	29	10	25	10	24	9	22	8	21

Tabla 5: Número de módulos marquesina fotovoltaica

El módulo seleccionado es el JAMS30-555/MR del fabricante JA SOLAR. Se trata de un módulo fotovoltaico de alto rendimiento, con una potencia pico de 555W-DC.

El criterio de diseño se basa en emplear toda la superficie disponible en las marquesinas fotovoltaicas y las cubierta del espacio destinado a restauración.

En la marquesina 1 se pueden disponer 14 columnas de 9 módulos, es decir, 126 módulos. Por tanto, la potencia pico a instalar en la marquesina 1 será de 69.93 kWp. Aplicando un sobredimensionamiento al inversor del 20%, se determina que este deberá tener una potencia de 58.275kW lo que se aproxima a 60kW. Se selecciona el modelo SUN2000-60KTL-M0 del fabricante HUAWEI.

En la marquesina 2 se pueden disponer 9 columnas de 9 módulos, es decir, 81 módulos. Por tanto, la potencia pico a instalar en la marquesina 1 será de 44.95 kWp. Aplicando un sobredimensionamiento al inversor del 20%, se determina que este deberá tener una potencia de 37.45kW lo que se aproxima a 36kW. Se selecciona el modelo SUN2000-36KTL-M3 del fabricante HUAWEI.

El área de restauración dispondrá de una cubierta de un agua cubriendo 20 x 28 metros, se consideran dichas dimensiones como las dimensiones máximas. Se verifica que se pueden disponer de un máximo de 17 columnas de 12 módulos, por diseño se considerarán 14 columnas de 10 módulos, es decir, 204 módulos obteniendo una potencia pico de 113.22kW . Aplicando un sobredimensionamiento al inversor del 20%, se determina que este deberá tener una potencia de 94.35kW lo que se aproxima a 100kW. Se selecciona el modelo SUN2000-100KTL-M2 del fabricante HUAWEI.

La siguiente tabla muestra las características generales de la instalación.

Características generales	Potencia pico (DC)	228.105 kW-DC
	Potencia nominal (AC)	196 kW-AC
Módulos fotovoltaicos	Fabricante	JA SOLAR
	Modelo	JAMS30-555/MR
	Potencia unitaria	555W-DC
	Unidades	411
Inversor marquesina 1	Fabricante	HUAWEI
	Modelo	SUN2000-60KTL-M0
	Potencia unitaria	60kW-AC
	Unidades	1
Inversor marquesina 2	Fabricante	HUAWEI
	Modelo	SUN2000-36KTL-M3
	Potencia unitaria	36kW-AC
	Unidades	1
Inversor zona de restauración	Fabricante	HUAWEI
	Modelo	SUN2000-100KTL-M2
	Potencia unitaria	100kW-AC
	Unidades	1

Tabla 6: Características generales de la instalación fotovoltaica

6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS

6.4.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

El módulo seleccionado es el JAMS30-555/MR del fabricante JA SOLAR. Se trata de un módulo fotovoltaico de alto rendimiento, diseñado específicamente para aplicaciones comerciales e industriales. Utiliza tecnología de células PERC, la cual mejora la eficiencia de conversión energética al reducir las pérdidas por recombinación en la parte posterior de la célula. Esta tecnología permite una mayor capacidad de generación de electricidad, incluso en condiciones de baja irradiación. Gracias a su mayor potencia por módulo, se reduce la cantidad de paneles necesarios para alcanzar la potencia deseada, lo que contribuye a una reducción en los costos de instalación y mantenimiento.

	Valor
Potencia máxima	555 W
Tipo de célula	PERC (Passivated Emitter and Rear Cell) - Silicio Monocristalino
Número de células	144 (72 medias celdas)
Eficiencia del módulo	Aproximadamente 20,3%
Tamaño del módulo	2279 mm × 1150 mm × 35 mm
Peso	29,2 kg
Coefficiente de temperatura de potencia	-0,35 %/°C
Tensión máxima del sistema	1500 V
Tensión de circuito abierto (Voc)	49.75 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	13.93 A
Voltaje de operación	41.8 V
Corriente de operación	13,04 A
Garantía de potencia	25 años de garantía de desempeño lineal

Tabla 7: Características JAMS30-540/MR



Figura 5: Imagen JAMS30-540/MR

6.4.2 INVERSORES.

El inversor es un dispositivo electrónico de potencia cuya función básica es transformar la corriente continua procedente de los módulos fotovoltaicos en corriente alterna apta para la conexión a la red eléctrica, además de ajustarla en frecuencia y en tensión eficaz.

Los inversores seleccionados pertenecen a la serie SUN2000 de inversores trifásicos del fabricante HUAWEI. Esta es una gama de soluciones avanzadas para sistemas fotovoltaicos de autoconsumo y comerciales. Estos inversores están diseñados para maximizar la eficiencia energética, ofrece una gran variedad de potencias disponibles, lo que permite adaptar la solución a las necesidades específicas de cada instalación. Los modelos van desde 3 kW hasta 100 kW. Incorporan tecnología de vanguardia, como la optimización inteligente de la energía, protección contra sobrecargas y fallos, y capacidades de monitoreo remoto, lo que permite un seguimiento preciso del rendimiento del sistema en tiempo real.

Destacan por su diseño compacto, fácil instalación y alto rendimiento, con una eficiencia que supera el 98%. Además, integran funciones avanzadas de gestión de energía y son compatibles con baterías de almacenamiento para maximizar la autosuficiencia. Esto los convierte en una opción popular en proyectos residenciales, comerciales e industriales.

	SUN2000-60KTL-M0	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-100KTL-M3
Potencia nominal	60 kW	36 kW	100 kW
Rango de entrada DC	200 V - 1100 V	200 V - 1100 V	200 V - 1100 V
Rango de tensión MPPT	200 V - 1000 V	200 V - 1000 V	200 V - 1000 V
Número de MPPT	6	4	10
Eficiencia máxima	98.60%	98.60%	98.60%
Número máximo de entradas por MPPT	2	2	2
Conexión de AC	3 fases + neutro	3 fases + neutro	3 fases + neutro
Tensión de salida AC	400 V (\pm 10%)	400 V (\pm 10%)	400 V (\pm 10%)
Corriente de salida nominal	86.7 A	52.5 A	120.3 A
Corriente de salida máxima	95.3 A	57.8 A	133.7 A
Protección	sobrecarga cortocircuito sobretensión	sobrecarga cortocircuito sobretensión	sobrecarga cortocircuito sobretensión
Dimensiones	1075 x 555 x 300 mm	640 x 530 x 270 mm	1035 x 700 x 365 mm
Peso	74 kg	43 kg	93 kg
Rango de temperatura de operación	-25 °C a 60 °C	-25 °C a 60 °C	-25 °C a 60 °C

Tabla 8: Características inversores seleccionados

A continuación, se va a explicar el concepto de MPPT (Maximum Power Point Tracking), tecnología clave en los sistemas fotovoltaicos que permite optimizar la cantidad de energía que se puede extraer de los paneles solares.

Rango de tensión MPPT: Se refiere al intervalo de voltaje dentro del cual el inversor puede realizar el seguimiento del punto de máxima potencia. Este rango es el voltaje en el

que el inversor busca optimizar la captura de energía de los paneles solares, ajustándose a las condiciones de luz y temperatura. Si la tensión de los paneles está fuera de este rango, el inversor no podrá realizar un seguimiento eficiente de la máxima potencia.

Número de MPPT: Indica cuántos puntos de máxima potencia independientes puede seguir el inversor de manera simultánea. Un inversor con más de un MPPT es capaz de gestionar diferentes configuraciones de paneles solares (por ejemplo, orientaciones o inclinaciones distintas) de forma independiente, lo que optimiza el rendimiento global del sistema, especialmente en condiciones de sombra o variación en la luz solar.



Figura 6: Entradas organizadas por MTP al inversor HUAWEI SUN2000-100KTL-M3



Figura 7: Imagen Inversor HUAWEI SUN2000-100KTL-M3

6.5 CABLEADO.

De acuerdo con el documento “Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red” [33] publicado por el IDAE, el cableado deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Los conductores tendrán una sección adecuada para evitar sobrecalentamientos y caídas de tensión. En la componente DC la sección del cable deberá garantizar que la caída de tensión no supere el 1,5 %, mientras que la componente en AC no deberá exceder el 2 %. En ambos casos, las tensiones de referencia serán las correspondientes a las cajas de conexiones.
- Los cables positivo y negativo de cada conjunto de módulos estarán protegidos conforme a la normativa vigente.
- La longitud del cableado deberá ser suficiente para evitar tensiones mecánicas en los distintos componentes y minimizar el riesgo de enganches en zonas de tránsito.
- Todo el cableado de corriente continua deberá contar con doble aislamiento y ser apto para su instalación en exteriores, ya sea a la intemperie, al aire o enterrado, cumpliendo con la norma UNE 21123 [34] que establece las especificaciones para cables eléctricos de uso industrial con una tensión asignada de 0,6/1 kV.

Componente DC:

Los cables incorporados en los módulos cuentan con una sección de 4 mm² y se utilizarán para interconectar los distintos módulos que conforman cada string. Estas conexiones se encuentran situadas en la parte posterior de los módulos.

Desde los extremos de cada string partirán 2 conductores (positivo y negativo) hasta el inversor, se instalará un conductor específicamente diseñado para instalaciones fotovoltaicas garantizando una avanzada resistencia a la intemperie, baja pérdida energética y resistencia química y mecánica. El conductor seleccionado será el H1Z2Z2-K 1,5/1,5 kV-DC con una sección de 6 mm², tanto su aislamiento como su cubierta exterior estarán hecho a base de elastómeros libres de halógenos.



Figura 8: Conductor H1Z2Z2-K 1,5/1,5 kV DC

conductor H1Z2Z2-K 1,5/1,5 kVDC	
Material del conductor	Cobre estañado, Clase 5 según UNE-EN 60228
Aislamiento	Polímero reticulado libre de halógenos
Cubierta	Polioléfina libre de halógenos
Tensión continua de diseño	1,5 kVDC
Tensión continua máxima	1,8 kVDC
Temperatura de servicio	-40 °C a 90 °C
Otras características	No propagación de la llama según UNE-EN 60332, libre de halógenos, alta resistencia al agua (AD7)

Tabla 9: Características conductor H1Z2Z2-K 1,5/1,5 kVDC

Componente AC:

Desde los inversores, y ya en corriente alterna, se instalará la Línea de Baja Tensión que conducirá hasta el cuadro denominado "Cuadro de Energías Renovables – CEERR".

Se dimensionan los conductores acordes a la Tabla 52-B1 y A.52-1 bis de la UNE 20460. El modo de montaje es el B1 por tanto, el cable se instala en un tubo que proporciona un aislamiento adicional y facilita la protección mecánica contra posibles daños. Esto permite una mayor capacidad de corriente admisible debido a la

reducción de la exposición directa a factores que podrían incrementar la temperatura del cable.

Se emplearán conductores aislados en XLPE de cobre.

Hay que distinguir los tramos a cubrir por cada uno de los inversores, se recogen las características en la siguiente tabla.

Inversor	Corriente máxima de salida	Sección del conductor
SUN2000-60KTL-M0	95.3 A	$3 \times (1 \times 25) \text{ mm}^2 + N \times 16 \text{ mm}^2 + T \times 16 \text{ mm}^2$
SUN2000-36KTL-M3	57.8 A	$3 \times (1 \times 16) \text{ mm}^2 + N \times 8 \text{ mm}^2 + T \times 8 \text{ mm}^2$
SUN2000-100KTL-M3	133.7 A	$3 \times (1 \times 50) \text{ mm}^2 + N \times 25 \text{ mm}^2 + T \times 25 \text{ mm}^2$

Tabla 10: Conductores inversores - CEERR

	Especificación
Designación	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV
Conductor	Cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502-1
Cubierta	Poliolefina termoplástica tipo DMZ-E según UNE 21123 y UNE-HD 603-1 y ST8 según IEC 60502-1
Tensión nominal	0,6/1 kV
Tensión de ensayo	3.500 Vca
Temperatura máxima	90 °C
Resistencia UV	Ensayo climático según UNE 211605
No propagación de la llama	Según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2
Bajo contenido de halógenos	Según IEC 60754-1 y 60754-2
Baja emisión de gases corrosivos	Según UNE-EN 50267, EN 50267 e IEC 60754-1 y 60754-2
Baja emisión de humos opacos	Según UNE-EN 61034-2, EN 61034-2 e IEC 61034-2
Reacción al fuego	Cca-s1b, d1, a1 (según clasificación de reacción al fuego según EN 50575)

Tabla 11: Especificaciones conductores RZ1-K (AS) 0,6/1 kV

Las extremidades de los cables estarán identificadas con el código de colores conforme a la norma IEC 60446.

FUNCIÓN	IEC 60446
FASE R	
FASE S	
FASE T	
NEUTRO	
TIERRA	

Tabla 12: Código de colores conforme a la norma IEC 60446

6.6 CÁLCULO DE LOS STRINGS

Los *strings* fotovoltaicos son uno de los componentes fundamentales de un sistema de energía solar. Un *string* se refiere a una serie de paneles solares conectados en serie, cuyo propósito es generar una corriente continua (CC) que se transmitirá hacia el inversor para su conversión en corriente alterna (CA), lista para ser utilizada o distribuida.

El diseño y cálculo de los *strings* fotovoltaicos debe considerar varios factores clave para optimizar el rendimiento del sistema. El número de paneles se determina según las características eléctricas y las condiciones ambientales, asegurando que la tensión del string se mantenga dentro de los límites del inversor y evitando sobrecargar el cableado. Además, es fundamental garantizar la compatibilidad de tensión entre los paneles y el inversor, así como minimizar los efectos de sombra y obstrucciones que puedan reducir la generación de energía. También se deben controlar las pérdidas por resistencia en los cables a medida que aumentan la longitud y el número de módulos. Finalmente, el monitoreo continuo de cada string es esencial para detectar fallos y optimizar el rendimiento del sistema.

Para el cálculo de los strings es preciso comenzar analizando los parámetros de los módulos fotovoltaicos ya que las características eléctricas y térmicas que varían según las condiciones ambientales.

Se parte de las condiciones estándar de prueba (STC) con una temperatura de módulo de 25°C y se ajustan los parámetros según los coeficientes de temperatura. La temperatura máxima del módulo se calcula a partir de la temperatura nominal de operación de la célula (NOCT), la temperatura ambiental máxima y el escenario de radiación máxima. La temperatura mínima del módulo se calcula a partir de la temperatura nominal de operación de la célula (NOCT), la temperatura ambiental mínima y el escenario de radiación mínima.

A continuación, se detallan los parámetros más relevantes de los módulos fotovoltaicos y su importancia en el cálculo de la instalación.

- **V_{mpp}** es el voltaje que el módulo solar entrega cuando está operando en el punto de máxima potencia, es decir, cuando se encuentra generando la mayor cantidad de energía posible bajo condiciones específicas de radiación solar y temperatura.
- **V_{oc}** es el voltaje máximo que un módulo solar puede generar cuando no está conectado a ninguna carga, es decir, en un circuito abierto. En esta condición, el panel no está entregando corriente (ya que no hay flujo de carga), pero el voltaje sigue siendo medible.
- **I_{sc}** es la corriente máxima que el módulo solar puede generar bajo condiciones de máxima irradiación solar y a una determinada temperatura. Esta corriente ocurre cuando no hay carga conectada y la diferencia de voltaje entre los terminales del módulo es cero (debido al cortocircuito). Refleja la capacidad del módulo solar para generar corriente cuando está expuesto a luz
- **I_{mpp}** es la corriente que fluye cuando el panel está generando su máxima potencia posible, es decir, cuando se encuentra en el equilibrio óptimo entre el voltaje y la corriente, lo cual maximiza la producción de energía. En este punto el módulo se encuentra funcionando en carga, es decir, ni en circuito abierto ni en cortocircuito.

En la tabla 10, se detallan los principales parámetros calculados en diferentes escenarios.



JA Solar JAM72S30-555/MR	
Pmax (Wp)	555
Voc STC (V)	49.75
Isc STC (A)	13.93
Vmpp STC (V)	41.8
Impp STC (A)	13.04
Eficiencia (%)	21.10%
NOCT	45 °C
Coef T ^a Pmpp	-0.350 %/°C
Coef T ^a Voc	-0.275 %/°C
Coef T ^a Isc	0.045 %/°C

T ^a ambiente max	40 °C
T ^a ambiente min	-10 °C
NOCT	45 °C
Irradiancia max	1000 W/m ²
Irradiancia min	100 W/m ²

T ^a Máxima Módulo	71.25 °C	T ^a Mínima Módulo	-6.875 °C
Voc (min)	43.422	Voc (max)	54.111
Vmpp (min)	35.034	Vmpp (max)	46.463
Isc (max)	14.220	Isc (min)	13.730
Impp(max)	13.311	Impp (min)	12.853
Pmax (Wp)	465	Pmax (Wp)	617

Condiciones STC	Temperatura Módulo	25°C
	Irradiancia	1000 W/m ²

Tabla 13: Características eléctricas en escenarios de máxima y mínima temperatura del módulo JA Solar JAM72S30-555/MR

En los inversores fotovoltaicos, los parámetros $U_{cc\ max}$ e $I_{cc\ max}$ están relacionados con la entrada de corriente continua (DC) proveniente de los módulos fotovoltaicos. A continuación, se detallan sus definiciones y su importancia en el diseño y operación del sistema.

- **$U_{cc\ max}$** es la tensión de cortocircuito máxima. Este parámetro indica el voltaje máximo de circuito abierto que el inversor es capaz de soportar en su entrada de corriente continua. Este parámetro debe evaluarse teniendo en cuenta la configuración de los módulos fotovoltaicos en serie.
- **$I_{cc\ max}$** es la corriente de cortocircuito máxima. Este valor representa la corriente máxima de cortocircuito admisible en la entrada de corriente continua del inversor. Su cálculo es esencial para la adecuada protección del sistema. Este valor depende principalmente del número de cadenas de módulos conectadas en paralelo

Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico bajo condiciones de operación mínima, es fundamental que la tensión en el punto de máxima potencia ($V_{mpp\ min}$) del string no sea inferior al voltaje mínimo de operación requerido por el inversor. El número máximo de módulos por *string* se determina asegurando que la tensión en circuito abierto (V_{oc}) del *string* no supere la tensión máxima permitida por el inversor, considerando las condiciones más extremas de temperatura mínima.

El número máximo de *strings* que pueden conectarse al inversor está determinado por la capacidad de corriente de entrada en corriente continua (I_{ccmax}) del inversor y la corriente de cortocircuito (I_{sc}) de los módulos fotovoltaicos. Para evitar una sobrecarga del inversor, la suma de las corrientes de todos los *strings* en paralelo no debe exceder la corriente máxima de entrada del inversor, se mayor la corriente de cortocircuito en un 25% de manera que las corrientes se calculan del lado de la seguridad.

En las tablas 11,12 y 13 se recogen los cálculos realizados para cada uno de los inversores.



INVERSOR SUN2000-36KTL-M3	
ENTRADA DC	
Potencia FV (kW)	
Rango (V-DC)	200 - 1100
Ucc max (V-DC)	1100
Icc max (A)	160
Nº MPP	4
SALIDA AC	
Pot nominal (kW-AC)	36
Tensión (V-AC)	400
Imax (AC)	58
Eficiencia	98.50%

Nº módulos 81

Módulos por string	6 - 20	Tª Máxima módulo	71.25	Tª Máxima módulo	-6.88
Nº Strings	<= 9	Vmpp (min)	35.03	Voc (max)	54.11
		Nº Min módulos por string	6	Nº Max módulos por string	20
		Iscmax	14.22		
		K1	1.25		
		Iscal	17.77		
		NºStrings <=	9		

Configuración	
Módulos por rama	18
Ramas paralelo	0
Nº Strings	4

Parámetros configuración			
Umpp (min)	630.61	Impp (min)	12.85
Umpp (STC)	752.40	Impp (STC)	13.04
Umpp (max)	836.34	Impp (max)	13.31
Uoc (max)	974.00	Iscal	17.77

Configuración	
Módulos por rama	9
Ramas paralelo	0
Nº Strings	1

Parámetros configuración			
Umpp (min)	315.30	Impp (min)	12.85
Umpp (STC)	376.20	Impp (STC)	13.04
Umpp (max)	418.17	Impp (max)	13.31
Uoc (max)	487.00	Iscal	17.77

Tabla 15: Cálculo strings inverter SUN2000-36KTL-M3



INVERSOR SUN2000-100KTL-M3	
ENTRADA DC	
Potencia FV (kW)	
Rango (V-DC)	200 - 1100
Ucc max (V-DC)	1100
Icc max (A)	400
No MPP	10
SALIDA AC	
Pot nominal (kW-AC)	36
Tensión (V-AC)	400
I _{max} (AC)	58
Eficiencia	98.50%

No módulos 204

Módulos por string	6 - 20	T _a Máxima módulo	71.25	T _a Máxima módulo	-6.88
No Strings	<= 22	V _{mpp} (min)	35.03	V _{oc} (max)	54.11
		No Min módulos por string	6	No Max módulos por string	20
		I _{sc} max	14.22		
		K ₁	1.25		
		I _{sc} cal	17.77		
		NoStrings <=	22		

Configuración	
Módulos por rama	18
Ramas paralelo	0
No Strings	10

Parámetros configuración			
U _{mpp} (min)	630.61	I _{mpp} (min)	12.85
U _{mpp} (STC)	752.40	I _{mpp} (STC)	13.04
U _{mpp} (max)	836.34	I _{mpp} (max)	13.31
U _{oc} (max)	974.00	I _{sc} cal	17.77

Configuración	
Módulos por rama	12
Ramas paralelo	0
No Strings	2

Parámetros configuración			
U _{mpp} (min)	420.40	I _{mpp} (min)	12.85
U _{mpp} (STC)	501.60	I _{mpp} (STC)	13.04
U _{mpp} (max)	557.56	I _{mpp} (max)	13.31
U _{oc} (max)	649.33	I _{sc} cal	17.77

Tabla 16: Cálculo strings inverter SUN2000-100KTL-M3

Por tanto, el inversor HUAWEI SUN2000-60KTL-M0 contará con 7 strings de 18 módulos.

El inversor HUAWEI SUN2000-36KTL-M3 contará con 4 strings de 18 módulos y un string de 9 módulos.

El inversor HUAWEI SUN2000-100KTL-M3 contará con 10 strings de 18 módulos y dos strings de 12 módulos.

6.7 ORGANIZACIÓN MÓDULOS EN STRINGS

Los strings fotovoltaicos planteados en el diseño serán conectados a los MPPT del inversor asegurando una distribución equilibrada para optimizar el rendimiento del sistema y garantizar que cada grupo de paneles opere en su punto de máxima potencia de manera eficiente como estrategia de diseño se ha decidido utilizar todos los MPPT disponibles del inversor lo que permite una mayor flexibilidad en la configuración de los *strings* y un mejor seguimiento del punto de máxima potencia en diferentes condiciones de irradiación y temperatura

Cada MPPT cuenta con dos entradas de corriente continua y cuando dos *strings* se conectan al mismo MPPT estos deben ser eléctricamente iguales es decir deben estar formados por el mismo número de módulos del mismo modelo y con la misma configuración de serie además deben estar ubicados en condiciones similares de orientación e inclinación para evitar desbalances de corriente y pérdidas de eficiencia debido a la conexión en paralelo de ambos *strings* dentro del mismo MPPT esta disposición en paralelo implica que la tensión de ambos *strings* será la misma mientras que la corriente total será la suma de la corriente de cada *string* por lo que cualquier diferencia significativa entre ellos podría afectar negativamente el desempeño del inversor y la generación de energía.

El conexionado se realiza asegurando que la polaridad de cada *string* coincida con la del inversor evitando errores que puedan generar fallas o daños en los componentes electrónicos antes de la conexión definitiva se verifica la tensión en circuito abierto de cada *string* para confirmar que se encuentra dentro del rango operativo del MPPT y se realiza una medición de la corriente de cortocircuito para asegurar la uniformidad entre los *strings* conectados en

paralelo. El inversor cuenta con protecciones internas para proteger los módulos en el caso por sobreintensidad.

Finalmente se comprueba que la corriente total suministrada por los *strings* conectados a cada MPPT no exceda la corriente máxima permitida por el inversor garantizando así el correcto funcionamiento del sistema la eficiencia en la conversión de energía y la seguridad de los componentes eléctricos de la instalación.

A continuación, se muestra esquemáticamente la disposición de los *strings* planteados y el MTTP de destino de cada uno de ellos.

Marquesina 1

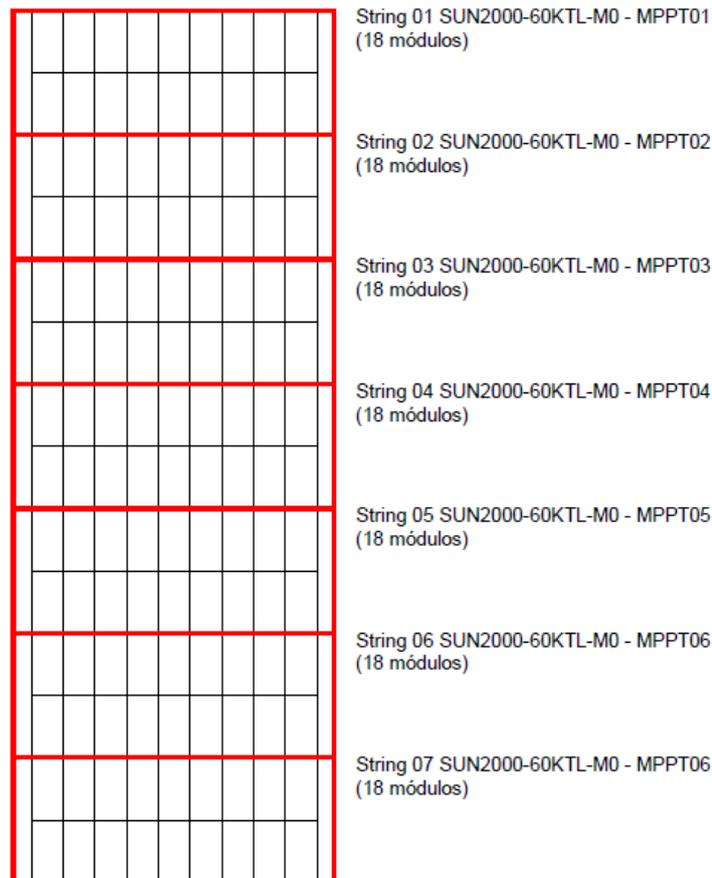


Figura 9: Disposición de strings marquesina 1

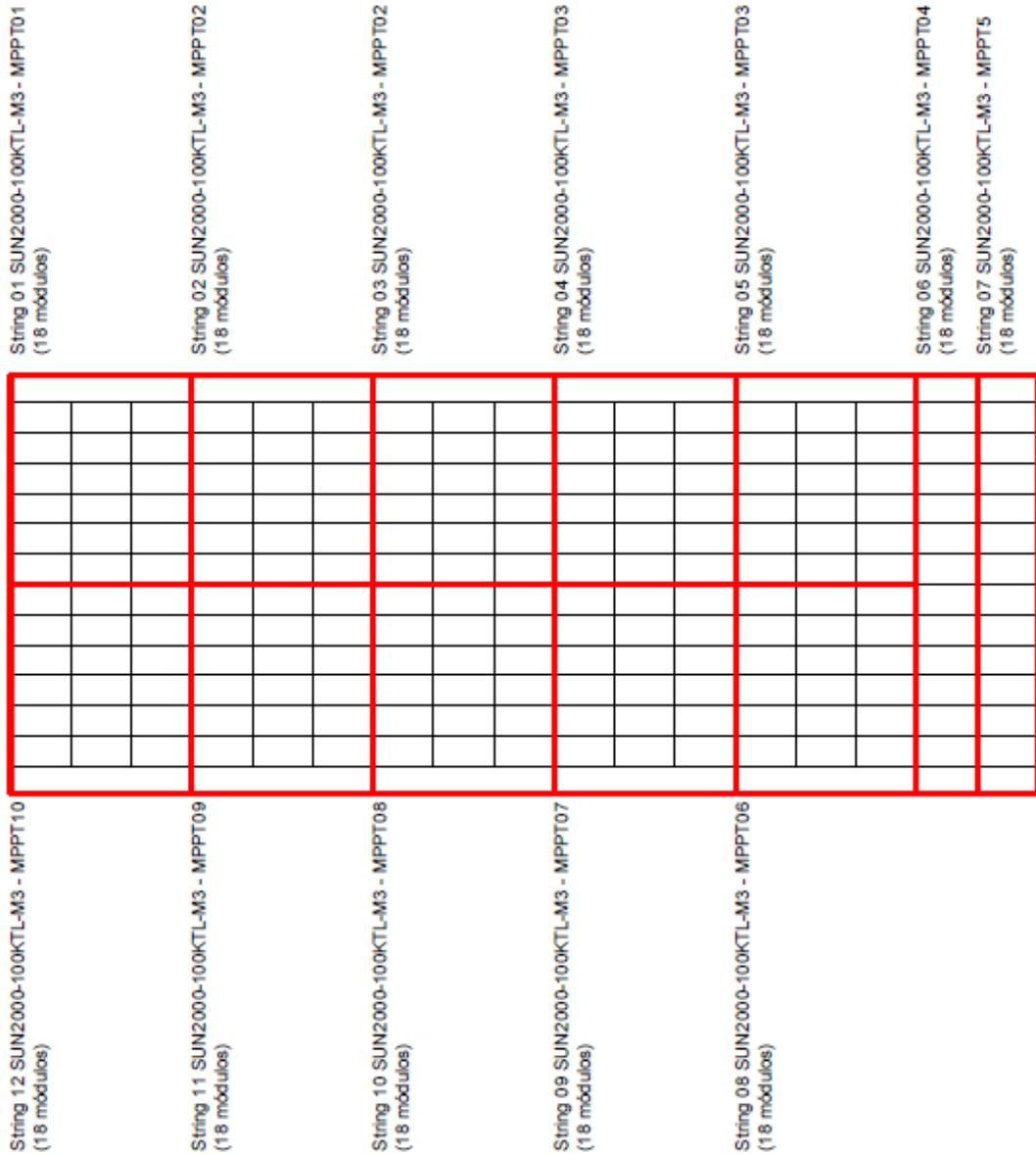


Figura 10: Disposición de strings cubierta zona de restauración

Marquesina 2

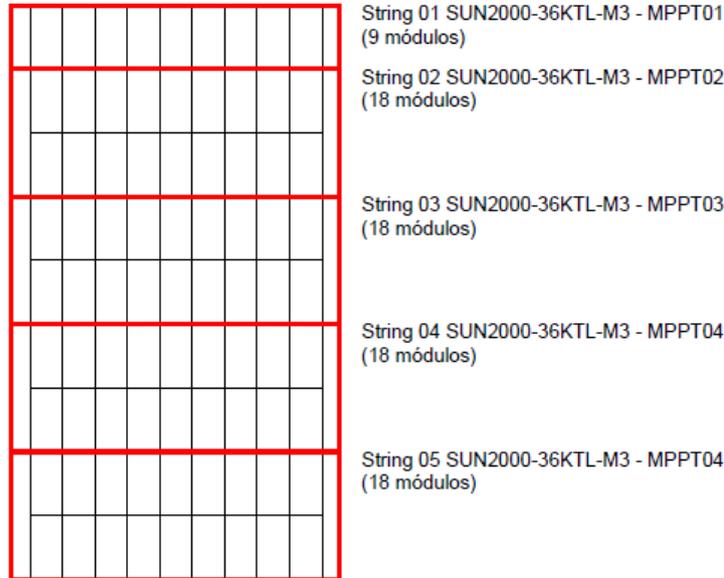


Figura 11: Disposición de strings marquesina 2

6.8 CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN Y MODALIDAD DE AUTOCONSUMO

Según lo establecido en la ITC-BT 40, de Instalaciones Generadoras de Baja Tensión, del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) la instalación objeto de estudio se clasifica como:

Tipo c): Instalaciones generadoras interconectadas: Aquellas que están, normalmente, trabajando en paralelo con la Red de Distribución Pública.

Este tipo de instalación se caracteriza por permitir la inyección de energía eléctrica a la red y el autoconsumo. Deben cumplir con estrictos requisitos técnicos y normativos para garantizar la seguridad, estabilidad y calidad del suministro eléctrico, asegurando una integración eficiente con la infraestructura de distribución existente.

Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 244/2019, que regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas del suministro con autoconsumo con excedentes, la instalación se acoge a la modalidad de autoconsumo

Modalidad a) Suministro con autoconsumo sin excedentes.

La modalidad de autoconsumo sin excedentes se encuentra definida en el artículo 9.1.a) de la Ley 24/2013. Es obligatorio implementar un mecanismo anti-vertido que impida la inyección de energía excedentaria en la red de transporte o distribución, garantizando que toda la energía generada se destine exclusivamente al autoconsumo. En este caso, únicamente se reconoce la figura del sujeto consumidor, conforme a lo establecido en el artículo 6 de la ley mencionada.

6.9 SISTEMA DE ANTI-VERTIDO

Con la finalidad de evitar la inyección de excedentes a la red de distribución, será necesaria la instalación del dispositivo Janitza UMG 604-PRO.

Este equipo es un analizador de redes trifásico universal diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas de autoconsumo, su función principal es analizar en tiempo real parámetros eléctricos como tensión, corriente, frecuencia, factor de potencia, energía activa y reactiva, entre otros, permitiendo un control preciso del consumo energético y la calidad de la energía en una instalación. Su integración con los inversores solares Huawei SUN2000 permite visualizar, además de la producción fotovoltaica, la demanda energética de la instalación. Puede configurarse para garantizar una inyección cero a la red eléctrica.

La comunicación entre el Janitza UMG 604-PRO y los inversores Huawei se realiza a través del puerto RS485, permitiendo la transmisión de datos en tiempo real para un control preciso del sistema. Para la comunicación mediante RS485, el Janitza UMG 604-PRO envía los datos de consumo y generación a los inversores a través del protocolo Modbus RTU, asegurando que todos los inversores estén conectados en un bus de comunicación en serie (daisy chain) para un funcionamiento óptimo.

En cuanto a la configuración del sistema, cada inversor debe contar con una dirección Modbus única para evitar conflictos en la comunicación y la plataforma de Huawei FusionSolar debe reflejar correctamente la presencia del medidor Janitza para los tres inversores.

Para la función de inyección cero, una configuración adecuada permitirá que el Janitza UMG 604-PRO envíe los datos de consumo y generación a los tres inversores, facilitando la regulación dinámica de la potencia y evitando el vertido de excedentes a la red.



Figura 12: Janitza UMG 604-PRO

Características generales	
Precisión de tensión	0.20%
Precisión de corriente	0.50%
Precisión de energía activa	Clase 0.5S
Comunicación	
Interfaz	RS485
Protocolo de comunicación	Modbus-RTU
Datos técnicos	
Tipo de medición	Medición continua del valor real efectivo hasta el armónico 40
Tensión nominal, trifásica, 4 conductores	Max. 277/480 V AC ($\pm 10\%$)
Entrada de tensión medida	
Categoría de sobretensión	300 V CAT III
Rango medición, tensión L-N, AC	80
	277 Vrms ($\pm 10\%$)
Rango medición, tensión L-L, AC	80
	480 Vrms ($\pm 10\%$)
Resolución	0.01 V
Rango medición de frecuencia	45 hasta 65 Hz
Entrada de corriente medida	
Corriente nominal	1/5 A
Resolución	0,1 mA
Rango de medición	0,005
	6 A
Propiedades mecánicas	
Peso	350 g
Dimensiones	90 x 107.5 x 82 mm
Clase de protección	IP20 (EN 60529)
Montaje (IEC EN 60999-1/ DIN EN 50022)	Carril DIN 35 mm
Condiciones ambientales	
Rango de temperatura	-25 °C a +60°C
Humedad relativa	5% - 95%
Altura de trabajo	0 hasta 2.000 m sobre nivel del mar

Tabla 17: Características Janitza UMG 604-PRO

6.10 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

La instalación contará con un sistema de almacenamiento de energía con baterías o BESS (Battery Energy Storage System), tal y como aparece representado en la siguiente figura:

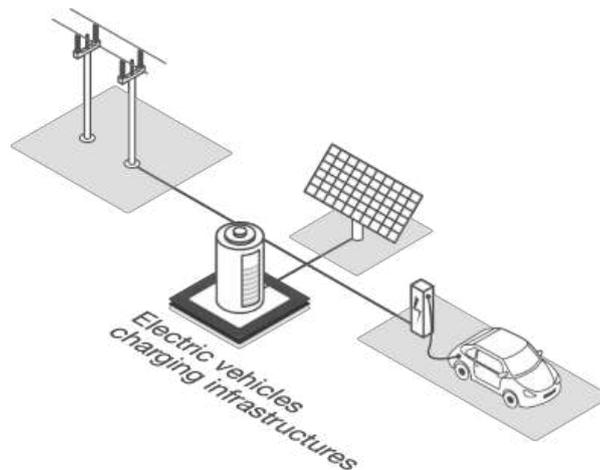


Figura 13: Sistema BESS

Se proyecta la instalación de un sistema de almacenamiento de energía que incluye tres conjuntos completamente idénticos del fabricante Huawei, modelo LUNA2000-200KWH-2H1.



Figura 14: HUAWEI LUNA2000-200KWH-2H1.

El conjunto contará con una potencia total de 300 kW y una capacidad de almacenamiento de 600 kWh (3 x 200 kWh).

El sistema integrado de almacenamiento de energía consta de un sistema convertidor de almacenamiento de energía (PCS), sistema de baterías de almacenamiento (BESS), sistema de control local (LCS), módulo de control de temperatura (TCS) y sistema de supresión de incendios (FSS). Las cabinas LUNA2000-200KWH-2H1 incorporan todos los subsistemas en un diseño modular y compacto.

A continuación, se detalla la función de los principales subsistemas del sistema de almacenamiento.

PCS: El sistema convertidor de almacenamiento de energía (PCS) es el componente encargado de convertir la energía entre diferentes formas su función principal es convertir la corriente continua (DC) almacenada en las baterías a corriente alterna (AC) que es la forma de energía utilizada en la mayoría de las aplicaciones eléctricas y en la red eléctrica además gestiona la carga y descarga de las baterías optimizando el rendimiento del sistema.

BESS: El sistema de baterías de almacenamiento de energía está compuesto por baterías que almacenan la energía generada por fuentes renovables como paneles solares o de la red las baterías permiten el almacenamiento de electricidad para ser utilizada cuando sea necesario proporcionando autonomía y flexibilidad en la gestión de la energía.

LCS: El sistema de control local es un sistema de supervisión y gestión que controla el funcionamiento de todos los componentes del sistema de almacenamiento de energía el LCS asegura que los sistemas estén funcionando de manera eficiente y segura gestionando la carga, descarga y el estado de salud de las baterías también garantiza la comunicación entre los componentes y permite la monitorización remota.

FSS: El sistema de supresión de incendios es un sistema de seguridad diseñado para detectar y extinguir incendios en caso de que ocurran en las baterías o componentes

eléctricos el FSS previene el riesgo de incendios mediante detección temprana y mecanismos automáticos de extinción de fuego minimizando el riesgo para las instalaciones y las personas

TCS: El sistema de control de temperatura es un sistema diseñado para regular la temperatura de las baterías durante su operación. Su función principal es mantener las baterías dentro de un rango de temperatura óptimo, evitando el sobrecalentamiento o el enfriamiento excesivo, lo que podría afectar su rendimiento, eficiencia y vida útil.

HUAWEI LUNA2000-200KWH-2H1	
Capacidad máxima de almacenamiento	193,5 kWh
Potencia nominal	100 kW
Configuración de la batería	12S1P
Dimensiones (Ancho x Alto x Profundidad)	2570 x 2135 x 1200 mm
Peso (con módulos de batería)	≤ 2950 kg
Rango de temperatura de operación	-30 °C a 55 °C
Rango de temperatura de almacenamiento	-40 °C a 60 °C
Modo de control de temperatura de la batería	Aire acondicionado de grado industrial
Sistema de supresión de incendios	Sí
Suministro de energía auxiliar	220 V AC, ≤ 4,2 kW
Puertos de comunicación	Ethernet / SFP
Protocolo de comunicación	Modbus TCP
Material de las celdas de la batería	LFP (LiFePO4)
Capacidad nominal por módulo de batería	16,13 kWh
Peso por módulo de batería	≤ 140 kg
Dimensiones por módulo de batería	442 x 308 x 660 mm
Certificaciones	GBT 36276-2018, IEC62619, UL9540A, UN38.3

Tabla 18: Características HUAWEI LUNA2000-200KWH-2H1

El PCS del BESS se alimentará desde el CGBT a través de una línea trifásica subterránea compuesta por conductores de cobre RZ1-K (AS) 0.6/1 kV (3x150) + Nx150 + TTx150 mm² siguiendo las recomendaciones establecidas por el fabricante en su manual de instalación y teniendo en cuenta la intensidad máxima que puede demandar el equipo.

6.11 COLOCACIÓN INVERSORES Y CEERR

Los inversores fotovoltaicos y el CEER se situarán en una caseta prefabricada de hormigón dentro de la sala técnica. El modelo escogido es el NORM. PHA T-10 del fabricante Prehormisa.

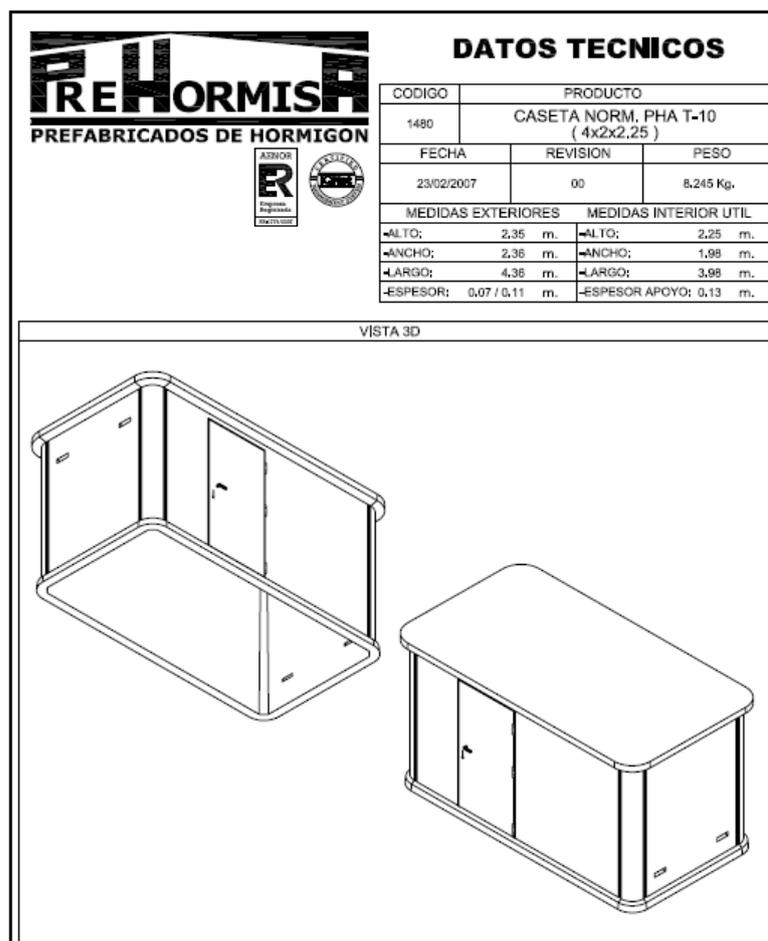


Figura 15: Caseta prefabricada NORM. PHA T-10 de Prehormisa

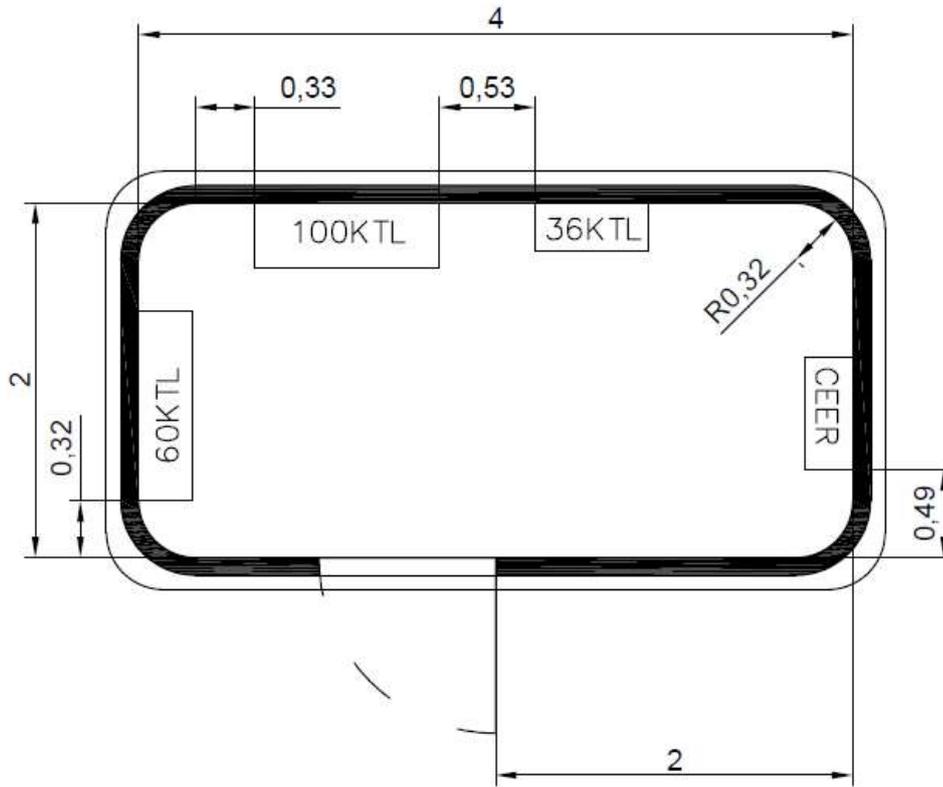


Figura 16: Disposición de elementos en Caseta prefabricada NORM. PHA T-10

Capítulo 7. PUNTOS DE CARGA

7.1 ESQUEMA GENERAL SEGÚN EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN

La instalación se realizará conforme al esquema 4.b definido en la Instrucción Técnica Complementaria ITC BT-52 [35] del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RITE), se refiere a la instalación de puntos de recarga para vehículos eléctricos en entornos donde ya existe un cuadro eléctrico en funcionamiento.

Este esquema implica la creación de circuitos adicionales dedicados exclusivamente a la recarga de vehículos eléctricos, integrados en el cuadro general de mando y protección (CGMP) existente. De esta manera, se asegura que las estaciones de recarga cuenten con las protecciones necesarias según la normativa vigente, sin interferir con otros circuitos destinados a diferentes consumos, como motores, iluminación o tomas de corriente.

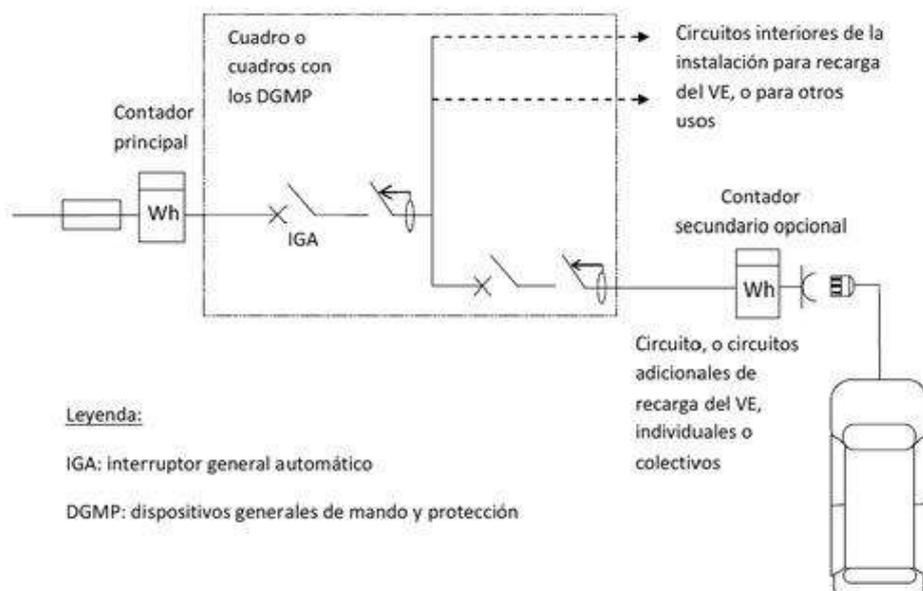


Figura 17: Esquema 4b ITC BT-52. Instalación con circuitos adicionales para la recarga del VE

7.2 DESCRIPCIÓN CARGADORES SELECCIONADOS

El cargador seleccionado es el Cooled Dispenser de Power Electronics [36], se trata de un modelo idóneo para estaciones de servicio. El equipo integra un sistema de recogida de cables que permite utilizar cables de carga de hasta cinco metros de longitud sin que lleguen a tocar el suelo.

Este cargador estará asociado a una cabina de potencia NBi360. Es compatible con los conectores de DC más extendidos (CCS o CHAdeMO) en modo de carga 4, es decir, carga rápida DC. Cuenta con un amplio rango de tensión de alimentación, capaz de admitir tanto paquetes de baterías estándar (400 V) como de alta tensión (800 V).

Se oferta el equipo con la posibilidad de equipar dos mangueras independientes con conectores para la carga de vehículos eléctricos en corriente continua con los estándares CCS-2 y CHAdeMO para DC, debido a la conclusión del análisis de mercado se optará por el modelo con dos mangueras de tipo CCS-2. Para el conector CCS admite una corriente máxima de 300 A, permitiendo corrientes pico de hasta 500 A en un rango de tensión 150 – 1000 V-DC. Cada poste tiene una pantalla táctil de 10” y un lector de tarjetas RFID para la interacción del usuario durante la carga. Debido a la condición de diseño marcada de tener 30 puntos de carga, se precisan de 15 unidades de dicho cargador.

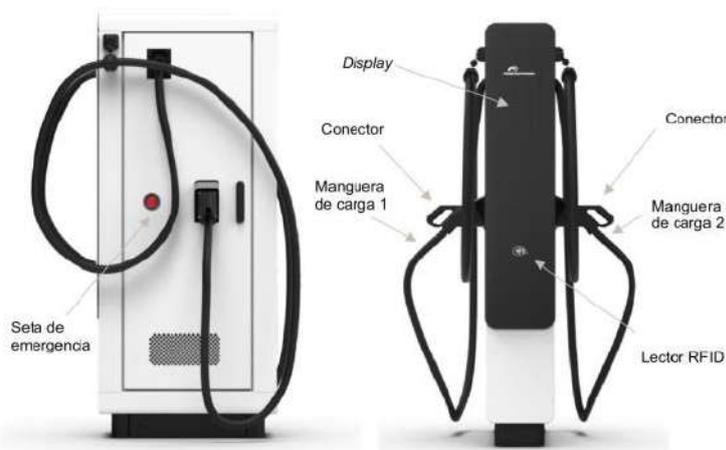


Figura 18: Componentes del cargador Slim Dispenser de Power Electronics

El armario de potencia NBI 360 de Power Electronics [37] es un cargador de alta potencia diseñado para ofrecer una solución robusta, modular y adaptable a diferentes entornos de carga de vehículos eléctricos. Gracias a su arquitectura flexible, puede instalarse en cualquier ubicación, ofreciendo una integración eficiente tanto en estaciones públicas. Su diseño se basa en un armario de potencia con entrada en baja tensión, capaz de suministrar energía a dispensadores convencionales como a pantógrafos, ofreciendo la posibilidad de expansión a futuro al mercado de autobuses y camiones eléctricos que equipan un pantógrafo.

Con un rango de potencia de entre 60 y los 360 kW, el NBI 360 proporciona una carga rápida y eficiente para una amplia variedad de vehículos eléctricos. Su compatibilidad con un rango de tensión de alimentación que va desde los 150 V-DC hasta los 1000 V-DC, y ofreciendo la posibilidad de operar a máxima potencia entre 300 V-DC y 1000 V-DC, convirtiéndolo en una solución preparada para el futuro. Permite la carga simultánea de 6 vehículos y la carga secuencial de hasta 12 vehículos. La carga secuencial de vehículos eléctricos es un sistema de gestión energética que organiza el suministro de electricidad a varios vehículos conectados a una misma infraestructura de carga. En lugar de alimentar todos los vehículos simultáneamente, el sistema distribuye la energía de manera ordenada, cargando un vehículo tras otro según distintos criterios predefinidos. Con la finalidad de ofrecer buena calidad de servicio se instalarán 4 cargadores con mangueras para 8 vehículos, por ello se precisan de 8 armarios de potencia.

Además de su rendimiento energético, este sistema incorpora funciones inteligentes que optimizan la carga y mejoran la eficiencia operativa.



Figura 19: Armario de potencia NBi 360 de Power Electronics

7.3 DIMENSIONAMIENTO CONDUCTORES

El fabricante Power Electronics recomienda en su manual de instalación que las cabinas de potencia se alimenten desde el CGBT a través de una línea trifásica subterránea compuesta por conductores de cobre RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 2x(3x240) + N 2x150 + TT 2x150 mm² [38].

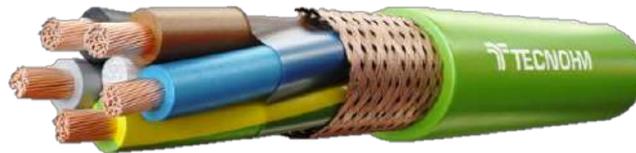


Figura 20: Esquema conductores de cobre RZ1-K (AS) 0,6/1 kV (3x240) + N 150 + TT 150 mm²

Los postes de recarga se alimentarán desde los armarios de potencia a través de conductores de cobre RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 2x(2x150+2x150+TTx70), de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.



Figura 21: Esquema conductores de cobre RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 2x(2x150+2x150+TTx70)

Estos conductores se caracterizan por el uso de polietileno reticulado (XLPE) como aislante y su cubierta de compuesto libre de halógenos, lo que reduce la propagación del fuego y la emisión de humos en caso de incendio. Además, su diseño flexible facilita la instalación en espacios reducidos o con curvas pronunciadas. La justificación de cálculos se encuentra en el anexo I, la siguiente tabla se recogen las líneas subterráneas:

Tramo	Tipo	Sección (mm ²)
CGBT - NBi 360 01	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x3x(1x240) + N 2x150 + TT 2x150
CGBT - NBi 360 02	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x3x(1x240) + N 2x150 + TT 2x150
CGBT - NBi 360 03	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x3x(1x240) + N 2x150 + TT 2x150
CGBT - NBi 360 04	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x3x(1x240) + N 2x150 + TT 2x150
CGBT - NBi 360 05	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x3x(1x240) + N 2x150 + TT 2x150
CGBT - NBi 360 06	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x3x(1x240) + N 2x150 + TT 2x150
CGBT - NBi 360 07	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x3x(1x240) + N 2x150 + TT 2x150

CGBT 02	- NBi 360 08	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x3x(1x240) + N 2x150 + TT 2x150
NBi 360 01	- Slim Dispenser 01 (CCS2-I)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 01	- Slim Dispenser 01 (CCS2-II)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 01	- Slim Dispenser 02 (CCS2-I)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 01	- Slim Dispenser 02 (CCS2-II)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 02	- Slim Dispenser 03 (CCS2-I)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 02	- Slim Dispenser 03 (CCS2-II)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 02	- Slim Dispenser 04 (CCS2-I)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 02	- Slim Dispenser 04 (CCS2-II)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 03	- Slim Dispenser 05 (CCS2-I)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 03	- Slim Dispenser 05 (CCS2-II)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 03	- Slim Dispenser 06 (CCS2-I)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 03	- Slim Dispenser 06 (CCS2-II)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 04	- Slim Dispenser 07 (CCS2-I)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 04	- Slim Dispenser 07 (CCS2-II)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 04	- Slim Dispenser 08 (CCS2-I)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 04	- Slim Dispenser 08 (CCS2-II)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 05	- Slim Dispenser 09 (CCS2-I)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 05	- Slim Dispenser 09 (CCS2-II)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 05	- Slim Dispenser 10 (CCS2-I)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 05	- Slim Dispenser 10 (CCS2-II)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 06	- Slim Dispenser 11 (CCS2-I)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 06	- Slim Dispenser 11 (CCS2-II)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 06	- Slim Dispenser 12 (CCS2-I)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 06	- Slim Dispenser 12 (CCS2-II)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 07	- Slim Dispenser 13 (CCS2-I)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 07	- Slim Dispenser 13 (CCS2-II)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 07	- Slim Dispenser 14 (CCS2-I)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 07	- Slim Dispenser 14 (CCS2-II)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 08	- Slim Dispenser 15 (CCS2-I)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70
NBi 360 08	- Slim Dispenser 15 (CCS2-II)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	2x150+2x150+TTx70

7.4 DIMENSIONAMIENTO PROTECCIONES ELÉCTRICAS

7.4.1 PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES

Los circuitos de recarga deberán contar con protección contra sobrecargas y cortocircuitos utilizando dispositivos de corte omnipolar con curva C, dimensionados según las especificaciones de la ITC-BT-22 y la ITC-BT-52. Para su selección se utiliza de referencia la documentación del fabricante de los puntos de carga. La tolerancia de la señal corresponde a la intensidad de carga, el consumo interno del propio punto de recarga y las condiciones ambientales de la instalación, justifican que la intensidad asignada del interruptor automático sea en algunos casos superior a la suma de intensidades asignadas que puedan suministrar los puntos de conexión de la estación.

7.4.2 PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES

Los circuitos están protegidos contra sobretensiones temporales y transitorias. Los dispositivos de protección contra sobretensiones temporales estarán previstos para una máxima sobretensión entre fase-neutro de 440 V.

Se distinguen dos escenarios:

- Situación natural: no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias dado que el riesgo de sobretensiones en la instalación es bajo. Se asume que los equipos pueden asumir dichas sobretensiones.
- Situación controlada: es preciso actuar frente a las sobretensiones en el origen de la alimentación.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias se instalarán en el cuadro principal de mando y protección, lo más cerca del origen de la alimentación eléctrica de la instalación.

Capítulo 8. SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Los puntos de carga contarán con iluminación led de forma que los usuarios puedan hacer un uso adecuado de los mismos.

8.1 NORMATIVA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

El sistema de iluminación en la zona donde esté prevista la realización de la recarga garantizará que durante las operaciones y maniobras necesarias para el inicio y terminación de la recarga exista un nivel de iluminancia horizontal mínima a nivel de suelo de 20 lux tal como marca el RD 1053/2014 por el que se aprueba la ITC-BT 52 para instalaciones exteriores.

Las luminarias cumplirán con lo especificado en el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior [39] y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-EA- 01 a ITC-EA-07.

Dado que las nuevas luminarias son LED, se prestará especial atención a lo dispuesto en el documento “Requisitos técnicos exigibles para luminarias con tecnología LED de alumbrado exterior” [40] elaborado por el IDAE y el Comité Español de Iluminación (CEI).

Se deberán respetar los niveles máximos de luminancia, así como la uniformidad mínima permitida, conforme a lo establecido en la ITC-EA-02.

Para garantizar una adecuada eficiencia energética en las instalaciones de alumbrado exterior, estas deberán cumplir con los siguientes requisitos:

1. Los niveles de iluminación no podrán exceder los límites fijados en la ITC-EA-02, salvo en situaciones excepcionales, las cuales requerirán autorización previa del organismo competente.

2. En el alumbrado vial, deberán cumplirse los criterios mínimos de eficiencia energética establecidos en la ITC-EA-01. Para el resto de instalaciones, será obligatorio cumplir con los parámetros de factor de utilización, pérdidas de los equipos, factor de mantenimiento y demás disposiciones recogidas en las instrucciones técnicas complementarias correspondientes.
3. Cuando sea necesario, deberán contar con un sistema de control y regulación del nivel luminoso, conforme a lo especificado en la ITC-EA-04.

A continuación, se resumirá lo expuesto en cada una de las instrucciones técnicas mencionadas:

ITC-EA-01 (EFICIENCIA ENERGÉTICA)

La eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

$$\varepsilon = \frac{S * E_m}{P} \text{ donde } \begin{cases} \varepsilon: \text{Eficiencia energética de la instalación (m}^2 \cdot \text{lux/W)} \\ S: \text{Superficie iluminada (m}^2\text{).} \\ E_m: \text{Iluminancia media en servicio de la instalación (lux)} \\ P: \text{Potencia activa total instalada (W)} \end{cases}$$

La tecnología LED permite una reducción del consumo de energía eléctrica en alumbrado lo que permitirá mejorar significativamente la eficiencia energética de la estación de carga.

Calificación energética de las instalaciones de alumbrado

Instalaciones de alumbrado vial ambiental:

Los requisitos mínimos de eficiencia energética de este apartado serán de aplicación a las instalaciones de alumbrado vial ambiental, que se ejecuta generalmente sobre soportes de baja altura (3-5 m) en áreas urbanas y espacios públicos urbanizados para la iluminación de vías peatonales, comerciales, aceras, itinerarios peatonales accesibles y áreas de estancia parques y jardines, centros históricos, vías de velocidad

limitada, etc. considerados en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-02 como situaciones de proyecto C, D y E.

ILUMINANCIA MEDIA EN SERVICIO Em (lux)	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\epsilon \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{w}} \right)$	POTENCIA UNITARIA MÁXIMA Pu (w/m2)
≥ 20	14	1,43
15	12	1,25
10	10	1,00
7,5	8	0,94
≤ 5	6	0,83

Tabla 19: Requisitos mínimos de eficiencia energética (ϵ) y máximos de potencia unitaria (P_u) en instalaciones de alumbrado ambiental

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrado de señales y anuncio luminoso, se calificarán en función de su índice de eficiencia energética.

El índice de eficiencia energética (I_ϵ) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación (ϵ) y el valor de la eficiencia energética de referencia (ϵ_R) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la tabla 3 del reglamento.

$$I_\epsilon = \frac{\epsilon}{\epsilon_R}$$

Para calcular el valor de eficiencia de referencia (ϵ_R) se empleará la siguiente tabla que de la ITC-EA-01.

ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL		ALUMBRADO VIAL AMBIENTAL Y OTRAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO	
Iluminancia Media en Servicio Proyectada E_m (lux)	Eficiencia Energética de Referencia E_R ($\frac{m^2 \cdot lux}{W}$)	Iluminación Media en Servicio Proyectada E_m (lux)	Eficiencia Energética de Referencia E_R ($\frac{m^2 \cdot lux}{W}$)
≥ 30	48	-	-
25	44	-	-
20	39	≥ 20	21
15	35	15	17
10	27	10	15
$\leq 7,5$	21	7,5	12
-	-	≤ 5	9

Nota.- Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrá por interpolación lineal.

Tabla 20: Valores de eficiencia energética de referencia en instalaciones de alumbrado ambiental

Con el objetivo de simplificar la interpretación de la eficiencia energética, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que va desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía).

El índice utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso del índice de eficiencia energética (I_E).

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$I_E > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_E > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_E > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_E > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_E > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_E > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_E \leq 0,20$

Tabla 21: calificación energética de una instalación de alumbrado ambiental

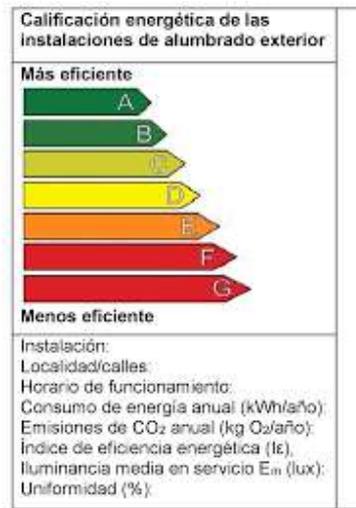


Figura 22: Etiqueta energética instalación de alumbrado exterior

ITC-EA-02 (NIVELES DE ILUMINACIÓN)

El nivel de iluminación requerido por una vía depende de múltiples factores como son el tipo de vía, la complejidad de su trazado, la intensidad y sistema de control del tráfico y la separación entre carriles destinados a distintos tipos de usuarios.

En función de estos criterios, las vías de circulación se clasifican en varios grupos o situaciones de proyecto, asignándose a cada uno de ellos unos requisitos fotométricos específicos que tienen en cuenta las necesidades visuales de los usuarios, así como aspectos medio ambientales de las vías.

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece en la siguiente tabla:

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Tabla 22: clasificación de vías

Dentro de dicha clasificación se establecen subgrupos en función del tipo de vía y la intensidad media del tráfico diario (IMD)

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ^(*)
A1	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías). Intensidad de tráfico <ul style="list-style-type: none"> Alta (IMD) ≥ 25.000..... Media (IMD) ≥ 15.000 y < 25.000..... Baja (IMD) < 15.000..... 	ME1 ME2 ME3a
	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras de calzada única con doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas). Intensidad de tráfico <ul style="list-style-type: none"> Alta (IMD) > 15.000..... Media y baja (IMD) < 15.000..... 	ME1 ME2
A2	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras interurbanas sin separación de aceras o carriles bici. Carreteras locales en zonas rurales sin vía de servicio. Intensidad de tráfico <ul style="list-style-type: none"> IMD ≥ 7.000..... IMD < 7.000..... 	ME1 / ME2 ME3a / ME4a
A3	<ul style="list-style-type: none"> Vías colectoras y rondas de circunvalación. Carreteras interurbanas con accesos no restringidos. Vías urbanas de tráfico importante, rápidas radiales y de distribución urbana a distritos. Vías principales de la ciudad y travesía de poblaciones. Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. <ul style="list-style-type: none"> IMD ≥ 25.000..... IMD ≥ 15.000 y < 25.000..... IMD ≥ 7.000 y < 15.000..... IMD < 7.000..... 	ME1 ME2 ME3b ME4a / ME4b

^(*) Para todas las situaciones de proyecto (A1, A2 y A3), cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 23: Clase de alumbrado según el tipo de vía

El alumbrado de la estación de carga proyectada cumplirá con los requisitos fotométricos de las clases de alumbrado correspondientes a la situación de proyecto D1-D2, establecidos en la tabla anterior.

Clase de Alumbrado	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media <i>Em (lux)</i> [mínima mantenida]	Uniformidad Media <i>Um</i> [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

Tabla 24: Serie S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E

Las luminarias seleccionadas cumplirán todos los criterios de deslumbramiento exigidos en este apartado del reglamento.

La siguiente tabla proporciona las clases D de índice de deslumbramiento que se utilizará para satisfacer los requisitos apropiados del deslumbramiento molesto para las luminarias de ambiente con superficie luminosa difusora, instaladas a baja altura.

Clase	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Índice de deslumbramiento máximo	-	7.000	5.500	4.000	2.000	1.000	500

Tabla 25: Índice de deslumbramiento máximo de clase D

El índice de deslumbramiento de una instalación de alumbrado vial ambiental es:

$$D = I * A^{-0.5} \left\{ \begin{array}{l} \text{I: Valor máximo de la intensidad luminosa (cd)} \\ \text{en cualquier dirección que forme un ángulo de } 85^\circ \text{ con la vertical} \\ \text{A: Área aparente (m}^2\text{) de las partes luminosas de la luminaria} \\ \text{en un plano perpendicular a la dirección de la intensidad (I)} \end{array} \right.$$

ITC-EA-03 (RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO Y LUZ INTRUSA O MOLESTA)

Al igual que ocurre en el punto anterior, tanto el diseño como la tecnología de última generación con la que cuentan las luminarias a instalar cumplen con los criterios de resplandor exigido, ya que el flujo hemisférico superior instalado es prácticamente nulo.

ITC-EA-04 (COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN)

El flujo hemisférico superior instalado (FHSINST), rendimiento de las luminarias (η), factor de utilización (f_u), grado de protección IP, eficacia de las lámparas y demás características relevantes para cada tipo de luminaria, lámpara o equipos auxiliares, serán garantizados por el fabricante.

Las lámparas utilizadas en instalaciones de alumbrado exterior tendrán una eficacia luminosa superior a:

- 40 lum/W, para alumbrados de vigilancia y seguridad nocturna y de señales y anuncios luminosos.
- 65 lum/W, para alumbrados vial, específico y ornamental.

8.2 CABLEADO

Se distinguirán las siguientes zonas a iluminar: marquesina 1, marquesina 2, urbanización este y urbanización oeste.

Se dispondrá un circuito para la iluminación de las marquesinas independiente de la iluminación de las zonas de urbanización.

Los circuitos se alimentarán mediante conductores 3G6. Se trata de un cable con tres conductores (fase, neutro y tierra) y una sección de 6 mm².

Capítulo 9. INFRAESTRUCTURA DE CONSTRUCCIÓN

9.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA

Los puntos de recarga de vehículos eléctricos se instalarán sobre la parcela 132 del polígono 1 de Gutiérrez Muñoz, parcela con referencia catastral 05090A001001320000XL y cuenta con una superficie de 71227 m²



Figura 23: Localización emplazamiento

La parcela cuenta con acceso directo desde la carretera, facilitando la entrada y salida de vehículos. No obstante, para su uso, será necesario solicitar y obtener la correspondiente autorización de acceso según la normativa vigente. El proyecto de aparcamiento previsto no abarcará la totalidad de la parcela, sino únicamente una parte de la misma. El resto del terreno continuará utilizándose para su explotación agrícola, manteniendo el uso y las actividades que se han desarrollado hasta la fecha. De este modo, se garantiza la compatibilidad entre la nueva infraestructura y la actividad agrícola existente, respetando la vocación del suelo y asegurando la continuidad de su aprovechamiento tradicional.

Latitud:  40° 58' 7.35" N
Longitud: 4° 38' 11.37" W

Figura 24: Coordenadas de la parcela

9.2 DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS

En relación al tamaño de las plazas de aparcamiento en las estaciones de carga para vehículos eléctricos en Castilla y León, no existe una normativa específica que las diferencie de las plazas de aparcamiento convencionales en cuanto a sus dimensiones. Por ello se considerará bajo la normativa de Castilla y León de aparcamientos públicos.

En Castilla y León, las dimensiones mínimas de las plazas de aparcamiento en parkings públicos están reguladas por el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León, aprobado mediante el Decreto 22/2004 [41]. Este reglamento establece que las plazas de aparcamiento deben tener unas dimensiones mínimas de 2.20 metros de ancho por 4.50 metros de largo.

Se establecerán plazas de aparcamiento con unas dimensiones de 2.50 metros de ancho por 5.40 metros de largo, con el fin de facilitar el estacionamiento de vehículos de gran tamaño. La separación entre plazas será de 0.71 metros, correspondiente al ancho de los cargadores seleccionados.

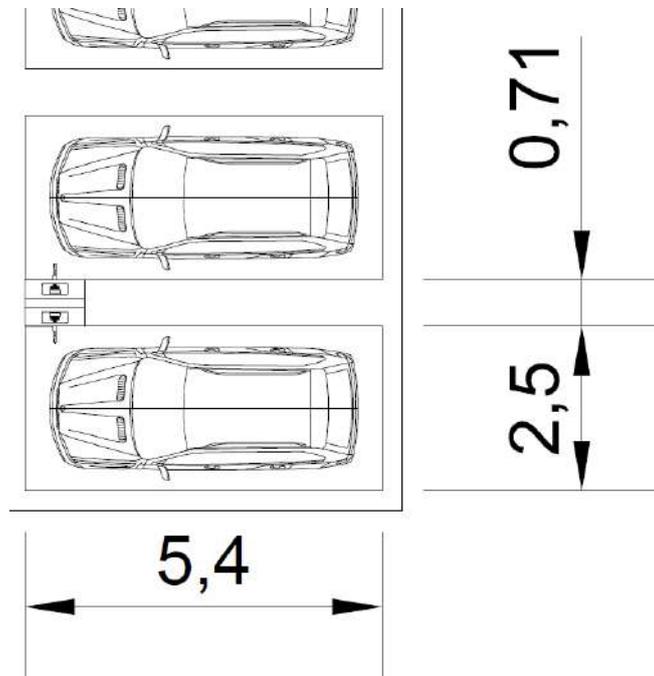


Figura 25: Detalle plazas de aparcamiento

En Castilla y León, la normativa en materia de accesibilidad establece la obligación de reservar plazas de aparcamiento destinadas a personas con movilidad reducida en los estacionamientos públicos, de acuerdo con el Decreto 217/2001 [42], por el que se aprueba el Reglamento de Accesibilidad y Supresión de Barreras, que determina que en aparcamientos públicos deberá reservarse, al menos, una plaza por cada 40 plazas de estacionamiento o fracción adicional. Se establece que estas plazas deberán situarse en las proximidades de los accesos peatonales y estar debidamente señalizadas, garantizando así su correcta identificación y accesibilidad. Las dimensiones mínimas para las plazas de aparcamiento reservadas para personas con movilidad reducida están reguladas por la Ley 8/1997 [43], de accesibilidad y supresión de barreras y el Reglamento de Accesibilidad y Supresión de Barreras. Las dimensiones mínimas serán de 3.60 metros de ancho por 5.00 metros de largo.

Se reservarán dos plazas de aparcamiento para personas con movilidad reducida con unas dimensiones de 3.60 metros de ancho por 5.40 metros de largo, considerando el ancho mínimo marcado por la Ley como suficiente.

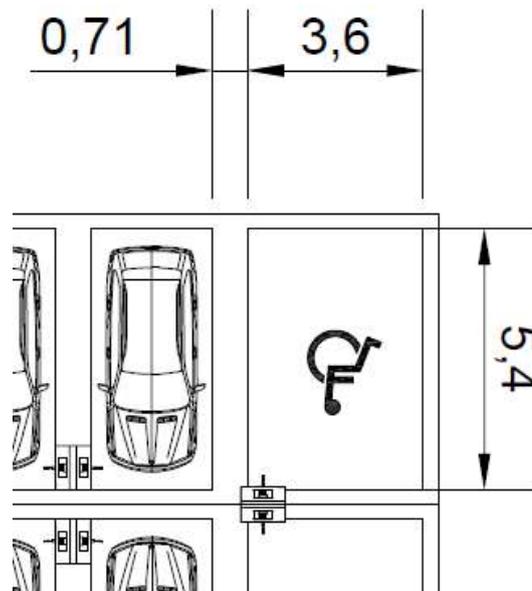


Figura 26:Detalle plazas PMR

La señalización vial de la estación de recarga estará alineada con el Reglamento General de Circulación (Real Decreto 1428/2003) y la Instrucción 3.1-IC sobre señalización horizontal. Sin embargo, debido a las características particulares de las estaciones de recarga, como las áreas de estacionamiento dedicadas y los conductores que suelen permanecer en la zona mientras se carga el vehículo, la señalización suele incorporar detalles adicionales.

Especificaciones para las líneas y marcas en una estación de recarga:

Tipos de marcas y líneas

Líneas delimitadoras: Se utilizan para indicar el espacio reservado exclusivamente para los vehículos eléctricos que están siendo recargados. Las líneas continuas son las más comunes para demarcar estos espacios, asegurando que no se estacionen vehículos no eléctricos en esas áreas.

Zonas de no estacionamiento: En caso de que existan zonas donde está prohibido estacionar, las líneas discontinuas o rayas en color rojo se utilizan para advertir que esas áreas deben mantenerse despejadas. Estas zonas suelen estar cerca de las estaciones de carga para facilitar el acceso a los vehículos eléctricos.

Marcas de acceso a puntos de recarga: Flechas o símbolos pueden ser utilizados para indicar las direcciones de acceso a las estaciones de recarga o señalar la ubicación exacta de los puntos de recarga dentro del área de estacionamiento o aparcamiento destinado.

Dimensiones de las líneas

Líneas continuas: Las líneas de delimitación de los espacios en una estación de recarga suelen tener un grosor de 10 a 15 cm, lo que garantiza su visibilidad, especialmente en condiciones de baja luz o cuando varios vehículos están estacionados cerca.

Rayas de delimitación de espacios: Las rayas discontinuas que marcan la división de los espacios para vehículos eléctricos generalmente tienen una longitud de 30 a 40 cm y están separadas por 30 cm a 1 m, dependiendo del tamaño del área de recarga.

Zonas de prohibición: En las zonas donde está prohibido estacionar, como alrededor de las estaciones de recarga, las líneas de prohibición pueden tener un grosor de 15 a 20 cm, con una separación de 1 metro o más para asegurar su visibilidad.

Colores y símbolos

Color blanco: Se usa para marcar los espacios de estacionamiento exclusivos para vehículos eléctricos en el área de recarga.

Color amarillo o rojo: Se aplica a las líneas de prohibición de estacionamiento o para señalar áreas que deben mantenerse libres de vehículos. También es común ver símbolos de vehículos eléctricos pintados en el suelo, generalmente en colores verde o azul, para identificar los espacios destinados exclusivamente a estos vehículos.

Símbolos de recarga: El símbolo de un vehículo con un enchufe o la palabra “recarga” suele estar pintado en las zonas de carga para identificar rápidamente el propósito de cada espacio.

Materiales y reflectividad: Las marcas deben ser altamente reflectantes para garantizar su visibilidad tanto de día como de noche, especialmente si la estación está en áreas con poca iluminación. Esto se logra mediante el uso de pinturas de alta reflectividad y materiales antideslizantes, que aseguran tanto la visibilidad como la seguridad de los usuarios.

La disposición de las plazas se realizará en dos marquesinas:

En la primera marquesina se compone de dieciocho puntos de carga, de los cuales dos están reservados para personas de movilidad reducida.

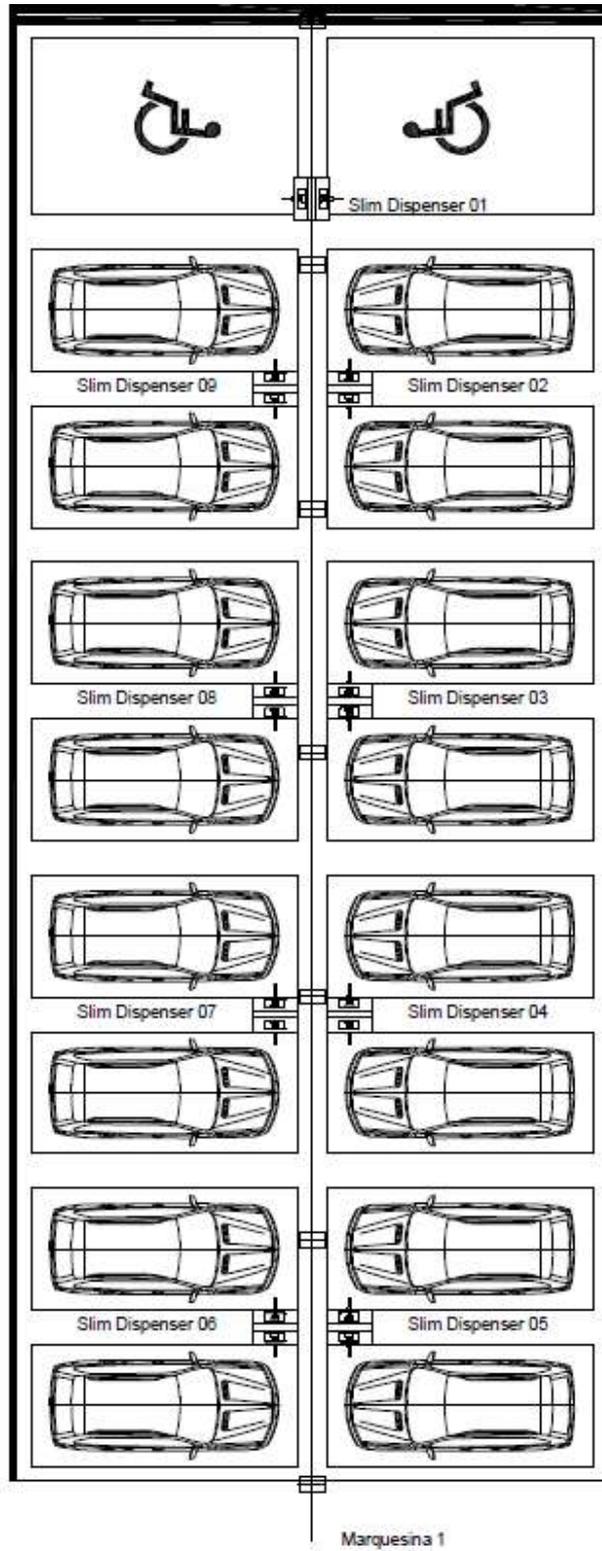


Figura 27: Disposición de puntos de carga sobre la marquesina 1

En la segunda marquesina se encuentran los doce puntos de carga restantes.

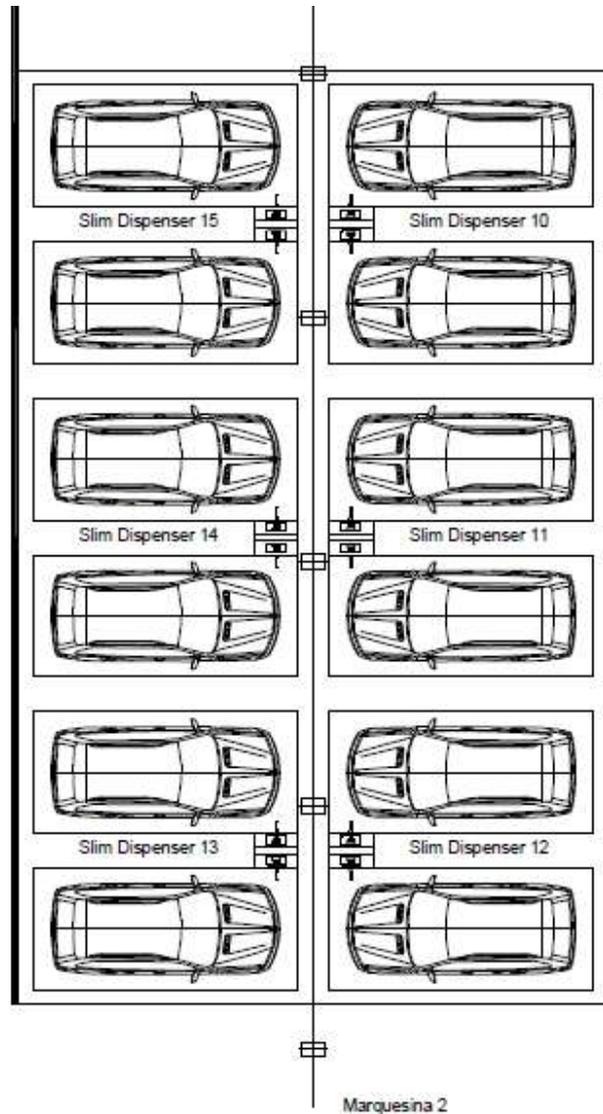


Figura 28: Disposición de plazas sobre la marquesina 2

Se proyecta una distancia libre entre marquesinas de 8 metros con la finalidad de garantizar la accesibilidad para los vehículos más grandes, facilitando la circulación sin atascos evitando complicadas maniobras.

La zona de restauración, sala técnica y parque infantil se proyectan próximas a la zona de carga.

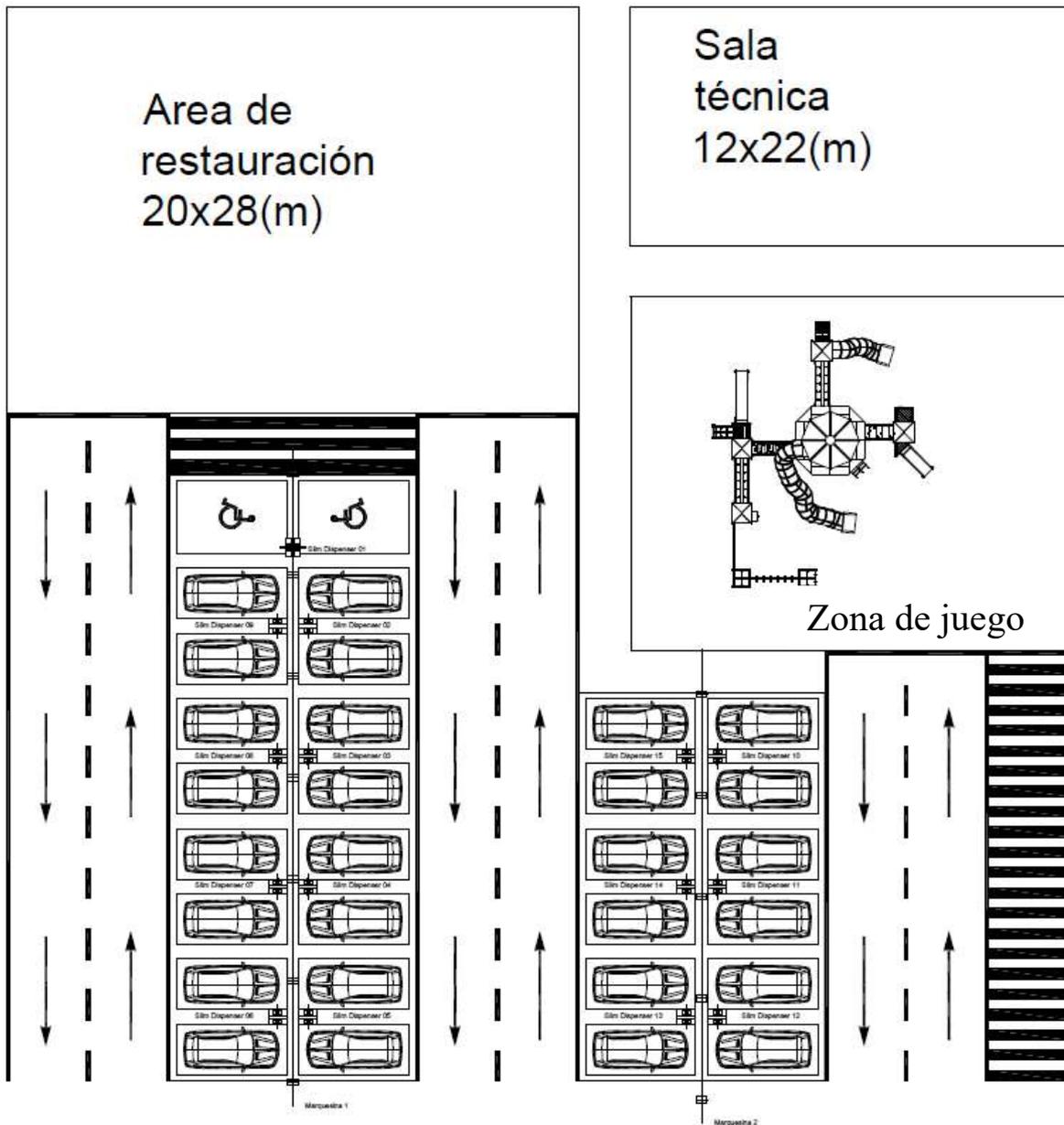


Figura 29: Mapa general estación de carga

9.3 DIMENSIONAMIENTO LOSA

La base de hormigón armado servirá como soporte estructural principal para la estación de recarga de vehículos eléctricos, proporcionando una plataforma resistente y duradera capaz

de soportar cargas pesadas y el tráfico constante. Para garantizar su estabilidad, se construirá con un espesor de 20cm, lo que permitirá distribuir de manera eficiente los esfuerzos generados por el peso de los vehículos.

El refuerzo estructural estará compuesto por una malla electrosoldada con separaciones de 15x15cm, empleando varillas de 10 mm de diámetro de acero A500S. Este refuerzo evitará deformaciones y fisuras, asegurando una mayor vida útil de la losa. La resistencia del hormigón a la compresión será de 30 MPa, lo que garantiza su capacidad para soportar cargas elevadas sin comprometer su integridad estructural.

Para prevenir la aparición de grietas debido a la contracción térmica y los cambios de temperatura, se dispondrán juntas de dilatación cada 5 metros, permitiendo la expansión y contracción controlada del material. Asimismo, el proceso de curado se extenderá por un mínimo de 7 días, manteniendo una adecuada humedad para lograr el desarrollo óptimo de la resistencia del hormigón y evitar fisuras prematuras.

Sobre esta base se aplicará una capa de asfalto de 7cm de espesor, cuya función será mejorar la calidad de la superficie de rodadura, proporcionando una textura más uniforme, con mayor adherencia para los neumáticos y una mejor respuesta ante cambios de temperatura. Se utilizará una mezcla asfáltica modificada con polímeros (SMA - Stone Mastic Asphalt), que ofrece una mayor resistencia mecánica, reduce el deterioro por fatiga y disminuye la formación de fisuras o deformaciones con el paso del tiempo.

Para garantizar un drenaje eficiente del área y evitar encharcamientos, la superficie de la losa tendrá una pendiente del 1.5%, que dirigirá el agua pluvial hacia los sistemas de evacuación previamente diseñados, como canaletas o pozos de absorción. Esta inclinación, aunque imperceptible al usuario, jugará un papel clave en la conservación de la infraestructura, evitando acumulaciones de agua que puedan generar desgaste prematuro en la capa de rodadura.

Con esta configuración, la estación de recarga contará con una superficie resistente, segura y de bajo mantenimiento, asegurando un óptimo desempeño a largo plazo para los usuarios y operadores del sistema.

9.4 CANALIZACIONES

Todas las Líneas Subterráneas de Baja Tensión se instalarán en canalización prefabricada de hormigón, según el trazado representado en los planos correspondientes. Este tipo de canalización ha sido seleccionado debido a su alta durabilidad, resistencia y facilidad de mantenimiento, lo que asegura el óptimo funcionamiento y seguridad de la red.

En ningún caso se utilizarán otros sistemas de canalización, como tubos enterrados, ya que se considera que la canalización prefabricada de hormigón es la más adecuada para cumplir con los requisitos técnicos y normativos establecidos. A continuación, se describen las prescripciones generales para la correcta disposición del cableado en esta canalización, con el fin de garantizar una instalación segura, eficiente y conforme a las normativas vigentes.

Para los conductores que discurren desde la zona técnica hasta los strings fotovoltaicos de la zona de restauración y la salida hacia los strings fotovoltaicos de las marquesinas se proyecta la instalación de canalización de cable prefabricada de hormigón, del fabricante GILVA [44], modelo tipo B. Cada tramo tiene una longitud de 2 metros.

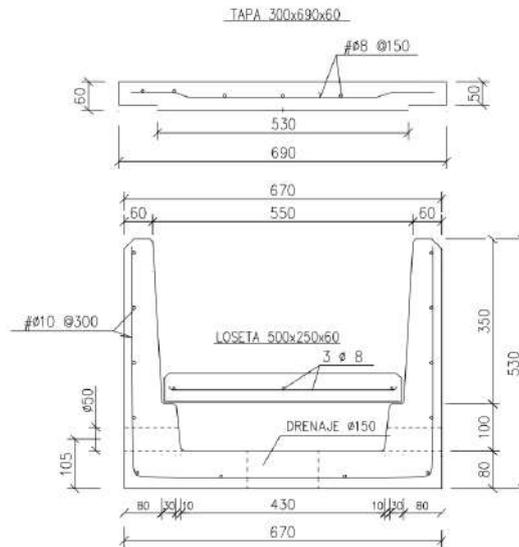


Figura 30: Canaleta prefabricada Gilba Tipo B

Habrá una bifurcación en la salida de la canaleta prefabricada de los *strings* de la marquesina 2 de las marquesinas y para la toma de fuerza para la zona de restauración, se empleará la canalización de cable prefabricada de hormigón, del fabricante GILVA [44], modelo tipo A. Cada tramo tiene una longitud de 2 metros

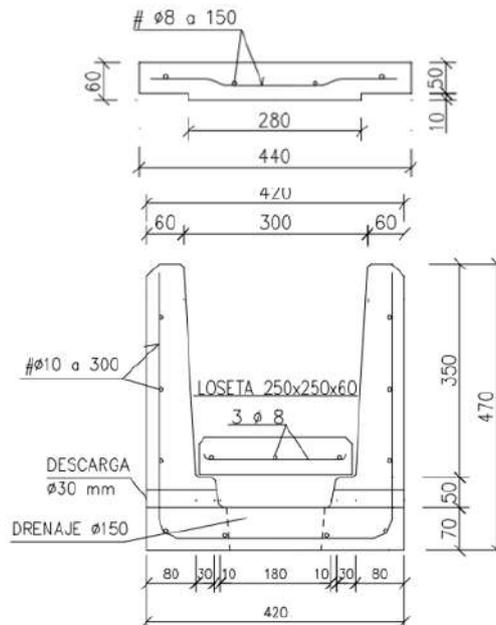


Figura 31: Canaleta prefabricada Gilba Tipo A

Para la alimentación de los dispensadores de carga de las marquesinas se proyecta la instalación de canalización de cable prefabricada de hormigón, del fabricante GILVA [44] modelo tipo C. Cada tramo tiene una longitud de 1 metro.

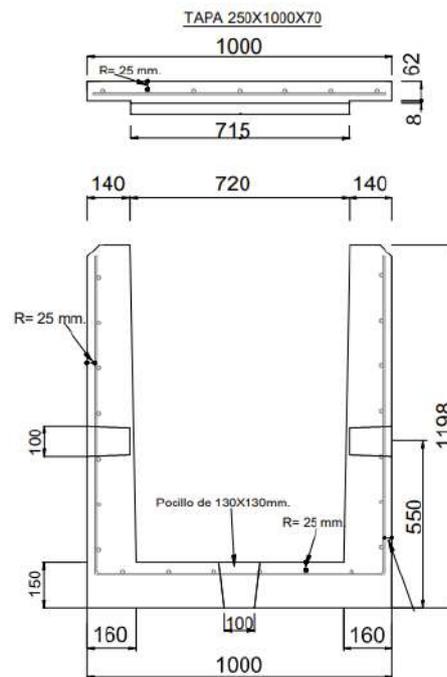


Figura 32: Canaleta prefabricada Gilba Tipo C

El diámetro exterior mínimo de los tubos a utilizar se determinará en función del número y la sección de los conductores que se vayan a instalar, de acuerdo con las tablas especificadas en la ITC-BT-21. Estas tablas proporcionan las dimensiones adecuadas para cada tipo de instalación, teniendo en cuenta los requisitos técnicos y de seguridad que deben cumplirse para garantizar un correcto funcionamiento de la red.

Los tubos protectores empleados deberán cumplir con los requisitos establecidos en la norma UNE-EN 50.086 2-4, que regula las características técnicas de los conductos para instalaciones eléctricas. Las características mínimas de los tubos, en cuanto a su resistencia, durabilidad y capacidad de protección, serán las que se especifican en la tabla 8 de la normativa correspondiente.

Es crucial que los tubos sean seleccionados con un diámetro adecuado para asegurar que los cables puedan ser introducidos y alojados fácilmente en su interior, además de permitir una extracción sin complicaciones en el caso de ser necesario. Este diseño asegura que tanto la instalación como el mantenimiento de la red eléctrica se realicen de manera eficiente y sin comprometer la seguridad de la infraestructura.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	< 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

Tabla 26: Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores.

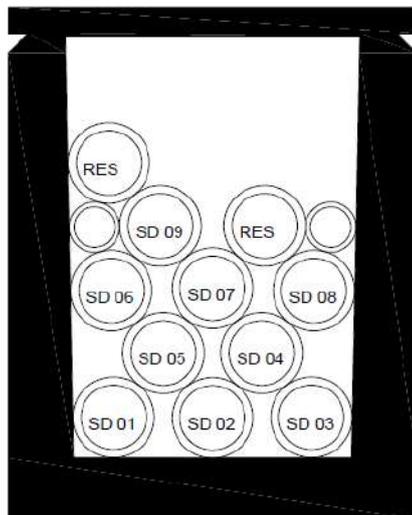
Fuente: Tabla 9 ITC-BT 21

Los circuitos hacia los surtidores se componen de dos conductores RZ1-K (AS) 0,6/1 kV (2x150+2x150+TTx70), luego cada circuito se compone por 8 conductores de 150 mm² por lo que precisa de tubos de 200mm de diámetro exterior. Se reservarán dos tubos de 200mm de diámetro exterior de reserva en cada canalización.

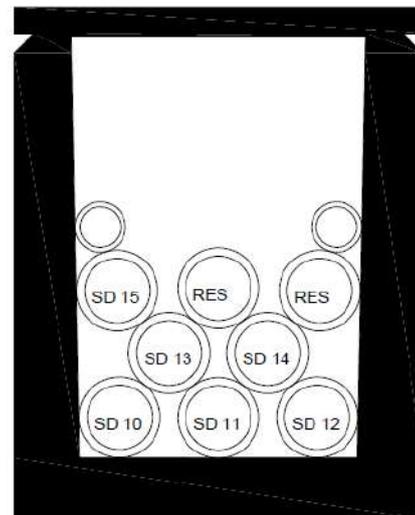
Los circuitos de los *strings* se componen de dos conductores H1Z2Z2-K 1,5/1,5 kV DC de 6 mm² por lo que precisa de tubos de 50mm de diámetro exterior. No se reservarán tubos de reserva.

Las derivaciones a medio camino se realizarán mediante una perforación controlada en el hormigón para habilitar la salida del tubo. El procedimiento consiste en perforar el hormigón utilizando una broca de corona, asegurando un corte preciso que no comprometa la estructura. Una vez realizada la apertura, se debe instalar una unión hermética, garantizando así una conexión segura entre el tubo existente y el nuevo conducto. No se deben realizar

empalmes de cables dentro del tubo sin contar con una caja de derivación accesible, conforme a la normativa vigente en instalaciones eléctricas.

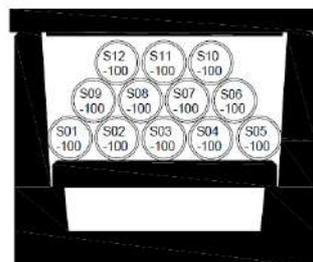


S.T - Slim Dispensers Marquesina 1
Canaleta Tipo C-01

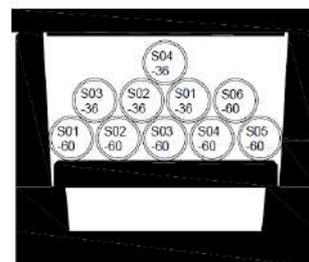


S.T - Slim Dispensers Marquesina 2
Canaleta Tipo C-01

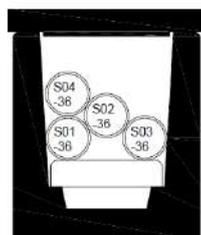
Figura 33: Disposición tubos en canalizaciones tipo C



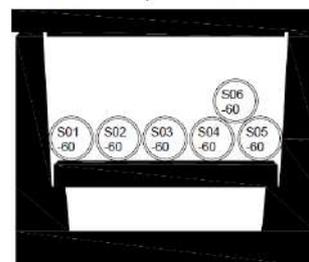
S.T - strings restauración
Canaleta Tipo B-01



S.T - strings marquesinas
Canaleta Tipo B-02.01



B02.01 - strings marquesina 1
Canaleta Tipo A-01



B02.01 - strings marquesina 2
Canaleta Tipo B-02.02

Figura 34: Disposición tubos en canalizaciones tipo A y B

A continuación, se representa la disposición de los distintos tipos de canalización, especificando el recorrido de cada una a lo largo de la infraestructura.

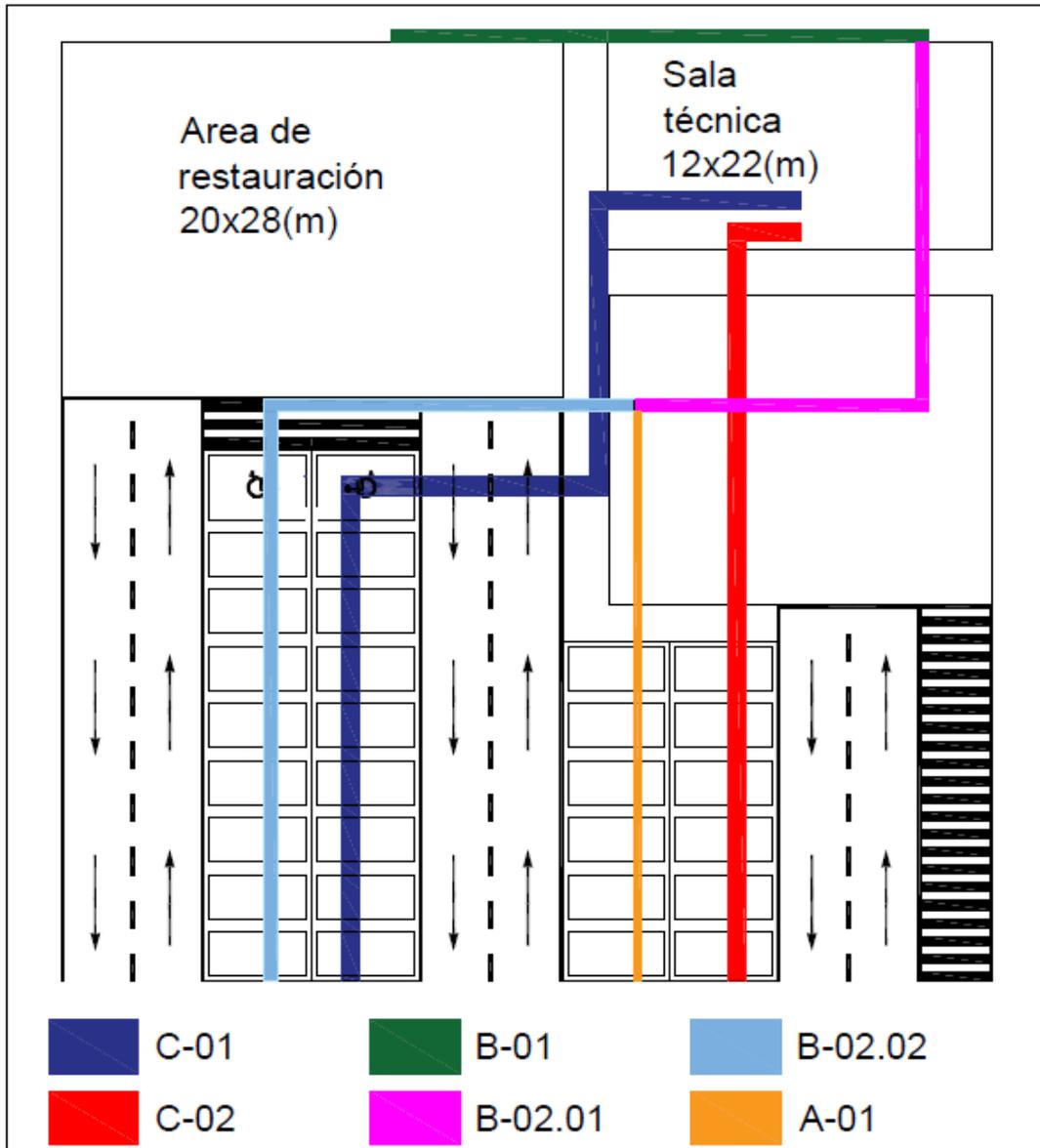


Figura 35: Recorrido de las canalizaciones

9.5 MARQUESINA

Se han seleccionado modelos de marquesinas fotovoltaicas prefabricadas para optimizar el aprovechamiento de la energía solar en el espacio disponible. Estas estructuras combinan la funcionalidad de una marquesina con la capacidad de generar energía renovable, ofreciendo una solución eficiente y sostenible para la protección de vehículos mientras que contribuyen a la producción de electricidad limpia.

Las marquesinas prefabricadas ofrecen ventajas significativas, como la rapidez en su instalación, la durabilidad de los materiales y la reducción de los costos asociados con la construcción personalizada.

El modelo seleccionado es el PR3 del fabricante Sunfer [45] con chapa para asegurar una correcta estanqueidad ante lluvia.

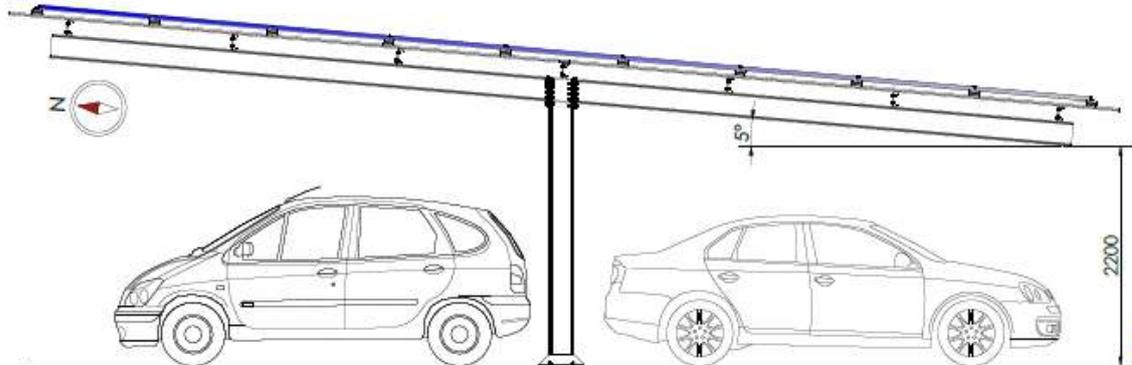


Figura 36: Marquesina fotovoltaica PR3 de Sunfer

nº plazas aparcamiento	Ocupación total	Hasta 1765x1060		Hasta 2000x1060		Hasta 2150x1060		Hasta 2279x1150		Hasta 2400x1350	
		Nº de módulos por columna	Nº de columnas								
4	6167	10	3	10	3	10	2	9	2	8	2
8	12338	10	6	10	6	10	5	9	5	8	5
12	17338	10	9	10	8	10	8	9	7	8	7
16	22338	10	12	10	11	10	10	9	9	8	9
20	27338	10	15	10	13	10	12	9	11	8	11
24	32338	10	18	10	16	10	14	9	14	8	13
28	37338	10	20	10	18	10	17	9	16	8	15
32	42338	10	23	10	20	10	19	9	18	8	17
36	47338	10	26	10	23	10	21	9	20	8	19
40	52338	10	29	10	25	10	24	9	22	8	21

Tabla 27: Número de módulos por tamaño de módulo y número de plazas de la marquesina fotovoltaica PR3 de Sunfer

Debido a las generosas dimensiones de los puntos de recarga, la marquesina no puede ser dimensionada únicamente en función del número de plazas estimadas por el fabricante, ya que este cálculo se basa en medidas estándar que no reflejan los tamaños considerados. Como consecuencia, para garantizar una cobertura adecuada y una correcta integración en el área de estacionamiento, es necesario considerar la longitud total a cubrir como criterio principal de dimensionamiento. Este enfoque permite asegurar que la marquesina cumpla con los requisitos funcionales y estéticos del proyecto, proporcionando una solución óptima y adaptada a las necesidades específicas del emplazamiento.

La marquesina 1 deberá cubrir 32.2 metros, por ello se selecciona el modelo de 32.338 metros.

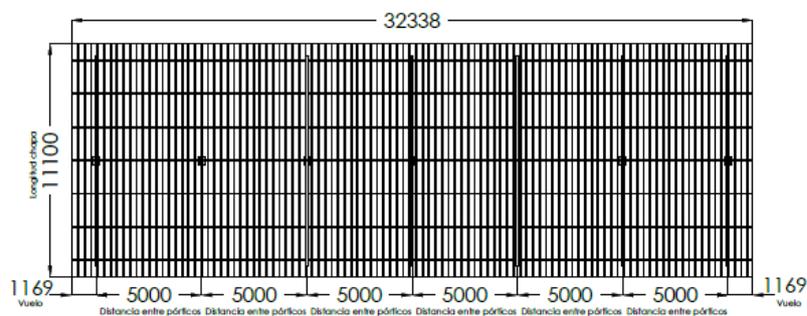


Figura 37: Disposición pórticos marquesina 1

La marquesina 2 deberá cubrir 19.15 metros, por ello se selecciona el modelo de 22.338 metros.

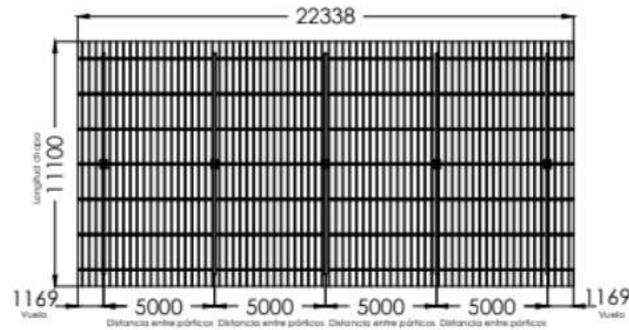


Figura 38: Disposición pórticos marquesina 2

La marquesina fotovoltaica se fijará al suelo mediante zapatas de hormigón armado de dimensiones adecuadas permitiendo soportar los esfuerzos presentes debidos a la suportación de los módulos fotovoltaicos, las sobrecargas de viento y nieve.

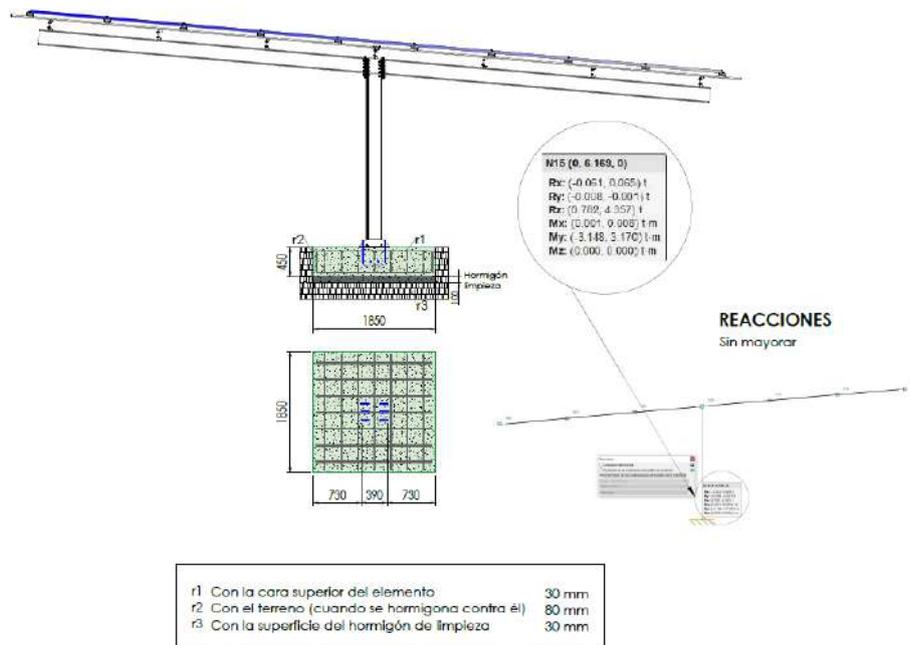


Figura 39: Plano zapata central marquesina fotovoltaica PR3 de Sunfer

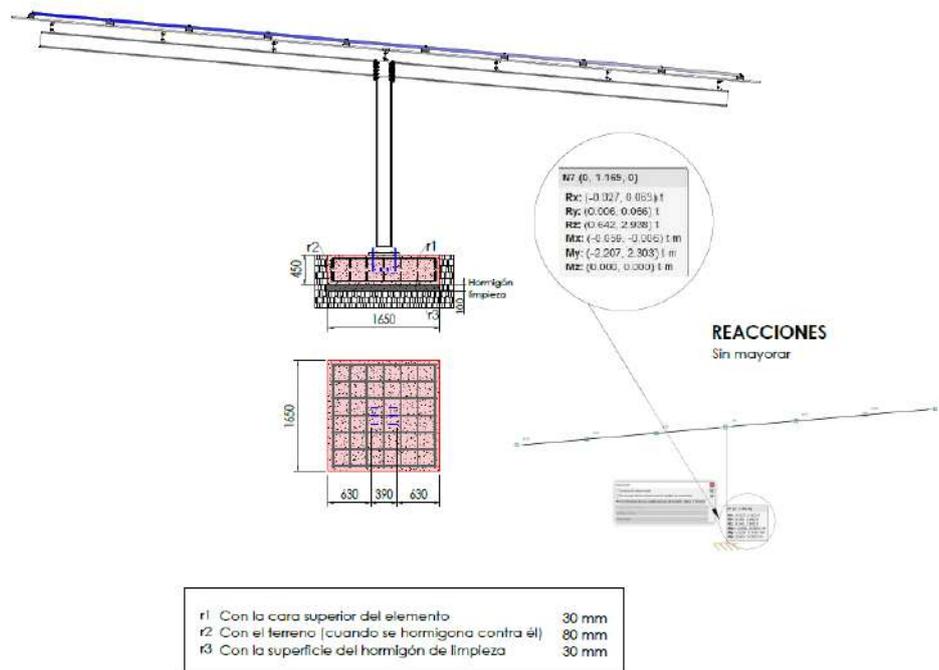


Figura 40: Plano zapata extrema marquesina fotovoltaica PR3 de Sunfer

El cálculo estructural de la marquesina fotovoltaica, así como de las cimentaciones de esta vendrá dado por el fabricante de esta.

La colocación del vuelo de las marquesinas será completamente simétrica, garantizando una distribución uniforme y equilibrada a lo largo de toda la estructura. Esta disposición asegura que la cobertura se reparta de manera equitativa, buscando optimizar la funcionalidad y la eficiencia del diseño, garantizando un acceso y protección adecuados para todos los usuarios.

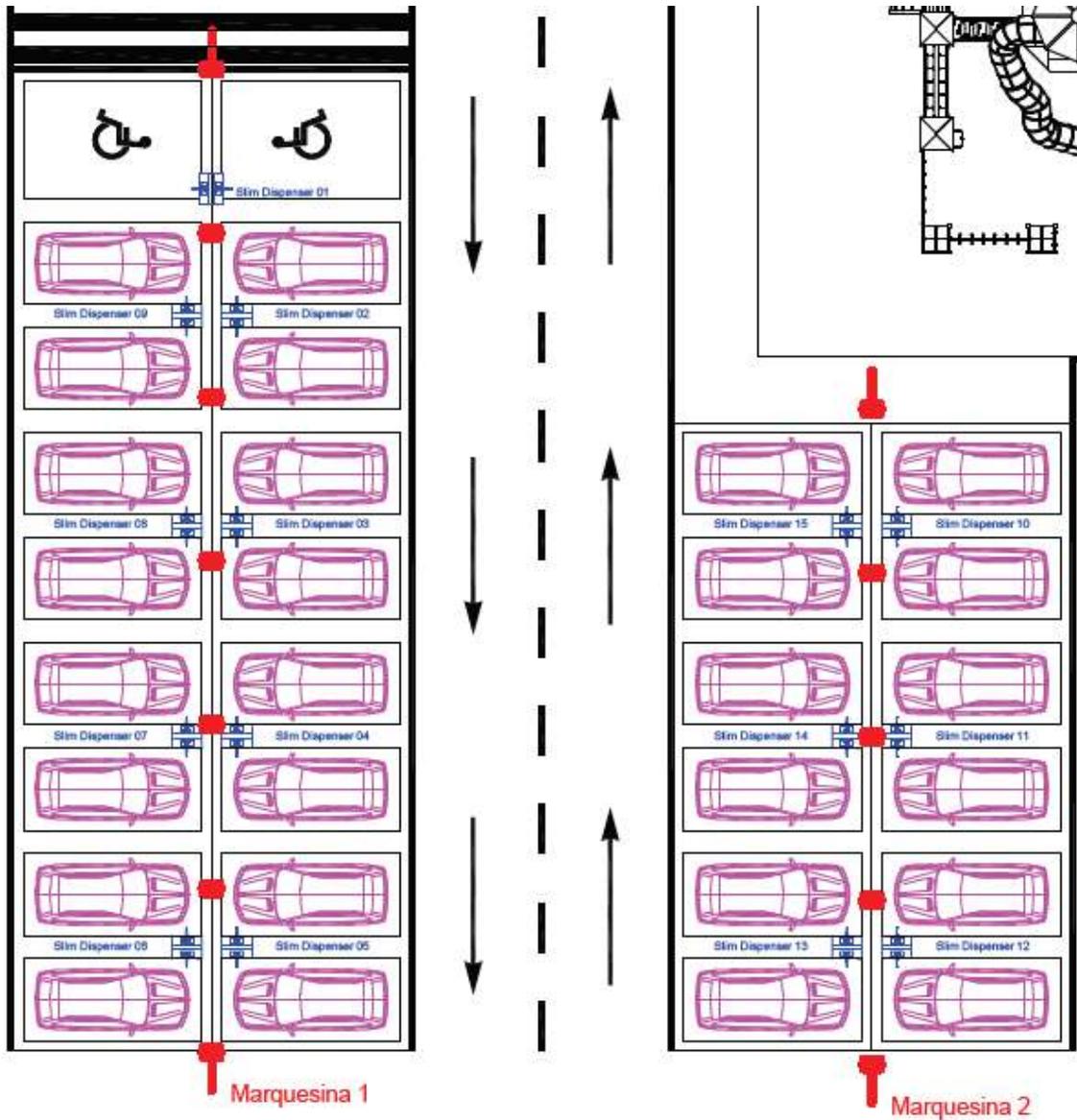


Figura 41: Posición pórticos marquesinas

RESUMEN	UDS	LONGITUD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
---------	-----	----------	----------	--------	---------

01.03 Tubos

01.03.01 Tubo corrugado curvable de 200 mm de diámetro

Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color ROJO, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.

NBi360 - Alimentación AC (Canal - NBi360)	16	2,00	32,00		
Slim Dispensers - Alimentación DC	15	80,00	1.200,00		
Slim Dispensers - Reserva	4	80,00	320,00		
Alimentación BESS 01	1	5,00	5,00		
Alimentación BESS 02	1	5,00	5,00		
Alimentación BESS 03	1	5,00	5,00		
			1599,00	7,13	11.400,87

01.03.02 Tubo corrugado curvable de 64 mm de diámetro

Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color ROJO, de 64 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.

Strings marquesina 1	6	105,00	630,00		
Strings marquesina 2	4	75,00	300,00		
Strings restauración	12	50,00	600,00		
			1.530,00	2,50	3.825,00

TOTAL 01.03.....15.225,87

01.04 Cimentaciones

01.04.01 Zapata de cimentación de hormigón en masa para armarios de potencia PowerElectronics NBi360

Zapata de cimentación de hormigón en masa, realizada con hormigón HM-20/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión, para instalación de armarios de potencia Power Electronics NBi360. Dimensiones: 1,90 x 1,30 x 1

Armarios de potencia NBi 360	8		19,76		
			19,76	100,26	1.981,14

01.04.02 Zapata de cimentación de hormigón en masa para PowerElectronics SlimDispensers

Zapata de cimentación de hormigón en masa, realizada con hormigón HM-20/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión, para instalación de armarios de potencia Power Electronics NBi360. Dimensiones: 0,8x 0,35 x 0,5

Dispenser de carga SlimDispensers	15		2,10		
			2,10	100,26	210,5

01.04.02 Zapata de cimentación de hormigón en masa para sistema BESS

Zapata de cimentación de hormigón en masa, realizada con hormigón HM-20/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión, para instalación de sistema BESS HUAWEI LUNA 2000 200kWh. Dimensiones: 2,90 x 2,30 x 1

Sistemas BESS	3		20,01		
			20,01	100,26	2.006,21

TOTAL 01.04.....4.197,89

RESUMEN	UDS	LONGITUD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
---------	-----	----------	----------	--------	---------

01.05 Casetas prefabricadas

01.05.01 Caseta prefabricada

Suministro e instalación de Caseta Prefabricada de Hormigón, modelo PHA T-10, del fabricante PREHORMISA, o similar. Dimensiones exteriores: 2,35 x 2,36 x 4,36 m. Dimensiones interiores útiles: 2,25 x 1,98 x 3,98 m (Ancho x Alto x Largo). Peso: 8.245 KG. Totalmente instalada.

Sala técnica	1		<u>1</u>		
			1	4.932,52	4.932,52

TOTAL 01.05.....4.932,52

01.06 Marquesinas

01.06.01 Cimentaciones pórticos intermedios

Zapata de cimentación de hormigón en masa, realizada con hormigón HM-20/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión, para instalación de armarios de potencia Power Electronics NBi360. Dimensiones: 1,65x 1,65 x 0,45

Zapatas externas	4		<u>4,90</u>		
			4,90	100,26	491,27

01.06.02 Cimentaciones pórticos extremos

Zapata de cimentación de hormigón en masa, realizada con hormigón HM-20/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión, para instalación de armarios de potencia Power Electronics NBi360. Dimensiones: 1,85x 1,85 x 0,45

Zapatas intermedias	8		<u>12,33</u>		
			12,33	100,26	1.235,31

01.06.03 Marquesina Sunfer PR3 de 22,338m

Suministro e instalación de una marquesina modelo Sunfer PR3, con una dimensión total de 22,338 metros de ancho. Esta estructura está diseñada para ofrecer una solución resistente y duradera, proporcionando cobertura y protección en espacios exteriores

Marquesina Sunfer PR3 de 22,338m	1		<u>1,00</u>		
			1,00	19.121,24	19.121,24

01.06.04 Marquesina Sunfer PR3 de 32,338m

Suministro e instalación de una marquesina modelo Sunfer PR3, con una dimensión total de 32,338 metros de ancho. Esta estructura está diseñada para ofrecer una solución resistente y duradera, proporcionando cobertura y protección en espacios exteriores

Marquesina Sunfer PR3 de 32,338m	1		<u>1,00</u>		
			1,00	28.221,24	28.221,24

TOTAL 01.06.....49.069,06

RESUMEN	UDS	LONGITUD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
---------	-----	----------	----------	--------	---------

01.07 Losa

01.07.01 Losa de 20 cm de hormigón armado HA-30

Losa de hormigón en masa, realizada con hormigón HA-30/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión, dimensiones 58.000 x 64.580 x 200 mm

1			3.745,74		
			3.745,75	100,00	374.457,50

01.06.02 Recubrimiento de 7cm de asfalto en caliente AC16

Recubrimiento de 7cm de asfalto en caliente fabricado en central y vertido desde camión, dimensiones 58.000 x 64.580 x 70 mm. Incluye la instalación del recubrimiento y de la señalización vial sobre suelo.

1			3.745,74		
			3.745,75	40,00	149.828,60

TOTAL 01.06.....524.389,60

Total 01.....748.974,34

RESUMEN **UDS** **LONGITUD** **CANTIDAD** **PRECIO** **IMPORTE**

05. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

05.01 Conductores

05.01.01 Cable unipolar RZ1-K (AS), tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, 150 mm² Cu V/A

Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase5 (-K) de 150 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado.

NBI360 01 - Slim Dispenser 01 (CCS01) +	2	84,00	168,00
NBI360 01 - Slim Dispenser 01 (CCS02) +	2	84,00	168,00
NBI360 01 - Slim Dispenser 02 (CCS01) +	2	77,00	154,00
NBI360 01 - Slim Dispenser 02 (CCS02) +	2	77,00	154,00
NBI360 02 - Slim Dispenser 03 (CCS01) +	2	75,00	150,00
NBI360 02 - Slim Dispenser 03 (CCS02) +	2	75,00	150,00
NBI360 02 - Slim Dispenser 04 (CCS01) +	2	68,00	134,00
NBI360 02 - Slim Dispenser 04 (CCS02) +	2	68,00	134,00
NBI360 03 - Slim Dispenser 05 (CCS01) +	2	60,00	120,00
NBI360 03 - Slim Dispenser 05 (CCS02) +	2	60,00	120,00
NBI360 03 - Slim Dispenser 06 (CCS01) +	2	51,00	102,00
NBI360 03 - Slim Dispenser 06 (CCS02) +	2	51,00	102,00
NBI360 04 - Slim Dispenser 07 (CCS01) +	2	50,00	100,00
NBI360 04 - Slim Dispenser 07 (CCS02) +	2	50,00	100,00
NBI360 04 - Slim Dispenser 08 (CCS01) +	2	42,00	84,00
NBI360 04 - Slim Dispenser 08 (CCS02) +	2	42,00	84,00
NBI360 05 - Slim Dispenser 09 (CCS01) +	2	34,00	68,00
NBI360 05 - Slim Dispenser 09 (CCS02) +	2	34,00	68,00
NBI360 05 - Slim Dispenser 10 (CCS01) +	2	26,00	52,00
NBI360 05 - Slim Dispenser 10 (CCS02) +	2	26,00	52,00
NBI360 06 - Slim Dispenser 11 (CCS01) +	2	81,00	162,00
NBI360 06 - Slim Dispenser 11 (CCS02) +	2	81,00	162,00
NBI360 06 - Slim Dispenser 12 (CCS01) +	2	74,00	148,00
NBI360 06 - Slim Dispenser 12 (CCS02) +	2	74,00	148,00
NBI360 07 - Slim Dispenser 13 (CCS01) +	2	72,00	144,00
NBI360 07 - Slim Dispenser 13 (CCS02) +	2	72,00	144,00
NBI360 07 - Slim Dispenser 14 (CCS01) +	2	65,00	130,00
NBI360 07 - Slim Dispenser 14 (CCS02) +	2	65,00	130,00
NBI360 08 - Slim Dispenser 15 (CCS01) +	2	63,00	126,00
NBI360 08 - Slim Dispenser 15 (CCS02) +	2	63,00	126,00
NBI360 01 - Slim Dispenser 01 (CCS01) -	2	84,00	168,00
NBI360 01 - Slim Dispenser 01 (CCS02) -	2	84,00	168,00
NBI360 01 - Slim Dispenser 02 (CCS01) -	2	77,00	154,00
NBI360 01 - Slim Dispenser 02 (CCS02) -	2	77,00	154,00
NBI360 02 - Slim Dispenser 03 (CCS01) -	2	75,00	150,00
NBI360 02 - Slim Dispenser 03 (CCS02) -	2	75,00	150,00
NBI360 02 - Slim Dispenser 04 (CCS01) -	2	68,00	134,00
NBI360 02 - Slim Dispenser 04 (CCS02) -	2	68,00	134,00
NBI360 03 - Slim Dispenser 05 (CCS01) -	2	60,00	120,00
NBI360 03 - Slim Dispenser 05 (CCS02) -	2	60,00	120,00
NBI360 03 - Slim Dispenser 06 (CCS01) -	2	51,00	102,00

RESUMEN	UDS	LONGITUD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
NBI360 03 - Slim Dispenser 06 (CCS02) -	2	51,00	102,00		
NBI360 04 - Slim Dispenser 07 (CCS01) -	2	50,00	100,00		
NBI360 04 - Slim Dispenser 07 (CCS02) -	2	50,00	100,00		
NBI360 04 - Slim Dispenser 08 (CCS01) -	2	42,00	84,00		
NBI360 04 - Slim Dispenser 08 (CCS02) -	2	42,00	84,00		
NBI360 05 - Slim Dispenser 09 (CCS01) -	2	34,00	68,00		
NBI360 05 - Slim Dispenser 09 (CCS02) -	2	34,00	68,00		
NBI360 05 - Slim Dispenser 10 (CCS01) -	2	26,00	52,00		
NBI360 05 - Slim Dispenser 10 (CCS02) -	2	26,00	52,00		
NBI360 06 - Slim Dispenser 11 (CCS01) -	2	81,00	162,00		
NBI360 06 - Slim Dispenser 11 (CCS02) -	2	81,00	162,00		
NBI360 06 - Slim Dispenser 12 (CCS01) -	2	74,00	148,00		
NBI360 06 - Slim Dispenser 12 (CCS02) -	2	74,00	148,00		
NBI360 07 - Slim Dispenser 13 (CCS01) -	2	72,00	144,00		
NBI360 07 - Slim Dispenser 13 (CCS02) -	2	72,00	144,00		
NBI360 07 - Slim Dispenser 14 (CCS01) -	2	65,00	130,00		
NBI360 07 - Slim Dispenser 14 (CCS02) -	2	65,00	130,00		
NBI360 08 - Slim Dispenser 15 (CCS01) -	2	63,00	126,00		
NBI360 08 - Slim Dispenser 15 (CCS02) -	2	63,00	126,00		
			<u>3688</u>	<u>36,28</u>	<u>133.800,64</u>

05.01.02 Cable unipolar RZ1-K (AS), tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, 150 mm² Cu V/A

Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase5 (-K) de 150 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado.

CGBT – BESS01 (2x3F+N)	7	20,00	140,00		
CGBT – BESS02 (2x3F+N)	7	20,00	140,00		
CGBT – BESS03 (2x3F+N)	7	20,00	140,00		
			<u>420,00</u>	<u>36,28</u>	<u>15.237,60</u>

05.01.03 Cable unipolar RZ1-K (AS), tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, 150 mm² Cu V/A

Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase5 (-K) de 150 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado.

CGBT 01 - NBI360 01 (2xNeutro)	2	29,60	59,20		
CGBT 01 - NBI360 02 (2xNeutro)	2	29,60	59,20		
CGBT 01 - NBI360 03 (2xNeutro)	2	29,60	59,20		
CGBT 01 - NBI360 04 (2xNeutro)	2	29,60	59,20		
CGBT 01 - NBI360 05 (2xNeutro)	2	29,60	59,20		
CGBT 01 - NBI360 06 (2xNeutro)	2	29,60	59,20		
CGBT 01 - NBI360 07 (2xNeutro)	2	29,60	59,20		
CGBT 01 - NBI360 08 (2xNeutro)	2	29,60	59,20		
			<u>473,60</u>	<u>36,28</u>	<u>17.182,21</u>

RESUMEN	UDS	LONGITUD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
---------	-----	----------	----------	--------	---------

05.01.04 Cable unipolar RZ1-K (AS), tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, 240 mm² Cu V/A

Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 240 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado.

CGBT - NBI360 01 (2x3F)	6	29,60		177,60	
CGBT - NBI360 02 (2x3F)	6	29,60		177,60	
CGBT - NBI360 03 (2x3F)	6	29,60		177,60	
CGBT - NBI360 04 (2x3F)	6	29,60		177,60	
CGBT - NBI360 05 (2x3F)	6	29,60		177,60	
CGBT - NBI360 06 (2x3F)	6	29,60		177,60	
CGBT - NBI360 07 (2x3F)	6	29,60		177,60	
CGBT - NBI360 08 (2x3F)	6	29,60		177,60	
				<u>1.420,80</u>	
				54,13	76.907,91

05.01.05 Cable unipolar H1Z2Z2-K 1,5/1,5 kVdc 1x6 mm² Color Negro

Cable eléctrico unipolar resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 0,6/1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x6 mm² de sección, aislamiento de elastómero reticulado, de tipo EI6, cubierta de elastómero reticulado, de tipo EM5, aislamiento clase II, de color NEGRO, y con las siguientes características: no propagación de la llama, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los agentes químicos, resistencia a las grasas y aceites, resistencia a los golpes y resistencia a la abrasión.

String 100-01 (+/-)	2	101		202	
String 100-02 (+/-)	2	101		202	
String 100-03 (+/-)	2	101		202	
String 100-04 (+/-)	2	101		202	
String 100-05 (+/-)	2	101		202	
String 100-06 (+/-)	2	101		202	
String 100-07 (+/-)	2	101		202	
String 100-08 (+/-)	2	101		202	
String 100-09 (+/-)	2	101		202	
String 100-10 (+/-)	2	101		202	
String 100-11 (+/-)	2	101		202	
String 100-12 (+/-)	2	101		202	
String 60-01 (+/-)	2	90		180	
String 60-02 (+/-)	2	90		180	
String 60-03 (+/-)	2	90		180	
String 60-04 (+/-)	2	90		180	
String 60-05 (+/-)	2	90		180	
String 60-06 (+/-)	2	90		180	
String 36-01 (+/-)	2	80		160	
String 36-02 (+/-)	2	80		160	
String 36-03 (+/-)	2	80		160	
String 36-04 (+/-)	2	80		160	
				<u>4.144,00</u>	
				3,66	15.167,04

05.01.06 Cable unipolar RZ1-K (AS), tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, 25 mm² Cu

CEER-SUN2000-36	4	5		20	
CEER-SUN2000-60	7	5		35	
CEER-SUN2000-100	11	5		55	
				<u>110</u>	
				7,38	811,80

TOTAL 05.01.....259.106,40

RESUMEN	UDS	LONGITUD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
---------	-----	----------	----------	--------	---------

05.03.06 Interruptor Automático Caja Moldeada 4P 630A 50kA

Interruptor magnetotérmico en caja moldeada, tetrapolar (4P), intensidad nominal 630 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste de la intensidad de disparo por sobrecarga entre 0,4 y 1 x In, ajuste de la intensidad de disparo de corto retardo entre 1,5 y 10 x Ir, modelo Compact NSX630H Referencia C63N42D630 del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC. Según UNE-EN 60947-2.

NBI360 01	1		1,00		
NBI360 02	1		1,00		
NBI360 03	1		1,00		
NBI360 04	1		1,00		
NBI360 05	1		1,00		
NBI360 06	1		1,00		
NBI360 07	1		1,00		
NBI360 08	1		1,00		
NBI360 - reserva	2		2,00		
			10,00	2.850,00	28.500,00

05.03.07 Interruptor Automático Caja Moldeada 4P 200A 50kA

Interruptor magnetotérmico en caja moldeada, tetrapolar (4P), intensidad nominal 200 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste de la intensidad de disparo por sobrecarga entre 0,4 y 1 x In, ajuste de la intensidad de disparo de corto retardo entre 1,5 y 10 x Ir, modelo ComPacT NSX C25F del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC. Según UNE-EN 60947-2.

BESS 01	1		1,00		
BESS 02	1		1,00		
BESS 03	1		1,00		
BESS - reserva	1		1,00		
			4,00	873,86	4.495,44

05.03.08 Interruptor Automático Caja Moldeada 4P 250A 36kA

Interruptor magnetotérmico en caja moldeada, tetrapolar (4P), intensidad nominal 250 A, poder de corte 36 kA a 400 V, ajuste de la intensidad de disparo por sobrecarga entre 0,4 y 1 x In, ajuste de la intensidad de disparo de corto retardo entre 1,5 y 10 x Ir, modelo Compact NSX250N C25F4TM250 del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC. Según UNE-EN 60947-2.

CGBT-CEER	1		1,00		
			1,00	513,58	513,58

05.03.09 Relé diferencial electrónico Clase A ajustable 0,03-30 A (Rearme automático)

Relé diferencial electrónico ajustable, clase A, ajuste de sensibilidad a la fuga a tierra 0,03 - 30 A. Modelo Vigirex RH197M 230 Vca del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC. Retardo del tiempo de fuga a tierra: Instantáneo para 0,03 A y 9 regulaciones 0 - 4,5 segundos para 0,03 - 30 A. Con posibilidad de reseteo manual o automático y posibilidad de realizar el test a distancia, con aviso de desconexión o rearme automático. Grado de protección IP20 en carcasa y botonera e IP40 en el frontal, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Incluido transformador toroidal asociado al relé. Incluida base portafusible + fusibles o magnetotérmico asociado para protección de la alimentación auxiliar del propio relé

NBI360 01	1		1,00		
NBI360 02	1		1,00		
NBI360 03	1		1,00		
NBI360 04	1		1,00		
NBI360 05	1		1,00		
NBI360 06	1		1,00		
NBI360 07	1		1,00		
NBI360 08	1		1,00		
BESS 01	1		1,00		
BESS 02	1		1,00		
BESS 03	1		1,00		
CGBT-CEER	1		1,00		
BESS y NBI360 - reserva	3		1,00		
			15,00	412,34	6.185,10

RESUMEN	UDS	LONGITUD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
---------	-----	----------	----------	--------	---------

05.03.10 Resistencia calefactora con ventilación + Termostato

Resistencia calefactora compacta con ventilación para evitar la condensación en el interior de armarios eléctricos, modelo HGL 046 250 W del fabricante Stegotronic, o similar. Resistencia tipo mica, perfil de aluminio anodizado, ventilador axial con potencia de aire / caudal libre 45 m³/h.

1			1,00		
			1,00	65,18	65,18

05.03.11 Toma de corriente 2P+T 16A

Toma de corriente 2P+T, intensidad nominal de 16 A, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras.

2			2,00		
			2,00	27,87	55,74

05.03.12 Interruptor Automático Magnetotérmico Modular 2P 16A 10kA Curva C

Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 10 kA, curva C, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado.

Circuito resistencia calefactora	1		1,00		
Circuito tomas de corriente CGBT	1		1,00		
			2,00	64,78	129,56

05.03.13 Interruptor Diferencial 2P 25A 30mA Clase AC

Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, clase AC, poder de corte 6kA, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado.

Circuito tomas de corriente CGBT	1		1,00		
			1,00	134,00	134,00

05.03.14 Instalación CBGT en obra

1			1,00		
			1,00	1.100,00	1.100,00

TOTAL 05.03.....62.176,11

05.04 CEER

05.04.01 Envoltorio metálica Prisma SET G 1580x585x259 mm

Envoltorio modular de 6 filas y 24 módulos para instalación en superficie y puerta transparente. Envoltorio de metal y plástico compuesto por 6 filas de 24 módulos de 18mm. Protección con puerta cerrada IP40. Incluye bloque de terminales de tierra que proporciona 48 salidas (6x25mm²+42x4mm²)

1			1,00		
			1,00	897,11	897,11

05.04.02 Interruptor Automático Caja Moldeada 4P 250A 36kA

Interruptor magnetotérmico en caja moldeada, tetrapolar (4P), intensidad nominal 250A, poder de corte 36 kA a 400 V, ajuste de la intensidad de disparo por sobrecarga entre 0,4 y 1 x In, ajuste de la intensidad de disparo de corto retardo entre 1,5 y 10 x Ir, modelo Compact NSX630H del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC. Según UNE-EN 60947-2.

Interruptor general	1		1,00		
			1,00	300,00	300,00

05.04.03 Interruptor Automático Caja Moldeada 4P 140A 25kA

Interruptor magnetotérmico en caja moldeada, tetrapolar (4P), intensidad nominal 140A, poder de corte 25 kA a 400 V, ajuste de la intensidad de disparo por sobrecarga entre 0,4 y 1 x In, ajuste de la intensidad de disparo de corto retardo entre 1,5 y 10 x Ir, modelo Compact NSX630H del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC. Según UNE-EN 60947-2.

Circuito inversor 100kW	1		1,00		
			1,00	478,54	478,54

RESUMEN	UDS	LONGITUD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
05.04.04 Interruptor Automático Caja Moldeada 4P 100A 25kA					
Interruptor magnetotérmico en caja moldeada, tetrapolar (4P), intensidad nominal 100A, poder de corte 25 kA a 400 V, ajuste de la intensidad de disparo por sobrecarga entre 0,4 y 1 x In, ajuste de la intensidad de disparo de corto retardo entre 1,5 y 10 x Ir, modelo Compact NSX630H del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC. Según UNE-EN 60947-2.					
Circuito inversor 60kW	1		<u>1,00</u>		
			1,00	376,54	376,54
05.04.05 Interruptor Automático Caja Moldeada 4P 60A 25kA					
Interruptor magnetotérmico en caja moldeada, tetrapolar (4P), intensidad nominal 100A, poder de corte 25 kA a 400 V, ajuste de la intensidad de disparo por sobrecarga entre 0,4 y 1 x In, ajuste de la intensidad de disparo de corto retardo entre 1,5 y 10 x Ir, modelo Compact NSX630H del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC. Según UNE-EN 60947-2.					
Circuito inversor 36kW	1		<u>1,00</u>		
			1,00	323,54	323,54
05.04.06 Relé diferencial electrónico Clase A ajustable 0,03-30 A (Rearme automático)					
Circuito inversor 100kW	1		<u>1,00</u>		
Circuito inversor 36kW	1		<u>1,00</u>		
Circuito inversor 60kW	1		<u>1,00</u>		
			3,00	412,36	1.237,08
05.04.07 Instalación CEER en obra					
	1		<u>1,00</u>		
			1,00	350,00	350,00
TOTAL 05.04.....					3.962,81
Total 05.....					326.259,65

RESUMEN	UDS	LONGITUD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
---------	-----	----------	----------	--------	---------

06. GESTIÓN DE RESIDUOS

06.01 Transporte de tierras con contenedor

50			<u>50,00</u>		
			50,00	60,00	3.000,00

06.02 Canon de vertido por entrega de contenedor con tierras

50			<u>50,00</u>		
			50,00	30,67	1.533,50

06.03 Transporte de mezcla sin clasificar de residuos inertes

Transporte de mezcla sin clasificar de residuos inertes producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 7 m³, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Incluso servicio de entrega, alquiler y recogida en obra del contenedor.

2			<u>2,00</u>		
			2,00	70,42	140,84

06.04 Canon de vertido de residuos inertes

2			<u>2,00</u>		
			2,00	30,67	61,28

06.05 Clasificación a pie de obra de los residuos

Clasificación a pie de obra de los residuos de construcción o demolición, separándolos en las siguientes fracciones: hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos; dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales, para su carga en el camión o contenedor correspondiente.

1			<u>1,00</u>		
			1,00	400,00	400,00

Total 06..... 5.135,62

RESUMEN	UDS	LONGITUD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
---------	-----	----------	----------	--------	---------

07. SEGURIDAD Y SALUD

07.01.02 Señal triangular Incluido Soporte

Señal de seguridad triangular de L=70 cm., normalizada, con trípode tubular, amortizable en cinco usos. s/R.D. 485/97

4	4,00			
	4,00	21,42	85,68	

07.01.03 Cono Balizamiento Reflectante D=50

Cono Balizamiento Reflectante D=50., flexible. s/R.D. 1428/03

8	8,00			
	8,00	7,84	62,72	

07.01.04 Placa señalización de riesgo

Placa señalización-información en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos. s/ R.D. 485/97.

5	5,00			
	5,00	5,61	28,05	

07.01.05 Baliza luminosa intermitente

Baliza luminosa intermitente, fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos. s/ R.D. 485/97.

2	2,00			
	2,00	8,54	17,08	

07.01.06 Cartel PVC 220x300 mm Obligación/Prohibición/Advertencia

Cartel serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm de espesor nominal. Tamaño 220x300 mm. Válidas para señales de obligación, prohibición y advertencia, incluido colocación, s/R.D. 485/97.

6	6,00			
	6,00	5,34	32,04	

TOTAL 07.01.....264,17

07.02 Protecciones individuales

07.02.01 Casco de seguridad dieléctrico

Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D.773/97.

10	10,00			
	10,00	13,35	133,50	

07.02.02 Gafas contra impactos

Gafas protectoras contra impactos, incoloras, homologadas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.

10	10,00			
	10,00	2,24	22,40	

07.02.03 Juego taponos antiruido silic.

Juego de taponos antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/R.D. 773/97.

10	10,00			
	10,00	1,14	11,40	

07.02.04 Mono de trabajo

Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.

10	10,00			
	10,00	15,82	158,20	

RESUMEN	UDS	LONGITUD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
07.02.05 Traje impermeable					
Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.					
	10		<u>10,00</u>		
			10,00	6,81	68,10
07.02.06 Par de guantes de uso general					
Par de guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE; s/R.D. 773/97.					
	10		<u>10,00</u>		
			10,00	2,69	26,90
07.02.07 Par de guantes aislante de 5.000V					
Par de guantes aislantes para protección de contacto eléctrico en tensión hasta 5.000 V., (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.					
	10		<u>10,00</u>		
			10,00	35,64	356,40
07.02.08 Par de botas de agua					
Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.					
	10		<u>10,00</u>		
			10,00	7,35	73,50
07.02.09 Par de botas aislante de 5.000V					
Par de botas aislantes para electricista hasta 5.000 V. de tensión, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.					
	10		<u>10,00</u>		
			10,00	45,75	457,50
07.02.10 Arnés de seguridad con amarre dorsal, torsal y lateral					
Arnés de seguridad con amarre dorsal, torsal y lateral fabricado con cincha de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, homologado CE. Amortizable en 5 usos; s/ R.D. 773/97.					
	10		<u>10,00</u>		
			10,00	27,70	277,00
TOTAL 07.02.....					1.558,00
07.03 Protecciones colectivas					
07.03.01 Extintor polvo abc 6 kg. pr.inc.					
Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/R.D. 486/97.					
	4		<u>4,00</u>		
			4,00	53,30	213,20
TOTAL 07.03.....					213,20
07.04 Medicina preventiva y primeros auxilios					
07.04.01 Botiquín de urgencias					
	1		<u>1,00</u>		
			1,00	203,48	203,48
TOTAL 07.04.....					203,48
07.05 Medicina preventiva y primeros auxilios					
07.05.01 Costo mensual formación seguridad y salud					
Costo mensual de formación de seguridad y salud en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.					
	10		<u>10,00</u>		
			10,00	56,30	563,00

<u>RESUMEN</u>	<u>UDS</u>	<u>LONGITUD</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
----------------	------------	-----------------	-----------------	---------------	----------------

07.05.02 Vigilancia de la salud

Vigilancia de la salud obligatoria anual por trabajador sin incluir el reconocimiento médico que realizará la mutua con cargo a cuota de la Seguridad Social.

10			<u>10,00</u>		
			10,00	54,83	548,30

TOTAL 07.05.....1.111,30

Total 07..... 3.350,15

RESUMEN	UDS	LONGITUD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
08. Control de calidad y ensayos					
08.01 Instalación eléctrica					
08.01.01 Prueba de funcionamiento de automatismos en cuadros eléctricos					
Prueba de funcionamiento de automatismos de Cuadros Eléctricos.					
	1		1,00		
			1,00	70,00	70,00
08.01.02 Prueba de continuidad del circuito de puesta a tierra					
Prueba de comprobación de la continuidad del circuito de puesta a tierra en instalaciones eléctricas.					
	1		1,00		
			1,00	70,00	70,00
08.01.03 Medición de resistencia de la instalación de puesta a tierra					
Prueba de medición de la resistencia en el circuito de puesta a tierra de instalaciones eléctricas.					
	1		1,00		
			1,00	70,00	70,00
08.01.04 Medición del aislamiento de los conductores de la instalación eléctrica					
Prueba de medición del aislamiento de los conductores de instalaciones eléctricas.					
	1		1,00		
			1,00	35,00	35,00
08.01.05 Ensayo completo sobre conductos cerrados y huecos para instalaciones eléctricas					
Ensayo completo sobre conductos cerrados y huecos para instalaciones eléctricas mediante la determinación de las dimensiones, de la aptitud al curvado, de la resistencia al aplastamiento y de la resistencia al choque, según UNE 20334; incluso emisión del acta de resultados.					
	1		1,00		
			1,00	350,00	350,00
TOTAL 08.01					595,00
Total 08					595,00

RESUMEN	UDS	LONGITUD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
---------	-----	----------	----------	--------	---------

09. INGENIERÍA Y LEGALIZACIONES

09.01 Redacción del proyecto técnico

1			1,00		
			1,00	3.000,00	3.000,00

09.02 Visado del proyecto técnico

1			1,00		
			1,00	350,00	350,00

09.03 Dirección/Supervisión de obra

Incluye el Certificado de Dirección de Obra.

10			10,00		
			10,00	500,00	5.000,00

09.04 Visado del certificado fin de obra

Incluye el Certificado de Dirección de Obra.

10			1,00		
			1,00	350,00	350,00

09.05 Inspección

Inspección inicial de Baja Tensión y Media Tensión emitida por Organismo de Control Autorizado (OCA).

10			1,00		
			1,00	500,00	500,00

09.06 Tramitación y control administrativo Dirección General de Industria

Tramitación y control administrativo para legalización de la instalación ante el Organismo Competente en Materia de Industria y Energía.

10			1,00		
			1,00	412,00	412,00

Total 09..... 9.612,00

10. Centro de transformación

Total 10..... 300.000,00

11. Edificio zona de restauración

Total 11.....4.250.000,00

12. Edificio sala técnica

Total 12..... 300.000,00

13. Parque infantil

Total 13..... 120.000,00

Total 7.083.182,96

Capítulo 11. ANÁLISIS DE VIABILIDAD

El presente estudio busca evaluar la viabilidad, oportunidades y minimización de riesgos en la implementación de la estación de carga. Para ello, se han considerado los siguientes aspectos clave: estimación de la demanda, capacidad operativa de la infraestructura, costes energéticos y análisis financiero del proyecto.

Las estimaciones y cálculos se han realizado bajo el escenario más desfavorable posible, asumiendo que la instalación de autoconsumo tiene una producción nula. Esto garantiza que la viabilidad del proyecto no dependa de la generación propia de energía, asegurando que la infraestructura pueda operar plenamente incluso en ausencia de aportes energéticos renovables.

El presente estudio considera un caso base a partir del cual se analizan diferentes escenarios variando tanto el porcentaje de variación interanual de la energía como la tasa de crecimiento de los vehículos eléctricos. Este enfoque permite evaluar el impacto de estos factores en la viabilidad del proyecto y su sostenibilidad a largo plazo.

Para estimar la cantidad de vehículos eléctricos que utilizarán la infraestructura, se ha considerado un tráfico diario de 21000 vehículos, lo que representa el flujo total de vehículos que transitan por la zona de influencia del proyecto, tomado de los datos de la estación de la DGT situada en el punto kilométrico 122 de la A6 [11]. En el año inicial, se asume que el 5% de estos vehículos son eléctricos, lo que equivale a aproximadamente 1,050 EVs. Se prevé que la adopción de vehículos eléctricos crecerá a una tasa interanual del 10%, reflejando la tendencia de electrificación del parque vehicular conforme avanza la transición energética y se implementan políticas de movilidad sostenible. Asimismo, se estima que el 20% de los vehículos eléctricos que transitan diariamente harán uso de la estación de carga, lo que en el año inicial representa una demanda potencial de 210 cargas diarias, cifra que se incrementará conforme crezca el número de EVs en circulación.

La capacidad de carga de la estación ha sido determinada en función de diversos parámetros. Se ha definido una potencia contratada de 2,880 kW, lo que condiciona la cantidad de cargadores y la potencia total disponible. Se ha supuesto que cada punto de carga opera a una potencia de 100 kW y está disponible durante 12 horas al día. Bajo estas condiciones, cada punto de carga puede suministrar un máximo de 1,200 kWh diarios. Se ha estimado que cada punto de carga puede atender hasta 25 vehículos al día, considerando sesiones de carga promedio y disponibilidad del sistema, por lo que la capacidad total de la estación se ha fijado en 750 vehículos diarios, lo que implica la instalación de 30 puntos de carga en la infraestructura.

El consumo de energía por vehículo se ha estimado con base en una capacidad típica de batería de 80 kWh. Se ha establecido que la cantidad de energía requerida en cada carga varía entre el 20% y el 80% de la capacidad de la batería, lo que permite definir una carga media de 48 kWh por sesión. Esta estimación es clave para calcular la demanda energética diaria y evaluar la suficiencia de la infraestructura en distintos escenarios de utilización.

Para evaluar el coste operativo de la estación de carga, se ha adoptado la tarifa eléctrica 6.1TD, en la cual se establecen un término de potencia de 0.01797 €/kW*día y un término de energía de 0.1480 €/kWh. Se ha fijado un precio de carga de 0.5 €/kWh para los usuarios, con posibilidad de ajustes conforme evolucionen los costos de la energía. Se ha considerado que el costo de la energía tendrá una variación interanual del 3.0%, reflejando tendencias inflacionarias y cambios en la estructura tarifaria, mientras que el precio de carga para los usuarios aumentará un 3.5% anual, asegurando la rentabilidad y sostenibilidad del modelo de negocio. El crecimiento del precio de carga se encuentra un 0.5% por encima de la variación interanual del precio de la electricidad, lo que refleja un ajuste progresivo en la tarifa para mantener la rentabilidad del proyecto.

En términos de evaluación financiera, se ha establecido que la inversión inicial en infraestructura será de 7000000 €, considerando la instalación de los cargadores, la adecuación del espacio y los costos asociados a la conexión eléctrica. Para la valoración de la rentabilidad y la recuperación de la inversión, se ha fijado una tasa de descuento del 5%,

lo que permitirá analizar la viabilidad del proyecto en función de la demanda esperada y los ingresos generadas por el servicio de carga.

Las hipótesis establecidas buscan proporcionar un marco de referencia sólido para la planificación y análisis de la estación de carga de vehículos eléctricos. La combinación de una demanda en crecimiento, una infraestructura adecuada y una estructura de costos sostenible permitirá evaluar la viabilidad del proyecto y su capacidad para atender la transición hacia una movilidad más eficiente y sostenible.

Tasa de descuento	5%	
Coste año 0	7000000	[€]
Tráfico diario	21000	[vehículos]
Porcentaje inicial eléctricos	5%	[EV/vehículos]
Tasa de crecimiento eléctricos	10%	[EV/EV]
Porcentaje vehículos parados	20%	[EV para/EV]
Potencia contratada	2880.00	[kW]
Término de potencia	0.01797	[€/kW*día]
Término de energía	0.1480	[€/kW]
Variación interanual de la energía	3.00%	
Días año	365	[días]
Precio de carga	0.5	[€/kW]
Variación interanual precio de carga	3.50%	
Uso típico	20-80%	
Batería típica	80	[kWh]
Carga típica	48	[kWh]
Carga diaria máxima por punto de carga	1200	[kWh]
Vehículos máximos por punto de carga	25	
Vehículos máximos por estación	750	

TARIFA 6.1TD

Tabla 28: Datos caso base análisis financiero

El análisis financiero del proyecto se ha realizado considerando un horizonte de 15 años, evaluando los flujos de caja anuales y los principales indicadores de rentabilidad. Se han proyectado los ingresos generados por la venta de energía, los costos operativos y la evolución de la demanda, permitiendo determinar la viabilidad económica de la infraestructura de carga.



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversión	70000000,00															
Veh.diarlo	210,00	231,00	255,00	280,00	308,00	339,00	373,00	410,00	451,00	496,00	545,00	600,00	660,00	725,00	750,00	
Veh.año	76650,00	84315,00	93075,00	102200,00	112420,00	123735,00	136145,00	149650,00	164615,00	181040,00	198925,00	219000,00	240900,00	264625,00	273750,00	
Carga total	3679200,00	4047120,00	4467600,00	4905600,00	5396160,00	5939280,00	6534960,00	7183200,00	7901520,00	8689920,00	9548400,00	10512000,00	11563200,00	12702000,00	13140000,00	
T.potencia	-18339,87	-18339,87	-18339,87	-18339,87	-18339,87	-18339,87	-18339,87	-18339,87	-18339,87	-18339,87	-18339,87	-18339,87	-18339,87	-18339,87	-18339,87	
T.Energía	-544521,60	-616942,97	-701472,17	-793351,27	-898866,99	-1019017,49	-1154856,43	-1307495,63	-1481392,55	-1678079,44	-1899173,17	-2153557,83	-2439981,03	-2760690,65	-2941563,49	
V.Energía	1839600,00	1903986,00	1970625,51	2039597,40	2110983,31	2184867,73	2261338,10	2340484,93	2422401,90	2507188,97	2594937,48	2685760,29	2779761,90	2877053,57	2977750,44	
Flujo de caja	-70000000,00	1276738,53	1268703,16	1250813,47	1227906,26	1193776,45	1147510,37	1089141,80	1014649,43	922689,48	810766,66	677424,44	513862,59	321441,01	98023,05	17847,09
DESCONTADO	-70000000,00	1215941,46	1150751,16	10880499,70	1010201,52	935355,09	856289,90	773322,06	686754,67	594760,98	497740,40	396076,04	286137,92	170467,03	49508,30	8584,75
ACUMULADO	-70000000,00	-5784058,54	-4633307,38	-3552807,67	-2542606,15	-1607251,06	-750961,16	22360,90	709115,58	1303876,55	1801616,95	2197692,99	2483830,91	2654297,94	2703806,24	2712390,99

TIR	12%
VAN	2712390,99
ROI	0,833
PAYBACK SIMPLE	7,711

Tabla 29. Análisis financiero caso base

- **Inversión Inicial y Parámetros Operativos**

El proyecto requiere una inversión inicial de **7,000,000 €**, destinada a la adquisición e instalación de los puntos de carga, la adecuación del espacio y la conexión a la red eléctrica. En el primer año, la estación operará con una demanda de **210 vehículos diarios**, aumentando progresivamente hasta **750 vehículos diarios** en el año 15. Este crecimiento está impulsado por la adopción creciente de vehículos eléctricos y la consolidación del mercado de carga.

- **Demanda Energética y Proyección de Ingresos**

- El **crecimiento** del tráfico de vehículos eléctricos implica una mayor demanda de energía. En el primer año, se estima un consumo de **3679200 kWh**, incrementándose hasta **13140000 kWh** en el año 15. La tarifa de carga establecida es de **0.5 €/kWh**, con una variación interanual del **3.5%**, lo que permite prever ingresos iniciales de **1839600 €**, alcanzando **29775750 €** al final del periodo de análisis.

- **Costes Operativos y Flujo de Caja**

Los costes de operación incluyen dos componentes principales

- **Término de potencia**, con un gasto fijo anual de **18339.87 €**.
- **Término de energía**, cuyo costo aumenta conforme crece la demanda, comenzando en **544521.60 €** y llegando a **2941563.49 €** en el año 15.

El **flujo de caja** anual refleja la rentabilidad operativa del proyecto. En el primer año, se obtiene un flujo de caja de **1276738.53 €**, con un crecimiento progresivo que alcanza **17847.09 €** en el último año del análisis.

- **Análisis de Rentabilidad**

Los indicadores financieros clave han sido calculados para determinar la viabilidad del proyecto:

- **Tasa Interna de Retorno (TIR): 12%**, superior a la tasa de descuento del 5%, lo que confirma la rentabilidad del proyecto.

- **Valor Actual Neto (VAN): 2,712,390.99 €**, lo que indica que el proyecto genera valor a lo largo del periodo de análisis.
- **Retorno sobre la Inversión (ROI): 0.833**, reflejando un retorno positivo por cada euro invertido.
- **Período de Recuperación de la Inversión (Payback Simple): 7.71 años**, dentro de un plazo aceptable para proyectos de esta naturaleza.

Los resultados obtenidos demuestran que la estación de carga es financieramente viable y presenta una rentabilidad sostenida en el tiempo. A pesar de haberse considerado el escenario más adverso, sin generación propia de energía, el proyecto mantiene un balance positivo, recuperando la inversión en un periodo razonable y garantizando una operación rentable en el largo plazo.

A partir del caso base, el estudio analiza la viabilidad del proyecto considerando diferentes escenarios. Para ello, se han evaluado variaciones en dos factores clave:

- **Crecimiento interanual del coste de la electricidad (3%, 4% y 5%)**
- **Crecimiento interanual del número de vehículos eléctricos (EVs) (5%, 7.5%, 10%, 12.5% y 15%)**

Este enfoque permite identificar cómo afectan estos factores a la rentabilidad de la instalación, asegurando una evaluación integral de su sostenibilidad a largo plazo.

La siguiente tabla presenta el análisis de la Tasa Interna de Retorno (TIR) de la instalación en función de dos variables clave: el crecimiento interanual del número de vehículos eléctricos (EVs) y el crecimiento interanual del coste de la electricidad. A través de este enfoque, se evalúa el impacto de ambos factores en la rentabilidad del proyecto, permitiendo comprender su viabilidad en distintos escenarios de mercado.

TIR de la instalación				
		Crecimiento interanual coste electricidad		
		3%	4%	5%
Crecimiento interanual EV's	5%	17%	18%	19%
	7.50%	15%	16%	17%
	10%	12%	13%	14%
	12.50%	8%	9%	10%
	15%	4%	5%	6%

Tabla 30: TIR de la instalación en los escenarios considerados

El impacto del crecimiento de los vehículos eléctricos muestra que, a medida que la tasa de crecimiento interanual de los EVs aumenta, la TIR de la instalación tiende a disminuir debido a que un crecimiento acelerado de la demanda puede requerir mayores inversiones en infraestructura, lo que afecta la rentabilidad del proyecto.

El impacto del crecimiento del coste de la electricidad evidencia una relación directa entre el incremento de este coste y la TIR del proyecto, ya que un mayor crecimiento interanual del precio de la electricidad mejora la rentabilidad al incrementar los ingresos derivados de la carga de los vehículos eléctricos.

En cuanto a los escenarios extremos, el mejor escenario se obtiene con una TIR del 19% cuando el crecimiento de los EVs es del 5% y el crecimiento del coste de la electricidad es del 5%, mientras que el peor escenario se presenta con una TIR del 4% cuando el crecimiento de los EVs alcanza el 15% y el crecimiento del coste de electricidad es del 3%.

El análisis confirma que la rentabilidad del proyecto está influenciada significativamente por el crecimiento de la demanda de vehículos eléctricos y la evolución del precio de la electricidad, siendo más viable en escenarios donde el aumento del coste de la electricidad compensa las inversiones necesarias para atender la demanda, aunque un crecimiento acelerado en la adopción de EVs sin un incremento proporcional en los precios de la electricidad afecta negativamente a la viabilidad del proyecto.

VAN de la instalación				
		Crecimiento interanual coste electricidad		
		3%	4%	5%
Crecimiento interanual EV's	5%	6953901.45	7829559.41	8776136.38
	7.50%	5023394.87	5699179.10	6425185.98
	10%	2712390.99	3147300.35	3607502.78
	12.50%	983177.55	1265651.73	1560299.13
	15%	-211264.76	-15134.07	187265.07

Tabla 31: VAN de la instalación en los escenarios considerados

El impacto del crecimiento del coste de la electricidad muestra que, a medida que el crecimiento interanual de este coste aumenta, el VAN de la instalación mejora en todos los escenarios analizados, lo que indica que un incremento en el precio de la electricidad genera mayores ingresos para la instalación y hace que el proyecto sea más rentable

El impacto del crecimiento de los vehículos eléctricos revela que, en contraste con la TIR, un crecimiento excesivo de los EVs puede afectar negativamente la rentabilidad, ya que para tasas de crecimiento del 12.5% y 15% el VAN se reduce significativamente e incluso se vuelve negativo en algunos escenarios, lo que sugiere que la infraestructura y los costos adicionales asociados a una adopción acelerada de EVs pueden no ser compensados adecuadamente por los ingresos generados

En cuanto a los escenarios extremos, el mejor escenario se obtiene con un VAN de 8776136.38 cuando el crecimiento de los EVs es del 5% y el crecimiento del coste de la electricidad alcanza el 5%, lo que confirma que un crecimiento moderado de los vehículos eléctricos combinado con un alza en el precio de la electricidad maximiza la rentabilidad del proyecto, mientras que el peor escenario se presenta con un VAN negativo de -211264.76 cuando el crecimiento de los EVs es del 15% y el crecimiento del coste de la electricidad es del 3%, indicando que este escenario haría financieramente inviable el proyecto.

Los resultados del VAN refuerzan los hallazgos del análisis de la TIR al indicar que el proyecto es más rentable cuando el crecimiento de los EVs es moderado y el coste de la

electricidad aumenta de manera sostenida, ya que un crecimiento excesivo en la adopción de EVs sin un incremento proporcional en los precios de la electricidad puede llevar a una rentabilidad negativa debido a los costos adicionales que implicaría la expansión de la infraestructura y la operación.

Capítulo 12. IMPACTO SOCIAL

El despliegue del vehículo eléctrico (VE) plantea mejoras sociales en múltiples niveles. En primer lugar, contribuye a la mejora de la calidad del aire, lo que tiene efectos directos sobre la salud pública, reduciendo enfermedades respiratorias y cardiovasculares derivadas de la contaminación del aire. Además, promueve una transición hacia fuentes de energía más sostenibles, lo que puede generar empleos en sectores verdes y en la infraestructura de recarga.

El cambio hacia la movilidad eléctrica no solo transforma la industria del transporte, sino que también tiene implicaciones para el urbanismo, la economía local y el estilo de vida de las comunidades, abriendo nuevas oportunidades pero también desafíos que deben ser gestionados cuidadosamente.

12.1 ALINEAMIENTO CON LOS ODS

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son una iniciativa global adoptada en 2015 por la Asamblea General de la ONU [46]. Este conjunto de diecisiete objetivos interconectados con la finalidad de abordar los principales desafíos sociales, ambientales y económicos actuales, con el propósito de alcanzar un desarrollo sostenible para 2030. Los ODS ofrecen una visión integral, reconociendo la interdependencia entre diferentes áreas y destacando la importancia de abordarlas de manera conjunta.

De alcance universal, los ODS se aplican tanto a países desarrollados como a aquellos en vías de desarrollo, promoviendo la colaboración entre distintos niveles de la sociedad, desde gobiernos y el sector privado hasta la sociedad civil y los ciudadanos. Entre los retos más urgentes se encuentran la erradicación de la pobreza en todas sus formas, la lucha contra el cambio climático y la transición hacia formas de energía sostenible, objetivos que están alineados con el propósito del presente proyecto.

El proyecto planteado aborda de forma particular los siguientes ODS:

12.1.1 ODS 7 - ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

El ODS 7 [24] busca garantizar el acceso universal a servicios energéticos modernos, fiables y asequibles, promoviendo al mismo tiempo el uso de fuentes de energía renovables y sostenibles. El propósito es reducir la dependencia de combustibles fósiles y minimizar el impacto ambiental de la generación de energía, contribuyendo a mitigar el cambio climático y garantizar un desarrollo sostenible.

El fomento del del vehículo eléctrico facilita el uso de energías renovables en el transporte ya que la electricidad empleada puede provenir de fuentes renovables en un porcentaje claramente mayor a la componente renovable de los combustibles fósiles comerciales.

12.1.2 ODS 9 - INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA

El ODS 9 [25] promueve el desarrollo de infraestructuras resilientes, la industrialización inclusiva y sostenible, y el fomento de la innovación. Este objetivo reconoce que el progreso en estas áreas es fundamental para impulsar el crecimiento económico, crear empleo y mejorar la calidad de vida. Se mide específicamente el acceso de las personas a infraestructuras sostenibles y eficientes, como transporte, energía y comunicaciones

El actual proyecto impulsa la innovación del sector del transporte y el desarrollo de infraestructuras sostenibles. La expansión de la infraestructura de carga fomenta inversiones en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías, como sistemas de integración de energías renovables o cargadores más eficientes.

12.1.3 ODS 11 - CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES

El ODS 11 [26] tiene como objetivo garantizar que las ciudades sean inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. Este ODS aborda desafíos urbanos como la vivienda adecuada, el transporte accesible, la gestión de residuos y la reducción de la contaminación, priorizando la calidad de vida y la sostenibilidad ambiental.

El proyecto impulsa la implantación del vehículo eléctrico y con su impacto directo en la reducción de contaminación en áreas urbanas mediante el fomento de vehículos eléctricos reduciendo las emisiones de gases contaminantes y por tanto mejorando la calidad del aire.

12.1.4 ODS 12 - PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES:

El ODS 12 [27] busca garantizar patrones de producción y consumo sostenibles, promoviendo el uso eficiente de recursos, la reducción de desperdicios y la gestión adecuada de productos químicos y desechos a lo largo de su ciclo de vida. Este objetivo fomenta prácticas responsables que minimicen el impacto ambiental y social, desde la producción hasta el consumo. Pone énfasis asegurar que la población tenga acceso a la información y conocimientos necesarios para fomentar estilos de vida sostenibles

El proyecto impulsa nuevos patrones de consumo de energía reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles y por tanto se reduce el impacto ambiental negativo del modelo actual de transporte. Además, fomentar el vehículo promueve una disminución del desperdicio de la energía ya que los motores de combustión interna tan solo son capaces de aprovechar un 40%, en el caso de un motor Diesel, de la energía del combustible en movimiento mientras que en un motor eléctrico este rendimiento sube al 90%.

12.1.5 ODS 13 - ACCIÓN POR EL CLIMA:

El ODS 13 [28] tiene como objetivo tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos, promoviendo la resiliencia y la adaptación a sus efectos. Reconoce la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y fomentar una transición hacia economías bajas en carbono.

La reducción de las emisiones provenientes de gases de efecto invernadero producidas por el sector del transporte se alinea con los esfuerzos para actuar favorablemente ante el cambio climático.

Capítulo 13. CONCLUSIONES

El presente capítulo recoge las conclusiones derivadas del diseño y análisis de viabilidad de una estación de carga rápida para vehículos eléctricos en Gutierre Muñoz (Ávila). A lo largo del proyecto, se han evaluado diversos aspectos técnicos, económicos, normativos y ambientales con el objetivo de ofrecer una solución sostenible y eficiente para la creciente demanda de infraestructura de carga en España.

El despliegue de estaciones de carga rápida es clave para impulsar la movilidad eléctrica y reducir la dependencia de los combustibles fósiles. Este proyecto responde a las directrices de la Unión Europea y al marco normativo español, que buscan acelerar la transición hacia un modelo de transporte más limpio y eficiente.

Las conclusiones presentadas a continuación permiten comprender los beneficios y desafíos asociados a la implementación de esta estación de carga, destacando los elementos clave que garantizan su viabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

13.1 EVALUACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La estación de carga rápida en Gutierre Muñoz se ha diseñado con el objetivo de ser una infraestructura clave dentro de la red de recarga de vehículos eléctricos en España. La demanda de vehículos eléctricos está creciendo rápidamente en todo el país, impulsada por políticas públicas como el Plan MOVES III y la Regulación Europea AFIR, lo que aumenta la necesidad de expandir y mejorar la infraestructura de recarga. Este proyecto busca no solo proporcionar una solución técnica eficiente, sino también contribuir a la sostenibilidad del sistema energético mediante la integración de fuentes de energía renovable.

A través de un diseño integral que abarca la infraestructura eléctrica, la instalación fotovoltaica para autoconsumo, y un sistema de almacenamiento de energía, el proyecto se alinea con los objetivos ambientales y el impulso hacia una movilidad sostenible. El

desarrollo de la estación de carga garantiza una instalación preparada para dar soporte a las demandas actuales y futuras de la movilidad eléctrica.

13.2 IMPACTO ECONÓMICO Y RENTABILIDAD

El análisis económico del proyecto ha demostrado su viabilidad financiera a través de un modelo de negocio basado en la generación de ingresos por recarga y en una optimización de los costes operativos a largo plazo. Las principales conclusiones económicas incluyen:

- **Costes iniciales:** La inversión inicial cubre la infraestructura eléctrica, la adquisición de cargadores de alta potencia, la instalación de un sistema fotovoltaico y la construcción de los espacios de servicio. Este gasto es significativo, pero está justificado por los beneficios futuros.
- **Costes operativos:** Gracias al sistema fotovoltaico y el almacenamiento energético, los costes operativos a largo plazo se ven reducidos, especialmente los relacionados con la compra de electricidad de la red convencional. Además, la eficiencia en el uso de la energía fotovoltaica contribuye a una mayor rentabilidad.
- **Rentabilidad:** Con una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 12% y un punto de equilibrio alcanzable en 5 a 7 años, el proyecto se presenta como una inversión rentable y atractiva, no solo desde el punto de vista financiero, sino también en términos de su contribución a la sostenibilidad y la movilidad eléctrica.

13.3 SOSTENIBILIDAD Y BENEFICIOS SOCIALES

El proyecto contribuye de manera significativa a la reducción de las emisiones de gases contaminantes y al fomento de una movilidad más ecológica. La utilización de energía renovable a través de la instalación de paneles fotovoltaicos ayuda a minimizar la huella de carbono de la estación de carga, garantizando que gran parte de la energía utilizada en la carga de vehículos eléctricos provenga de fuentes limpias.

La instalación de sistemas de almacenamiento de energía también mejora la autonomía energética de la estación, permitiendo que la energía sobrante se utilice en momentos de alta

demanda, reduciendo aún más la dependencia de la red eléctrica convencional. Además, el proyecto está alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente con los ODS relacionados con energía asequible y no contaminante, acción por el clima y ciudades sostenibles.

13.4 CUMPLIMIENTO NORMATIVO

El diseño de la estación de carga cumple con las normativas vigentes tanto a nivel nacional como europeo, lo que asegura que el proyecto no solo es viable, sino que también está preparado para cumplir con los estándares regulatorios futuros. Los cargadores instalados son compatibles con los estándares CCS Tipo 2 y son capaces de ofrecer potencias de carga de hasta 400 kW en corriente continua (DC), adaptándose a las necesidades de los vehículos eléctricos más avanzados.

Además, el diseño eléctrico y las instalaciones cumplen con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y las normas ITC-BT 52, que regulan las instalaciones de recarga de vehículos eléctricos, garantizando que la infraestructura sea segura y eficiente.

13.5 PERSPECTIVAS FUTURAS

Una de las conclusiones clave es que el proyecto no solo responde a las necesidades actuales de recarga, sino que también abre las puertas a futuras expansiones. La creciente demanda de vehículos eléctricos y la evolución de la tecnología de carga ultrarrápida sugieren que, en el futuro, será necesario ampliar la capacidad de carga de esta estación y posiblemente replicar el modelo en otras ubicaciones estratégicas a lo largo de las principales carreteras de España.

El proyecto también se alinea con las iniciativas gubernamentales y europeas para fomentar la movilidad eléctrica, lo que garantiza que continuará siendo relevante y útil en los próximos años. La interoperabilidad con plataformas de carga como Electromaps y ChargeMap asegura que los usuarios puedan acceder a la estación de manera fluida y sin inconvenientes, mejorando la experiencia de los usuarios.

13.6 PROPUESTA DE MEJORA

Para maximizar el impacto del proyecto, se recomienda:

- Monitoreo continuo de la demanda para adaptar la capacidad de carga a las necesidades reales de los usuarios.
- Explorar incentivos y ayudas públicas que faciliten la financiación del proyecto y su expansión.
- Análisis de nuevas tecnologías para garantizar la compatibilidad con los próximos avances en movilidad eléctrica.

Con estas medidas, el proyecto no solo será viable y sostenible en el presente, sino que también garantizará una evolución acorde con el crecimiento del sector eléctrico y las necesidades de la movilidad del futuro.

13.7 CONCLUSIÓN

Una de las conclusiones clave es que el proyecto no solo responde a las necesidades actuales de recarga, sino que también abre las puertas a futuras expansiones. La creciente demanda de vehículos eléctricos y la evolución de la tecnología de carga ultrarrápida sugieren que, en el futuro, será necesario ampliar la capacidad de carga de esta estación y posiblemente replicar el modelo en otras ubicaciones estratégicas a lo largo de las principales carreteras de España.

El proyecto también se alinea con las iniciativas gubernamentales y europeas para fomentar la movilidad eléctrica, lo que garantiza que continuará siendo relevante y útil en los próximos años. La interoperabilidad con plataformas de carga como Electromaps y ChargeMap asegura que los usuarios puedan acceder a la estación de manera fluida y sin inconvenientes, mejorando la experiencia del conductor.

Capítulo 14. BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Global EV Outlook 2024 – Analysis», IEA. Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024>
- [2] «eReadiness 2024». Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.strategyand.pwc.com/it/en/industries/automotive/ereadiness-study.html>
- [3] RACE, «El vehículo eléctrico, opción minoritaria para los conductores que van a cambiar de coche en 2024». Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.race.es/area-de-prensa/intencion-compra-vehiculo-2024>
- [4] «ANFAC | Informe Anual de Vehículo Electrificado – 2023». Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://anfac.com/publicaciones/informe-anual-de-vehiculo-electrificado-2023/>
- [5] «Plan puntos de recarga de coches eléctricos España - Iberdrola España». Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.iberdrolaespana.com/sostenibilidad/plan-puntos-recarga-coche-electrico-espana>
- [6] «UNE-EN IEC 62196-2:2023 Clavijas, bases de toma de corriente, ...» Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0071833>
- [7] «Aspectos más relevantes para instaladores y fabricantes de estaciones de carga». Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/ayudas_y_financiacion/presentacion_idae_27_julio_aedive_arturo-perez_delucia.pdf
- [8] Ministerio de Industria, Energía y Turismo, *Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 «Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos», del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo*, vol. BOE-A-2014-13681. 2014, pp. 107446-107481. Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2014/12/12/1053>
- [9] «Nuevo Reglamento europeo para aumentar las estaciones de recarga y repostaje - AFIR | Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030». Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://esmovilidad.transportes.gob.es/noticias/nuevo-reglamento-europeo-para-aumentar-las-estaciones-de-recarga-y-repostaje-afir>
- [10] «Mitma publica un visualizador para consultar las infraestructuras de transporte pertenecientes a la Red Transeuropea de Transporte en España | Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible». Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.transportes.gob.es/el-ministerio/sala-de-prensa/noticias/jue-21102021-1016>
- [11] «Estimación tráfico RCE. 2022 | Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible». Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en:

- <https://www.transportes.gob.es/carreteras/trafico-velocidades-y-accidentes-mapa-estimacion-y-evolucion/datos-mensuales-de-trafico/2022>
- [12] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, *Real Decreto 184/2022, de 8 de marzo, por el que se regula la actividad de prestación de servicios de recarga energética de vehículos eléctricos*, vol. BOE-A-2022-4361. 2022, pp. 35694-35709. Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/08/184>
- [13] «Programa MOVES III | Idae». Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/para-movilidad-y-vehiculos/programa-moves-iii>
- [14] «La Moncloa. 10/04/2024. España logra 72 millones de euros de fondos europeos para instalar 1.617 puntos de recarga eléctricos e impulsar el hidrógeno [Prensa/Actualidad/Transportes y Movilidad Sostenible]». Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/transportes-movilidad-sostenible/paginas/2024/100424-fondos-europeos-recarga-vehiculo-electrico.aspx>
- [15] «REBT Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión 8ª edición», Marcombo - Libros técnicos, de arte, formación y científicos. Accedido: 17 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.marcombo.com/libro/libros-para-formacion/ciclos-formativos-libros-para-formacion/instalacion-y-mantenimiento-ciclos-formativos/reglamento-electrotecnico-para-baja-tension-8-a-edicion/>
- [16] «Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission». Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis_en
- [17] «Python España». Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.python.org/>
- [18] «pandas - Python Data Analysis Library». Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://pandas.pydata.org/>
- [19] «Welcome to GeoPy's documentation! — GeoPy 2.4.1 documentation». Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://geopy.readthedocs.io/en/stable/>
- [20] «Pyomo». Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.pyomo.org/>
- [21] «pvlb python — pvlb python 0.11.1 documentation». Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://pvlb-python.readthedocs.io/en/stable/>
- [22] «The Leader in Decision Intelligence Technology - Gurobi Optimization». Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.gurobi.com/>
- [23] «Ruta a la electrificación: Descifrando el crecimiento del vehículo eléctrico en España mediante la analítica de datos | datos.gob.es». Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://datos.gob.es/es/documentacion/ruta-la-electrificacion-descifrando-el-crecimiento-del-vehiculo-electrico-en-espana>
- [24] META_AUTORES_CREADORES_DEL_SITIO, «META_NOMBRE_DEL_PROYECTO_70», CEPSA.com. Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://www.moeveglobal.com/es/planet-energy/movilidad-sostenible/mercado-vehiculos-electricos-en-espana>

- [25] «Coste total de movilidad: Los vehículos eléctricos frente a los vehículos de combustión interna», LeasePlan. Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.leaseplan.com/es-es/blog/coste-total-de-movilidad/coste-movilidad-ve/>
- [26] «Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030», Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.html>
- [27] «Estos son los 10 coches eléctricos más vendidos en España», Car and Driver. Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.caranddriver.com/es/coches/planeta-motor/g46313411/coches-electricos-ventas-espana-2023/>
- [28] «Vehicle Certification Agency», Vehicle Certification Agency. Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.vehicle-certification-agency.gov.uk/>
- [29] J. L. de Benito, «Ventajas de los eléctricos fabricados sobre plataforma de 800 voltios.», Movilidad Eléctrica. Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://movilidadelectrica.com/ventajas-plataforma-de-800-voltios/>
- [30] «Electromaps». Accedido: 18 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://map.electromaps.com>
- [31] «Chargemap - estaciones de recarga para vehículos eléctricos». Accedido: 17 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.chargemap.com/>
- [32] «Home», Home. Accedido: 17 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://ionity.eu/>
- [33] «documentos_5654_FV_pliego_condiciones_tecnicas_instalaciones_conectadas_a_red_C20_Julio_2011_3498eaaf.pdf». Accedido: 12 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.idae.es/sites/default/files/documentos_5654_FV_pliego_condiciones_tecnicas_instalaciones_conectadas_a_red_C20_Julio_2011_3498eaaf.pdf
- [34] «UNE 21123-1:2017 Cables eléctricos de utilización industrial d...» Accedido: 12 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0057801>
- [35] Ministerio de Industria, Energía y Turismo, *Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 «Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos», del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo*, vol. BOE-A-2014-13681. 2014, pp. 107446-107481. Accedido: 4 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2014/12/12/1053>
- [36] «NB Station | Power Electronics». Accedido: 30 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://power-electronics.com>
- [37] «NBi 360 | Power Electronics». Accedido: 30 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://power-electronics.com>

- [38] «RZ1-K (AS) 0,6/1 kV CPR - Cables RCT». Accedido: 30 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.cablesrct.com/productos/cables-por-material/cables-libres-de-halogenos/175-0-6-1kv/2206-rz1-k-as-0-6-1kv-2>
- [39] «Ministerio de Industria y Turismo - Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior». Accedido: 16 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/eficiencia-energetica/Paginas/instalaciones-alumbrado-exterior.aspx>
- [40] «RequerimientosTécnicosExigibles_v13_Dic2022.pdf». Accedido: 16 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/idae/tecnologias/ahorro_y_eficiencia_energetica/alumbrado_exterior/RequerimientosTécnicosExigibles_v13_Dic2022.pdf
- [41] «Decreto 22/2004, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León.».
- [42] «CyL-Decreto-217-2001-ReglAccesibilidad.pdf». Accedido: 5 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://sirdoc.ccy1.es/Biblioteca/Dosieres/DL173TransporteViajeros/pdfs/CyL-Decreto-217-2001-ReglAccesibilidad.pdf>
- [43] Comunidad de Castilla y León, *Ley 8/1997, de 8 de julio, de Colegios Profesionales de Castilla y León*, vol. BOE-A-1997-16893. 1997, pp. 23016-23020. Accedido: 5 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es-cl/l/1997/07/08/8>
- [44] «canaletas-prefabricadas-para-cables.pdf». Accedido: 6 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://gilva.com/wp-content/uploads/2024/05/canaletas-prefabricadas-para-cables.pdf>
- [45] «PR3», Sunfer Energy. Accedido: 6 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://sunferenergy.com/product/pr3/>
- [46] «ODS Objetivos de Desarrollo Sostenible | Pacto Mundial ONU», Pacto Mundial. Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.pactomundial.org/que-puedes-hacer-tu/ods/>
- [47] «ODS 7 Energía asequible y no contaminante | Pacto Mundial ONU», Pacto Mundial. Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.pactomundial.org/ods/7-energia-asequible-y-no-contaminante/>
- [48] «ODS 9 Industria, innovación e infraestructura | Pacto Mundial ONU», Pacto Mundial. Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.pactomundial.org/ods/9-industria-innovacion-e-infraestructura/>
- [49] «ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles | Pacto Mundial ONU», Pacto Mundial. Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.pactomundial.org/ods/11-ciudades-y-comunidades-sostenibles/>
- [50] «ODS 12 Producción y consumo responsables | Pacto Mundial ONU», Pacto Mundial. Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.pactomundial.org/ods/12-produccion-y-consumo-responsables/>
- [51] «ODS 13 Acción por el Clima | Pacto Mundial de la ONU España», Pacto Mundial. Accedido: 16 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.pactomundial.org/ods/13-accion-por-el-clima/>

ANEXO I: CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

Criterios de diseño aplicados en el cálculo de secciones

La determinación reglamentaria de la sección de un conductor consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las tres condiciones siguientes:

- Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.
- Criterio de la caída de tensión.

Criterio de la intensidad de cortocircuito.

En corriente alterna, se emplean los dos primeros criterios (calentamiento y caída de tensión) para el cálculo de la sección y se comprueba posteriormente junto con las protecciones que la instalación es segura y el poder de corte del conjunto (cable y protección) es superior a la corriente de cortocircuito.

Intensidad máxima admisible:

El criterio fundamental en el diseño de las secciones del cableado es el de garantizar la seguridad de la instalación, teniendo en cuenta que bajo ningún concepto el cable sobrepasará su intensidad máxima admisible, tanto en condiciones de funcionamiento normal como en cortocircuito.

Por ello, la sección del cable debe ser calculada en función de la intensidad de corriente máxima de servicio que circulará por el cable.

La corriente máxima admisible por los cables está influenciada por la temperatura ambiente, el agrupamiento de los cables y las conducciones utilizadas. Para la determinación de las corrientes admisibles reales de la instalación, los valores teóricos de corriente máxima serán corregidos con los correspondientes factores de corrección asociados.

El cálculo de la intensidad máxima admisible corregida que el cable puede soportar se ha realizado basándonos en los coeficientes que aparecen en las tablas de la norma UNE: HD 603645-52:2014.

1. Intensidad nominal en corriente alterna (Circuito monofásico):

$$I_n = \frac{P}{U_f \cdot \cos\varphi}$$

2. Intensidad nominal en corriente alterna (Circuito trifásico):

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_f \cdot \cos\varphi}$$

Donde:

I_n Intensidad nominal del circuito (A)

P Potencia (W)

U_F Tensión simple (V)

U_L Tensión compuesta (V)

$\cos\phi$ Factor de potencia.

La intensidad máxima admisible se obtiene a través de las tablas de la norma UNE: HD 60364-552:2022.

La intensidad máxima admisible (I_{adm}) se corregirá con los factores de corrección (fc) oportunos cuando las condiciones de instalación difieran de las contempladas en la tabla utilizada, siendo:

$$I'_{adm} = I_{adm}(Tablas) \cdot fc$$

El factor de carga será:

$$F_{carga} = \frac{I_N}{I'_{adm}}$$

Cálculo de caídas de tensión

Otro criterio importante, desde el punto de vista de eficiencia energética y económico, es el de reducir lo máximo posible las pérdidas resistivas en los cables, lo que se traduce en evitar pérdidas de energía generada en forma de calor (efecto Joule).

En circuitos interiores de la instalación la caída de tensión no superará un porcentaje del 3% de la tensión nominal para circuitos de alumbrado y del 5% para el resto de los circuitos siendo admisible la compensación de caída de tensión junto con las correspondientes derivaciones individuales. de manera que conjuntamente no se supere un porcentaje del 4,5% de la tensión nominal para los circuitos de alumbrado y del 6,5% para el resto de los circuitos. Según se recoge en la ITC-BT-52, en el apartado 5, punto 13, la caída de tensión máxima admisible desde su origen hasta el punto de recarga no será superior al 5%.

Se emplearán las siguientes fórmulas:

$$\Delta U = R \cdot I \cdot \cos\varphi + X \cdot I \cdot \operatorname{sen}\varphi$$

Caída de tensión en corriente alterna (Sistema monofásico):

$$\Delta U_I = 2 \cdot \Delta U$$

Caída de tensión en corriente alterna (Sistema trifásico):

$$\Delta U_{III} = \sqrt{3} \cdot \Delta U$$

Donde:

- I Intensidad calculada (A)
- R Resistencia de la línea (Ω)
- X Reactancia de la línea (Ω)
- φ Angulo correspondiente al factor de potencia de la carga

Se comprobará, para cada circuito, que la caída de tensión es menor que la máxima admisible según lo citado anteriormente. La caída de tensión real se calculará con las siguientes fórmulas:

Caída de tensión en corriente alterna (Sistema monofásico):

$$e(V) = \left(\frac{2 \cdot L \cdot P}{K \cdot U_F \cdot n \cdot S} \right)$$

Caída de tensión en corriente alterna (Sistema trifásico):

$$e(V) = \left(\frac{L \cdot P}{K \cdot U_L \cdot n \cdot S} \right)$$

Caída de tensión en corriente continua:

$$e(V) = \left(\frac{2 \cdot L \cdot P}{K \cdot U \cdot n \cdot S} \right)$$

Donde:

P	Potencia de Cálculo (W)
L	Longitud de Cálculo (m)
e	Caída de tensión (V)
k	Conductividad
I	Intensidad (A)
UF	Tensión simple (V)
UL	Tensión compuesta (V)
S	Sección del conductor (mm ²)
n	Nº de conductores por fase

En este cálculo se desprecia la componente reactiva del conductor.

Resistencia de un conductor en corriente alterna:

$$R = R_{tcc} * (1 + Y_S + Y_P) = c * R_{tcc}$$

$$R_{tcc} = R_{20cc} [1 + \alpha (\theta - 20)]$$

$$R_{20cc} = \rho_{20} * L / S$$

Donde:

R_{tcc}	Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura θ
R_{20cc}	Resistencia del conductor en corriente continua a 20°C
Y_S	Incremento de la resistencia debido al efecto piel.
Y_P	Incremento de la resistencia debido al efecto proximidad.
α	Coefficiente de variación de resistencia específica por temp.
θ	Temperatura máxima en servicio prevista en el cable
ρ_{20}	Resistividad del conductor a 20°C
S	Sección del conductor (mm ²).
L	Longitud de la línea (m).

En los conductores de gran sección, el efecto piel y el efecto proximidad son significativamente más notorios. Su cálculo preciso está especificado en la norma UNE 21144. Sin embargo, de manera aproximada, en instalaciones de enlace e interiores de baja tensión, se puede considerar un aumento de resistencia en corriente alterna inferior al 2% en comparación con el valor en corriente continua.

Conductividad eléctrica:

$$K = \frac{1}{\rho}$$

$$\rho = \rho_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot (T - 20))$$

Donde:

K	Conductividad del conductor a temperatura T.
ρ	Resistividad del conductor a temperatura T.
ρ_{20}	Resistividad del conductor a 20°C.
α	Coefficiente de temperatura Cobre: 0,018 Aluminio: 0,029

Temperatura máxima del conductor:

Para calcular la temperatura máxima prevista en servicio de un cable se puede utilizar el siguiente razonamiento: su incremento de temperatura respecto de la temperatura ambiente T_0 (25°C para cables enterrados y 40°C para cables al aire) es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad. Por tanto:

$$T = T_0 + (T_{max} - T_0) * \left(I / I_{max} \right)^2$$

Donde:

T	Temperatura real estimada en el conductor (°C).
T_{max}	Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento
T_0	Temperatura ambiente del conductor (°C).
I	Intensidad prevista para el conductor (A).
I_{max}	Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de montaje

Corrientes de cortocircuito

La intensidad de cortocircuito es la corriente que fluye a través de los conductores de una instalación cuando ocurre un contacto directo entre dos conductores con diferente potencial.

La temperatura que alcanza el conductor del cable durante un cortocircuito no debe superar la intensidad máxima admisible a corto plazo (menos de 5 segundos) según los materiales del aislamiento del cable. Para aislamientos termoplásticos, esta temperatura es aproximadamente 160 °C, mientras que en aislamientos termostables puede superar los 250 °C.

El criterio de cortocircuito exige que cuando se produzca un cortocircuito el cable soporte la corriente (que puede ser muy elevada) durante el tiempo que tardan las protecciones (fusibles o interruptores automáticos) en desconectar la instalación.

Este criterio resulta determinante en instalaciones de alta y media tensión, sin embargo, no lo es en baja tensión ya que las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves y también porque las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan su intensidad.

El método utilizado para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, según el apartado 2.3 de la norma UNE-EN 60909-0, está basado en la introducción de una fuente de tensión equivalente en el punto de cortocircuito. Todas las redes de alimentación y máquinas síncronas y asíncronas son reemplazadas por sus impedancias internas.

En sistemas trifásicos de corriente alterna, el cálculo de los valores de las corrientes resultantes en cortocircuitos equilibrados y desequilibrados se simplifica por la utilización de las componentes simétricas.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito el sistema puede ser convertido por reducción de redes en una impedancia de cortocircuito equivalente Z_k en el punto de defecto.

Se considerarán los siguientes tipos de cortocircuito:

- Cortocircuito trifásico: Ocurre cuando las tres fases de un sistema de corriente alterna (AC) entran en contacto entre sí, sin ninguna carga conectada. Este tipo de cortocircuito es el más grave, ya que involucra las tres fases y puede generar corrientes de gran intensidad.
- Cortocircuito bifásico: Sucede cuando dos fases del sistema de CA entran en contacto directo, causando una corriente elevada entre ellas
- Cortocircuito bifásico a tierra: Este tipo de cortocircuito ocurre cuando dos fases hacen contacto entre sí y, al mismo tiempo, una de ellas entra en

contacto con tierra. Esto genera un flujo de corriente hacia el suelo, lo cual representa un riesgo de choque eléctrico.

- Cortocircuito monofásico a tierra: Ocurre cuando una sola fase entra en contacto con tierra

La corriente de cortocircuito simétrica inicial $I''_k = I''_{k3}$ teniendo en cuenta la fuente de tensión equivalente en el punto de defecto se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I''_K = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k}$$

Donde:

C Factor c de la tabla 1 de la norma UNE-EN 60909-0.

U_n Tensión nominal fase-fase V .

Z_k Impedancia de cortocircuito equivalente $m\Omega$.

CORTOCIRCUITO BIFÁSICO (UNE-EN 60909-0. APARTADO 4.2.2)

En el caso de un cortocircuito bifásico la corriente de cortocircuito simétrica inicial es:

$$I''_{k2} = \frac{c \cdot U_n}{|Z_{(1)} + Z_{(2)}|} = \frac{c \cdot U_n}{2 \cdot |Z_{(1)}|} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I''_{k3}$$

Durante la fase inicial del cortocircuito la impedancia de secuencia inversa es aproximadamente igual a la impedancia de secuencia directa independientemente de si el cortocircuito se produce en un punto próximo o alejado de un alternador

CORTOCIRCUITO BIFÁSICO A TIERRA (UNE-EN 60909-0. APARTADO 4.2.3)

La ecuación que conduce al cálculo de la corriente de cortocircuito simétrica inicial en el caso de un cortocircuito bifásico a tierra es:

$$I_{kE2E}'' = \frac{\sqrt{3} \cdot c \cdot U_n}{|Z_{(1)} + 2 \cdot Z_{(0)}|}$$

CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO A TIERRA (UNE-EN 60909-0.

APARTADO 4.2.4)

La corriente inicial del cortocircuito monofásico a tierra I''_{k1} , para un cortocircuito alejado de un alternador con $Z(2) = Z(1)$, se calcula mediante la expresión:

$$I_{k1}'' = \frac{\sqrt{3} \cdot c \cdot U_n}{|2 \cdot Z_{(1)} + Z_{(0)}|}$$

Protección frente a sobretensiones

Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias

De acuerdo con la ITC-BT-23, las instalaciones interiores deben estar protegidas contra sobretensiones transitorias, a menos que la instalación esté completamente alimentada por una red de distribución subterránea. En otras palabras, cualquier instalación que reciba energía de una línea de distribución aérea sin una pantalla metálica conectada a tierra en sus extremos deberá contar con protección contra sobretensiones.

Los limitadores de sobretensión en los cuadros eléctricos deben ser de clase C (tipo II), y si el edificio tiene pararrayos, se deberán añadir limitadores de sobretensión de clase B (tipo I) en la centralización de contadores.

Dispositivos de protección contra sobretensiones permanentes

La protección contra sobretensiones permanentes requiere un sistema diferente al de las sobretensiones transitorias. En lugar de derivar el exceso de tensión a tierra, es

necesario desconectar la instalación de la red eléctrica para evitar que la sobretensión alcance los equipos.

Este tipo de protección es esencial en áreas donde se producen cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existen fluctuaciones en la tensión proporcionada por la compañía eléctrica. Según el artículo 16.3 del REBT, en estos casos, la instalación deberá ser protegida contra sobretensiones permanentes.

La protección consiste en una bobina asociada a un interruptor automático que regula la tensión de la instalación. En caso de una sobretensión permanente, el interruptor asociado se dispara para desconectar la instalación.

Protección frente a sobrecargas

Protección mediante fusibles

El calibre del fusible se calculará teniendo en cuenta que cumpla las siguientes condiciones:

- Condición 1: $I_b \leq I_n \leq I_z'$
- Condición 2: $I_2 \leq 1,45 * I_z'$

Donde:

I_b Intensidad de cálculo.

I_n Intensidad nominal del fusible.

I_z' Intensidad admisible teniendo en cuenta los factores de corrección.

I_2 $\begin{cases} 4 < I_n \leq 16 : I_2 = 1.9 * I_n \\ 16 < I_n \leq 400 : I_2 = 1.6 * I_n \end{cases}$

Protección mediante interruptor automático

La intensidad nominal del interruptor automático cumplirá la siguiente condición:

$$I_b \leq I_n \leq I_z'$$

Donde:

I_b Intensidad de cálculo.

I_n Intensidad nominal del interruptor automático.

I_z' Intensidad admisible teniendo en cuenta los factores de corrección.

Protección frente a cortocircuitos

Protección mediante fusibles

En las líneas protegidas mediante fusibles, la protección frente a cortocircuitos de la línea está garantizada si se cumplen las siguientes condiciones:

○ Condición 1:

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.

$$PdC > ICC \text{ max.}$$

Donde:

Pdc: Poder de corte del fusible (kA)

Icc max: Corriente máxima de cortocircuito (kA)

El fusible debe tener un poder de corte (kA) superior a la máxima corriente de cortocircuito que pueda pasar por él, para asegurar que funde antes de autodestruirse.

○ Condición 2:

$$ICC \text{ min.} > Ia$$

Donde:

ICC min: Mínima corriente de cortocircuito, cortocircuito más favorable.

Ia: Corriente para la que se produce la intersección de las características admisibles I-t del conductor e I-t del funcionamiento del fusible

Como en la práctica no se suele disponer de las curvas de los cables, se usa el siguiente criterio:

1) De la curva I-t del fusible se obtiene el tiempo t_{fun} correspondiente a $I = I_{cc \text{ Min}}$.

2) Se despeja el tiempo admisible del conductor de la expresión

$$I_{2cc \text{ Min}} \cdot t_{ad} = (SK)^2$$

3) El criterio se cumple si $t_{ad} > t_{fun}$

○ Condición 3

El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que los conductores tardan en alcanzar su temperatura límite admisible.

Para los cortocircuitos de una duración no superior a 5 segundos, el tiempo t máximo de duración del cortocircuito, durante el que se eleva la temperatura de los conductores desde su valor máximo admisible en funcionamiento normal hasta la temperatura límite admisible de corta duración, se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$t_{ad} = \left(\frac{K * S}{I} \right)^2$$

Donde:

- t Duración del cortocircuito en segundos.
- S Sección (mm²)
- I Corriente de cortocircuito efectiva en A, expresada en valor eficaz.
- K Constante que depende del tipo de material aislante y del material conductor empleado.

De forma práctica se presenta de la siguiente manera:

$$(I^2 * t)_{fusible} \leq (I^2 * t)_{cable} = K^2 * S^2$$

Protección mediante interruptor automático

En las líneas protegidas mediante interruptor automático, la protección frente a cortocircuitos de la línea está garantizada si se cumplen las siguientes condiciones:

○ Condición 1:

El poder de corte del dispositivo de protección debe ser igual o mayor que la intensidad de cortocircuito máxima revista en su punto de instalación.

$$PdC > I_{cc \max}$$

Donde:

- Pdc: Poder de corte del fusible (kA)
- Icc max: Corriente máxima de cortocircuito (kA)

○ Condición 2:

El poder de corte del dispositivo de protección debe ser igual o mayor que la intensidad de cortocircuito máxima revista en su punto de instalación.

$$I_{cc \min.} > I_{mag \ IA}$$

Donde:

Pdc: Intensidad de disparo magnético del IA para las distintas curvas de disparo.

$$\begin{cases} \text{Curva B: } I_{mag \ IA} = 5 * I_n \\ \text{Curva C: } I_{mag \ IA} = 10 * I_n \\ \text{Curva D: } I_{mag \ IA} = 20 * I_n \end{cases}$$

Icc min. Corriente de cortocircuito prevista en el extremo de la línea (kA)

○ Condición 3:

El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que los conductores tardan en alcanzar su temperatura límite admisible.

Para los cortocircuitos de una duración no superior a 5 segundos, el tiempo t máximo de duración del cortocircuito, durante el que se eleva la temperatura de los conductores desde su valor máximo admisible en funcionamiento normal hasta la temperatura límite admisible de corta duración, se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\sqrt{t} = K * \frac{S}{I}$$

Donde:

t Duración del cortocircuito en segundos.
S Sección (mm²)
I Corriente de cortocircuito efectiva en A, expresada en valor eficaz.
K Constante que depende del tipo de material aislante y del material conductor empleado.

De forma práctica se presenta de la siguiente manera:

$$(I^2 * t)_{IA} \leq (I^2 * t)_{cable} = K^2 * S^2$$

Justificación de cálculos:

Línea de la zona de restauración:

Conductores:

La línea de baja tensión que va desde el CGBT de la sala técnica hasta el CGBT de la zona de restauración se dimensionará en función de la potencia máxima prevista.

- Tensión de servicio: 400V
- Montaje: Enterrado bajo tubo (D1)
- Longitud: 20m
- Cos φ 0.99
- P cálculo 50kW

$$I_{\text{cálculo}} = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.99} = 71.17 \text{ A}$$

Se selecciona la sección mínima admisible resultando en conductores unipolares de cobre RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 3x(1x35)+Nx25+TTx25mm², siendo la intensidad admisible por cada conductor de 117 A.

Nivel de aislamiento: Tensión asignada: 0.6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K). Aislamiento de polietileno reticulado XLPE (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1), libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos y gases corrosivos. No propagador de incendio.

Capacidad de corriente: Intensidad máxima admisible de 117 A para el tipo de conductor elegido en instalación enterrada bajo tubo, con una temperatura del terreno de 25°C.

Se verifica:

$$I_{\text{cálculo}} = 71.17 \text{ A} < I_{\text{max}} = 117 \text{ A}$$

La potencia máxima admisible para el conductor seleccionada dados los parámetros de tensión y factor de potencia de la instalación sería_

$$P \text{ máxima admisible} = 117 * (3)^{0.5} * 400 = 81.05 \text{ kW}$$

Caída de tensión:

Suponiendo una temperatura de la línea de 90°C

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 50000}{44 * 400 * 35} = 1.62 \text{ V}$$

$$e(\text{total}) = \frac{1.62}{400} = 0.405\% < e(\text{admisible}) = 6.5\%$$

Protección general:

La protección general del circuito de alimentación de los armarios de potencia será dimensionada para la potencia máxima.

$$I \text{ cálculo} = \frac{50000}{\sqrt{3} * 400 * 0.99} = 71.17 \text{ A}$$

Se instalará un interruptor automático caja moldeada, de 4 polos, 100 A de intensidad y un poder de corte de 36 kA. Asociado a este interruptor automático se instalará un relé diferencial programable, clase A y 300 mA de sensibilidad.

Línea de alimentación cabinas de potencia:

Conductores:

La línea de baja tensión que va desde el CGBT de la sala técnica hasta las cabinas de potencia se dimensionará en función de la potencia máxima instalada empleando el caso más desfavorable.

- Tensión de servicio: 400V
- Montaje: Enterrado bajo tubo (D1)
- Longitud: 30m
- Cos φ : 0.99
- P cálculo: 385kW

$$I \text{ cálculo} = \frac{385000}{\sqrt{3} * 400 * 0.99} = 561.31 \text{ A}$$

Se eligen conductores unipolares de cobre RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 2x(3x(1x240)) + N 2x150 + TT 2x150) mm², siendo la intensidad admisible por cada conductor de 336 A, siguiendo las recomendaciones de la documentación técnica facilitada por el fabricante

Nivel de aislamiento: Tensión asignada: 0.6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K). Aislamiento de polietileno reticulado XLPE (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1), libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos y gases corrosivos. No propagador de incendio.

Capacidad de corriente: Intensidad máxima admisible de 117 A para el tipo de conductor elegido en instalación enterrada bajo tubo, con una temperatura del terreno de 25°C.

Se verifica:

$$I_{\text{cálculo}} = 561.31 \text{ A} < I_{\text{max}} = 604.80 \text{ A}$$

La potencia máxima admisible para el conductor seleccionada dados los parámetros de tensión y factor de potencia de la instalación sería

$$P_{\text{máxima admisible}} = 604.80 * (3)^{0.5} * 400 = 419.017 \text{ kW}$$

Caída de tensión:

Suponiendo una temperatura de la línea de 90°C

$$e(\text{parcial}) = \frac{30*385000}{44*400*(2*240)} = 1.36 \text{ V}$$

$$e(\text{total}) = \frac{1.36}{400} = 0.340\% < e(\text{admisible}) = 5\%$$

Protección general:

La protección general del circuito de alimentación de los armarios de potencia será dimensionada para la potencia máxima.

$$I \text{ cálculo} = \frac{385000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.99} = 561.31 \text{ A}$$

Se elige un conjunto magnetotérmico y diferencial de 630 A, con una sensibilidad de 30 mA, un PdC de 50 kA, tiempo de disparo 0 segundos, clase A y rearme automático, estableciendo su intensidad regulada a 570 A ($I_o=570 \text{ A}$, $I_r=1$).

Líneas BESS:

Conductores:

La línea de baja tensión que va desde el CGBT de la sala técnica hasta los equipos BESS se dimensionará en función de la potencia máxima prevista.

- Tensión de servicio: 400V
- Montaje: Enterrado bajo tubo (D1)
- Longitud: 20m
- $\cos \varphi$: 0.99
- P cálculo: 100kW

$$I \text{ cálculo} = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.99} = 143.34 \text{ A}$$

Se selecciona la sección mínima admisible resultando en conductores unipolares de cobre RZ1-K (AS) 0.6/1 kV (3x150) + Nx150 + TTx150 siendo la intensidad admisible por cada conductor de 247 A.

Nivel de aislamiento: Tensión asignada: 0.6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K). Aislamiento de polietileno reticulado XLPE (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1), libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos y gases corrosivos. No propagador de incendio.

Capacidad de corriente: Intensidad máxima admisible de 117 A para el tipo de conductor elegido en instalación enterrada bajo tubo, con una temperatura del terreno de 25°C.

Se verifica:

$$I \text{ cálculo} = 143.34 \text{ A} < I_{\text{max}} = 247 \text{ A}$$

La potencia máxima admisible para el conductor seleccionada dados los parámetros de tensión y factor de potencia de la instalación sería _

$$P \text{ máxima admisible} = 247 * (3)^{0.5} * 400 = 171.16 \text{ kW}$$

Protección general:

La protección general del circuito de alimentación de los armarios de potencia será dimensionada para la potencia máxima.

$$I \text{ cálculo} = \frac{100000}{\sqrt{3} * 400 * 0.99} = 143.32 \text{ A}$$

Se instalará un interruptor automático caja moldeada, de 4 polos, 150 A de intensidad y un poder de corte de 36 kA. Asociado a este interruptor automático se instalará un relé diferencial programable, clase A y 300 mA de sensibilidad.

Línea de alimentación dispensadores de carga DC:

Conductores:

La línea de baja tensión que va desde el CGBT de la sala técnica hasta las cabinas de potencia se dimensionará en función de la potencia máxima instalada empleando el caso más desfavorable.

- Tensión de servicio: 150-1000 V-DC
- Montaje: Enterrado bajo tubo (D1)
- Longitud: 90m
- P cálculo 360kW

$$I \text{ cálculo} = \frac{360000}{720} = 500 \text{ A}$$

Se toma como referencia una tensión de 720 V para una potencia máxima en DC de 360 kW obteniendo de esta forma la corriente máxima que puede entregar el dispensador en cada manguera (500 A).

Se eligen conductores unipolares de cobre RZ1-K (AS) 0,6/1 kV $2 \times (2 \times 150 + 2 \times 150 + TT \times 70)$ mm², siendo la intensidad admisible por conductor de 291 A, siguiendo las recomendaciones de la documentación técnica facilitada por el fabricante.

Nivel de aislamiento: Tensión asignada: 0.6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K). Aislamiento de polietileno reticulado XLPE (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1), libre de halógenos y con baja emisión de humos opacos y gases corrosivos. No propagador de incendio.

Capacidad de corriente: Intensidad máxima admisible de 311 A para el tipo de conductor elegido e instalación enterrada bajo tubo temperatura del terreno 25°C. Sin embargo, debido a la colocación de 2 circuitos en contacto, se aplicará un factor de corrección por agrupación de 0.90 a la intensidad máxima

$$I_{\max} = 311 * 2 * 0.9 = 559.8 \text{ A}$$

Se verifica:

$$I_{\text{cálculo}} = 500 \text{ A} < I_{\max} = 559.8 \text{ A}$$

Caída de tensión:

Suponiendo una temperatura de la línea de 90°C

$$e(\text{parcial}) = \frac{2 * 90 * 360000}{44 * 720 * (2 * 150)} = 6.81 \text{ V}$$

$$e(\text{total}) = \frac{6.81}{720} = 0.95\% < e(\text{admisible}) = 5\%$$

Instalación de puesta a tierra:

La instalación de la puesta a tierra se llevará a cabo conforme a la normativa vigente, siguiendo lo establecido en la ITC BT-18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La resistencia de un electrodo está determinada por sus dimensiones, su configuración y la resistividad del suelo. El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben garantizar que factores como la pérdida de humedad del terreno, la formación de hielo u otras condiciones climáticas no incrementen la resistencia por encima del valor previsto. En ningún caso la profundidad de enterramiento será inferior a 0.5 m. En zonas con riesgo permanente de heladas se recomienda que la parte superior del electrodo se sitúe a una profundidad mínima de 0.8 m.

Esquema de conexión a tierra:

La instalación está alimentada por una red de distribución según el esquema de conexión a tierra TT (neutro a tierra).

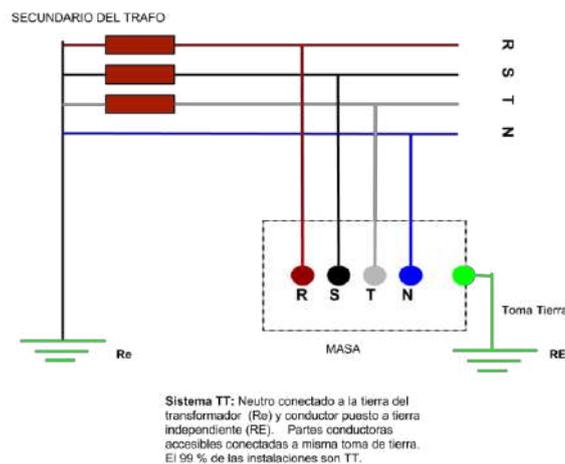


Figura 42: Esquema puesta a tierra TT

Resistencia de la puesta a tierra de las masas:

Las características del terreno son las que se especifican a continuación:

- Tipología: Arena arcillosa
- Resistividad: $200 \Omega \cdot m$

Resistencia de la puesta a tierra del neutro:

Las características del terreno son las que se especifican a continuación:

- Tipología: Arena arcillosa
- Resistividad: $200 \Omega \cdot m$

Toma de tierra:

La red de toma de tierra de las masas de la instalación compuesta por conductor de cobre desnudo con una sección mínima de 35 mm^2 y 12 m de longitud, y de 5 picas verticales aisladas con 2 m de longitud.

Conductores de protección:

Los conductores de protección discurrirán por la misma canalización que sus correspondientes circuitos y presentarán las secciones exigidas por la ITC-BT 18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Resistencia de puesta a tierra de las masas:

Tipo electrodo		Perimetro	Longitud	Ne	D	Lt	D/Lt	K	Resistencia
Conductor enterrado	Conductor desnudo de 35 mm^2	12	-	-	-	-	-	-	33.33
Pica vertical aislada	Barra $\phi \geq 20 \text{ mm}$ (acero-cobre 250 μ)	-	2	5	-	-	-	-	20
Resistencia total del conjunto (Ω)									12.5
Notas: Ne: número de electrodos iguales D: separación entre picas LT: longitud total de las picas K: coeficiente de mejora									

Para el caso de un conductor enterrado horizontal. la resistencia de tierra, en función de la resistividad del terreno, es:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{L}$$

Y para el caso de una pica vertical aislada. la resistencia de tierra, en función de la resistividad del terreno, es:

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Donde:

ρ : Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)

L: Longitud total del conductor (m)

Las picas y el conductor enterrado se disponen en paralelo.

La puesta a tierra de la instalación completa deberá tener una resistencia inferior a 13Ω .

Protección contra contactos directos:

Esta medida de protección tiene un carácter complementario y no sustituye a las demás medidas de seguridad contra contactos directos descritas en la Memoria Descriptiva. Su función principal es reforzar la seguridad en caso de fallo de otra protección o ante una posible imprudencia por parte de los usuarios.

El uso de dispositivos de corriente diferencial-residual con una corriente asignada de funcionamiento de 30 mA o inferior es reconocido según la ITC-BT-24 como una medida adicional de protección. Estos dispositivos actúan de manera rápida para minimizar el riesgo de electrocución o accidentes eléctricos en situaciones imprevistas.

Cuando exista la posibilidad de que las corrientes diferenciales presentes en la instalación no sean exclusivamente senoidales, se deben emplear dispositivos de

clase A. Estos garantizan una desconexión eficaz tanto para corrientes alternas senoidales como para corrientes continuas pulsantes, asegurando así una mayor protección en entornos con equipos electrónicos o fuentes de corriente continua.

Protección contra contactos indirectos:

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando, en caso de defecto y debido al valor y duración de la tensión de contacto, puede producirse un efecto peligroso sobre las personas o animales domésticos.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexión a tierra TT y las características de los dispositivos de protección.

Se deberá satisfacer la siguiente condición:

$$U \leq U_0$$

$$U = R_a * I_a$$

$$U = 12.50 * 0.03 = 0.38 V$$

Donde:

- R_a Suma de las resistencias de la toma de tierra, de los conductores de protección de masas y de puesta a tierra del neutro
- I_a Corriente diferencial-residual asignada al dispositivo de corriente diferencial
- U Tensión de contacto calculada
- U_0 Tensión de contacto límite (24V)

Por otro lado, la sensibilidad del dispositivo debe permitir el paso de la corriente de fuga generada por las capacidades parásitas de los cables de la instalación. En este sentido, la intensidad mínima a la que el diferencial no debe activarse debe ser superior a la corriente de fuga en el punto donde se instala. Según la normativa, este valor mínimo de no disparo debe ser al menos la mitad de la sensibilidad del dispositivo.

Además, se ha verificado que la tensión máxima de contacto calculada en la instalación es inferior al límite convencional de 24 V, lo que garantiza que el dispositivo actuará de forma eficaz para proteger contra corrientes de defecto que puedan representar un riesgo para las personas.

Resultados de cálculos:

A continuación, se encuentran detallados los resultados obtenidos en los c

TIPO	Tramo	Potencia	U	Echicado	Longitud Máxima	Asl.	Mat.	T ^m	Montaje	Columna	F. Correc Total	N.º Cond x fase	Sección	I _z	I _{z'}	Factor Carga	I _b	I _{z''}	In (MCCB)	FC MCCB	Condición MCCB	In (ID)	Condición ID (In(ID)>I _b In(A))
AC III	CGBT 01- NBI.360.01	385 kW	400 V	555.70 A	20,5 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	5	0,9	2	240 mm ²	672 A	604,8 A	90%	544,32 A	605 A	567 A	96%	Cumple	567 A	Cumple
AC III	CGBT 01- NBI.360.02	385 kW	400 V	555.70 A	20,5 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	5	0,9	2	240 mm ²	672 A	604,8 A	90%	544,32 A	605 A	567 A	96%	Cumple	567 A	Cumple
AC III	CGBT 01- NBI.360.03	385 kW	400 V	555.70 A	20,5 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	5	0,9	2	240 mm ²	672 A	604,8 A	90%	544,32 A	605 A	567 A	96%	Cumple	567 A	Cumple
AC III	CGBT 01- NBI.360.04	385 kW	400 V	555.70 A	20,5 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	5	0,9	2	240 mm ²	672 A	604,8 A	90%	544,32 A	605 A	567 A	96%	Cumple	567 A	Cumple
AC III	CGBT 02- NBI.360.05	385 kW	400 V	555.70 A	20,5 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	5	0,9	2	240 mm ²	672 A	604,8 A	90%	544,32 A	605 A	567 A	96%	Cumple	567 A	Cumple
AC III	CGBT 02- NBI.360.06	385 kW	400 V	555.70 A	20,5 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	5	0,9	2	240 mm ²	672 A	604,8 A	90%	544,32 A	605 A	567 A	96%	Cumple	567 A	Cumple
AC III	CGBT 02- NBI.360.07	385 kW	400 V	555.70 A	20,5 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	5	0,9	2	240 mm ²	672 A	604,8 A	90%	544,32 A	605 A	567 A	96%	Cumple	567 A	Cumple
AC III	CGBT 02- NBI.360.08	385 kW	400 V	555.70 A	20,5 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	5	0,9	2	240 mm ²	672 A	604,8 A	90%	544,32 A	605 A	567 A	96%	Cumple	567 A	Cumple
DC	NBI 360 01 - Slim Dispenser 01 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A					
DC	NBI 360 01 - Slim Dispenser 02 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A					
DC	NBI 360 01 - Slim Dispenser 02 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A					
DC	NBI 360 02 - Slim Dispenser 03 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A					
DC	NBI 360 02 - Slim Dispenser 03 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A					
DC	NBI 360 02 - Slim Dispenser 04 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A					
DC	NBI 360 02 - Slim Dispenser 04 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A					

DC	NBI 360 03 - Slim Dispenser 05 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A						
DC	NBI 360 03 - Slim Dispenser 06 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A						
DC	NBI 360 03 - Slim Dispenser 06 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A						
DC	NBI 360 04 - Slim Dispenser 07 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A						
DC	NBI 360 04 - Slim Dispenser 07 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A						
DC	NBI 360 04 - Slim Dispenser 08 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A						
DC	NBI 360 04 - Slim Dispenser 08 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A						
DC	NBI 360 05 - Slim Dispenser 09 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A						
DC	NBI 360 05 - Slim Dispenser 09 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A						
DC	NBI 360 05 - Slim Dispenser 10 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A						
DC	NBI 360 05 - Slim Dispenser 10 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A						
DC	NBI 360 06 - Slim Dispenser 11 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A						
DC	NBI 360 06 - Slim Dispenser 11 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A						
DC	NBI 360 06 - Slim Dispenser 12 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A						

DC	NBI 360 07 - Slim Dispenser 13 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A				
DC	NBI 360 07 - Slim Dispenser 13 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A				
DC	NBI 360 07 - Slim Dispenser 14 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A				
DC	NBI 360 07 - Slim Dispenser 14 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A				
DC	NBI 360 08 - Slim Dispenser 15 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A				
DC	NBI 360 08 - Slim Dispenser 15 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0,9	2	150 mm ²	622 A	559,8 A	90%	503,82 A	560 A				

Tabla 32: Resultado cálculo protecciones sistema de carga

TIPO	Tramo	Potencia	U	lección	Longitud Máxima	Ais.	Material	T ^m	Montaje	Columna	F. Corre Total	N ^o Cond x fase	Sección	Iz	Iz'	Factor Carga	(W)	(V)	AU Acum (%)	max	
AC III	CGBT 01 - NBI: 360 01	385 kW	400 V	555,70 A	20,5 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	5	0,9	2	240 mm ²	672 A	604,8 A	90,00%	900 W	0,93 V	0,30%	5%	Cumple
AC III	CGBT 01 - NBI: 360 02	385 kW	400 V	555,70 A	20,5 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	5	0,9	2	240 mm ²	672 A	604,8 A	90,00%	900 W	0,93 V	0,30%	5%	Cumple
AC III	CGBT 01 - NBI: 360 03	385 kW	400 V	555,70 A	20,5 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	5	0,9	2	240 mm ²	672 A	604,8 A	90,00%	900 W	0,93 V	0,30%	5%	Cumple
AC III	CGBT 01 - NBI: 360 04	385 kW	400 V	555,70 A	20,5 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	5	0,9	2	240 mm ²	672 A	604,8 A	90,00%	900 W	0,93 V	0,30%	5%	Cumple
AC III	CGBT 02 - NBI: 360 05	385 kW	400 V	555,70 A	20,5 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	5	0,9	2	240 mm ²	672 A	604,8 A	90,00%	900 W	0,93 V	0,30%	5%	Cumple
AC III	CGBT 02 - NBI: 360 06	385 kW	400 V	555,70 A	20,5 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	5	0,9	2	240 mm ²	672 A	604,8 A	90,00%	900 W	0,93 V	0,30%	5%	Cumple
AC III	CGBT 02 - NBI: 360 07	385 kW	400 V	555,70 A	20,5 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	5	0,9	2	240 mm ²	672 A	604,8 A	90,00%	900 W	0,93 V	0,30%	5%	Cumple
AC III	CGBT 02 - NBI: 360 08	385 kW	400 V	555,70 A	20,5 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	5	0,9	2	240 mm ²	672 A	604,8 A	90,00%	900 W	0,93 V	0,30%	5%	Cumple



DC	NBI 360 01 - Slim Dispenser 01 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 01 - Slim Dispenser 01 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 01 - Slim Dispenser 02 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 01 - Slim Dispenser 02 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 02 - Slim Dispenser 03 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 02 - Slim Dispenser 03 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 02 - Slim Dispenser 04 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 02 - Slim Dispenser 04 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 03 - Slim Dispenser 05 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 03 - Slim Dispenser 05 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 03 - Slim Dispenser 06 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 03 - Slim Dispenser 06 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 04 - Slim Dispenser 07 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 04 - Slim Dispenser 07 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 04 - Slim Dispenser 08 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 04 - Slim Dispenser 08 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 05 - Slim Dispenser 09 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 05 - Slim Dispenser 09 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 05 - Slim Dispenser 10 (CCS I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 05 - Slim Dispenser 10 (CCS II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,00%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple



DC	NBI 360 06 - Slim Dispenser 11 (CCS) I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,000%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 06 - Slim Dispenser 11 (CCS) II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,000%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 06 - Slim Dispenser 12 (CCS) I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,000%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 06 - Slim Dispenser 12 (CCS) II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,000%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 07 - Slim Dispenser 13 (CCS) I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,000%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 07 - Slim Dispenser 13 (CCS) II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,000%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 07 - Slim Dispenser 14 (CCS) I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,000%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 07 - Slim Dispenser 14 (CCS) II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,000%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 08 - Slim Dispenser 15 (CCS) I)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,000%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple
DC	NBI 360 08 - Slim Dispenser 15 (CCS) II)	360 kW	720 V	500 A	85 m	XLPE	Cu	25 °C	D1	4	0.9	2	150 mm ²	622 A	559.8 A	90,000%	3082 W	6.16 V	0.86%	5%	Cumple

Tabla 33: Resultado cálculo de secciones sistema de carga

ANEXO II: PLIEGO DE CONDICIONES

1. Requisitos Técnicos para la Instalación y Montaje de Sistemas Eléctricos de Baja Tensión

1.1. Condiciones generales

Todos los materiales utilizados en esta instalación serán de alta calidad y deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como con el resto de las normativas vigentes aplicables a materiales y diseños de construcción.

La empresa contratista asumirá los costos de cualquier análisis o prueba que se considere necesaria para verificar la calidad de los materiales. Además, cualquier otro material especificado y requerido deberá contar con la aprobación de la Dirección Técnica, y será rechazado si no cumple con los estándares de una correcta ejecución de la instalación.

En caso de que se requieran materiales no previstos en el proyecto, cuyo precio no haya sido determinado previamente, estos deberán cumplir con los estándares de calidad exigidos por la Dirección Facultativa. El contratista no podrá presentar reclamaciones por las condiciones impuestas en estos casos.

1.2. Canalizaciones eléctricas

Los cables se instalarán dentro de tubos o canales, los cuales podrán fijarse directamente a las paredes, enterrarse, empotrarse en estructuras, ubicarse en huecos de la construcción, colocarse bajo molduras o montarse sobre bandejas o soportes de bandeja, conforme a lo establecido en la Memoria.

Antes de proceder con el tendido de la red de distribución, deberán estar finalizados los elementos estructurales que la sostendrán o en los que será empotrada, como forjados y tabiquería. En caso de que no se hayan previsto canalizaciones durante la obra previa, será necesario replantear visiblemente la ubicación de las cajas de mecanismos, registro y protección, así como el trazado de las líneas, indicando claramente la función de cada elemento.

1.3. Conductores aislados bajo tubos protectores

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos

enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior. El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Instalación:

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los

registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3.

- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

1.4. Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

1.5. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas

Cuando las canalizaciones eléctricas se encuentren próximas a otras canalizaciones no eléctricas, deberá mantenerse una separación mínima de 3 cm entre sus superficies exteriores.

Si están cercanas a conductos de calefacción, aire caliente, vapor o humo, deberán instalarse de manera que no alcancen temperaturas peligrosas, asegurando una separación adecuada o utilizando pantallas térmicas de protección.

Asimismo, las canalizaciones eléctricas no se colocarán por debajo de aquellas que puedan generar condensación, como las de vapor, agua o gas, salvo que se adopten medidas adecuadas para protegerlas de los posibles efectos de la humedad.

1.6. Accesibilidad a las instalaciones

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones o futuras transformaciones.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos o interruptores instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

1.7. Conductores

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en la memoria.

1.7.1. Materiales

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre.

- Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre
 - Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
 - Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE).
 - Tensión de prueba: 4.000 V.
 - Instalación: bajo tubo.
 - Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico deberán contar con una calidad uniforme y una resistencia mecánica homogénea, con un coeficiente de resistividad comprendido entre el 98 % y el 100 % a una temperatura de 20 °C.

Estos conductores estarán recubiertos con una capa de estaño, la cual deberá superar la siguiente prueba: se tomará una muestra limpia y seca del hilo estañado y se moldeará en forma de círculo con un diámetro de entre 20 y 30 veces el diámetro del propio hilo. Luego, se sumergirá durante un minuto en una solución de ácido clorhídrico con una densidad de 1,088 a 20 °C. Este proceso se repetirá dos veces y, al finalizar, no deberán aparecer puntos negros en la superficie del hilo.

El aislamiento de los conductores deberá garantizar una resistencia mínima de 500 V. Además, aquellos con una sección igual o superior a 6 mm² deberán estar conformados por un cable trenzado de hilos de cobre, cuyo diámetro sea acorde a la sección correspondiente del conductor.

1.7.2. Dimensionado

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible
- Caída de tensión en servicio
- Caída de tensión transitoria

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITCBT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

1.8. Aparataje de mando y protección

1.8.1. Cuadros eléctricos

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos

por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso, nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

1.8.2. Interruptores automáticos

El cuadro general de mando y protección se ubicará al inicio de la instalación, lo más próximo posible al punto de alimentación. En este cuadro se instalará un interruptor general de corte omnipolar, junto con los dispositivos de protección contra sobreintensidades para cada circuito que parta de él.

La protección contra sobreintensidades de todos los conductores, tanto de fase como de neutro, se realizará mediante interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar. Estos contarán con una curva térmica de corte para la protección

contra sobrecargas y un sistema electromagnético para la protección contra cortocircuitos.

En general, los dispositivos de protección se instalarán en el inicio de cada circuito y en aquellos puntos donde la intensidad admisible disminuya debido a variaciones en la sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductor. No obstante, si un circuito experimenta una reducción en su intensidad admisible y ya está protegido por un dispositivo previo, no será obligatorio instalar otro adicional en su origen.

Los interruptores serán de ruptura en aire y de disparo libre, con un indicador de posición. Su accionamiento será directo por polos, con mecanismos de cierre mediante energía acumulada, y podrá ser manual o combinado entre manual y eléctrico según lo requiera el esquema o las necesidades del sistema automatizado.

Además, los interruptores llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales, junto con un indicador de desconexión. El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo respecto a los dispositivos ubicados aguas abajo. Los elementos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

1.8.3. Fusibles

Los fusibles utilizados serán de alta capacidad de ruptura y limitadores de corriente. En los circuitos de protección de motores, se emplearán fusibles de acción lenta, mientras que en los circuitos de control o en aquellos que alimenten cargas óhmicas, se utilizarán fusibles de acción rápida.

Estos fusibles estarán montados sobre un material aislante e incombustible y diseñados de manera que, en caso de fusión, no proyecten metal. Además, llevarán indicadas sus especificaciones de intensidad y tensión nominales de trabajo.

No se aceptarán dispositivos cuyo reemplazo pueda representar un riesgo de accidente. Para facilitar su manipulación, los fusibles estarán montados sobre una empuñadura extraíble de forma segura de su base.

1.8.4. Interruptores diferenciales

Para garantizar la protección contra contactos directos, se adoptarán las siguientes medidas:

1. Protección por aislamiento de las partes activas

Las partes activas estarán recubiertas con un aislamiento que solo podrá ser eliminado mediante su destrucción.

2. Protección mediante barreras o envolventes

Las partes activas estarán ubicadas dentro de envolventes o protegidas por barreras con un grado de protección mínimo **IP XXB**, conforme a la norma **UNE 60.529**.

- Si se requieren aberturas mayores para la reparación o correcto funcionamiento de los equipos, se tomarán medidas preventivas para evitar el contacto accidental de personas o animales domésticos con las partes activas. Además, se garantizará que los usuarios sean conscientes del riesgo y eviten el contacto voluntario.
- Las superficies horizontales de las barreras o envolventes que sean fácilmente accesibles deberán cumplir, como mínimo, con el grado de protección **IP4X** o **IP XXD**.
- Las barreras o envolventes deberán estar firmemente fijadas, con suficiente resistencia y durabilidad para mantener el nivel de protección requerido, asegurando una separación adecuada de las partes activas en condiciones normales de servicio, considerando influencias externas.

En caso de que sea necesario retirar barreras, abrir envolventes o desmontar partes de estas, solo podrá realizarse bajo las siguientes condiciones:

- Con el uso de una **llave o herramienta especializada**.
- Desconectando la tensión de las partes activas protegidas antes de la retirada y garantizando que no pueda restablecerse hasta que las barreras o envolventes hayan sido reinstaladas.
- Mediante la interposición de una **segunda barrera** con un grado de protección mínimo **IP2X o IP XXB**, que solo pueda retirarse con una llave o herramienta, impidiendo cualquier contacto con las partes activas.

3. Protección complementaria mediante dispositivos de corriente diferencial-residual

Esta medida actúa como complemento a otras formas de protección contra contactos directos.

Se considera adecuada la instalación de dispositivos de corriente diferencial-residual con un umbral de corriente diferencial asignada **igual o inferior a 30 mA**, ya que proporcionan una protección adicional en caso de fallo de otras medidas o por imprudencia de los usuarios.

La protección contra contactos indirectos se logrará mediante el "**corte automático de la alimentación**". Esta medida evita que, tras la aparición de un fallo, se mantenga una tensión de contacto con un valor suficiente para representar un riesgo durante un tiempo prolongado.

La **tensión límite convencional** es de **50 V** (valor eficaz en corriente alterna) en condiciones normales y de **24 V** en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deberán estar interconectadas y conectadas a una misma toma de tierra mediante un conductor de protección.

El punto neutro de cada generador o transformador debe estar puesto a tierra.

Relación de parámetros eléctricos

La ecuación que rige la protección es:

$$Ra \times Ia \leq U$$

Donde:

- **Ra:** Suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- **Ia:** Corriente que garantiza el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Si se trata de un dispositivo de corriente diferencial-residual, corresponde a la corriente diferencial-residual asignada.
- **U:** Tensión de contacto límite convencional (**50 V o 24 V**, según el entorno).

1.8.5. Seccionadores

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

1.8.6. Prensaestopas y etiquetas

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro: los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido.

El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

Las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

1.8.7. Embarrados

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro. Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

1.9. Receptores de alumbrado

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN60598.

Las masas de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

1.10. Puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra tiene como finalidad principal limitar la tensión que puedan presentar las masas metálicas con respecto al suelo en un momento determinado, garantizando la correcta actuación de los sistemas de protección y reduciendo el riesgo asociado a posibles fallos en los materiales eléctricos.

La puesta o conexión a tierra consiste en la unión eléctrica directa, sin fusibles ni dispositivos de protección, de un circuito eléctrico o de una parte conductora ajena a este, mediante una toma de tierra conectada a un electrodo o un conjunto de electrodos enterrados en el suelo.

El sistema de puesta a tierra debe asegurar que no se generen diferencias de potencial peligrosas en las instalaciones y en la superficie circundante del terreno. Asimismo, debe permitir la conducción segura de las corrientes de defecto o las descargas de origen atmosférico hacia la tierra.

1.11. Control

Se llevarán a cabo los análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias que el Técnico Director de la instalación ordene, realizándolos en el laboratorio designado por la dirección, a cargo de la contrata.

Antes de su uso en la obra, montaje o instalación, todos los materiales, cuyos detalles técnicos y características de instalación ya hayan sido especificados previamente, deberán ser inspeccionados por el Técnico Director o la persona que este designe. Sin su aprobación, no se podrá proceder con su utilización. Aquellos materiales que no cumplan con los requisitos debido a mala calidad, falta de protección, aislamiento u otros defectos, deberán ser retirados inmediatamente.

Este reconocimiento previo no constituirá la recepción definitiva de los materiales, ya que el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten defectos no detectados anteriormente, incluso si es necesario deshacer el trabajo ya ejecutado con ellos. En consecuencia, la responsabilidad del contratista respecto al cumplimiento de las especificaciones de los materiales continuará vigente hasta que los trabajos en los que se hayan utilizado sean recibidos definitivamente.

1.12. Limpieza

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

1.13. Criterios de medición

Las unidades de obra se medirán de acuerdo con lo establecido en la normativa vigente o, en caso de ser insuficiente, según lo especificado en el Pliego Particular de Condiciones aplicable, o incluso conforme a lo indicado en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios establecidos en el Presupuesto, los cuales incluyen todos los gastos de transporte, indemnizaciones, y los derechos fiscales aplicables por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si se requiere realizar alguna unidad de obra no contemplada en el Proyecto, se establecerá el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según el tipo y las dimensiones. En la medición se entenderá que se incluyen todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc.), así como la mano de obra para el transporte dentro de la obra, el montaje y las pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas. La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc.) será realizada por el suministrador de dichos elementos receptores.

2. Requisitos Técnicos para la Instalación y Montaje de la instalación fotovoltaica de autoconsumo

2.1. Instalaciones y materiales

2.1.1. Módulos fotovoltaicos

Todos los módulos que conformen la instalación deberán ser del mismo modelo, o en el caso de utilizar modelos diferentes, el diseño debe asegurar completamente su compatibilidad y evitar cualquier efecto negativo en la instalación debido a estas diferencias.

Cada módulo deberá cumplir con las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino y estar certificado por un laboratorio reconocido, como el laboratorio de energía solar fotovoltaica del departamento de energías renovables del CIEMAT, o el Joint Research Centre Ispra, entre otros. Esta certificación deberá ser acreditada mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo fotovoltaico deberá mostrar de manera claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación única o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Los módulos deberán contar con diodos de derivación para prevenir posibles fallos en las células y circuitos debido a sombreados parciales, y deben tener un grado de protección IP65. Si tienen marcos laterales, estos deberán ser de aluminio o acero inoxidable.

Para que un módulo sea aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, bajo condiciones estándar, deberán estar dentro de un margen del $\pm 5 \%$ respecto a los valores nominales indicados en el catálogo.

Cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas, manchas en cualquiera de sus componentes, desalineación de las células o burbujas en el encapsulante, será rechazado.

Los módulos fotovoltaicos deberán estar respaldados por una garantía del fabricante de al menos 10 años, además de una garantía de rendimiento de 25 años.

2.1.2. Estructura soporte

Las estructuras de soporte deberán cumplir con las especificaciones de este apartado. Si no es así, se deberá incluir en la Memoria de Solicitud, Diseño o Proyecto un apartado justificando los puntos incumplidos, y su aceptación estará sujeta a aprobación. En todos los casos, se garantizará el cumplimiento de lo establecido por el CTE, NBE y demás normativas aplicables.

La estructura de soporte de los módulos debe ser capaz de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas ocasionadas por el viento y la nieve, de acuerdo con lo establecido en el código técnico de la edificación CTE-DB-SE-AE. La empresa suministradora de la estructura debe remitir un anexo técnico con las especificaciones de la resistencia de la estructura.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de los módulos deben permitir las dilataciones térmicas necesarias, sin transmitir cargas que puedan afectar la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción de los módulos fotovoltaicos deben ser suficientes en número, considerando el área de apoyo y su posición relativa, para evitar que se produzcan flexiones en los módulos que superen los límites permitidos por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura debe estar realizado de acuerdo con la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, garantizando la facilidad de montaje y desmontaje, y considerando la posible necesidad de sustitución de elementos.

Los topes de sujeción de los módulos y la propia estructura no deben proyectar sombra sobre los módulos.

Se deben disponer las estructuras de soporte necesarias para montar los módulos, incluyendo todos los accesorios, bancadas y/o anclajes correspondientes.

La estructura de soporte debe ser calculada según las normativas vigentes para soportar cargas extremas derivadas de factores climáticos adversos, como viento, nieve, entre otros.

2.1.3. Inversores

2.1.3.1. Características generales

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética de acuerdo a lo expuesto en el RD 1699/2011 por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará los siguientes controles manuales:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas del inversor serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10 % superior a las CEM. Además, soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.
- Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el

interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

- Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre -25°C y 60°C de temperatura y entre 0 % y 95 % de humedad relativa del aire (sin condensación).

2.1.3.2. Puesta en servicio

El técnico instalador encargado de conectar a la red eléctrica el sistema inversor, deberá estar certificado por la empresa contratada para este fin, y deberá conocer toda la información técnica de dicho equipo, de forma que la puesta en marcha se haga conforme a las instrucciones allí recogidas.

2.1.3.3. Conexión eléctrica

- Los cables DC y AC deben ser adecuados para las tensiones, corrientes y condiciones ambientales (temperatura, UV, etc.) esperadas.
- En la conexión AC del inversor deben tenerse en cuenta las disposiciones sobre protección de las personas.
- Se deberá comprobar que el cable de red está sin tensión antes de conectarlo al aparato.
- Se deberá comprobar que los hilos de conexión estén bien sujetos.
- Se deberá probar de nuevo la polaridad antes de la instalación del lado de corriente continua.
- Detener a prueba de cortocircuitos y tomas de tierra el cable DC hasta los bornes de conexión.

2.1.3.4. Monitorización de las instalaciones

El sistema de monitorización proporcionará medidas de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.

- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente.

2.1.4. Conductores

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en memoria, planos y mediciones. Se incluirá toda la longitud de cable DC y AC. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

2.1.5. Puesta a tierra

La puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se realizará siempre de manera que no se modifiquen las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos hacia la red de distribución.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna (seguidores, casetas de inversores y centros de transformación), estarán conectadas a tierra. Las tierras de protección serán siempre independientes de las tierras de servicio.

Las conexiones de los circuitos de tierra se efectuarán mediante terminales, grapas, soldadura u otros elementos apropiados que aseguren un buen contacto permanente y estén protegidos contra la corrosión.

2.1.6. Armónicos y compatibilidad electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

2.2. Condiciones de ejecución y montaje

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos, así como de la conservación y buen uso de los materiales que se aporten.

2.3. Plazo de garantía

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada conforme a estas condiciones generales si sufre una avería debido a un defecto de montaje o de cualquiera de sus componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente según lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se otorga a favor del comprador de la instalación, quien deberá justificarlo mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

No obstante, el instalador estará obligado a reparar los fallos de funcionamiento que pudieran surgir si se determina que su origen se debe a defectos ocultos en el diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin coste alguno. En cualquier caso, deberá cumplir con lo dispuesto en la legislación vigente en relación con los vicios ocultos.

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 10 años. La garantía del rendimiento de la instalación será por 25 años.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, deberá comunicarlo de manera formal al suministrador. Si el suministrador considera que el problema es un defecto de fabricación de algún componente, lo notificará al fabricante de manera oficial.

El suministrador se compromete a atender cualquier incidencia en un plazo máximo de una semana, y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 15 días, salvo que existan causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

ANEXO III: TABLAS ANÁLISIS DE VIABILIDAD

Tasa de descuento	5%
Coste año 0	700000 [€]
Tráfico diario	21000 [vehículos]
Porcentaje inicial eléctricos	5% [vehículos]
Tasa de crecimiento eléctricos	8% [VEVU]
Porcentaje vehículos para	20% [EV para EV]
Potencia contratada	2880,00 [kW]
Término de potencia	0,0179 [€/kW-año]
Término de energía	0,1480 [€/kW]
Variedad interanual de la energía	3,00%
Días año	365 [días]
Precio de carga	0,5 [€/kWh]
Variedad interanual precio de carga	3,50%
Uso típico	20,80%
Batería típica	80 [kWh]
Carga típica	48 [kWh]
Carga diaria máxima por punto de carga	1200 [kWh]
Vehículos máximos por punto de carga	25
Vehículos máximos por estación	750

RAMPA 6,110

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversión	-7000000,00															
Vehículo		210,00	226,00	243,00	261,00	281,00	302,00	325,00	349,00	375,00	403,00	433,00	466,00	501,00	538,00	579,00
Carga año		78650,00	82900,00	88895,00	95265,00	102565,00	110230,00	118625,00	127385,00	136975,00	147095,00	158045,00	170090,00	182985,00	196370,00	211335,00
Tarifa total		-38398,87	-38398,87	-38398,87	-38398,87	-38398,87	-38398,87	-38398,87	-38398,87	-38398,87	-38398,87	-38398,87	-38398,87	-38398,87	-38398,87	-38398,87
Energía		54421,60	603399,23	662461,72	729916,72	80000,21	90779,29	-100623,20	-1112965,39	-1231756,66	-1383439,64	-1508994,37	-1672996,66	-1852167,42	-2048622,66	-2270987,01
Energía		183880,00	1903896,00	1970623,51	2039997,40	2109863,31	2184697,23	2261138,10	2340484,93	2423240,190	2507163,97	2598893,48	2688790,29	2779761,90	2877053,37	2977730,44
Flujo de caja	-7000000,00	1276738,53	1282096,90	1283823,92	1281740,81	1272973,28	1258790,57	1236795,03	1209179,27	1172805,48	1125406,56	1067713,24	994823,94	909254,62	810990,94	698923,56
DESCONTADO	-7000000,00	12159,4146	1162863,40	1109015,38	1054491,34	997994,43	939294,13	878939,42	818420,13	755678,57	690902,00	624269,82	553955,14	482197,14	409150,92	331191,61
ACUMULADO	-7000000,00	-5784058,54	-4621195,14	-3512179,76	-2457688,42	-1460933,99	-521309,87	357629,66	1176049,68	1931728,25	2622630,25	3246900,07	3800955,20	4283062,34	4682203,27	5023394,67

TIR	15%
VAN	5023394,67
ROI	1,410
PAYBACK SIMPLE	7,711

Tasa de descuento	5%
Coste año 0	7000000 [€]
Tráfico diario	21000 (vehiculos)
Porcentaje inicial eléctricos	5% (vehiculos)
Tasa de crecimiento eléctricos	12.5% (VEV)
Porcentaje vehículos para	20% (EV para EV)
Potencia contratada	2880.00 [KW]
Término de potencia	0.0179 [€/kW-año]
Término de energía	0.1480 [€/kW]
Variedad interanual de la energía	3.00%
Días año	365 (días)
Precio de carga	0.5 [€/kWh]
Variedad interanual precio de carga	3.50%
Uso típico	20.80%
Batería típica	80 [kWh]
Carga típica	48 [kWh]
Carga diaria máxima por punto de carga	1200 [kWh]
Vehículos máximos por punto de carga	25
Vehículos máximos por estación	750

14M/F4.6.11D

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversión	-7000000,00	210,00	237,00	266,00	300,00	337,00	379,00	426,00	479,00	539,00	607,00	682,00	750,00	750,00	750,00	750,00
Vehículo		78650,00	86505,00	97090,00	109500,00	123005,00	138355,00	154900,00	174835,00	196735,00	221555,00	249890,00	273750,00	273750,00	273750,00	273750,00
Carga total		36720,00	415240,00	4680320,00	5256600,00	5904240,00	6640090,00	7463520,00	8392080,00	9443290,00	10634640,00	11949540,00	13140090,00	13140090,00	13140090,00	13140090,00
Industria		-18338,87	-18338,87	-18338,87	-18338,87	-18338,87	-18338,87	-18338,87	-18338,87	-18338,87	-18338,87	-18338,87	-18338,87	-18338,87	-18338,87	-18338,87
Energía		54421,60	62287,47	72123,78	830019,22	985580,57	1139235,54	1310981,51	1527527,58	1770444,36	2053617,38	2376590,01	26991947,29	2727205,71	2835896,98	2911682,49
Energía		183388,00	1903386,00	1970623,51	2039597,40	2109853,31	2181667,73	2261139,10	2348494,93	2442401,90	2507063,97	2598897,48	2689780,29	2779761,90	2870633,57	2977750,44
Fuño de caja	-7000000,00	1276738,59	1252578,67	1220953,89	1171238,31	1109142,97	1027272,32	924046,92	794607,48	633617,28	435228,73	200017,61	-24526,97	-11283,88	2826,92	17847,09
DESCONTADO	-7000000,00	1215941,46	1136216,48	1054390,34	963580,66	869042,46	765666,42	656702,89	537821,62	408435,35	267192,68	116946,15	-13657,48	-6883,98	1427,73	8584,75
ACUMULADO	-7000000,00	-5784058,54	-4647842,06	-3593481,73	-2623901,07	-1760858,60	-864292,19	-37789,29	200232,33	608667,68	875860,36	992806,51	979149,03	973165,06	974892,79	983177,55

TIR	8%
VAN	983177,55
ROI	0,433
PAYBACK SIMPLE	7,711

Tasa de descuento	5%
Coste año 0	700000 [€]
Trafico diario	21000 [vehiculos]
Porcentaje inicial electricos	5% [vehiculos]
Tasa de crecimiento electricos	15.0% [VEV]
Porcentaje vehiculos para	20% [EV para EV]
Potencia contratada	2880.00 [KW]
Tarifa de potencia	0.0179 [€/kW-año]
Tarifa de energia	0.1480 [€/kW]
Variedad interanual de la energia	3.00%
Dias año	365 [dias]
Precio de carga	0.5 [€/kW]
Variedad interanual precio de carga	3.50%
Uso tipico	20.80%
Bateria tipica	80 [kWh]
Carga tipica	48 [kWh]
Carga diaria maxima por punto de carga	1200 [kWh]
Vehiculos maximos por punto de carga	25
Vehiculos maximos por estacion	750

RAMPA 6.110

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversion	-7000000,00	210,00	242,00	278,00	320,00	368,00	423,00	486,00	559,00	643,00	739,00	850,00	976,00	1119,00	1281,00	1454,00
Veh. diario		78650,00	88330,00	101270,00	116800,00	134320,00	154395,00	177390,00	204035,00	234695,00	269725,00	310400,00	357950,00	412600,00	474800,00	545000,00
Carga total		3679200,00	4239840,00	4870860,00	5605400,00	6447260,00	7410960,00	8514720,00	9793680,00	11263960,00	12947280,00	14860000,00	17014000,00	19432000,00	22140000,00	25160000,00
Tarifa potencia		-18398,87	-18398,87	-18398,87	-18398,87	-18398,87	-18398,87	-18398,87	-18398,87	-18398,87	-18398,87	-18398,87	-18398,87	-18398,87	-18398,87	-18398,87
Energia		544821,60	646321,21	764242,21	906687,17	1079970,99	1271517,40	1504773,10	1792658,68	2142051,91	2550293,03	3025341,06	3571341,06	4193947,29	48991947,29	5695168,49
Energia		1838980,00	1903898,00	1970628,51	2039597,40	2109863,31	2184687,73	2261838,10	2340484,98	2422401,90	2507463,97	2595389,46	2685780,29	2779013,80	2876533,57	2977501,44
Flujo de caja	-7000000,00	1276738,59	1239824,92	1187982,49	1114870,37	1018872,49	895010,46	738279,13	539486,98	292010,13	-11386,93	-38943,45	-24526,97	-11283,88	2826,92	17847,09
DESCONTADO	-7000000,00	12159,4146	1124104,24	1025844,67	916898,80	798156,55	667870,58	524681,19	365145,62	188232,33	-6972,17	-21600,07	-13957,48	-6983,98	1427,73	8584,75
ACUMULADO	-7000000,00	-5784058,54	-4659954,30	-3634108,64	-2717148,84	-1918983,29	-1251122,70	-76441,51	-361295,89	-173063,56	-180035,73	-201635,80	-216283,28	-21277,25	-219849,52	-211264,76

TIR	4%
VAN	-211264,76
ROI	0,1771
PAYBACK SIMPLE	7,711

Tasa de descuento	5%
Coste año 0	700000 [€]
Trafico diario	21000 [vehiculos]
Porcentaje inicial electricos	5% [E/vehiculos]
Tasa de crecimiento electricos	5,0% [V/EV]
Porcentaje vehiculos para EV	20% [E/paraEV]
Potencia contratada	2880,00 [KW]
Tarifa de potencia	0,01797 [€/kW-año]
Tarifa de energia	0,1480 [€/kW]
Variedad horaria de la energia	4,00%
Dias año	365 [dias]
Precio de carga	0,5 [€/kW]
Variedad horaria de precio de carga	4,50%
Uso tipico	20,80%
Batería tipica	80 [kWh]
Carga tipica	48 [kWh]
Carga diaria maxima por punto de carga	1200 [kWh]
Vehiculos maximos por punto de carga	25
Vehiculos maximos por estacion	750

14M/F4,6,11D

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversión	-700000,00															
Vehículo		210,00	221,00	232,00	244,00	256,00	269,00	282,00	296,00	311,00	326,00	343,00	360,00	378,00	396,00	416,00
Carga año		78650,00	80965,00	84680,00	89660,00	93440,00	98185,00	102930,00	108000,00	113515,00	119590,00	126195,00	133400,00	137970,00	144540,00	151840,00
Carga total		367920,00	3971920,00	4084640,00	4274880,00	4465120,00	4722880,00	4969840,00	5186920,00	5448200,00	5711520,00	6009860,00	6307280,00	6622660,00	6937920,00	7289320,00
Industria		-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52
Energía		544821,60	595965,89	650854,56	711681,46	776594,46	846822,99	923219,89	995998,91	1100638,53	1201332,53	1316507,48	1437027,46	1562933,89	1709717,72	1867989,78
Energía		183880,00	1922382,00	2008899,19	2099289,20	2189797,22	2292406,29	2398877,93	2508441,42	2616096,59	2738320,82	2869842,35	2985406,46	3119743,48	3280151,94	3408897,88
Tubo de cable	-700000,00	1276914,88	1308252,59	1340071,30	1389444,21	1389444,20	1425889,78	1482284,51	1494308,99	1512524,96	1522171,95	1590706,94	1582386,04	1582250,09	1580764,57	
DESCONTADO	-700000,00	1216109,41	1186623,63	1157603,80	1126645,14	1089187,74	1063871,66	1032089,03	998526,89	963241,83	928588,88	889982,18	852077,93	812635,82	773880,72	731513,76
ACUMULADO	-700000,00	-578389,59	-4897266,96	-3459663,16	-2313018,02	-1216830,28	-182988,62	879131,40	1877688,30	2941090,13	3769469,00	4659441,18	5511519,11	6324154,93	7089045,65	7829559,41

TIR	18%
VAN	7829559,41
ROI	2,669
PAYBACK SIMPLE	7,711

Tasa de descuento	5%
Coste año 0	700000 [€]
Trafico diario	21000 [vehiculos]
Porcentaje inicial electricos	5% [vehiculos]
Tasa de crecimiento electricos	7.5% [VEVU]
Porcentaje vehiculos para EV	20% [EV para EVU]
Potencia contratada	2880.00 [KW]
Tarifa de potencia	0.0179 [€/kW-año]
Tarifa de energia	0.1480 [€/kW]
Variedad horaria de la energia	4.00%
Dias año	365 [dias]
Precio de carga	0.5 [€/kW]
Variedad horaria de precio de carga	4.50%
Uso tipico	20.80%
Bateria tipica	80 [kWh]
Carga tipica	48 [kWh]
Carga diaria maxima por punto de carga	1200 [kWh]
Vehiculos maximos por punto de carga	25
Vehiculos maximos por estacion	750

RAMPA 6.110

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversion	-7000000,00															
Veh.diaño		210,00	226,00	243,00	261,00	281,00	302,00	325,00	349,00	375,00	403,00	433,00	466,00	501,00	538,00	579,00
Carga año		78650,00	82900,00	88895,00	95265,00	102565,00	110230,00	118625,00	127385,00	136975,00	147095,00	158045,00	169430,00	182865,00	198370,00	211335,00
Carga total		3672920,00	3954920,00	4237890,00	4527220,00	4923120,00	5291040,00	5690000,00	6114480,00	6570000,00	7095600,00	7598160,00	8164320,00	8775200,00	9452900,00	10144080,00
Tarifa potencia		-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52
Tarifa energia		-544821,60	-609449,32	-681504,57	-761265,84	-852984,40	-952729,16	-1062929,52	-1190843,30	-1330721,80	-1487298,01	-1661946,76	-1861052,14	-207987,66	-2322796,32	-259907,18
Tarifa de cable		183880,00	1922382,00	2003889,19	2092689,20	2189797,22	2294276,29	2398857,73	2503441,42	2616986,29	2738320,02	2868942,35	2985406,46	3119793,48	3280151,94	3408837,88
Flujo de caja	-7000000,00	1276914,88	1294799,16	1309221,10	1319895,84	1328209,29	1327193,61	1311174,88	1284484,80	1267190,96	1228349,09	1176732,27	1107084,90	1021722,30	919170,09	788867,22
DESCONTADO	-7000000,00	1216109,41	1174393,79	1130954,41	1085851,96	1036769,10	986186,04	931827,37	876124,29	816442,59	754089,78	689010,99	616466,24	541841,15	464243,36	379458,62
ACUMULADO	-7000000,00	-5783890,59	-4609496,80	-3477854,23	-2392890,43	-1365921,33	-869726,29	562092,08	1488216,37	2255058,96	3009156,74	3697169,73	4318635,97	4884777,12	5319720,48	5689179,10

TIR	16%
VAN	569179,10
ROI	1,66
PAYBACK SIMPLE	7,71

Tasa de descuento	5%
Coste año 0	700000 [€]
Trafico año 0	21000 [vehiculos]
Porcentaje inicial electricos	5% [vehiculos]
Tasa de crecimiento electricos	10.0% [VEVU]
Porcentaje vehiculos para	20% [EV para EV]
Potencia contratada	2880.00 [KW]
Tarifa de potencia	0.01797 [€/kW-año]
Tarifa de energia	0.1480 [€/kW]
Variedad interanual de la energia	4.00%
Dias año	365 [dias]
Precio de carga	0.5 [€/kW]
Variedad interanual precio de carga	4.50%
Uso tipico	20.80%
Bateria tipica	80 [kWh]
Carga tipica	48 [kWh]
Carga diaria maxima por punto de carga	1200 [kWh]
Vehiculos maximos por punto de carga	25
Vehiculos maximos por estacion	750

RAMPA 6.110

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversion	-7000000,00	210,00	231,00	255,00	280,00	308,00	339,00	373,00	410,00	451,00	496,00	545,00	600,00	660,00	725,00	750,00
Veh año		78650,00	84315,00	93075,00	102200,00	112420,00	123735,00	136145,00	149650,00	164350,00	180250,00	197450,00	216050,00	240900,00	264625,00	273750,00
Carga total		367200,00	404720,00	446760,00	490560,00	539160,00	592220,00	650400,00	713200,00	780150,00	860920,00	946400,00	1037000,00	1152000,00	1270200,00	13140000,00
Tarifa potencia		-18163,52	-18163,52	-18163,52	-18163,52	-18163,52	-18163,52	-18163,52	-18163,52	-18163,52	-18163,52	-18163,52	-18163,52	-18163,52	-18163,52	-18163,52
Tarifa energia		54421,60	62232,71	71159,11	80683,66	90248,11	100944,35	112723,36	125643,81	139756,81	155132,84	171835,27	189825,67	209992,25	272992,25	337925,82
Tipo de caja	-7000000,00	1276914,88	1281285,77	1275966,56	1254442,02	1241307,99	1204856,52	1153690,44	1086292,93	997483,96	885124,16	748652,27	572191,27	361647,71	111803,39	21048,53
DESCONTADO	-7000000,00	1216109,41	1162163,96	1101892,35	1040259,58	972596,98	890683,98	819906,26	753245,61	642993,50	543389,45	438669,06	318617,51	191789,50	56468,31	10124,70
ACUMULADO	-7000000,00	-5783890,59	-4621726,63	-3519644,28	-247964,70	-1506987,73	-607903,75	212002,51	947248,32	1590241,82	2133631,27	2570300,33	2888917,84	3080707,34	3197775,65	3147900,35

TIR	13%
VAN	3147200,35
ROI	0,928
PAYBACK SIMPLE	7,711

Tasa de descuento	5%
Coste año 0	700000 [€]
Trafico diario	21000 [vehiculos]
Porcentaje inicial electricos	5% [vehiculos]
Tasa de crecimiento electricos	12.5% [VEV]
Porcentaje vehiculos para	20% [EV para EV]
Potencia contratada	2880.00 [KW]
Tarifa de potencia	0.0179 [€/kW-año]
Tarifa de energia	0.1480 [€/kW]
Variación interanual de la energia	4.00%
Días año	365 [días]
Precio de carga	0.5 [€/kW]
Variación interanual precio de carga	4.50%
Uso tipico	20.80%
Batería típica	80 [kWh]
Carga típica	48 [kWh]
Carga diaria maxima por punto de carga	1200 [kWh]
Vehiculos maximos por punto de carga	25
Vehiculos maximos por estacion	750

14MFA6.11D

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversión	-700000.00	210.00	237.00	266.00	300.00	337.00	379.00	426.00	479.00	539.00	607.00	682.00	750.00	750.00	750.00	750.00
Vehículo		78650.00	86505.00	97090.00	109500.00	123005.00	138355.00	154900.00	174355.00	196750.00	221555.00	248950.00	279500.00	273750.00	273750.00	273750.00
Carga total		36720.00	415240.00	460320.00	525600.00	590420.00	664080.00	746520.00	839208.00	944328.00	1063460.00	1194950.00	1314000.00	1314000.00	1314000.00	1314000.00
Tarifa potencia		-18183.52	-18183.52	-18183.52	-18183.52	-18183.52	-18183.52	-18183.52	-18183.52	-18183.52	-18183.52	-18183.52	-18183.52	-18183.52	-18183.52	-18183.52
Tarifa energia		-54421.60	-639112.78	-746899.11	-875018.21	-1022254.60	-1185643.55	-1367672.60	-1564423.91	-17912719.55	-2240198.46	-2617662.10	-2993987.09	-3113589.38	-3239101.75	-3376725.82
Uso de caja	-700000.00	1276914.88	1265105.70	1244716.59	1206107.47	1153339.09	1078669.22	978801.60	850833.99	685213.21	475468.60	221016.93	-26570.15	-11979.42	3866.67	21048.53
DESCONTADO	-700000.00	1216109.41	1147488.16	1075522.98	992267.60	903871.36	804919.58	696326.70	574981.48	441684.55	291886.48	129224.02	-14795.26	-6352.94	1982.93	10124.70
ACUMULADO	-700000.00	-578390.59	-4636402.43	-3661169.47	-2588901.67	-1665230.52	-860310.93	-16398.423	411907.25	893960.179	1146498.27	1274722.29	1289927.04	1283574.10	1285527.03	1285651.73

TIR	3%
VAN	1265651.73
ROI	0.469
PAYBACK SIMPLE	7.711

Tasa de descuento	5%
Coste año 0	700000 [€]
Trafico año 0	21000 [vehiculos]
Porcentaje inicial electricos	5% [vehiculos]
Tasa de crecimiento electricos	15.0% [EV/EV]
Porcentaje vehiculos para EV	20% [EV para EV]
Potencia contratada	2880.00 [KW]
Tarifa de potencia	0.01797 [€/kW-año]
Tarifa de energia	0.1480 [€/kW]
Variedad interanual de la energia	4.00%
Dias año	365 [dias]
Precio de carga	0.5 [€/kW]
Variedad interanual precio de carga	4.50%
Uso tipico	20.80%
Batería típica	80 [kWh]
Carga típica	48 [kWh]
Carga diaria máxima por punto de carga	1200 [kWh]
Vehiculos maximos por punto de carga	25
Vehiculos maximos por estacion	750

RAMPA 6.110

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversión	-7000000,00	210,00	242,00	278,00	320,00	368,00	423,00	486,00	559,00	643,00	739,00	849,00	975,00	1119,00	1284,00	1472,00
Vehículo		78650,00	88330,00	101270,00	116800,00	134320,00	154395,00	177390,00	204035,00	234695,00	269725,00	310750,00	358500,00	413625,00	476850,00	549000,00
Carga total		3679200,00	4239940,00	4870560,00	5605400,00	6447260,00	7410560,00	8514720,00	9793660,00	11263360,00	12947280,00	14872800,00	17075200,00	19582400,00	22432800,00	25675200,00
Industria		-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52	-18183,52
Energía		544821,60	632396,17	729863,66	839332,76	962989,99	1102999,99	1264461,77	1455479,90	1679999,99	1942246,46	2247999,99	2602999,99	3025999,99	3525999,99	4109999,99
Energía		1838900,00	1922382,00	2008899,19	2099289,20	2193972,22	2292406,29	2394667,73	2500441,42	2610496,29	2725320,82	2845442,95	2970300,46	3105443,48	3250313,94	3405572,89
Flujo de caja	-7000000,00	1276914,88	1251622,30	1211062,01	1147723,93	1069903,90	989861,00	909466,30	827881,32	745943,15	664400,15	583999,99	505000,00	428000,00	353500,00	281000,00
DESCONTADO	-7000000,00	1216109,41	1135258,33	1046160,90	944276,63	829992,25	701338,75	564425,32	391132,82	203795,79	-7176,25	-23376,44	-14795,26	-6352,94	1982,93	10124,70
ACUMULADO	-7000000,00	-5783890,59	-4648632,27	-3602471,37	-268196,74	-1828203,50	-1126864,75	-570493,43	-179306,60	24489,18	17312,83	-6063,50	-20868,76	-27211,70	-25258,77	-15134,07

TIR	5%
VAN	-15134,07
ROI	0,214
PAYBACK SIMPLE	7,711

Tasa de descuento	5%
Coste año 0	700000 [€]
Trafico año 0	21000 [vehiculos]
Porcentaje inicial electricos	5% [E/vehiculos]
Tasa de crecimiento electricos	5.0% [E/V/E]
Porcentaje vehiculos para E	20% [E/A/E/E]
Potencia contratada	2880.00 [KW]
Tarifa de potencia	0.01797 [€/kW-año]
Tarifa de energia	0.1480 [€/kW]
Variedad horaria de la energia	5.00%
Dias año	365 [dias]
Precio de carga	0.5 [€/kW]
Variedad horaria precio de carga	5.50%
Uso tipico	20.80%
Bateria tipica	80 [kWh]
Carga tipica	48 [kWh]
Carga diaria maxima por punto de carga	1200 [kWh]
Vehiculos maximos por punto de carga	25
Vehiculos maximos por estacion	750

RAMPA 6.110

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversion	-7000000.00															
Veh. año		210.00	221.00	232.00	244.00	256.00	269.00	282.00	296.00	311.00	326.00	343.00	360.00	378.00	396.00	416.00
Carga año		78650.00	80965.00	84680.00	89660.00	93440.00	98185.00	102930.00	108040.00	113515.00	119490.00	125195.00	131400.00	137970.00	144540.00	151840.00
Carga total		387920.00	397320.00	404640.00	427480.00	448520.00	471280.00	496940.00	518590.00	544820.00	571520.00	600980.00	630720.00	662560.00	697920.00	728320.00
Trafico		-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54
Energia		544821.60	601596.37	663227.31	722408.78	809680.33	90214.35	979897.66	1079372.31	1191435.67	1311345.44	1448714.80	1596442.86	1760188.61	1936207.47	2135965.31
Energia		1838800.00	1940778.00	2047320.79	2160134.43	2278941.83	2404263.83	2538631.923	2676027.78	2823269.51	2979465.83	3145302.35	3315129.19	3497481.29	3688821.96	3887761.83
Fujo de caja	-7000000.00	1277097.86	1321091.09	1386902.94	1409735.12	1484100.96	1486078.74	1538681.03	1578084.93	1613783.10	1648748.85	1675997.10	1700595.68	1719282.15	1735623.96	1739075.80
DESCONTADO	-7000000.00	1216274.16	1198268.57	1180263.85	1159792.57	1139326.15	1116396.99	1093476.35	1068096.46	1040258.98	1012424.85	979868.92	946954.32	911722.03	876607.89	836525.20
ACUMULADO	-7000000.00	-5783725.84	-4685457.28	-3405193.42	-2245400.85	-1106074.70	10322.29	1103798.64	2171895.10	3212154.08	4224589.03	5204276.95	6151231.27	7068300.30	7939811.19	8776136.38

TIR	19%
VAN	8776136.38
ROI	2.32%
PAYBACK SIMPLE	7.711

Tasa de descuento	5%
Coste año 0	7000000 [€]
Tráfico diario	21000 [vehiculos]
Porcentaje inicial eléctricos	5% [vehiculos]
Tasa de crecimiento eléctricos	7.5% [VEVU]
Porcentaje vehículos para EV	20% [EV para EVU]
Potencia contratada	2880.00 [KW]
Término de potencia	0.01797 [€/kW-año]
Término de energía	0.1480 [€/kW]
Variedad interanual de la energía	5.00%
Días año	365 [días]
Precio de carga	0.5 [€/kWh]
Variedad interanual precio de carga	5.50%
Uso típico	20.80%
Batería típica	80 [kWh]
Carga típica	48 [kWh]
Carga diaria máxima por punto de carga	1200 [kWh]
Vehículos máximos por punto de carga	25
Vehículos máximos por estación	750

14M/F4.6.11D

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversión	-7000000.00	210.00	226.00	243.00	261.00	281.00	302.00	325.00	349.00	375.00	403.00	433.00	466.00	501.00	538.00	579.00
Vehículo		78650.00	82900.00	88895.00	95265.00	102565.00	110230.00	118625.00	127385.00	136975.00	147095.00	158045.00	169460.00	182865.00	198370.00	211335.00
Carga total		367920.00	396920.00	425780.00	457220.00	492320.00	529100.00	569000.00	611480.00	657000.00	706560.00	759660.00	816420.00	877750.00	945780.00	1014480.00
Industria		-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54	-17390.54
Energía		544821.60	615309.41	694872.43	783497.26	885644.30	999422.31	1129314.58	1273245.72	1436618.58	1621080.40	1829844.18	2066636.16	2332948.39	2630504.09	2972518.51
Energía		1838800.00	1940778.00	2047320.79	2150324.43	2259841.83	2484263.83	2586319.23	2676027.78	2823289.31	2979465.83	3142302.35	3315129.19	3497461.29	3688821.99	3887761.83
Fujo de caja	-7000000.00	1277097.86	1307278.03	1334895.82	1359706.64	1375906.99	1388870.28	1389274.01	1384691.51	1388800.20	1339414.89	128867.83	1230502.49	1166922.36	1041327.04	902252.80
DESCONTADO	-7000000.00	1216274.16	1185921.14	1153099.51	1117811.31	1077589.01	1034903.96	987288.46	937213.72	882211.89	822284.55	757453.21	685189.83	608025.29	525940.92	433899.03
ACUMULADO	-7000000.00	-5783725.84	-4697804.71	-3444705.20	-2326883.88	-1248904.87	-21400.91	772897.55	1710101.27	25922313.16	3414897.72	4172030.92	4897220.75	5465206.04	5991186.96	6425185.38

TIR	17%
VAN	6425185.38
ROI	1734
PAYBACK SIMPLE	7.711

Tasa de descuento	5%
Coste año 0	700000 [€]
Trafico diario	21000 (vehiculos)
Porcentaje inicial electricos	5% (vehiculos)
Porcentaje crecimiento electricos	12.5% (VEV)
Porcentaje vehiculos para	20% (EV para EV)
Potencia contratada	2880.00 [KW]
Tarifa de potencia	0.01797 [€/kW-año]
Tarifa de energia	0.1480 [€/kW]
Variedad interanual de la energia	5.00%
Dias año	365 (dias)
Precio de carga	0.5 [€/kW]
Variedad interanual precio de carga	5.50%
Uso tipico	20.80%
Bateria tipica	80 [kWh]
Carga tipica	48 [kWh]
Carga diaria maxima por punto de carga	1200 [kWh]
Vehiculos maximos por punto de carga	25
Vehiculos maximos por estacion	750

14M/F4.6.11D

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversion	-7000000.00															
Veh.diaño		210.00	237.00	266.00	300.00	337.00	379.00	426.00	479.00	539.00	607.00	682.00	750.00	750.00	750.00	750.00
Carga año		78650.00	86905.00	97090.00	109500.00	123005.00	138355.00	154900.00	174355.00	196725.00	221555.00	248930.00	273750.00	273750.00	273750.00	273750.00
Carga total		367200.00	415240.00	468030.00	524600.00	584240.00	648090.00	716350.00	789200.00	866830.00	949360.00	1036890.00	1128420.00	1140000.00	1140000.00	1140000.00
Industria		-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54
Energia		54421.60	645358.10	760242.41	905022.60	1082142.91	1254242.53	1480270.93	1747657.30	2064489.27	2441678.93	2880555.17	3323131.16	3482427.21	3482427.21	3482427.21
Energia		1838600.00	1940778.00	2047320.79	2160134.43	2278941.93	2404253.93	2536931.923	2676027.78	2823289.51	2978465.93	3142302.35	3315129.19	3487461.29	3486821.99	3482761.69
Flujo de caja	-7000000.00	1277097.86	1277529.37	1289105.94	1241641.30	1188908.48	1132050.56	108225.776	91039.95	740319.01	518018.36	248716.94	-28992.51	-12986.96	4771.52	24598.74
DESCONTADO	-7000000.00	1216274.16	1158795.80	1069301.34	1021501.37	939297.81	844753.56	737870.41	616180.58	477216.23	318509.47	142531.27	-16144.11	-6976.66	2409.94	11716.97
ACUMULADO	-7000000.00	-5783725.84	-4624989.05	-3528667.71	-2507166.34	-1567868.53	-723114.97	14755.44	630936.01	1108152.25	142861.72	1569192.98	1553048.87	1546172.21	1548882.16	1562392.13

TIR	10%
VAN	1569298.13
ROI	0.548
PAYBACK SIMPLE	7.711

Tasa de descuento	5%
Coste año 0	700000 [€]
Trafico diario	21000 [vehiculos]
Porcentaje inicial electricos	5% [vehiculos]
Tasa de crecimiento electricos	15.0% [VEV]
Porcentaje vehiculos para	20% [EV para EV]
Potencia contratada	2880.00 [KW]
Tarifa de potencia	0.0179 [€/kW-año]
Tarifa de energia	0.1480 [€/kW]
Variedad horaria de la energia	5.00%
Dias año	365 [dias]
Precio de carga	0.5 [€/kW]
Variedad horaria precio de carga	5.50%
Uso tipico	20.80%
Bateria tipica	80 [kWh]
Carga tipica	48 [kWh]
Carga diaria maxima por punto de carga	1200 [kWh]
Vehiculos maximos por punto de carga	25
Vehiculos maximos por estacion	750

14MFA6.11D

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversión	-700000.00															
Vehículo		210.00	242.00	278.00	320.00	368.00	423.00	486.00	559.00	643.00	739.00	850.00	976.00	1118.00	1277.00	1454.00
Carga año		78650.00	88330.00	101270.00	116800.00	134320.00	154395.00	177390.00	204035.00	234695.00	269735.00	310270.00	357350.00	412070.00	475530.00	548030.00
Carga total		367920.00	423940.00	487050.00	560540.00	644750.00	741050.00	851470.00	979560.00	1128360.00	1294720.00	1480000.00	1685000.00	1910000.00	2155000.00	2430000.00
Tarifa potencia		-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54	-17290.54
Tarifa energia		-544821.60	-638871.14	-754229.28	-890536.10	-1059847.24	-1259883.30	-1498739.29	-1782425.31	-2095622.31	-2546323.88	-2972651.16	-3487425.86	-4094247.21	-4807959.80	-5630412.58
Tarifa potencia		1838800.00	1940778.00	2047320.79	2160324.43	2279891.83	2406253.83	2539831.923	2678027.78	2823209.91	2975465.83	3142302.35	3315129.19	349481.29	3689821.98	3897613.89
Tarifa de cable		-1277097.86	-1263916.33	-1234800.98	-1191607.79	-1101033.95	-986459.29	-829766.90	-618484.94	-341896.79	-12155.97	-48361.95	-28992.51	-12986.96	4771.52	24598.74
DESCONTADO	-700000.00	1216274.16	1146409.37	1066667.51	972111.66	862743.75	736096.19	589701.26	418621.72	220389.72	-7462.85	-25393.76	-16144.11	-46976.66	2409.94	11716.97
ACUMULADO	-700000.00	-5783725.84	-4637316.48	-3570648.97	-2589537.31	-1757933.56	-989697.37	-409696.11	8625.61	223013.34	221552.89	196158.92	180014.81	173158.16	175848.10	187265.07

TIR	6%
VAN	187265.07
ROI	0.262
PAYBACK SIMPLE	7.711

TARIFA6.1.TD

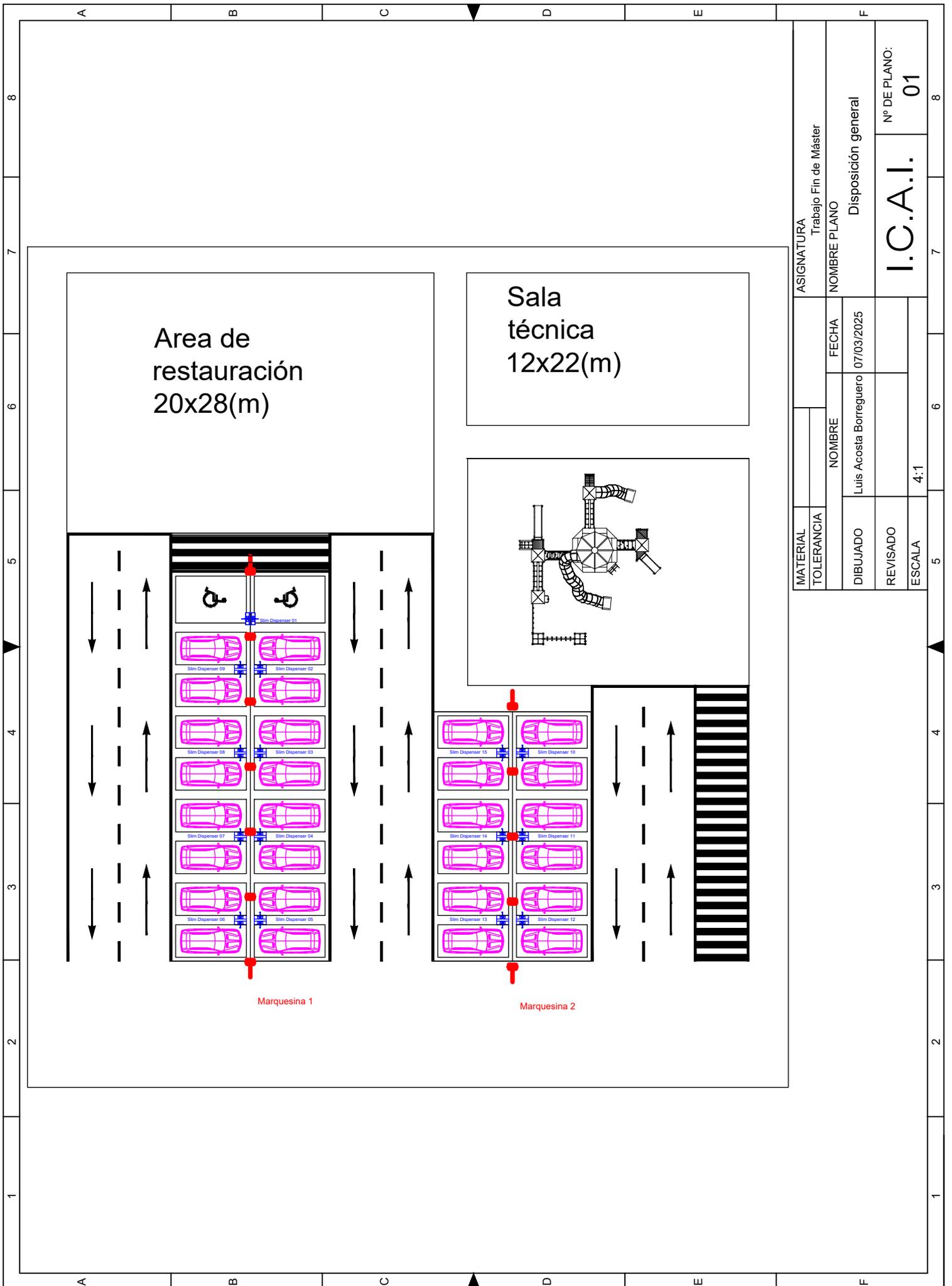
Periodo 1 (P1): 0,07888 €/KW·día	Periodo 1 (P1): 0,173 €/KWh
Periodo 2 (P2): 0,04131 €/KW·día	Periodo 2 (P2): 0,142 €/KWh
Periodo 3 (P3): 0,01797 €/KW·día	Periodo 3 (P3): 0,148 €/KWh
Periodo 4 (P4): 0,01417 €/KW·día	Periodo 4 (P4): 0,120 €/KWh
Periodo 5 (P5): 0,00530 €/KW·día	Periodo 5 (P5): 0,097 €/KWh
Periodo 6 (P6): 0,00251 €/KW·día	Periodo 6 (P6): 0,118 €/KWh

Operador	Potencia (kW)	Precio (€/KWh)
Wenea	Hasta 200	0,59 €/KWh
Iberdrola	51-200	0,35 €/KWh
Tesla Supercharger	250	0,42 - 0,50 €/KWh *
Repsol	200	0,49 €/KWh
Endesa X	200	0,45 - 0,55 €/KWh
IONITY	350	0,69 €/KWh

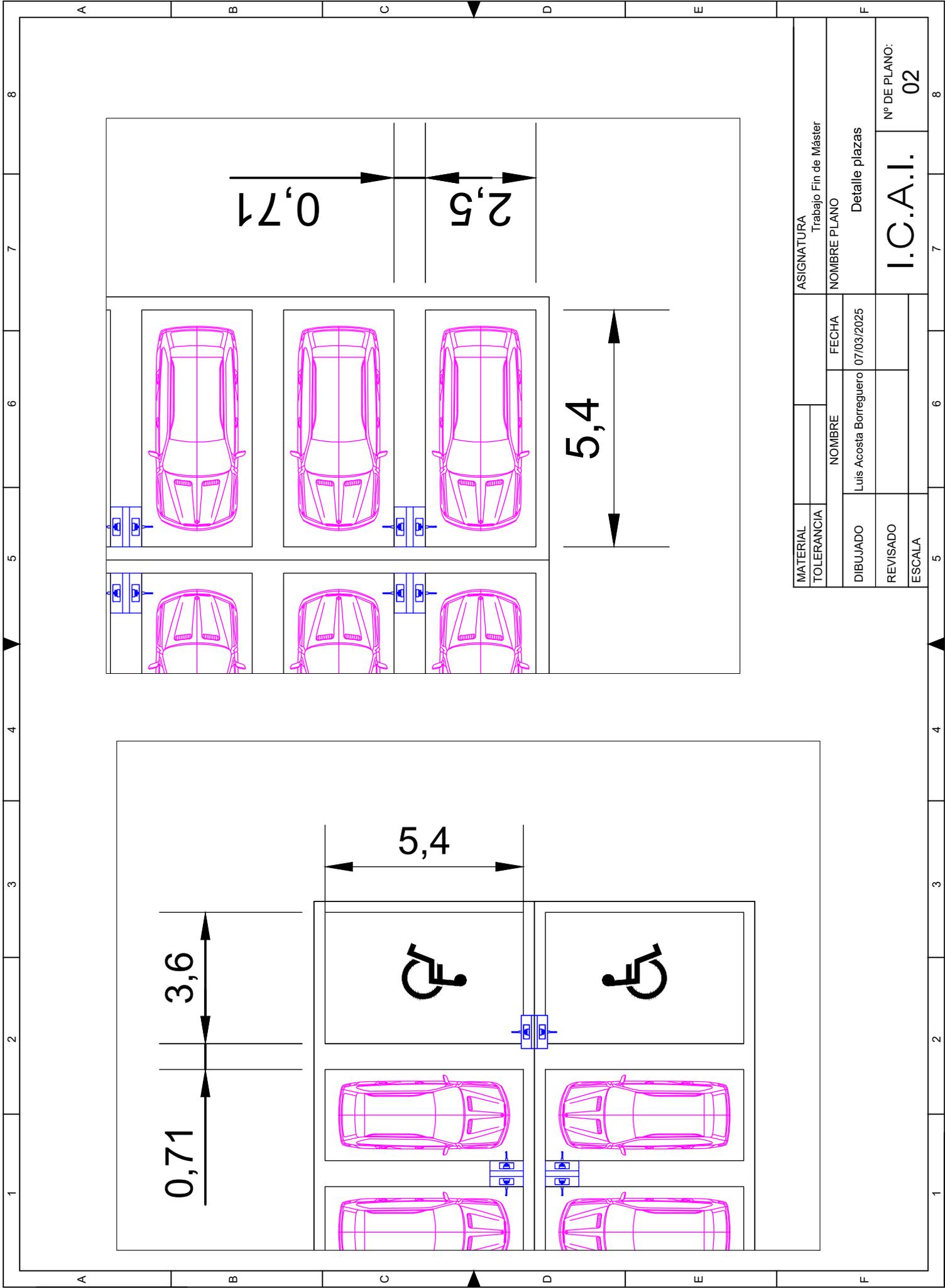
TIR de la instalación				
		Crecimiento interanual coste electricidad		
		3%	4%	5%
Crecimiento interanual EV's	5%	17%	18%	19%
	7.50%	15%	16%	17%
	10%	12%	13%	14%
	12.50%	8%	9%	10%
	15%	4%	5%	6%

VAN de la instalación				
		Crecimiento interanual coste electricidad		
		3%	4%	5%
Crecimiento interanual EV's	5%	6953901.45	7829559.41	8776136.38
	7.50%	5023394.87	5699179.10	6425185.98
	10%	2712390.99	3147300.35	3607502.78
	12.50%	983177.55	1265651.73	1560299.13
	15%	-211264.76	-15134.07	187265.07

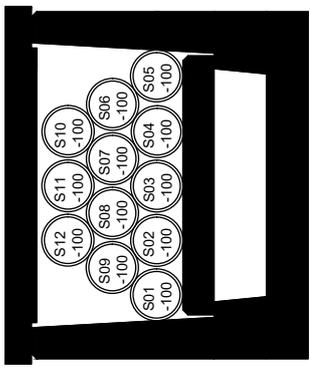
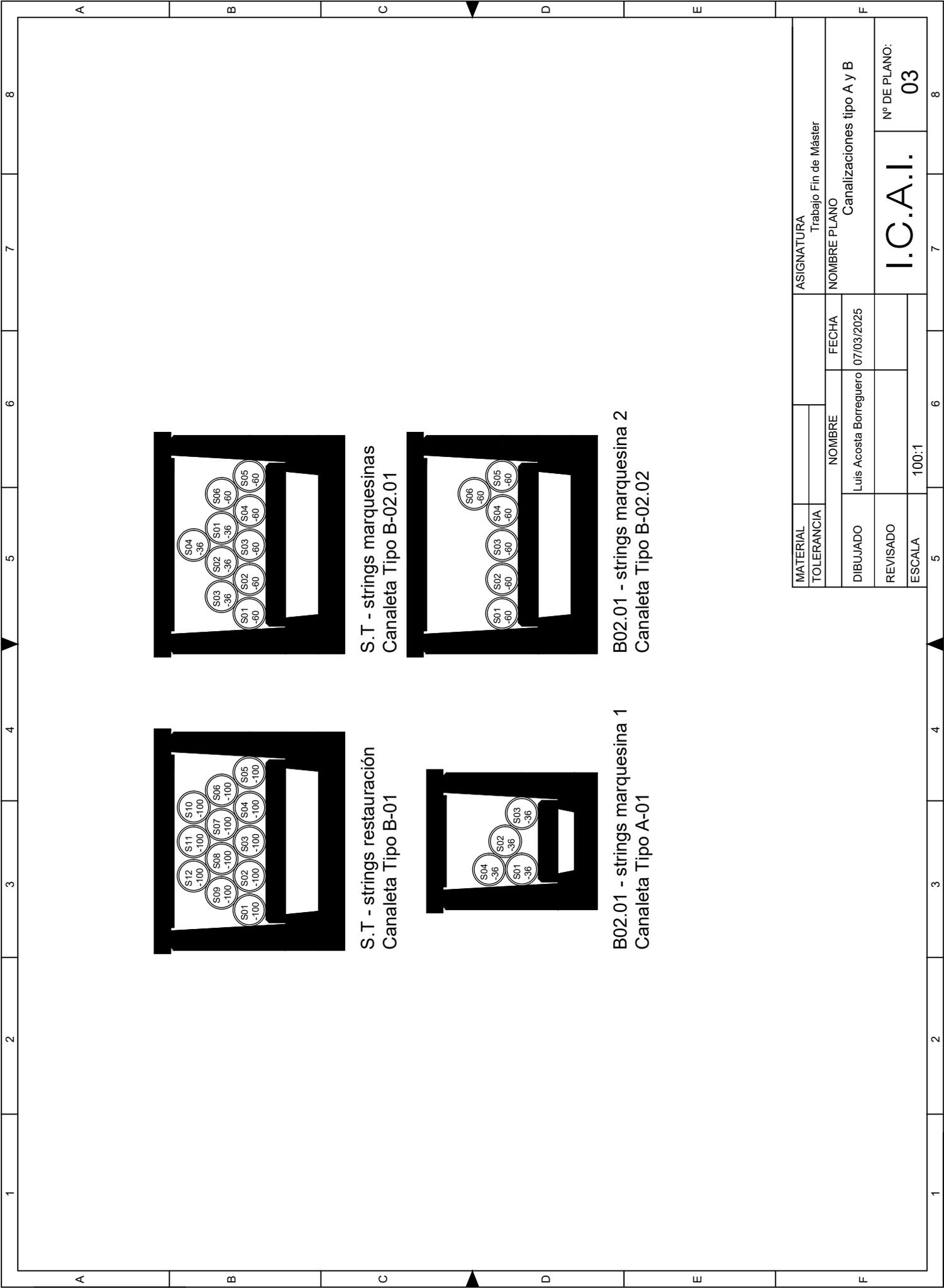
ANEXO IV: PLANOS



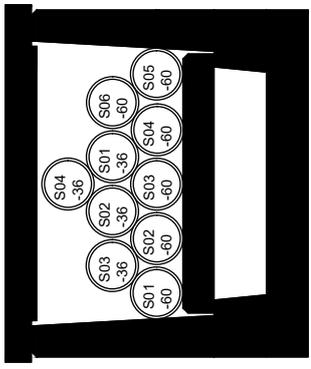
MATERIAL		ASIGNATURA	
TOLERANCIA		Trabajo Fin de Máster	
DIBUJADO		NOMBRE	FECHA
REVISADO		Luis Acosta Borreguero	07/03/2025
ESCALA		Disposición general	
		Nº DE PLANO: 01	
		I.C.A.I.	



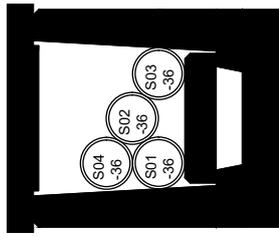
MATERIAL	ASIGNATURA		
TOLERANCIA	Trabajo Fin de Máster		
DIBUJADO	NOMBRE	FECHA	NOMBRE PLANO
REVISADO	Luis Acosta Borreguero	07/03/2025	Detalle plazas
ESCALA			Nº DE PLANO: 02
	I.C.A.I.		



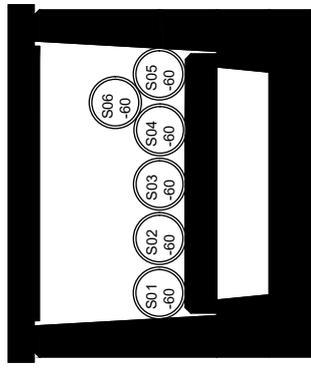
S.T - strings restauración
Canaleta Tipo B-01



S.T - strings marquesinas
Canaleta Tipo B-02.01



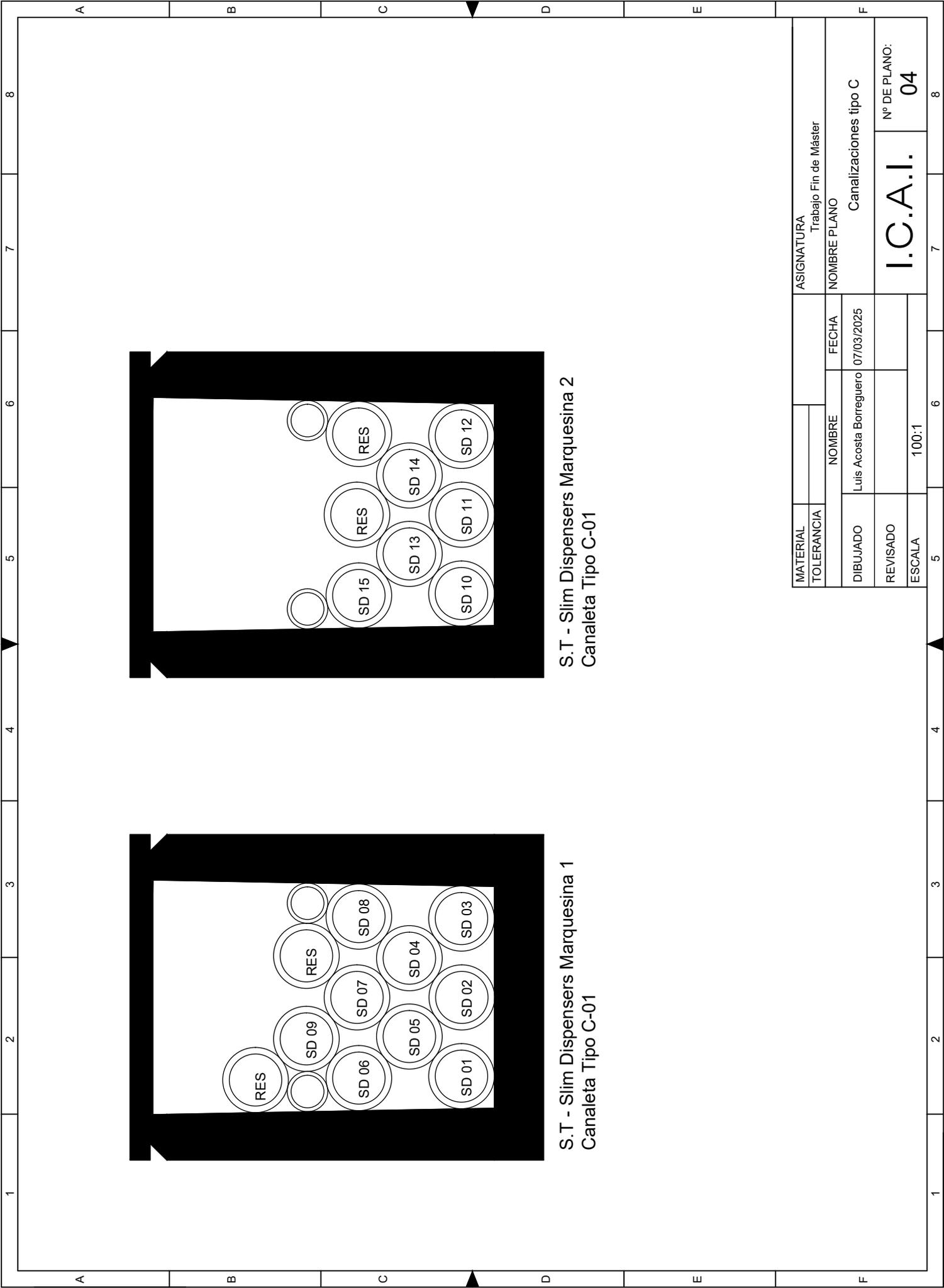
B02.01 - strings marquesina 1
Canaleta Tipo A-01



B02.01 - strings marquesina 2
Canaleta Tipo B-02.02

MATERIAL	ASIGNATURA	
TOLERANCIA	Trabajo Fin de Máster	
DIBUJADO	NOMBRE	FECHA
REVISADO	Luis Acosta Borreguero	07/03/2025
ESCALA	100:1	Nº DE PLANO: 03

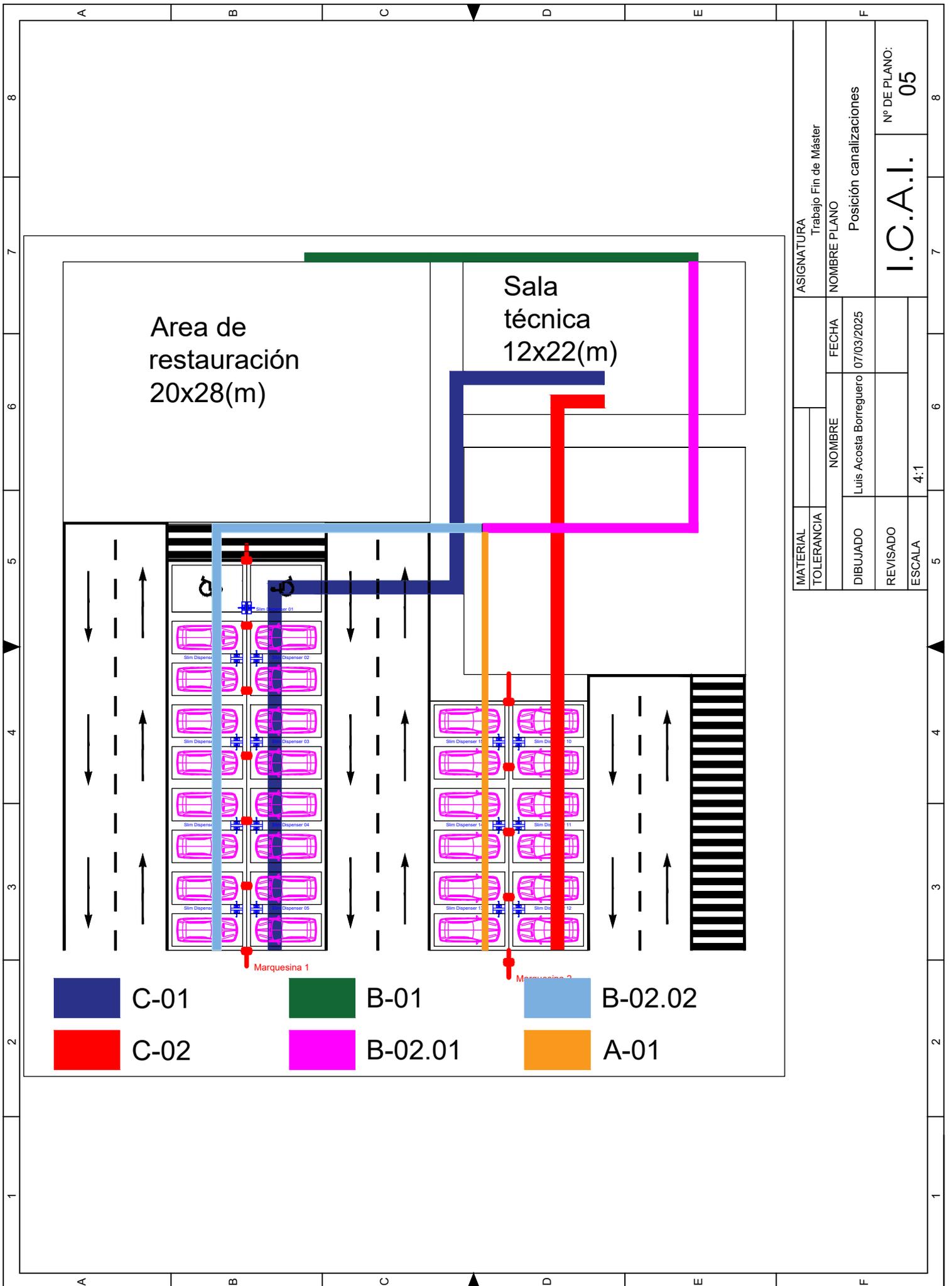
Trabajo Fin de Máster
NOMBRE PLANO
Canalizaciones tipo A y B
I.C.A.I.
Nº DE PLANO: 03

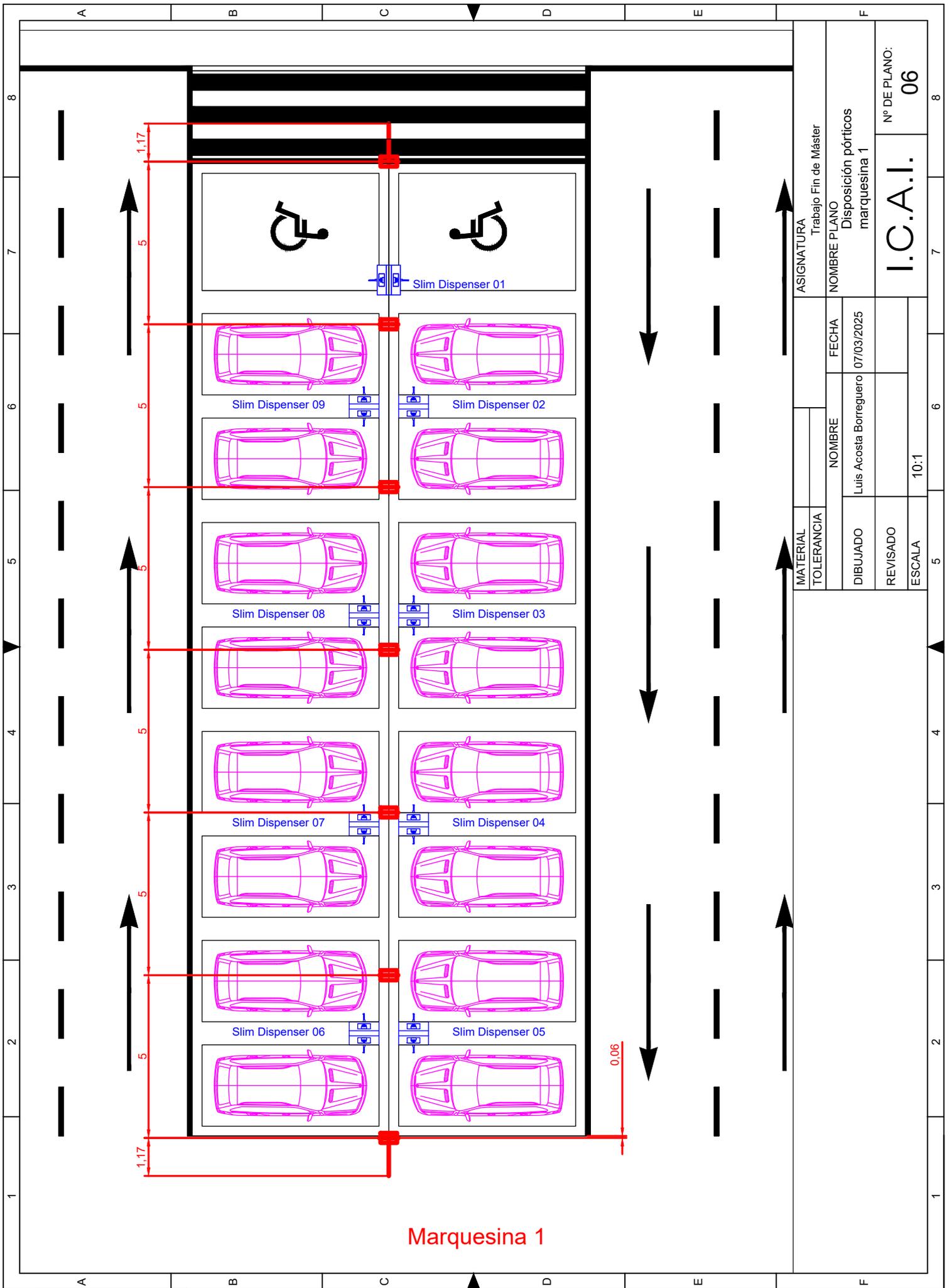


S.T - Slim Dispensers Marquesina 1
Canaleta Tipo C-01

S.T - Slim Dispensers Marquesina 2
Canaleta Tipo C-01

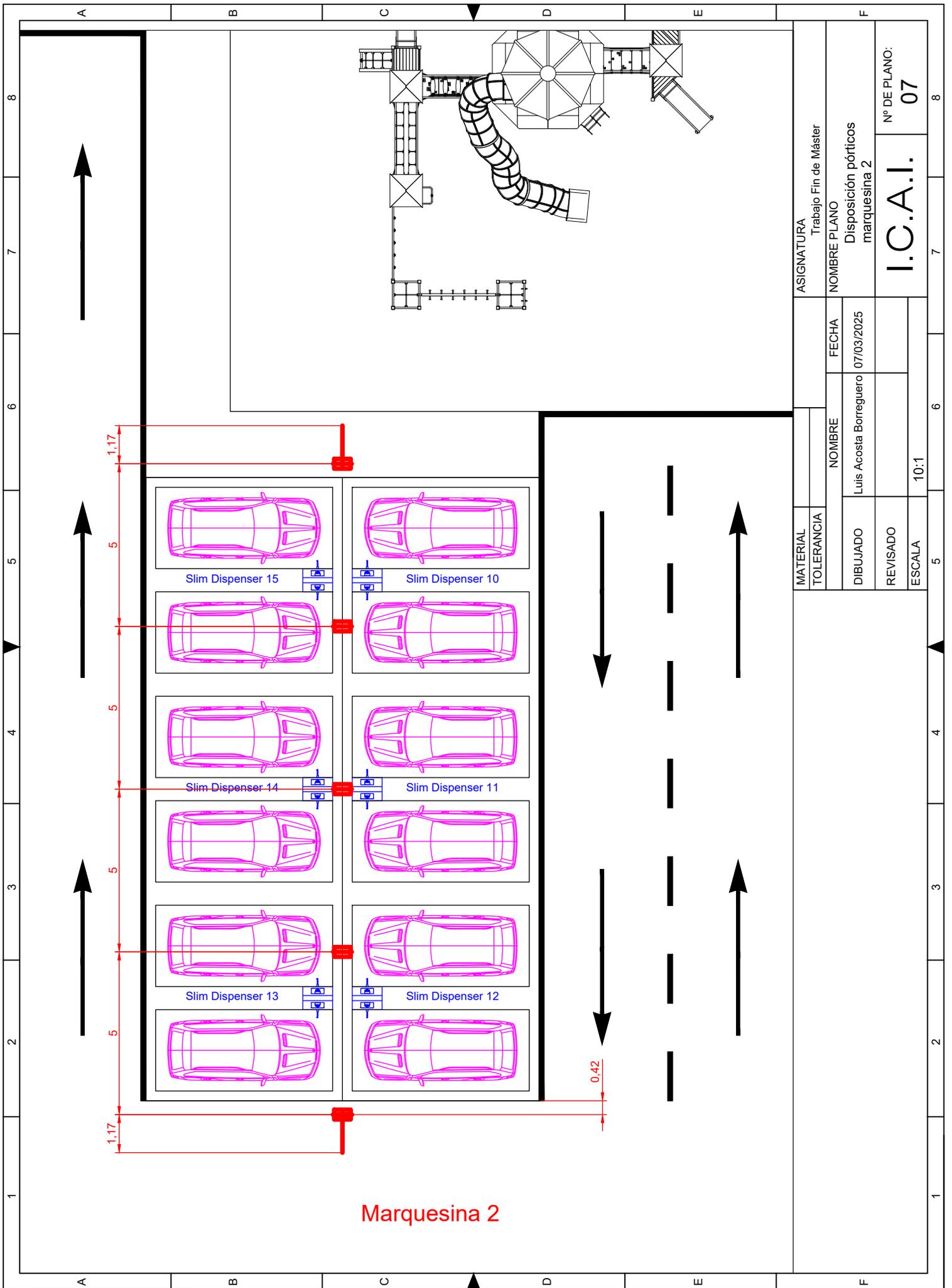
MATERIAL	ASIGNATURA	
TOLERANCIA	Trabajo Fin de Máster	
DIBUJADO	NOMBRE	FECHA
REVISADO	Luis Acosta Borreguero	07/03/2025
ESCALA	NOMBRE PLANO	
	Canalizaciones tipo C	
	Nº DE PLANO:	
	I.C.A.I. 04	



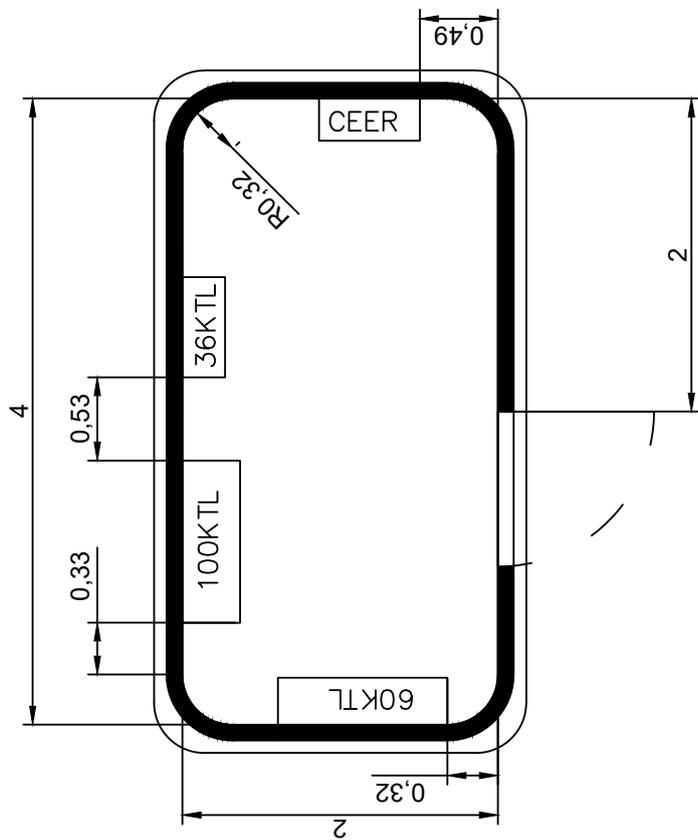


MATERIAL		ASIGNATURA	
TOLERANCIA		Trabajo Fin de Máster	
NOMBRE		NOMBRE PLANO	
Luis Acosta Borrego		Disposición p ^ó rticos marquesina 1	
FECHA		N ^o DE PLANO:	
07/03/2025		06	
DIBUJADO		I.C.A.I.	
REVISADO		ESCALA	
10:1		10:1	

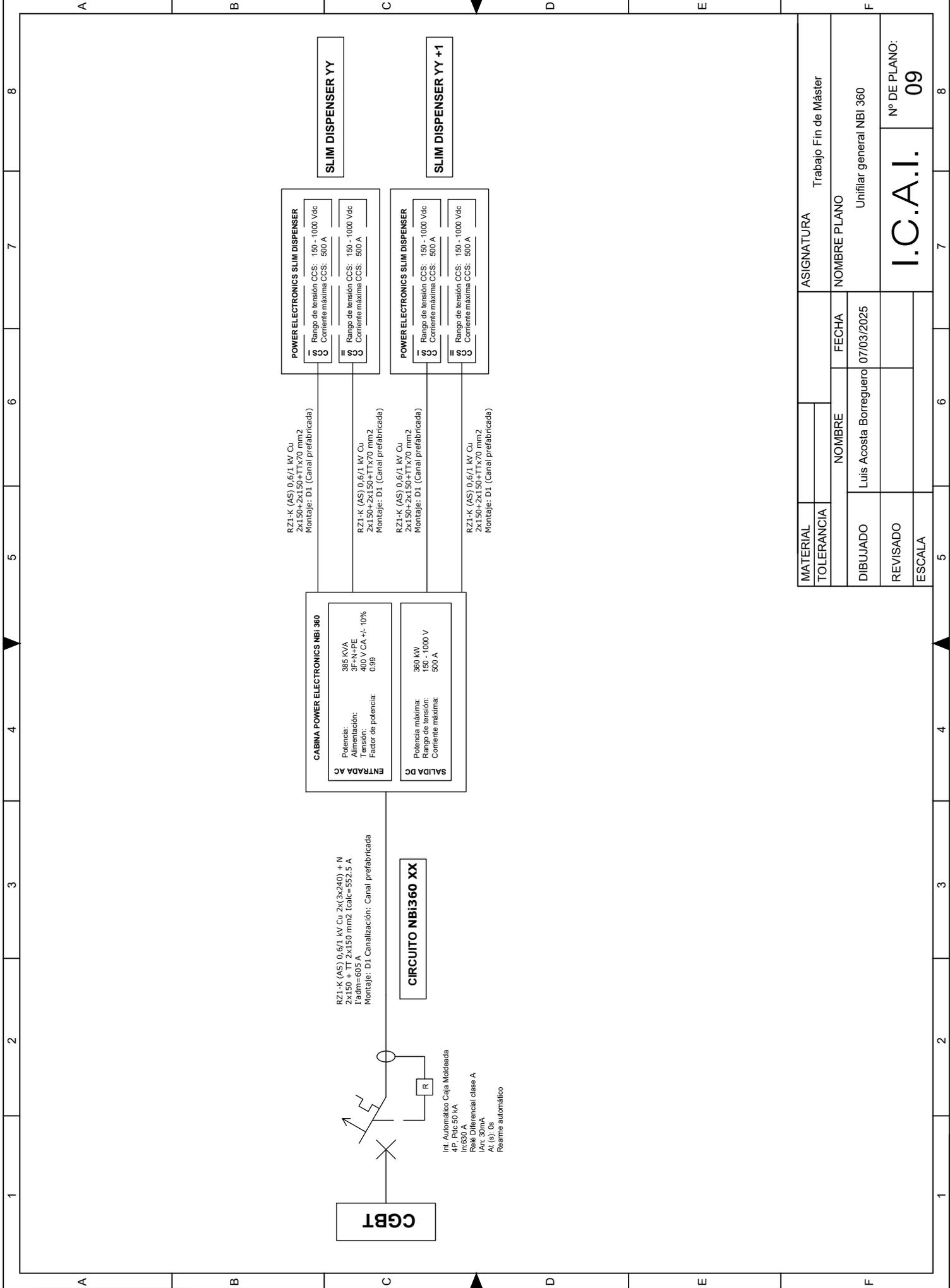
Marquesina 1



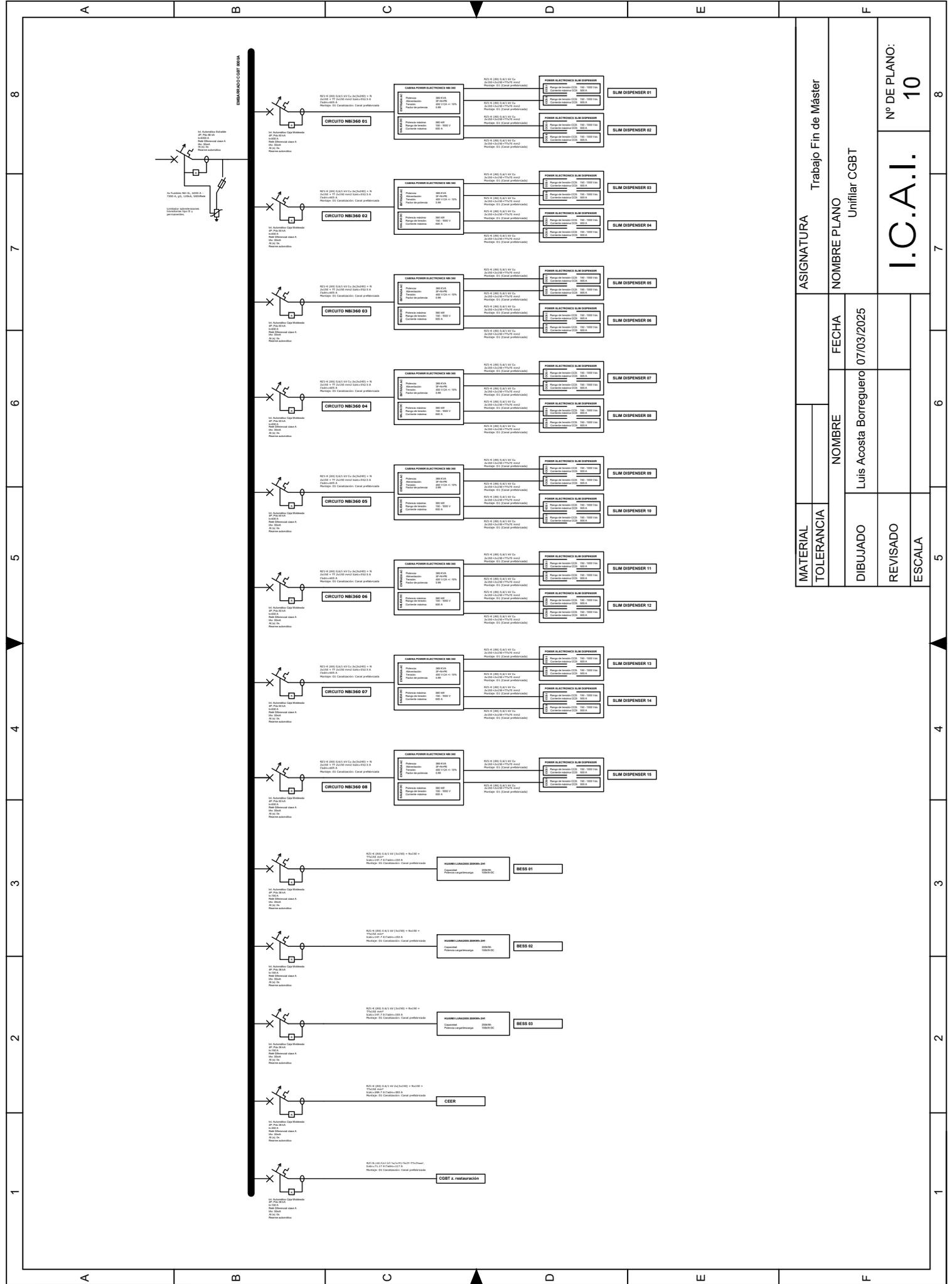
Marquesina 2



MATERIAL	ASIGNATURA		
TOLERANCIA	Trabajo Fin de Máster		
DIBUJADO	NOMBRE	FECHA	NOMBRE PLANO
REVISADO	Luis Acosta Borreguero	07/03/2025	Disposición elementos caseta prefabricada
ESCALA			Nº DE PLANO: 08



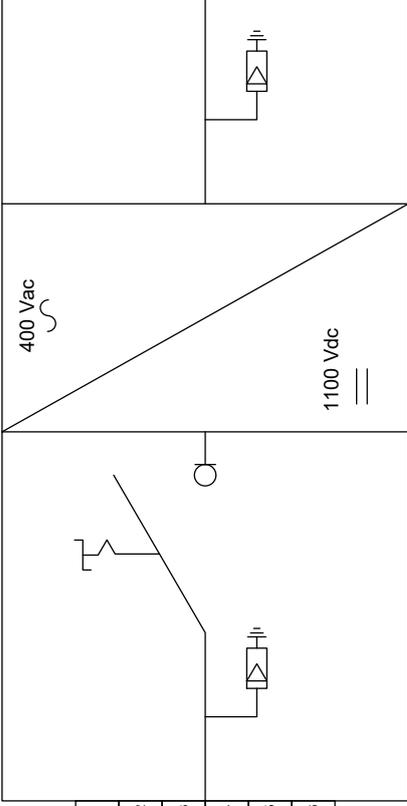
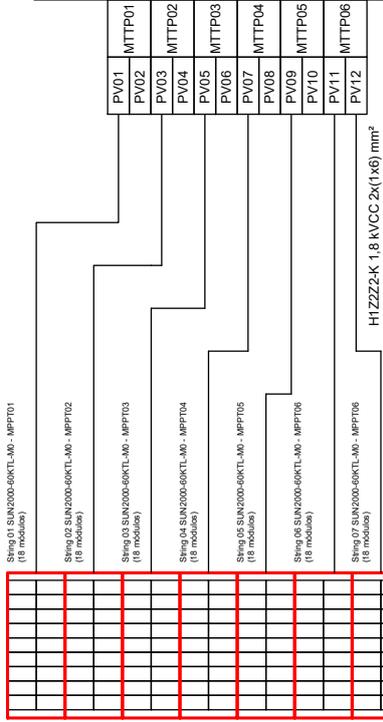
MATERIAL	ASIGNATURA	
TOLERANCIA	Trabajo Fin de Máster	
DIBUJADO	NOMBRE	FECHA
REVISADO	Luis Acosta Borreguero	07/03/2025
ESCALA	NOMBRE PLANO	
	Unifilar general NBI 360	
	Nº DE PLANO: 09	



MATERIAL	ASIGNATURA	
	Trabajo Fin de Máster	
TOLERANCIA	NOMBRE PLANO	
	Unifilar CGBT	
DIBUJADO	NOMBRE	FECHA
	Luis Acosta Borreguero	07/03/2025
REVISADO		
ESCALA		

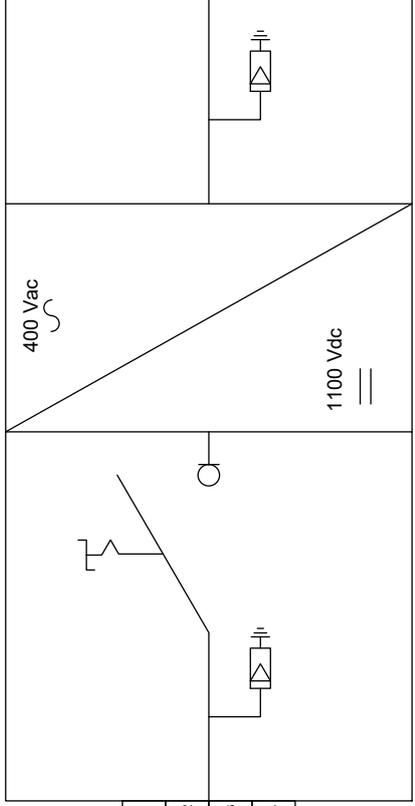
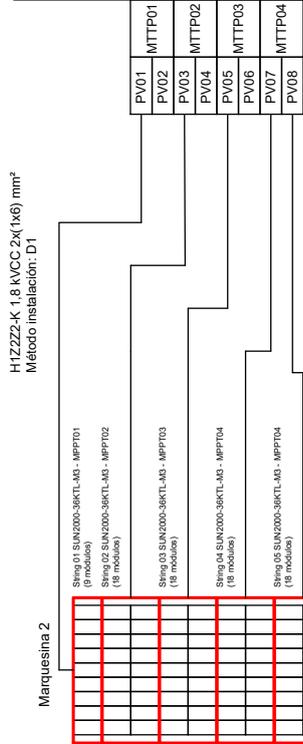
I.C.A.I.		Nº DE PLANO:
		10

SUN 2000 - 60KTL - M0



Marquesina 1

SUN 2000 - 36KTL - M3



Marquesina 2

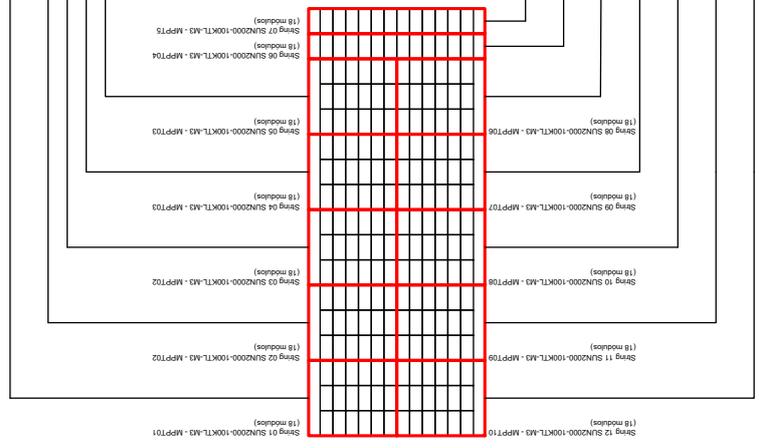
MATERIAL	ASIGNATURA		
TOLERANCIA	Trabajo Fin de Máster		
DIBUJADO	NOMBRE	FECHA	NOMBRE PLANO
REVISADO	Luis Acosta Borreguero	07/03/2025	Unifilar Strings inversores 36kW y 60kW
ESCALA	Nº DE PLANO:		11

I.C.A.I.

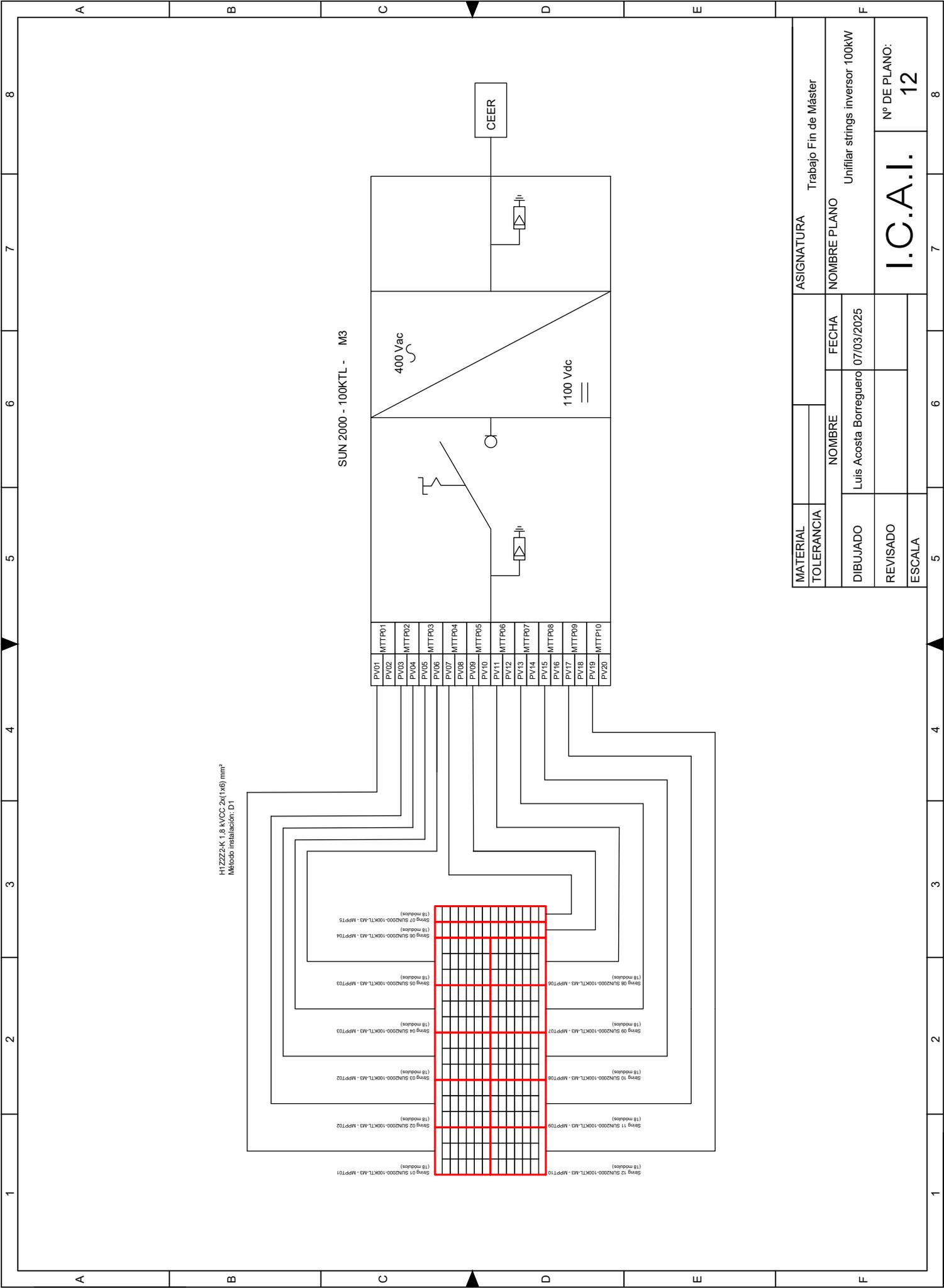
H1ZZZ2-K 1,8 kVCC,2x(1x6) mm²
Método Instalación: DT

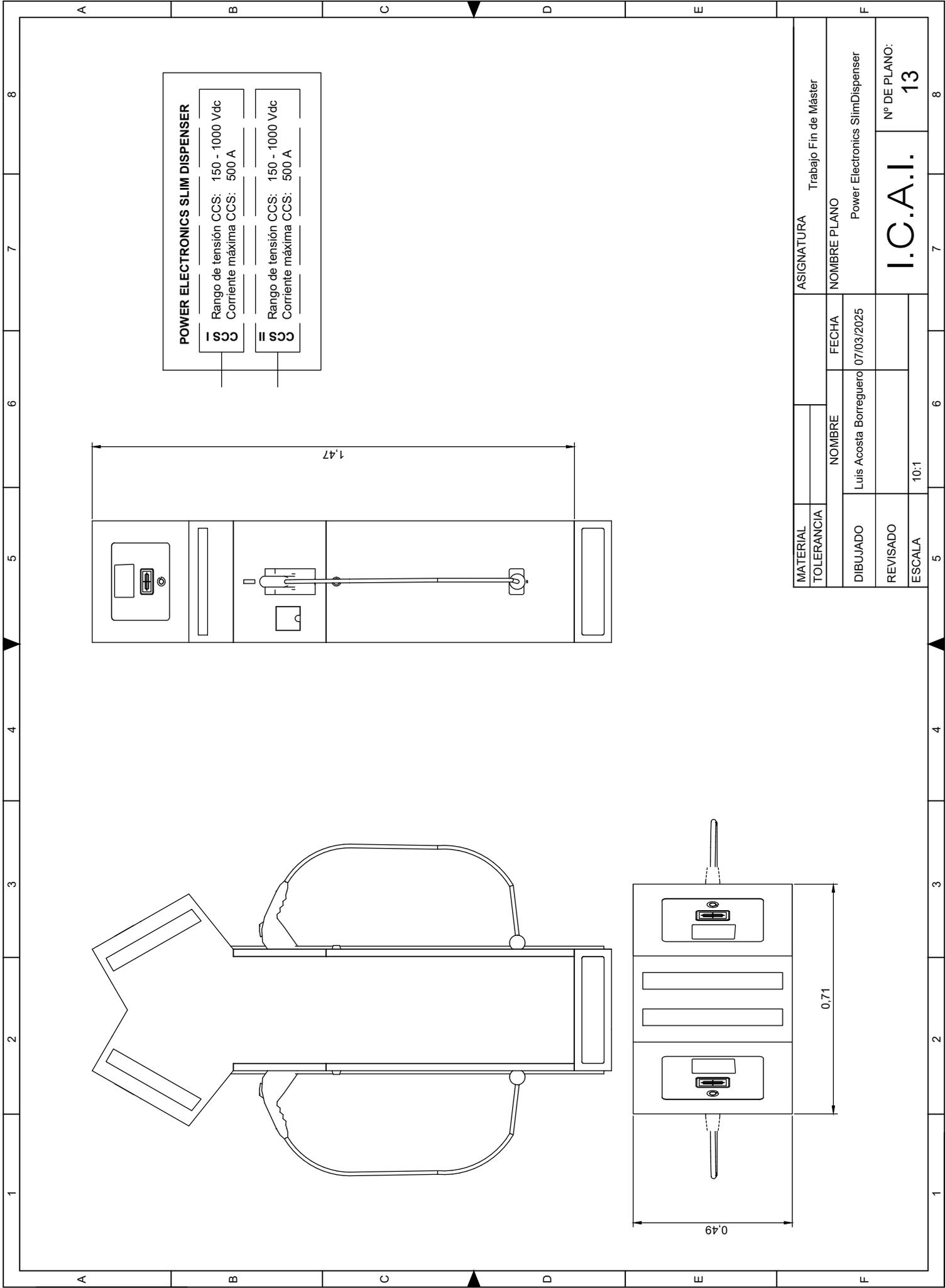
SUN 2000 - 100KTL - M3

PV01	MITP01
PV02	MITP02
PV03	MITP03
PV04	MITP04
PV05	MITP05
PV06	MITP06
PV07	MITP07
PV08	MITP08
PV09	MITP09
PV10	MITP10
PV11	MITP11
PV12	MITP12
PV13	MITP13
PV14	MITP14
PV15	MITP15
PV16	MITP16
PV17	MITP17
PV18	MITP18
PV19	MITP19
PV20	MITP20



MATERIAL	ASIGNATURA		Trabajo Fin de Máster	
TOLERANCIA	NOMBRE		NOMBRE PLANO	
DIBUJADO	Luis Acosta Borreguero	FECHA	07/03/2025	
REVISADO	Nº DE PLANO:		12	
ESCALA	I.C.A.I.			





POWER ELECTRONICS SLIM DISPENSER	
	Rango de tensión CCS: 150 - 1000 Vdc Corriente máxima CCS: 500 A
	Rango de tensión CCS: 150 - 1000 Vdc Corriente máxima CCS: 500 A

MATERIAL		ASIGNATURA	
TOLERANCIA		Trabajo Fin de Máster	
DIBUJADO	Luis Acosta Borreguero	NOMBRE PLANO	Power Electronics SlimDispenser
REVISADO		FECHA	07/03/2025
ESCALA	10:1	Nº DE PLANO: 13	

ANEXO V: FICHAS TÉCNICAS EQUIPOS

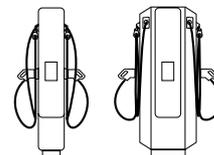
Slim & Cooled

DS 2.1

Sistema de gestión de cables
Carga simultánea de 60 a 360 kW
Diseño compacto y exclusivo



Slim & Cooled Dispensers



REFERENCIA	NBDC2000H NBDC2000U	NBDC2500H -	NBDC3000H NBDC3000U	NBDC500CH NBDC500CU	
	Máxima corriente constante CCS [A]	200	250	300	500 ^[3]
	Corriente de pico CCS [A] ^[2]	500			
SALIDA DC	Máxima corriente CHAdeMO [A]	125			
	Rango de tensión [V] ^[1]	150 - 1000			
	Conectores disponibles	CCS-1, CCS-2, CHAdeMO			
		Pantalla táctil 10"			
GENERAL	Interfaz	Seta de emergencia			
		Terminal de pago (TPV) (opcional)			
	Lector RFID	ISO14443 A/B, MIFARE, Calypso, ISO18092, ISO15693 y más			
	Protecciones	Vigilante de aislamiento			
	Medida de energía	Medida interna de energía			
		Contador DC para conector DC (opcional)			
	Longitud de manguera [m/ft]	5 / 16.4 con sistema de gestión de cable (opcionalmente, 7.6 / 25)			
	Grado de protección	NEMA 3R IP54 IK10 (IK08 para rejilla de ventilación)			
	Color de la envolvente / Pie / Cristal	Blanco (RAL 9016) / Gris (RAL 7016) / Negro			
	Personalización ^[4]	Envolvente (Color/Vinilo) / Logo			
	Rango de temperatura de operación [°C/°F]	Estándar: -25 a 50 / -13 a 122 Opcional: -30 a 50 / -22 a 122			
	Humedad de operación	De 4% a 95%			
	Máxima altitud (sobre el nivel del mar) [m/ft]	2000 / 6561 sin derating (max. 3000 / 9842)			
	Protocolos de carga	ISO 15118, CHAdeMO 1.1 y DIN 70121			
	Protocolos de comunicación	OCPP 1.6J, OCPP 2.0.1, API Rest ^[4]			
	Dimensiones para Slim (WxDxH) [mm/ft]	300 x 760 x 1800 / 0.98 x 1.64 x 5.9			
Dimensiones para Cooled (WxDxH) [mm/ft]	670 x 750 x 1800 / 2.2 x 2.5 x 5.9				
Normativa	IEC 61851-1, IEC 61851-23, IEC 61851-24, IEC 61851-21-2 UL 2202, NEC 625, FCC Part 15 Class A				

NOTAS

[1] 150 - 500 Vdc para CHAdeMO. Potencia máxima desde 300 Vdc.

[2] Consulte con Power Electronics para más información sobre la capacidad de sobrecorriente de los conectores.

[3] Dispensador Cooled disponible con 1 punto de carga disponible. Para 2 puntos de carga simultánea, por favor consulte disponibilidad con Power Electronics.

[4] Consulte con Power Electronics para más información.

PREHORMISA

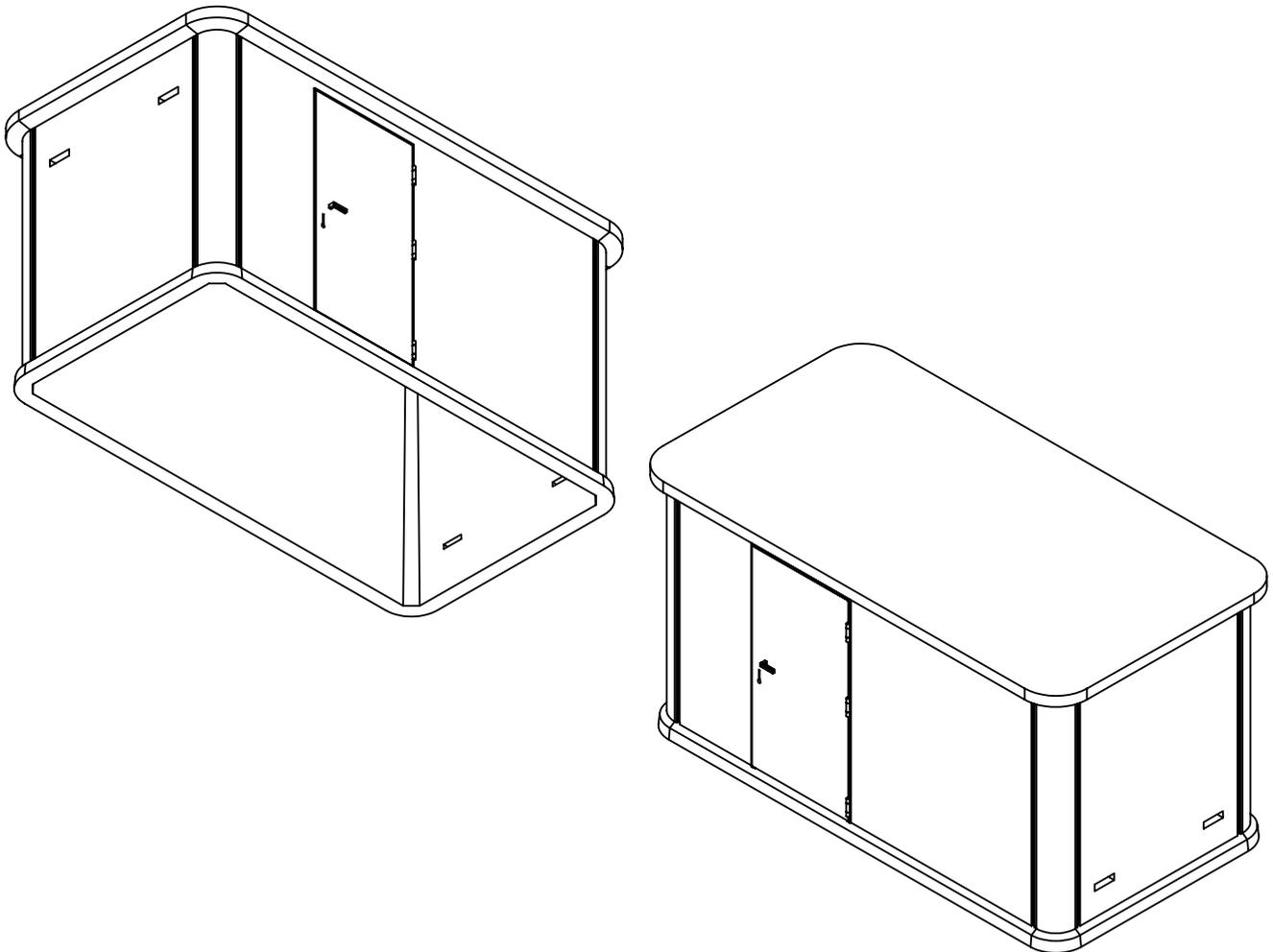
PREFABRICADOS DE HORMIGON



DATOS TECNICOS

CODIGO	PRODUCTO		
1480	CASETA NORM. PHA T-10 (4x2x2.25)		
FECHA	REVISION	PESO	
23/02/2007	00	8.245 Kg.	
MEDIDAS EXTERIORES		MEDIDAS INTERIOR UTIL	
-ALTO:	2.35 m.	-ALTO:	2.25 m.
-ANCHO:	2.36 m.	-ANCHO:	1.98 m.
-LARGO:	4.36 m.	-LARGO:	3.98 m.
-ESPESOR:	0.07 / 0.11 m.	-ESPESOR APOYO:	0.13 m.

VISTA 3D



OBSERVACIONES

CASETA PREFABRICADA MONOCASCO MULTIUSOS, VÁLIDA PARA ALOJAMIENTO DE ELEMENTOS DE BOMBEO, SISTEMAS DE RIEGO, EQUIPAMIENTOS DE TELECOMUNICACIONES, ETC., CON MEDIDAS INTERIORES DE 3.98x1.98x2.25



CYDESA
 Construcciones y Distribuciones Eléctricas, S.A.

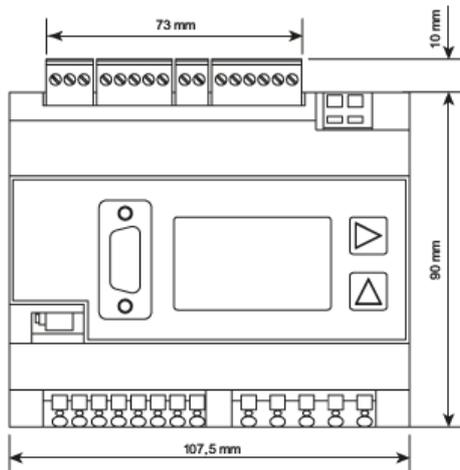
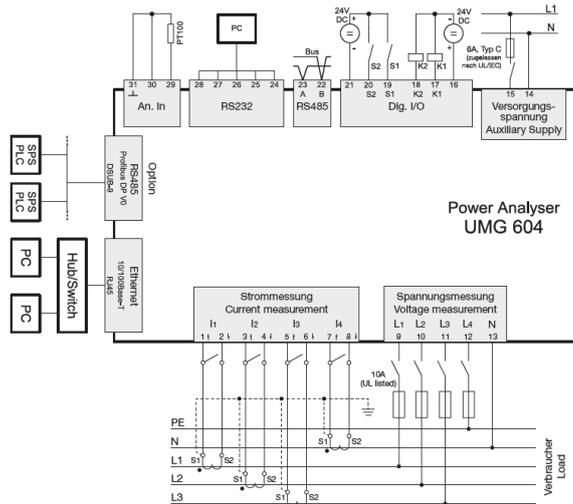
Expertos en energía reactiva y armónicos

Pol. Ind. Sant Antoni, Parcela 2, Nave A
 08620 Sant Vicenç dels Horts (Barcelona)
 España

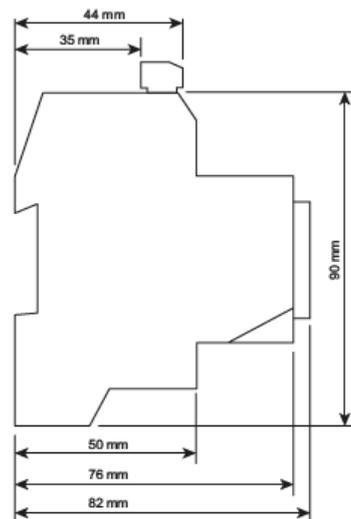
Tel.: (+34) 936 565 950
 Fax: (+34) 936 769 745
 E-mail: cydesa@cydesa.com



UMG 604-PRO: ANALIZADOR DE ENERGÍA INTELIGENTE PARA MONTAJE EN CARRIL DIN.



Front view



Side view



CYDESA
Construcciones y Distribuciones Eléctricas, S.A.

Expertos en energía reactiva y armónicos

Pol. Ind. Sant Antoni, Parcela 2, Nave A
08620 Sant Vicenç dels Horts (Barcelona)
España

Tel.: (+34) 936 565 950
Fax: (+34) 936 769 745
E-mail: cydesa@cydesa.com



Características

Precisión

- Energía: Clase 0.5S (... / 5 A)
- Intensidad: 0.2 %
- Tensión: 0.2 %

Calidad eléctrica

- Armónicos hasta el de orden 40
- Microcortes (> 20 ms)
- Transitorios (> 50 μ s)
- Corrientes de arranque (> 20 ms)
- Desequilibrio de fases
- Almacenado de forma de onda completa (Hasta 4 minutos)

Memoria interna

- 128 MB

Comunicación

- Profibus (DP/ V0)
- Modbus (RTU, UDP, TCP, Gateway)
- TCP/IP
- BACnet (opcional)
- HTTP (página web integrada)
- FTP (transferencia de archivos)
- SNMP
- TFTP
- NTP (sincronización de tiempo)
- SMTP (envío de correo electrónico)
- DHCP

Interfaces

- Ethernet
- RS232
- RS485

Tipo de red

- TN, TT, IT networks
- Redes de 3 fases y 3 fases + Neutro.
- Medida de hasta 4 líneas monofásicas.

Entrada de temperatura

- PT100, PT1000, KTY83, KTY84

Entradas/salidas digitales

- Salidas con lógica programable
- Acceso remoto vía Modbus / Profibus
- Programación de umbrales de disparo

Lenguaje de programación

- Jasic®
- Función autómata programable

Webserver integrado

- Acceso a los datos a tiempo real e históricos desde explorador web.
- Visualización de tipo tabla de valores y gráfica.
- Permite instalación de Apps
 - Watchdog EN50160
 - Watchdog IEC61000-2-4
 - Alarmas por e-mail
 - Push Server: Envío directo de datos a servidor externo.

LUNA2000-200KWH-2H1 Smart String ESS



More Energy



Simple O&M



Safe & Reliable

Energy Storage System Parameters

Battery Configuration	12S1P
Maximum battery capacity of the energy storage system	193.5 kWh
Rated Power	100 kW
Dimensions (W x H x D), including DC/DC and PCS	2570mm×2135mm×1200mm
Dimensions (W x H x D)	1810mm×2135mm×1200mm
Weight (including the battery module)	≤2950kg
Weight (without the battery module)	≤1070kg
Operating temperature range	-30 °C ~ 55 °C
Storage temperature range	-40 °C ~ 60 °C
Operating humidity range	0 ~ 100% (non-condensing)
Maximum operating altitude	4,000 m
Installation Environment Requirement	Outdoor installation
Battery temperature control mode	Industrial-grade air conditioner
Fire suppression of energy storage system	YES
Auxiliary Power Supply	220Vac, <=4.2kW
Communication port	Ethernet / SFP
Communication protocol	Modbus TCP
Protection degree	IP55
EMC Protection Rating	ClassA
DC Lightning Protection	Type II

Standards

Environment	RoHS6
Certification Standards	GBT 36276-2018; IEC62619; UL9540A;UN38.3

Battery Pack & Smart Rack Controller

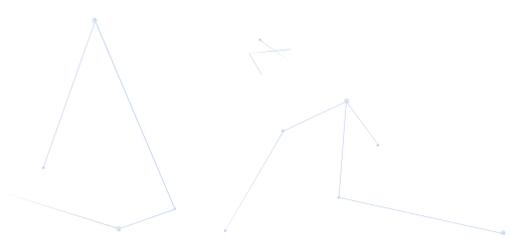
Smart String ESS



Battery Pack	
General	
Cell Material	LFP
Nominal Capacity	16.13kWh
Supported Charge & Discharge Rate	≤ 0.5 C
Weight	≤ 140 kg
Dimensions (W x H x D)	442 x 308 x 660 mm



Smart Rack Controller	
Efficiency	
Max. Efficiency	≥ 98.50%
Battery Side	
Rated Voltage	691.2@280Ah
Operating Voltage Range	40 V ~ 1,050 V
Min. Start Voltage	350 V
Bus Side	
Max. DC Voltage	1,100 V
Rated Voltage	665 V
Rated Current	76.3 A
General	
Dimensions (W x H x D)	600 x 820 x 270 mm
Weight	≤ 90 kg
Cooling Method	Smart Air Cooling
Protection Degree	IP66



Harvest the Sunshine

DEEP BLUE 3.0

Mono

550W MBB Half-cell Module
JAM72S30 525-550/MR/1500V Series

Introduction

Assembled with 11BB PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

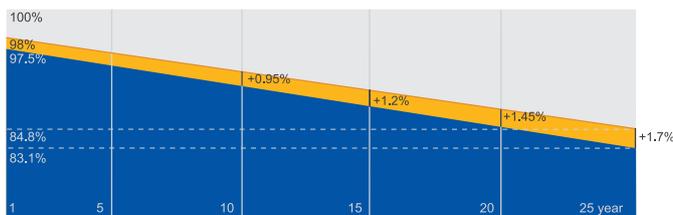


Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation
Over 25 years



■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems



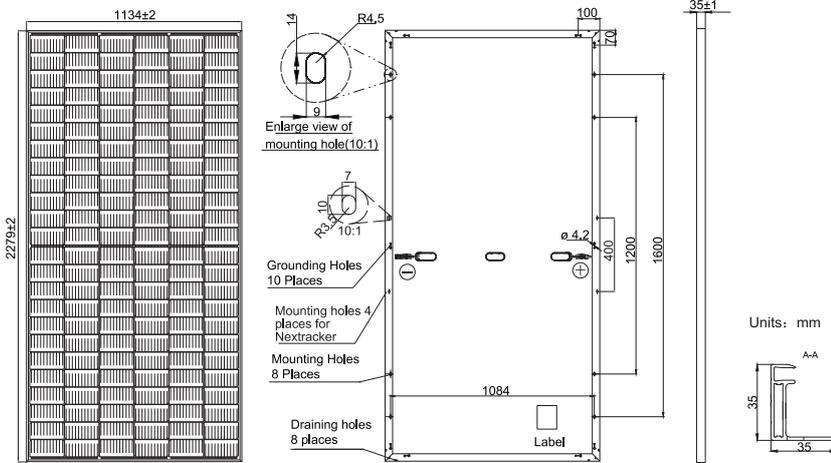
JA SOLAR

www.jasolar.com

Specifications subject to technical changes and tests.
JA Solar reserves the right of final interpretation.
Shanghai JA Solar Technology Co., Ltd.



MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	28.6kg±3%
Dimensions	2279±2mm×1134±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	144(6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	Genuine MC4-EVO2 QC 4.10-35/45
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-)
Country of Manufacturer	China/Vietnam

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72S30 -525/MR/1500V	JAM72S30 -530/MR/1500V	JAM72S30 -535/MR/1500V	JAM72S30 -540/MR/1500V	JAM72S30 -545/MR/1500V	JAM72S30 -550/MR/1500V
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.15	49.30	49.45	49.60	49.75	49.90
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.15	41.31	41.47	41.64	41.80	41.96
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.65	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00
Maximum Power Current(Imp) [A]	12.76	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11
Module Efficiency [%]	20.3	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α _{Isc})	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β _{Voc})	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ _{Pmp})	-0.350%/°C					

STC Irradiance 1000W/m², cell temperature 25°C, AM1.5G

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.
Measurement tolerance at STC: Pmax ±3 %, Voc ±3% and Isc ±4%.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

TYPE	JAM72S30-525 /MR/1500V	JAM72S30-530 /MR/1500V	JAM72S30-535 /MR/1500V	JAM72S30-540 /MR/1500V	JAM72S30-545 /MR/1500V	JAM72S30-550 /MR/1500V
Rated Max Power(Pmax) [W]	397	401	405	408	412	416
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.05	46.18	46.31	46.43	46.55	46.68
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.36	38.57	38.78	38.99	39.20	39.43
Short Circuit Current(Isc) [A]	10.97	11.01	11.05	11.09	11.13	11.17
Max Power Current(Imp) [A]	10.35	10.39	10.43	10.47	10.51	10.55

NOCT Irradiance 800W/m², ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G

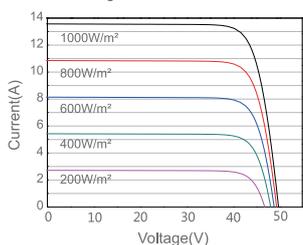
*For NexTracker installations, Maximum Static Load, Front is 2000Pa while Maximum Static Load, Back is 2000Pa.

OPERATING CONDITIONS

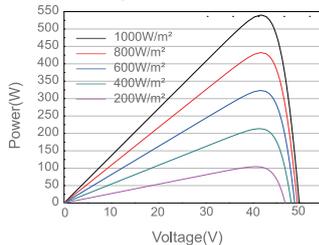
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
Operating Temperature	-40 C ~+85 C
Maximum Series Fuse Rating	25A
Maximum Static Load Front*	3600Pa, 1.5
Maximum Static Load Back*	1600Pa, 1.5
NOCT	45±2 C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

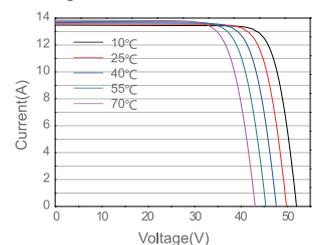
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR/1500V



Power-Voltage Curve JAM72S30-540/MR/1500V



Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR/1500V



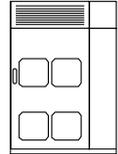
■ NBi 360

DS1.3

Potencia escalable
Alta densidad de potencia
Smart Power Balance
Carga secuencial de flotas
Rango extendido de tensión a potencia máxima



NBi 360



REFERENCIA	NBi180RH NBi180RU	NBi240RH NBi240RU	NBi360RH NBi360RU	
SALIDA DC	Potencia máxima [kW]	180	360	
	Número de etapas de potencia	6	12	
	Potencia de carga (Dispenser/ Pantógrafo) [kW] ^[1]	Combiner 1	4x60 / 2x120	6x60 / 3x120
		Combiner 2	1x180 / 2x90	1x360 / 2x180 / 4x90
	Rango de tensión [V] ^[2]	150 - 1000		
ENTRADA AC PARA SALIDA DC	Potencia máxima [kVA]	193	384	
	Tensión [V]	400 IEC / 480 UL (3ph + N + PE) ± 10%		
	Factor de potencia	> 0.99		
	Frecuencia [Hz]	50 (IEC) / 60 (IEC & UL)		
	Eficiencia	95%		
GENERAL	Sobretemperatura			
	Sobretensiones (SPD Tipo 2)			
	Sobrecargas / Cortocircuitos (Interruptor Magnetotérmico) (opcional)			
	RCD Tipo A (opcional) ^[3]			
	Smart Fleet Management (opcional)			
	Otros	Smart Power Balance (opcional)		
	Listo para seta de emergencia ^[4]			
	Color de la envolvente / Pies	Gris (RAL 7035) / Gris (RAL 7016)		
	Grado de protección	NEMA 3R IP54 IK10 (IK08 para rejilla de ventilación)		
	Rango de temperatura de operación [°C/°F]	Estándar: -25 a 50 / -13 a 122 Opcional: -30 a 50 / -22 a 122		
Humedad relativa	De 4% a 95%			
Altitud máxima (sobre el nivel mar) [m/ft]	Sin derating: 2000 / 6561. Max: 3000 / 9842			
Comunicaciones	Ethernet (10/100)			
	Datos móviles: 4G, 3G, GSM			
Dimensiones (WxDxH) [mm/ft]	1550 x 1010 x 2300 / 5.08 x 3.31 x 7.55			
Normativa	IEC 61851-1, IEC 61851-23, IEC 61851-24, IEC 61851-21-2 UL 2202, NEC 625, FCC Part 15 Class A			

NOTAS

- [1] La potencia final suministrada depende del modelo del combiner seleccionado.
 [2] 150 - 500 Vdc para CHAdeMO. Potencia máxima desde 300 Vdc.
 [3] Este opcional solo está disponible en el mercado IEC y siempre como pack junto con el Interruptor magnetotérmico.
 [4] Los contactos para la seta de emergencia sólo disponible instalado el opcional MCB.

SUN2000-30/36/40KTL-M3 Smart PV Controller



Smart

8 strings intelligent monitoring



Efficient

Max. efficiency 98.7%



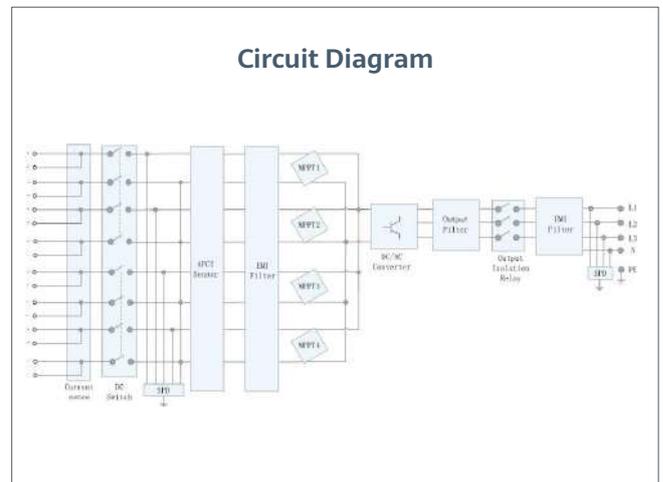
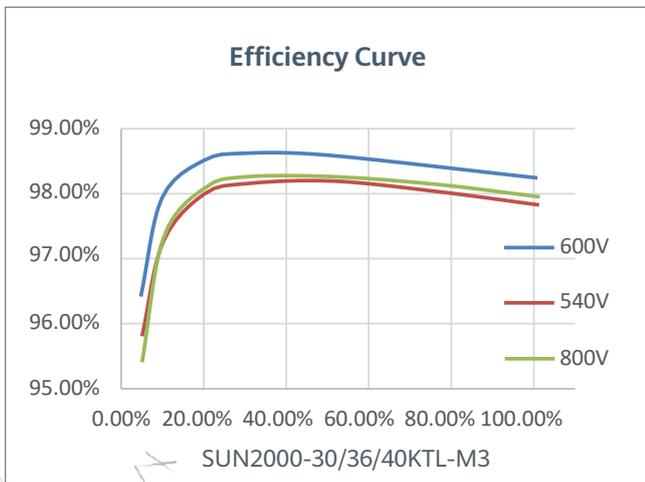
Safe

Fuse free design



Reliable

Type II surge arresters for DC & AC



SUN2000-30/36/40KTL-M3
Technical Specification

Technical Specification	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
-------------------------	------------------	------------------	------------------

Efficiency	
Max. Efficiency	98.7%
European Efficiency	98.4%

Input	
Max. Input Voltage ¹	1,100 V
Max. Current per MPPT	27 A (per MPPT) / 20 A (per Input)
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range ²	200 V ~ 1000 V
Rated Input Voltage	600 V
Number of Inputs	8
Number of MPP Trackers	4

Output			
Rated AC Active Power	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Max. AC Apparent Power	33,000 VA ³	40,000 VA	44,000 VA
Rated Output Voltage	230 Vac / 400 Vac / 480 Vac, 3W/N+PE		
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz		
Rated Output Current	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Max. Output Current	47.9 A	58.0 A	63.8 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD		
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%		

Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Yes
AC Surge Arrester	Yes
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Arc Fault Protection	Yes
Ripple Receiver Control	Yes
Integrated PID Recovery ³	Yes

Communication	
Display	LED Indicators, Integrated WLAN + FusionSolar APP
RS485	Yes
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)

General Data	
Dimensions (W x H x D)	640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)
Weight (with mounting plate)	43 kg (94.8 lb)
Operating Temperature Range	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)
Cooling Method	Natural Convection
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)
Relative Humidity	0% RH ~ 100% RH
DC Connector	Amphenol Helios H4
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP 66
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	≤ 5.5W

Optimizer Compatibility	
DC MBUS Compatible Optimizer	SUN2000-450W-P2, SUN2000-600W-P, MERC-1100W/1300W-P

Standard Compliance (more available upon request)	
Safety	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Grid Connection Standards	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, AS/NZS 4777.2, DEWA

1. The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.
2. Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.
3. SUN2000-30~40KTL-M3 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly)

SUN2000-60KTL-M0

Inversor string inteligente



6
MPPTs



98.9% (@480V)
Max. Eficiência



Gerenciamento no
nível de String



Suporte para
Diagnóstico Inteligente
de Curva I-V



Monitoramento
integrado de corrente
residual



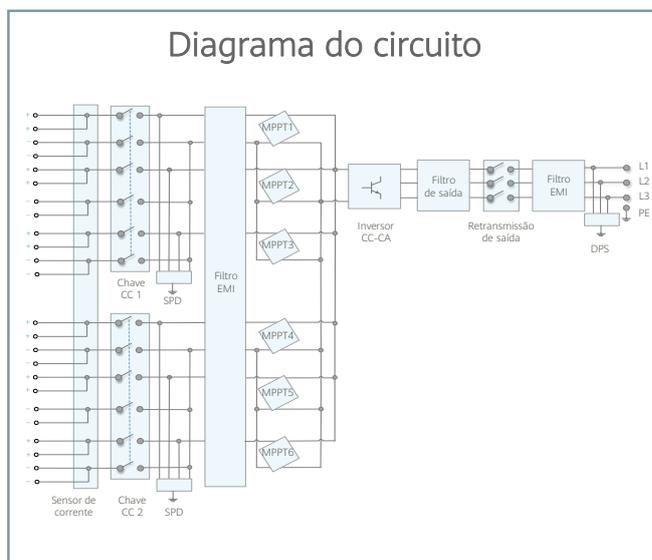
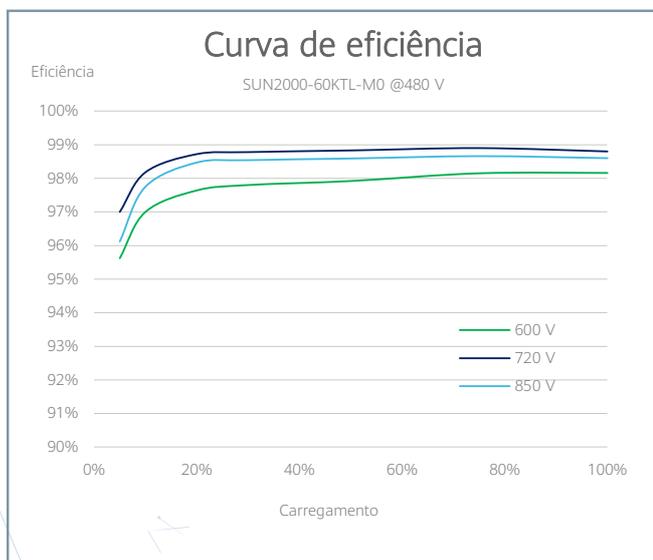
Design
Livre de Fusíveis



DPS para
CC & CA



Proteção
IP65



Especificações Técnicas

Eficiência	
Eficiência máxima	98.9% @480 V, 98.7% @380 V / 400 V
Eficiência europeia	98.7% @480 V, 98.5% @380 V / 400 V
Entrada	
Tensão máxima de entrada	1,100 V
Corrente máx. por MPPT	22 A
Corrente de curto-circuito máx. por MPPT	30 A
Tensão de início	200 V
Faixa de tensão operacional do MPPT	200 V ~ 1,000 V
Tensão nominal de entrada	720 V @480 Vac, 600 V @380 Vac / 400 Vac
Número de entradas	12
Número de MPP Trackers	6
Saída	
Potência ativa nominal (CA)	60,000 W
Potência aparente máxima (CA)	66,000 VA
Potência ativa CA máxima (cosφ=1)	66,000 W
Tensão nominal de saída	480 V/ 400 V/ 380 V, 3F+(N)+PE
Frequência de rede CA nominal	50 Hz / 60 Hz
Corrente nominal de saída	72.2 A @480 V, 86.7 A @400 V, 91.2 A @380 V
Corrente de saída máxima	79.4 A @480 V, 95.3 A @400 V, 100 A @380 V
Faixa de ajuste do Fator de potência	0.8 LG ... 0.8 LD
Distorção harmônica total máxima	< 3%
Proteção	
Dispositivo de desconexão lateral de entrada	Sim
Proteção anti-ilhamento	Sim
Proteção contra sobrecorrente CA	Sim
Proteção de polaridade CC reversa	Sim
Monitoramento de falha de string de matriz FV	Sim
DPS CC	Classe II
DPS CA	Classe II
Deteção de resistência de isolamento CC	Sim
Unidade de monitoramento de corrente residual	Sim
Comunicação	
Visor	Indicadores de LED, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Sim
RS485	Sim
MBUS	Sim
Geral	
Dimensões (L x A x P)	1,075 x 555 x 300 mm (42.3 x 21.9 x 11.8 inch)
Peso (com placa de montagem)	74 kg (163.1 lb.)
Intervalo de temperatura operacional	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Método de resfriamento	Convecção natural
Altitude máx. de operação	4,000 m (13,123 ft.)
Umidade relativa	0 ~ 100%
Conector CC	Amphenol Helios H4
Conector CA	Conector PG Impermeável + Terminal OT
Grau de proteção	IP65
Topologia	Sem transformador
Conformidade com padrões (Outros disponíveis conforme solicitação)	
Certificações	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, ABNT NBR IEC 62116

SUN2000-100KTL-M2 Smart PV Controller



10
MPP Trackers



98.8% (@480V)
Max. Efficiency



String-level
Management



Smart I-V Curve Diagnosis
Supported



MBUS
Supported



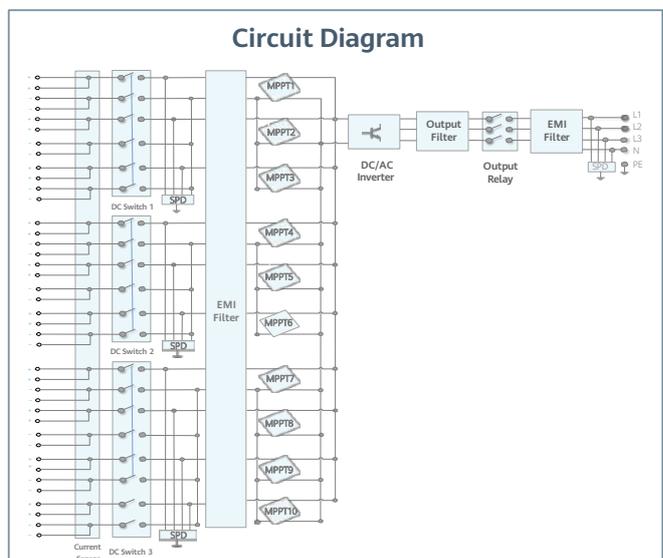
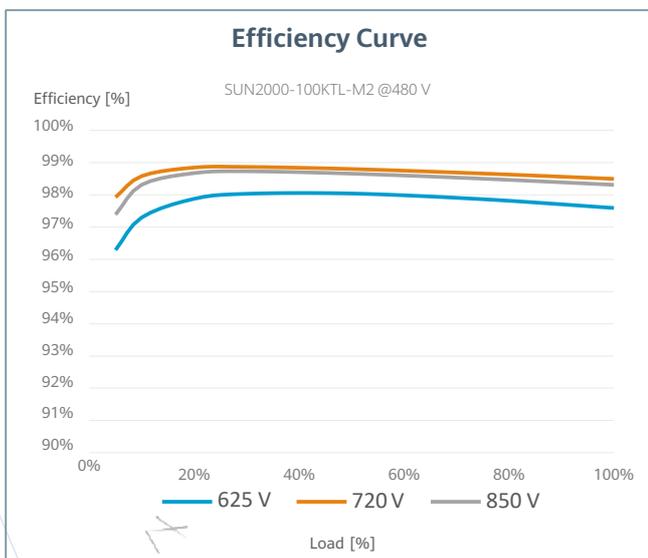
Support AFCI &
Smart String Level
Disconnecter



Surge Arresters for
DC & AC



IP66
Protection



Technical Specification

SUN2000-100KTL-M2

Efficiency

Max. efficiency	98.6% @ 400 V, 98.8% @ 480 V
European efficiency	98.4% @ 400 V, 98.6% @ 480 V

Input

Max. Input Voltage ¹	1,100 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Current per Input	20 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range ²	200 V ~ 1,000 V
Nominal Input Voltage	600 V @ 400 Vac, 720 V @ 480 Vac
Number of MPP trackers	10
Max. input number per MPP tracker	2

Output

Nominal AC Active Power	100,000 W
Max. AC Apparent Power	110,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	110,000 W
Nominal Output Voltage	400 V/ 480 V, 3W+(N)+PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A @ 400 V, 120.3 A @ 480 V
Max. Output Current	160.4 A @ 400 V, 133.7 A @ 480 V
Adjustable Power Factor Range	0.8 leading... 0.8 lagging
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%

Protection

Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Arc Fault Protection	Yes
Smart String Level Disconnecter	Yes

Communication

Display	LED indicators; WLAN adaptor + FusionSolar APP
RS485	Yes
USB	Yes
Smart Dongle-4G	4G / 3G / 2G via Smart Dongle – 4G (Optional)
Monitoring BUS (MBUS)	Yes (isolation transformer required)

General Data

Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm
Weight (with mounting plate)	93 kg
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol HH4
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	< 3.5 W

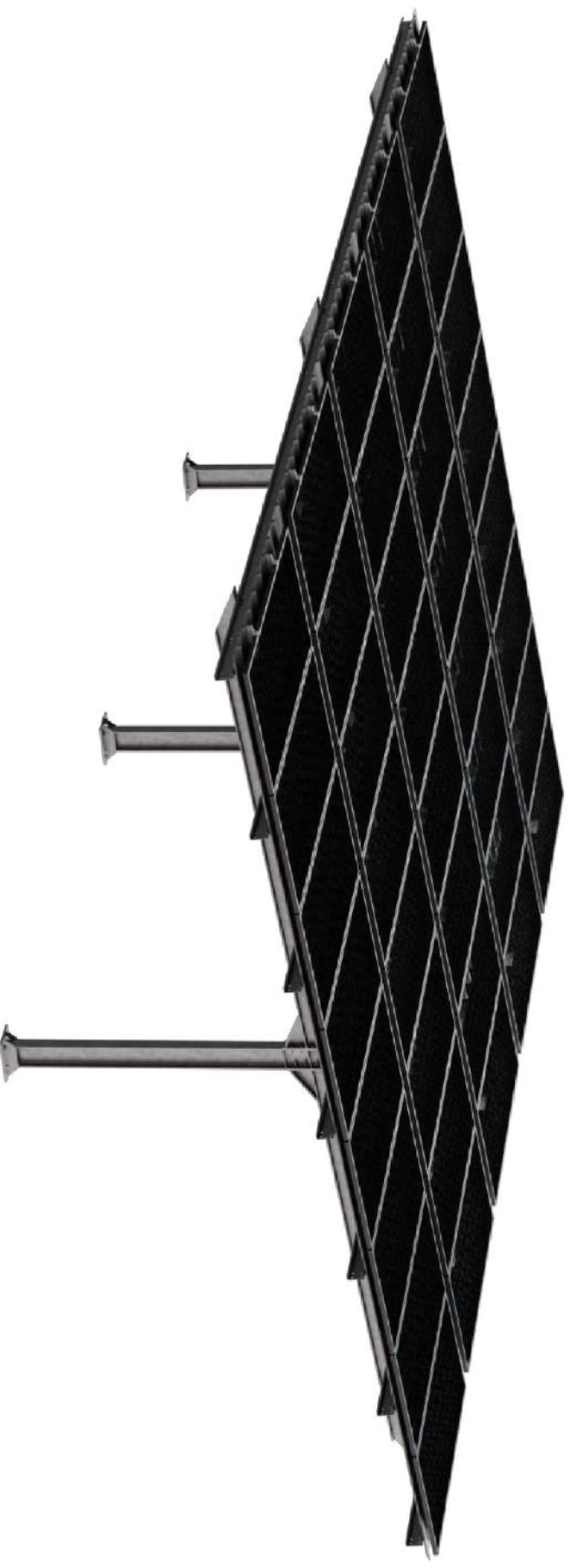
Standard Compliance (more available upon request)

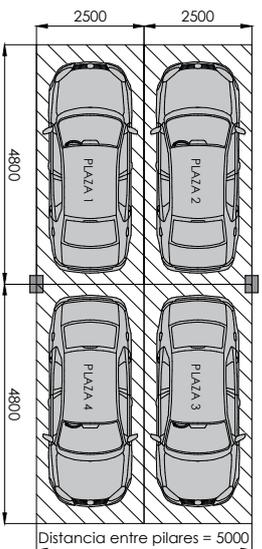
Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683
Grid Connection Standards	VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

¹ The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.
² Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

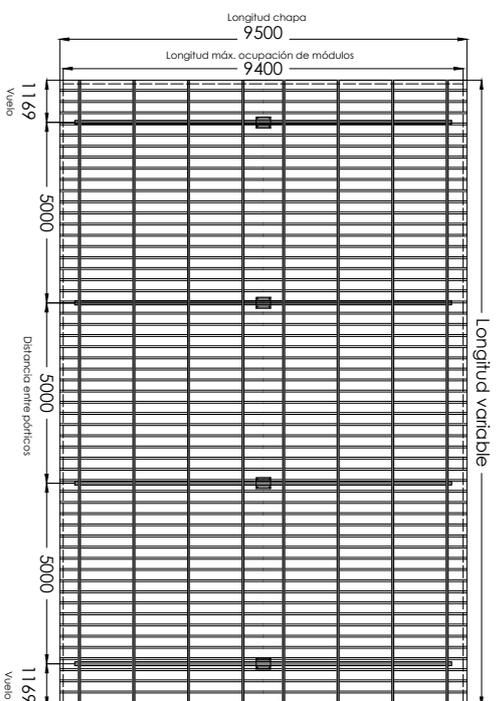
PR3 - Con chappa

Planos de montaje

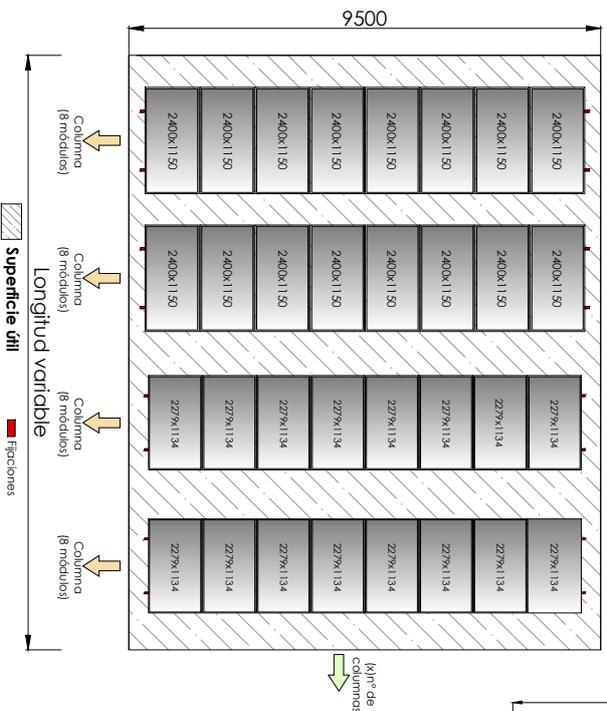




Vuelo para 2 pilotes = 584 mm.



Vuelo para más de 2 pilotes = 1169 mm.

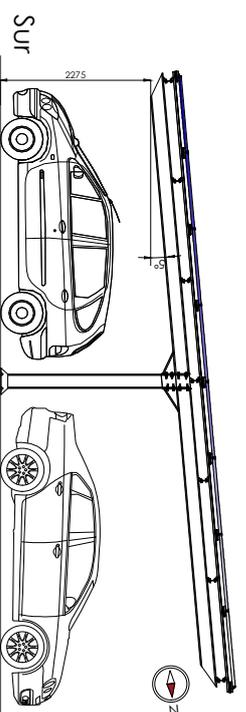
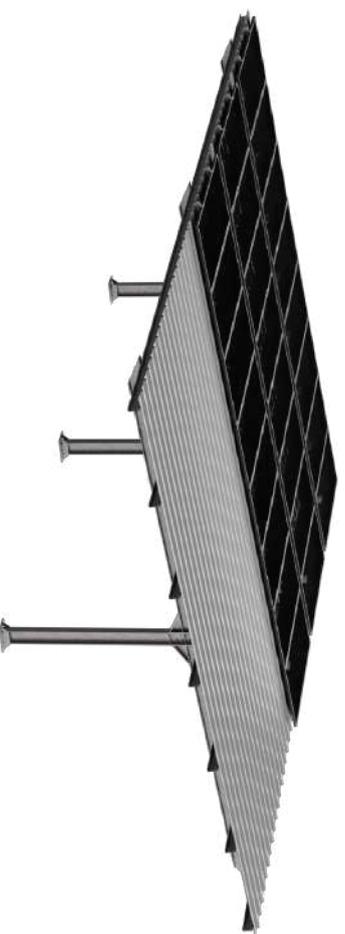


Km² de Columnas

nº plazas aparcamiento	Ocupación [total]	Hostia 2279x1134		Hostia 2400x1150	
		nº de módulos por columna	Nº de columnas	nº de módulos por columna	Nº de columnas
4	6167	8	2	8	2
8	12338	8	5	8	5
12	17338	8	7	8	7
16	22338	8	9	8	9
20	27338	8	11	8	11
24	32338	8	14	8	13
28	37338	8	16	8	15
32	42338	8	18	8	17
36	47338	8	20	8	19
40	52338	8	22	8	21

Cargas admisibles	
Viento (km/h)	Nieve (Kg/m ²)
110	80
130	70
150	65

- Tamaño plaza: 2.50x4.80 m
 - Disponible desde 4 plazas hasta 40 plazas
 - Disposición de los módulos en horizontal.
 - Inclinación 5°
 - Altura libre 2.275 m
- Materiales:**
- Pilares, vigas y correas en acero galvanizado
 - Imersión:
 - Calidad del acero S275
 - Perfilado de aluminio EN AW 6005A T6
 - Tornillería de acero inoxidable A2-70
- Acabados:**
- Pilares y correas en acero galvanizado en caliente por inmersión
- Cubierta de chapa metálica prelacada color blanco pirineo. Espesor de la chapa 0.5mm (Chapa no transitable ni para mantenimiento)



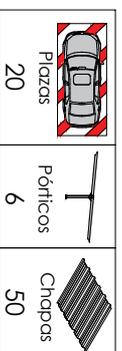
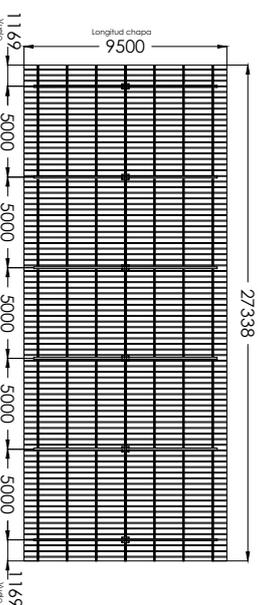
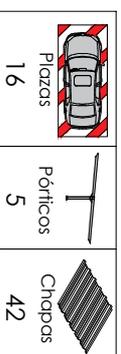
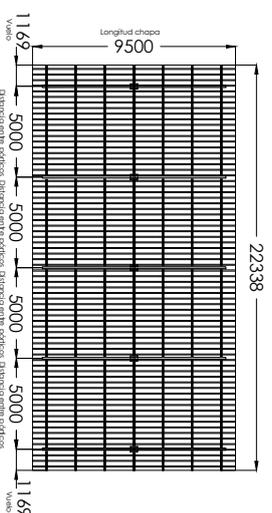
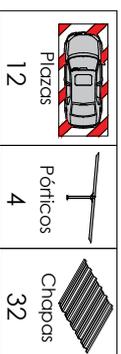
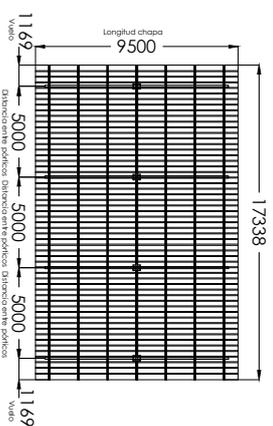
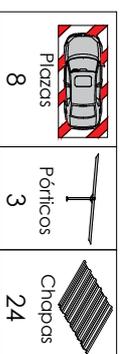
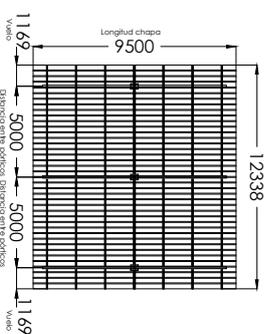
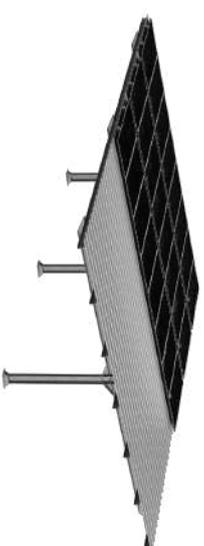
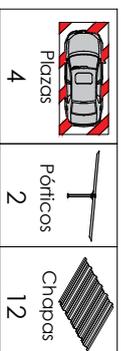
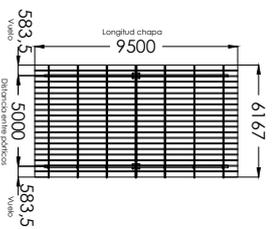
Se requiere cimentación previa a la instalación de la marquesina.
Tornillería de anclaje a suelo no incluida.

Se recomienda realizar un estudio geotécnico del terreno



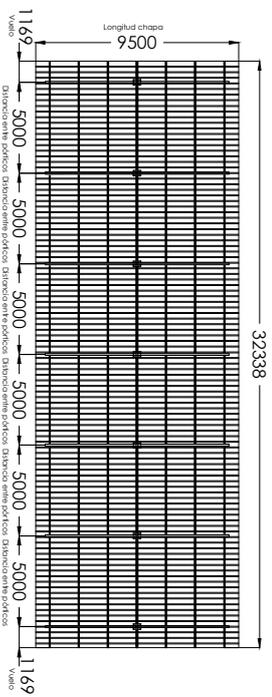
MARQUESINA APARCAMIENTO



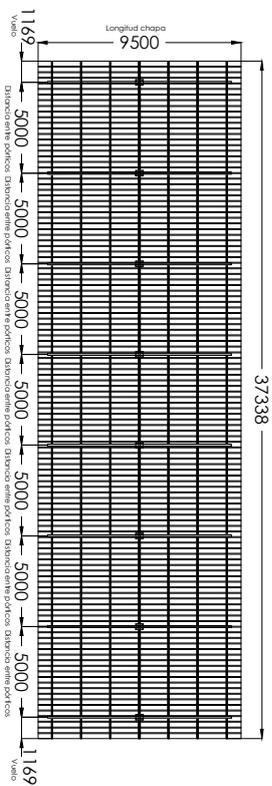


MARQUESINA APARCAMIENTO

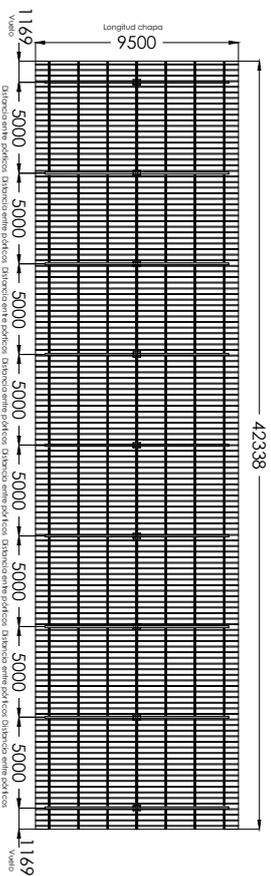
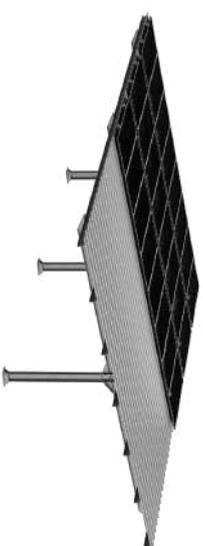




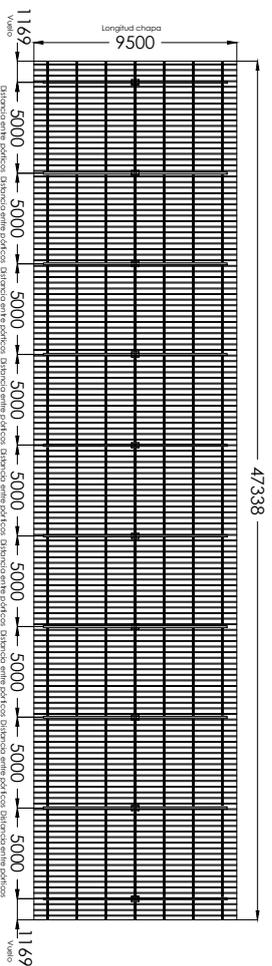
 Plazas 24	 Pórticos 7	 Chappas 60
---	--	--



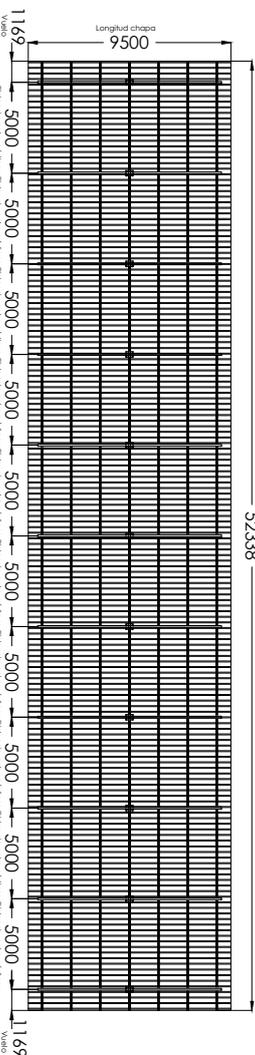
 Plazas 28	 Pórticos 8	 Chappas 68
--	--	--



 Plazas 32	 Pórticos 9	 Chappas 78
---	--	--



 Plazas 36	 Pórticos 10	 Chappas 86
---	---	--



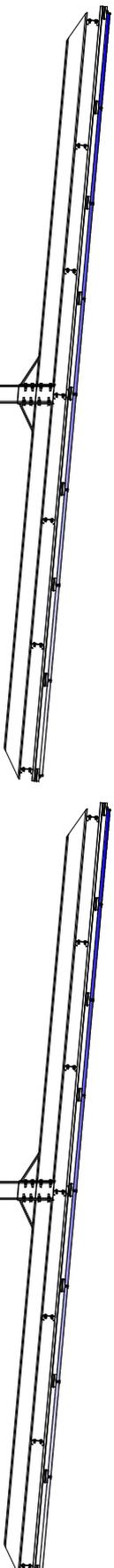
 Plazas 40	 Pórticos 11	 Chappas 96
---	---	--



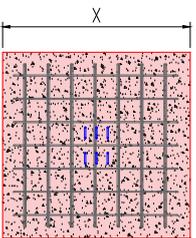
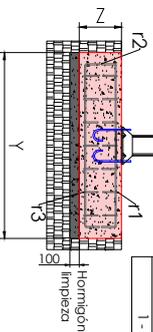
MARQUESINA APARCAMIENTO

ZAPATA EXTREMOS

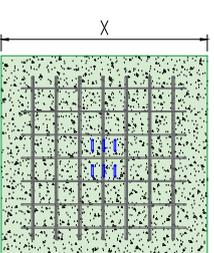
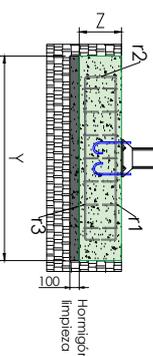
ZAPATA CENTRAL



Dimensiones de las zapatas de los extremos			
Tensión del terreno (kg/m ²)	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
0,5 - 1	1750	1750	400
1 - 2	1600	1600	400



Dimensiones de las zapatas centrales			
Tensión del terreno (kg/m ²)	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
0,5 - 1	1900	1900	400
1 - 2	1700	1700	400



Armadura de las zapatas de los extremos

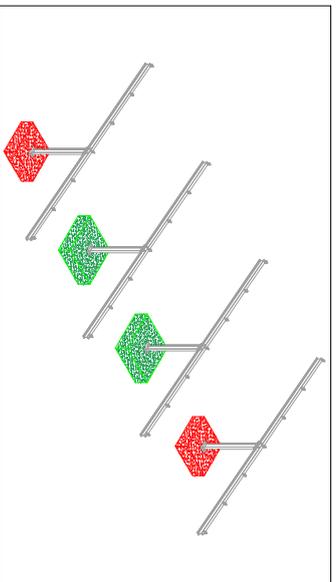
Tensión del terreno (kg/m ²)	Armadura inferior X	Armadura inferior Y	Armadura superior X	Armadura superior Y
0,5 - 1	8 Ø12 cada 220 mm			
1 - 2	7 Ø12 cada 220 mm			

Armadura de las zapatas centrales

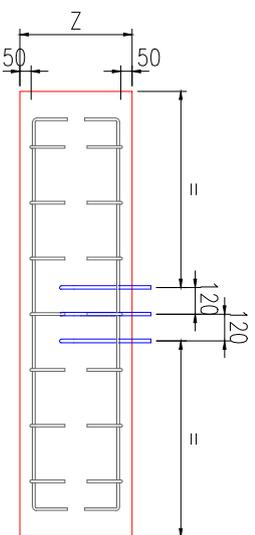
Tensión del terreno (kg/m ²)	Armadura inferior X	Armadura inferior Y	Armadura superior X	Armadura superior Y
0,5 - 1	9 Ø12 cada 220 mm			
1 - 2	8 Ø12 cada 220 mm			

- r1 Con la cara superior del elemento
- r2 Con el terreno (cuando se hormigona contra él)
- r3 Con la superficie del hormigón de limpieza

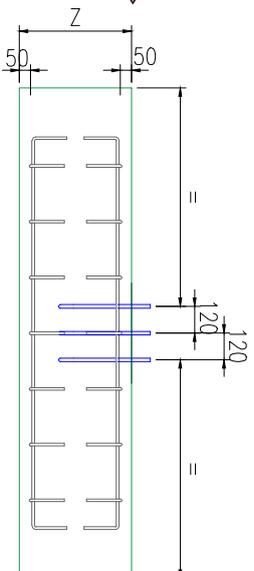
- 30 mm
- 80 mm
- 30 mm



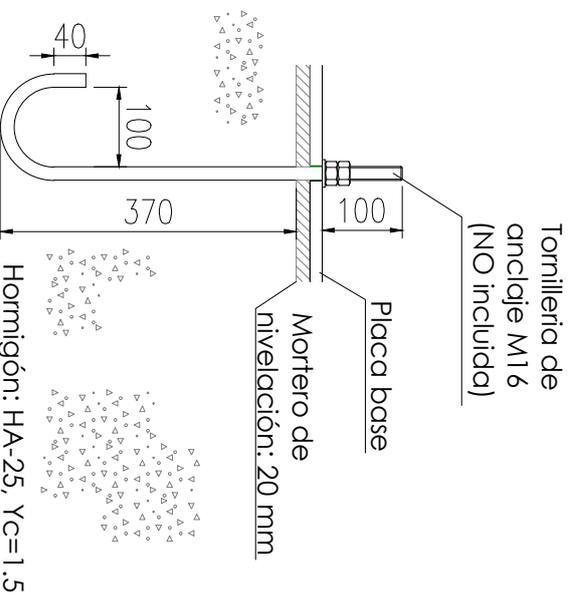
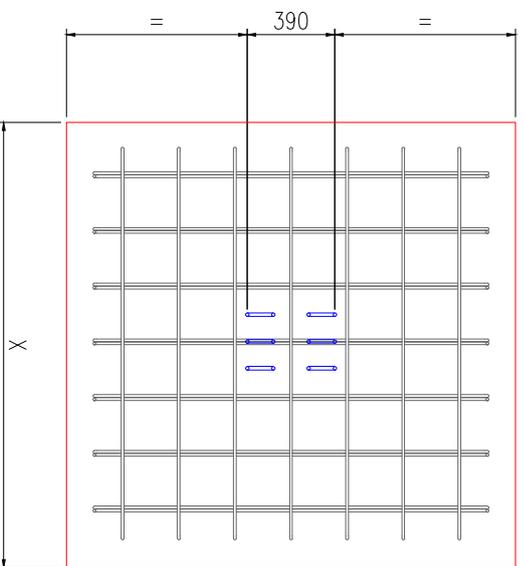
ZAPATA EXTREMOS



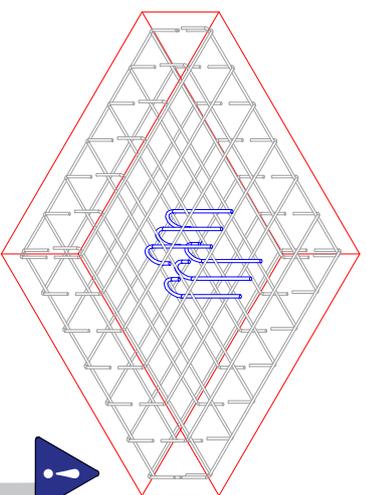
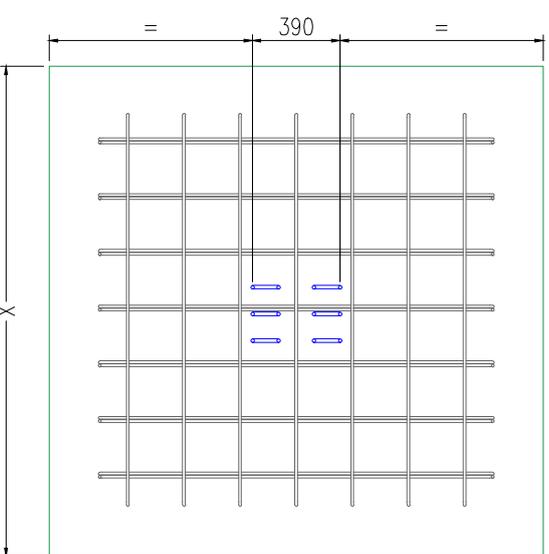
! Desplazar la armadura superior para que no intersece con el anclaje. El anclaje debe quedar centrado respecto a la zapata.



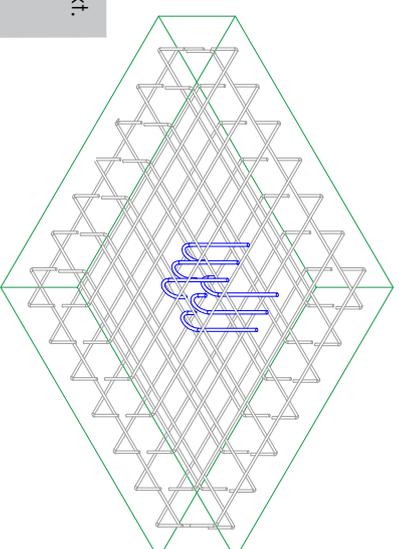
ZAPATA CENTRAL



Orientar anclaje al interior de la zapata (NO incluidos)



! **Tipo de anclaje:** Perno de acero con gancho M16 longitud 300mm Int.+100mm ext. Si el tornillo es cincado, la calidad mínima debe ser de 8.8. Si el tornillo es inoxidable, la calidad mínima debe ser A2-70.



ZAPATA EXTREMOS

REACCIONES

Viento: 150 km/h
Nieve: 65 kg/m²

Hipótesis	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (tm)	My (tm)	Mz (tm)
PP	0.002	0.023	1.058	-0.020	0.005	0.000
V1	0.013	0.005	0.148	-0.004	0.034	0.000
V2	0.029	0.010	0.333	-0.009	0.077	0.000
V3	0.023	0.008	0.259	-0.007	0.060	0.000
V4	0.042	0.015	0.481	-0.013	0.111	0.000
V5	0.032	0.011	0.370	-0.010	0.085	0.000
V6	0.042	0.015	0.481	-0.013	0.111	0.000
V7	0.016	0.006	0.185	-0.005	0.043	0.000
V8	-0.075	-0.026	-0.852	0.023	-0.196	0.000
V9	-0.075	-0.026	-0.852	0.023	-0.196	0.000
V10	-0.071	-0.025	-0.815	0.022	-0.188	0.000
V11	-0.026	-0.090	-0.296	0.008	-0.068	0.000
V12	-0.042	-0.015	-0.481	0.013	-0.111	0.000
V13	-0.052	-0.018	-0.592	0.016	-0.137	0.000
V14	-0.036	-0.013	-0.407	0.011	-0.094	0.000
N1	0.004	0.048	1.561	-0.041	0.011	0.000
Q1	0.004	0.045	1.486	-0.039	0.010	0.000

CARACTERÍSTICAS DE CÁLCULO:

- Sobrecarga de uso = 40 Kg/m²*
- Tensión admisible del terreno de diseño = 3 Kg/cm²

El CTE dicta que la DF deberá comprobar mediante un estudio geotécnico que la tensión admisible del terreno sea igual o superior a la de diseño.

*Sobrecarga de uso no concurrente

CARACTERÍSTICAS HORMIGÓN ARMADO:

- Tipo de hormigón = C25/30
- Consistencia = Clase S2 (5-9 cm)
- Tamaño máximo de grido= 30mm
- Designación del tipo de ambiente= XC2
- Coeficiente de cálculo $\gamma_c = 1,5$
- Armadura = Acero corrugado B400S
- Límite elástico acero $\gamma_s = 1,15$

COMPROBACIONES EFECTUADAS:

- Tensiones sobre el terreno
- Vuело de la zapata
- Flexión en la zapata
- Cortante en la zapata
- Compresión oblicua en la zapata
- Canto mínimo
- Cuantía geométrica mínima
- Cuantía mínima necesaria por flexión
- Diámetro mínimo de las barras
- Separación máxima entre barras
- Separación mínima entre barras
- Longitud de anclaje

Cálculos realizados mediante Cype 3D con integración de estructura metálica, cargas y tensión admisible del terreno.

SUNFER certifica que la cimentación del PR3 cumple las comprobaciones realizadas para las condiciones de terreno, materiales, dimensiones y reacciones mencionadas en este documento.



REACCIONES

Viento: 150 km/h
Nieve: 65 kg/m²

Hipótesis	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (tm)	My (tm)	Mz (tm)
PP	0.000	0.000	1.296	0.000	0.000	0.000
V1	0.017	0.000	0.195	0.000	0.045	0.000
V2	0.038	0.000	0.439	0.000	0.100	0.000
V3	0.030	0.000	0.342	0.000	0.078	0.000
V4	0.055	0.000	0.635	0.000	0.145	0.000
V5	0.042	0.000	0.488	0.000	0.112	0.000
V6	0.055	0.000	0.635	0.000	0.145	0.000
V7	0.021	0.000	0.244	0.000	0.056	0.000
V8	-0.098	0.000	-1.123	0.000	-0.257	0.000
V9	-0.098	0.000	-1.123	0.000	-0.257	0.000
V10	-0.093	0.000	-1.074	0.000	-0.246	0.000
V11	-0.034	0.000	-0.391	0.000	-0.089	0.000
V12	-0.055	0.000	-0.635	0.000	-0.145	0.000
V13	-0.068	0.000	-0.781	0.000	-0.1790	0.000
V14	-0.047	0.000	-0.537	0.000	-0.1230	0.000
N1	0.000	0.000	2.058	0.000	0.000	0.000
Q1	0.000	0.000	1.960	0.000	0.000	0.000

CARACTERÍSTICAS DE CÁLCULO:

- Sobrecarga de uso = 40 Kg/m²*
- Tensión admisible del terreno de diseño = 3 Kg/cm²

El CTE dicta que la DF deberá comprobar mediante un estudio geotécnico que la tensión admisible del terreno sea igual o superior a la de diseño.

*Sobrecarga de uso no concurrente

CARACTERÍSTICAS HORMIGÓN ARMADO:

- Tipo de hormigón = C25/30
- Consistencia = Clase S2 (5-9 cm)
- Tamaño máximo de grido= 30mm
- Designación del tipo de ambiente= XC2
- Coeficiente de cálculo $\gamma_c = 1,5$
- Armadura = Acero corrugado B400S
- Límite elástico acero $\gamma_s = 1,15$

COMPROBACIONES EFECTUADAS:

- Tensiones sobre el terreno
- Vuело de la zapata
- Flexión en la zapata
- Cortante en la zapata
- Compresión oblicua en la zapata
- Canto mínimo
- Cuantía geométrica mínima
- Cuantía mínima necesaria por flexión
- Diámetro mínimo de las barras
- Separación máxima entre barras
- Separación mínima entre barras
- Longitud de anclaje

Cálculos realizados mediante Cype 3D con integración de estructura métrica, cargas y tensión admisible del terreno.

SUNFER certifica que la cimentación del PR3 cumple las comprobaciones realizadas para las condiciones de terreno, materiales, dimensiones y reacciones mencionadas en este documento.



REACCIONES

Viento: 130 km/h
Nieve: 70 kg/m²

Hipótesis	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (tm)	My (tm)	Mz (tm)
PP	0.002	0.023	1.058	-0.020	0.005	0.000
V1	0.010	0.003	0.111	-0.003	0.026	0.000
V2	0.023	0.008	0.259	-0.007	0.060	0.000
V3	0.016	0.006	0.185	-0.005	0.043	0.000
V4	0.032	0.011	0.370	-0.010	0.085	0.000
V5	0.023	0.008	0.259	-0.007	0.060	0.000
V6	0.029	0.010	0.333	-0.009	0.077	0.000
V7	0.013	0.005	0.148	-0.004	0.034	0.000
V8	-0.062	-0.022	-0.703	0.019	-0.162	0.000
V9	-0.055	-0.019	-0.629	0.017	-0.145	0.000
V10	-0.052	-0.018	-0.592	0.016	-0.137	0.000
V11	-0.019	-0.007	-0.222	0.006	-0.051	0.000
V12	-0.029	-0.010	-0.333	0.009	-0.077	0.000
V13	-0.036	-0.013	-0.407	0.011	-0.094	0.000
V14	-0.026	-0.009	-0.296	0.008	-0.068	0.000
N1	0.004	0.051	1.672	-0.044	0.011	0.000
Q1	0.004	0.045	1.486	-0.039	0.010	0.000

CARACTERÍSTICAS DE CÁLCULO:

- Sobrecarga de uso = 40 Kg/m²*
- Tensión admisible del terreno de diseño = 3 Kg/cm²

El CTE dicta que la DF deberá comprobar mediante un estudio geotécnico que la tensión admisible del terreno sea igual o superior a la de diseño.

*Sobrecarga de uso no concurrente

CARACTERÍSTICAS HORMIGÓN ARMADO:

- Tipo de hormigón = C25/30
- Consistencia = Clase S2 (5-9 cm)
- Tamaño máximo de grido= 30mm
- Designación del tipo de ambiente = XC2
- Coeficiente de cálculo $\gamma_c = 1,5$
- Armadura = Acero corrugado B400S
- Límite elástico acero $\gamma_s = 1,15$

COMPROBACIONES EFECTUADAS:

- Tensiones sobre el terreno
- Vuело de la zapata
- Flexión en la zapata
- Cortante en la zapata
- Compresión oblicua en la zapata
- Canto mínimo
- Cuantía geométrica mínima
- Cuantía mínima necesaria por flexión
- Diámetro mínimo de las barras
- Separación máxima entre barras
- Separación mínima entre barras
- Longitud de anclaje

Cálculos realizados mediante Cype 3D con integración de estructura métrica, cargas y tensión admisible del terreno.

SUNFER certifica que la cimentación del PR3 cumple las comprobaciones realizadas para las condiciones de terreno, materiales, dimensiones y reacciones mencionadas en este documento.



REACCIONES

Viento: 130 km/h
Nieve: 70 kg/m²

Hipótesis	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (tm)	My (tm)	Mz (tm)
PP	0.000	0.000	1.296	0.000	0.000	0.000
V1	0.013	0.000	0.146	0.000	0.033	0.000
V2	0.030	0.000	0.342	0.000	0.078	0.000
V3	0.021	0.000	0.244	0.000	0.056	0.000
V4	0.042	0.000	0.488	0.000	0.112	0.000
V5	0.030	0.000	0.342	0.000	0.078	0.000
V6	0.038	0.000	0.439	0.000	0.100	0.000
V7	0.017	0.000	0.195	0.000	0.045	0.000
V8	-0.081	0.000	-0.927	0.000	-0.212	0.000
V9	-0.072	0.000	-0.830	0.000	-0.190	0.000
V10	-0.068	0.000	-0.781	0.000	-0.179	0.000
V11	-0.025	0.000	-0.293	0.000	-0.067	0.000
V12	-0.038	0.000	-0.439	0.000	-0.100	0.000
V13	-0.047	0.000	-0.537	0.000	-0.1230	0.000
V14	-0.034	0.000	-0.391	0.000	-0.0890	0.000
N1	0.000	0.000	2.205	0.000	0.000	0.000
Q1	0.000	0.000	1.960	0.000	0.000	0.000

CARACTERÍSTICAS DE CÁLCULO:

- Sobrecarga de uso = 40 Kg/m²*
- Tensión admisible del terreno de diseño = 3 Kg/cm²

El CTE dicta que la DF deberá comprobar mediante un estudio geotécnico que la tensión admisible del terreno sea igual o superior a la de diseño.

*Sobrecarga de uso no concurrente

CARACTERÍSTICAS HORMIGÓN ARMADO:

- Tipo de hormigón = C25/30
- Consistencia = Clase S2 (5-9 cm)
- Tamaño máximo de grido = 30mm
- Designación del tipo de ambiente = XC2
- Coeficiente de cálculo $\gamma_c = 1,5$
- Armadura = Acero corrugado B400S
- Límite elástico acero $\gamma_s = 1,15$

COMPROBACIONES EFECTUADAS:

- Tensiones sobre el terreno
- Vuело de la zapata
- Flexión en la zapata
- Cortante en la zapata
- Compresión oblicua en la zapata
- Canto mínimo
- Cuantía geométrica mínima
- Cuantía mínima necesaria por flexión
- Diámetro mínimo de las barras
- Separación máxima entre barras
- Separación mínima entre barras
- Longitud de anclaje

Cálculos realizados mediante Cype 3D con integración de estructura métrica, cargas y tensión admisible del terreno.

SUNFER certifica que la cimentación del PR3 cumple las comprobaciones realizadas para las condiciones de terreno, materiales, dimensiones y reacciones mencionadas en este documento.



ZAPATA EXTREMOS

REACCIONES

Viento: 110 km/h
Nieve: 80 kg/m²

Hipótesis	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (tm)	My (tm)	Mz (tm)
PP	0.002	0.023	1.058	-0.020	0.005	0.000
V1	0.006	0.002	0.074	-0.002	0.017	0.000
V2	0.016	0.006	0.185	-0.005	0.043	0.000
V3	0.013	0.005	0.148	-0.004	0.034	0.000
V4	0.023	0.008	0.259	-0.007	0.060	0.000
V5	0.019	0.007	0.222	-0.006	0.051	0.000
V6	0.026	0.009	0.296	-0.008	0.068	0.000
V7	0.006	0.002	0.074	-0.002	0.017	0.000
V8	-0.036	-0.013	-0.407	0.011	-0.094	0.000
V9	-0.042	-0.015	-0.481	0.013	-0.111	0.000
V10	-0.039	-0.014	-0.444	0.012	-0.102	0.000
V11	-0.016	-0.006	-0.185	0.005	-0.043	0.000
V12	-0.023	-0.008	-0.259	0.007	-0.060	0.000
V13	-0.029	-0.010	-0.333	0.009	-0.077	0.000
V14	-0.019	-0.007	-0.222	0.006	-0.051	0.000
N1	0.004	0.051	1.672	-0.044	0.011	0.000
Q1	0.004	0.045	1.486	-0.039	0.010	0.000

CARACTERÍSTICAS DE CÁLCULO:

- Sobrecarga de uso = 40 Kg/m²*
- Tensión admisible del terreno de diseño = 3 Kg/cm²

El CTE dicta que la DF deberá comprobar mediante un estudio geotécnico que la tensión admisible del terreno sea igual o superior a la de diseño.

*Sobrecarga de uso no concurrente

CARACTERÍSTICAS HORMIGÓN ARMADO:

- Tipo de hormigón = C25/30
- Consistencia = Clase S2 (5-9 cm)
- Tamaño máximo de grido= 30mm
- Designación del tipo de ambiente= XC2
- Coeficiente de cálculo $\gamma_c = 1,5$
- Armadura = Acero corrugado B400S
- Límite elástico acero $\gamma_s = 1,15$

COMPROBACIONES EFECTUADAS:

- Tensiones sobre el terreno
- Vuело de la zapata
- Flexión en la zapata
- Cortante en la zapata
- Compresión oblicua en la zapata
- Canto mínimo
- Cuantía geométrica mínima
- Cuantía mínima necesaria por flexión
- Diámetro mínimo de las barras
- Separación máxima entre barras
- Separación mínima entre barras
- Longitud de anclaje

Cálculos realizados mediante Cype 3D con integración de estructura metálica, cargas y tensión admisible del terreno.

SUNFER certifica que la cimentación del PR3 cumple las comprobaciones realizadas para las condiciones de terreno, materiales, dimensiones y reacciones mencionadas en este documento.



REACCIONES

Viento: 110 km/h
Nieve: 80 kg/m²

Hipótesis	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (tm)	My (tm)	Mz (tm)
PP	0.000	0.000	1.296	0.000	0.000	0.000
V1	0.008	0.000	0.098	0.000	0.022	0.000
V2	0.021	0.000	0.244	0.000	0.056	0.000
V3	0.017	0.000	0.195	0.000	0.045	0.000
V4	0.030	0.000	0.342	0.000	0.078	0.000
V5	0.025	0.000	0.293	0.000	0.067	0.000
V6	0.034	0.000	0.391	0.000	0.089	0.000
V7	0.008	0.000	0.098	0.000	0.022	0.000
V8	-0.047	0.000	-0.537	0.000	-0.123	0.000
V9	-0.055	0.000	-0.635	0.000	-0.145	0.000
V10	-0.051	0.000	-0.586	0.000	-0.134	0.000
V11	-0.021	0.000	-0.244	0.000	-0.056	0.000
V12	-0.030	0.000	-0.342	0.000	-0.078	0.000
V13	-0.038	0.000	-0.439	0.000	-0.100	0.000
V14	-0.025	0.000	-0.293	0.000	-0.067	0.000
N1	0.000	0.000	2.205	0.000	0.000	0.000
Q1	0.000	0.000	1.960	0.000	0.000	0.000

CARACTERÍSTICAS DE CÁLCULO:

- Sobrecarga de uso = 40 Kg/m²*
- Tensión admisible del terreno de diseño = 3 kg/cm²

El CTE dicta que la DF deberá comprobar mediante un estudio geotécnico que la tensión admisible del terreno sea igual o superior a la de diseño.

*Sobrecarga de uso no concurrente

CARACTERÍSTICAS HORMIGÓN ARMADO:

- Tipo de hormigón = C25/30
- Consistencia = Clase S2 (5-9 cm)
- Tamaño máximo de grido= 30mm
- Designación del tipo de ambiente= XC2
- Coeficiente de cálculo $\gamma_c = 1,5$
- Armadura = Acero corrugado B400S
- Límite elástico acero $\gamma_s = 1,15$

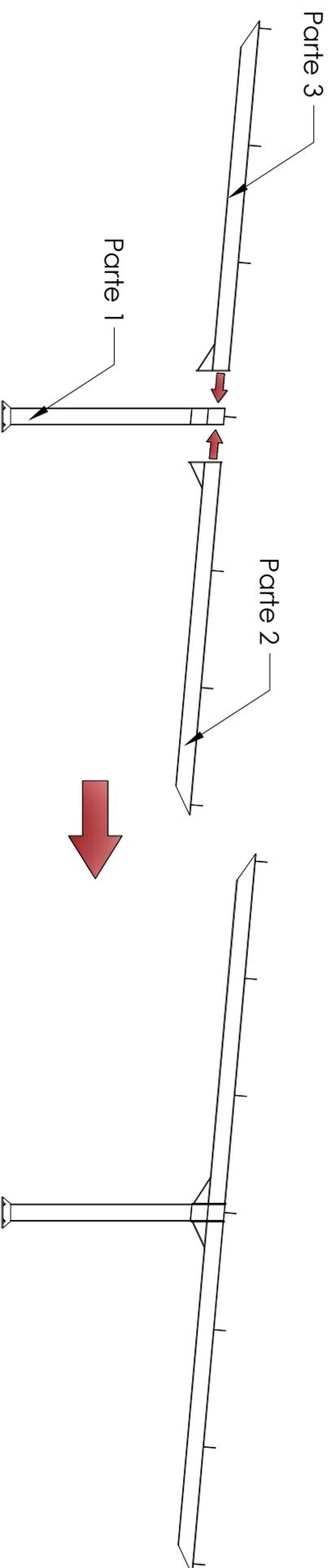
COMPROBACIONES EFECTUADAS:

- Tensiones sobre el terreno
- Vuело de la zapata
- Flexión en la zapata
- Cortante en la zapata
- Compresión oblicua en la zapata
- Canto mínimo
- Cuantía geométrica mínima
- Cuantía mínima necesaria por flexión
- Diámetro mínimo de las barras
- Separación máxima entre barras
- Separación mínima entre barras
- Longitud de anclaje

Cálculos realizados mediante Cype 3D con integración de estructura métrica, cargas y tensión admisible del terreno.

SUNFER certifica que la cimentación del PR3 cumple las comprobaciones realizadas para las condiciones de terreno, materiales, dimensiones y reacciones mencionadas en este documento.

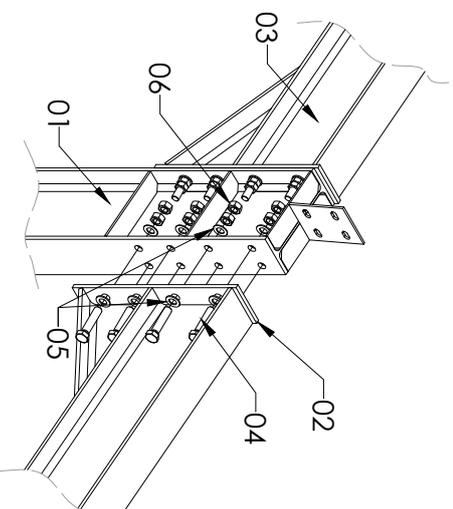




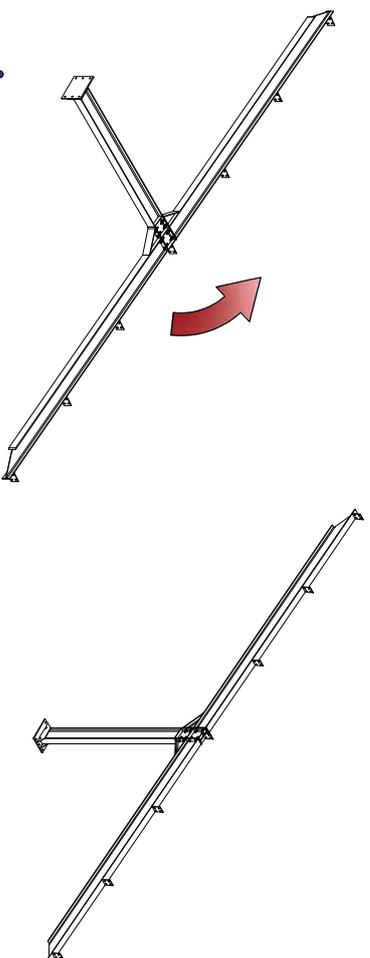
PASO 1: Los pórticos del parking PR3 se suministran en tres partes. Todas las partes se unen mediante las placas de unión con 10 tornillos, 5 en cada lado de la viga.



Se apretará primero la tuerca al par de apriete marcado y seguidamente apretar la contratuercas.



- 01.** Pilar IPE 200
- 02.** Placa de unión pilar-viga
- 03.** Viga IPE 200
- 04.** Tornillo hexagonal M20x80 (x10)
- 05.** Arandela Plana M20 (x20)
- 06.** Tuerca hexagonal M20 (x20)

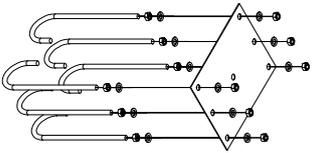


Para facilitar el montaje, se recomienda hacer este paso en el suelo y una vez realizada la unión, levantar el pórtico completo.

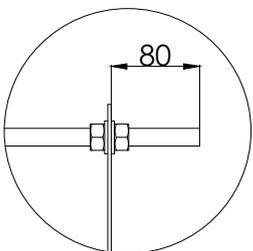
Par de apriete:	
Tornillo S42 1 / S42	1800 Rpm
Tornillo hexagonal M6,3	10 Nm
Tornillo Allen M6	7 Nm
Tornillo hexagonal M8	17 Nm
Tornillo hexagonal M12	57 Nm
Tornillo hexagonal M20	250 Nm



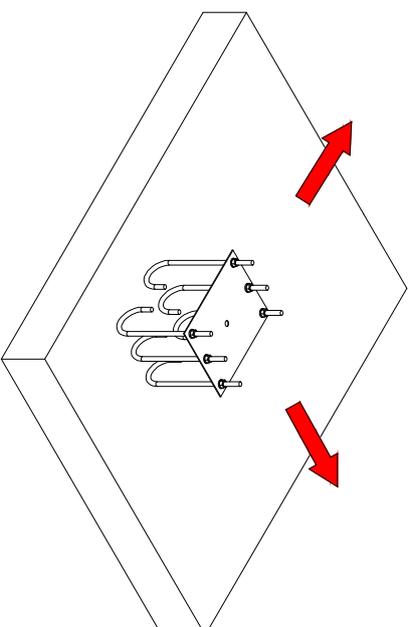
1. Utilizar una 1 tuerca y 1 arandela a cada lado de la placa para nivelar.



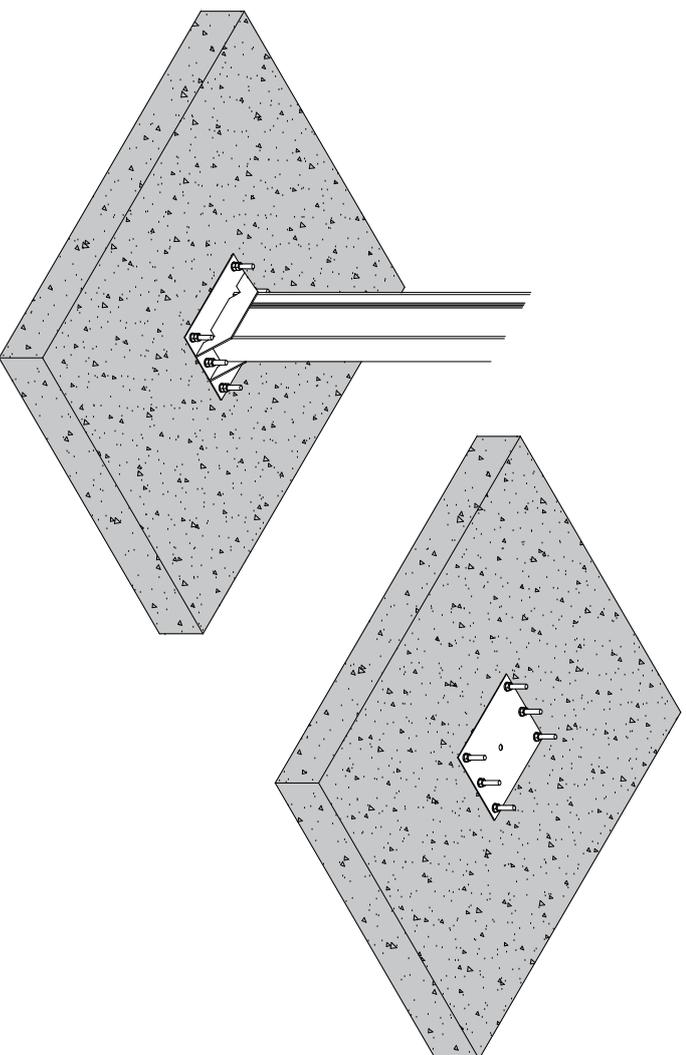
2. Dejar 80 mm de varilla sobresaliendo la placa.



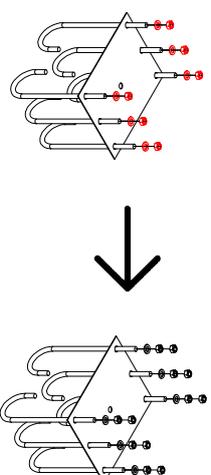
3. Nivelar la placa en la zona de instalación. Nivelar en ambos ejes para asegurar una correcta instalación.

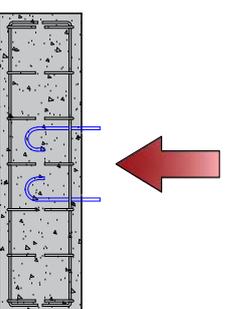
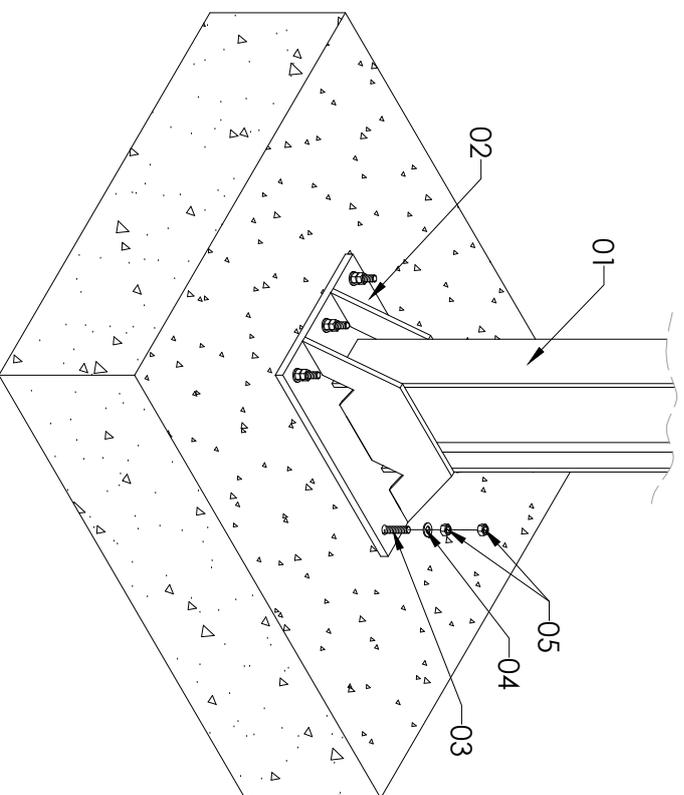
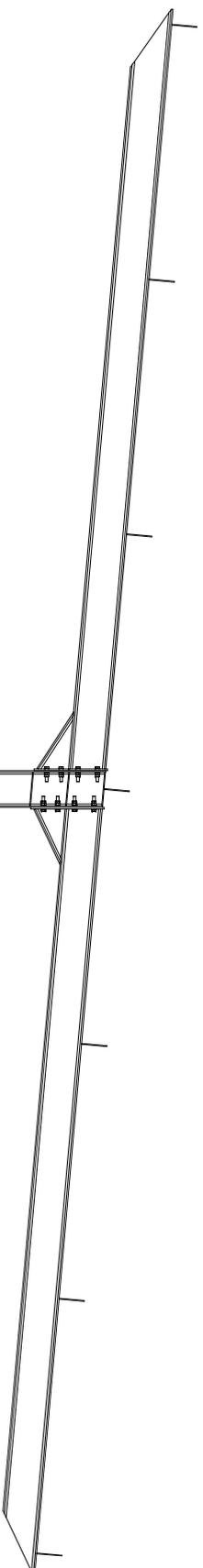


4. Una vez se rellena de hormigón la placa ya se queda fijada en el sitio.



5. Retirar la tuerca y arandela anteriores del lado superior (Rojo) y colocar el pilar con las arandela y tuercas correspondientes.





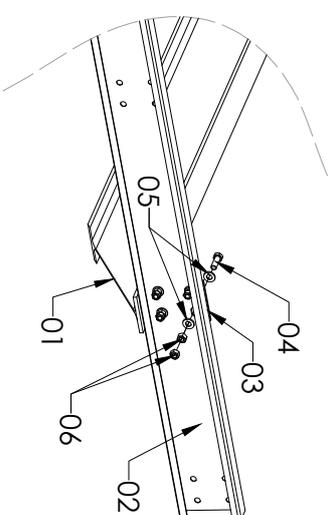
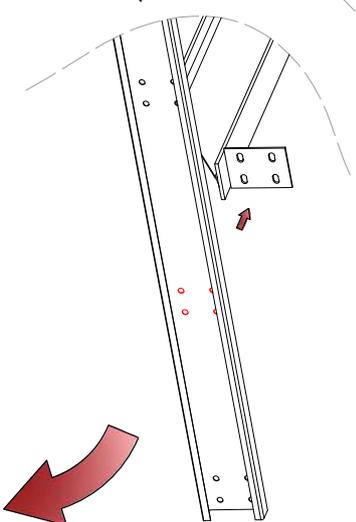
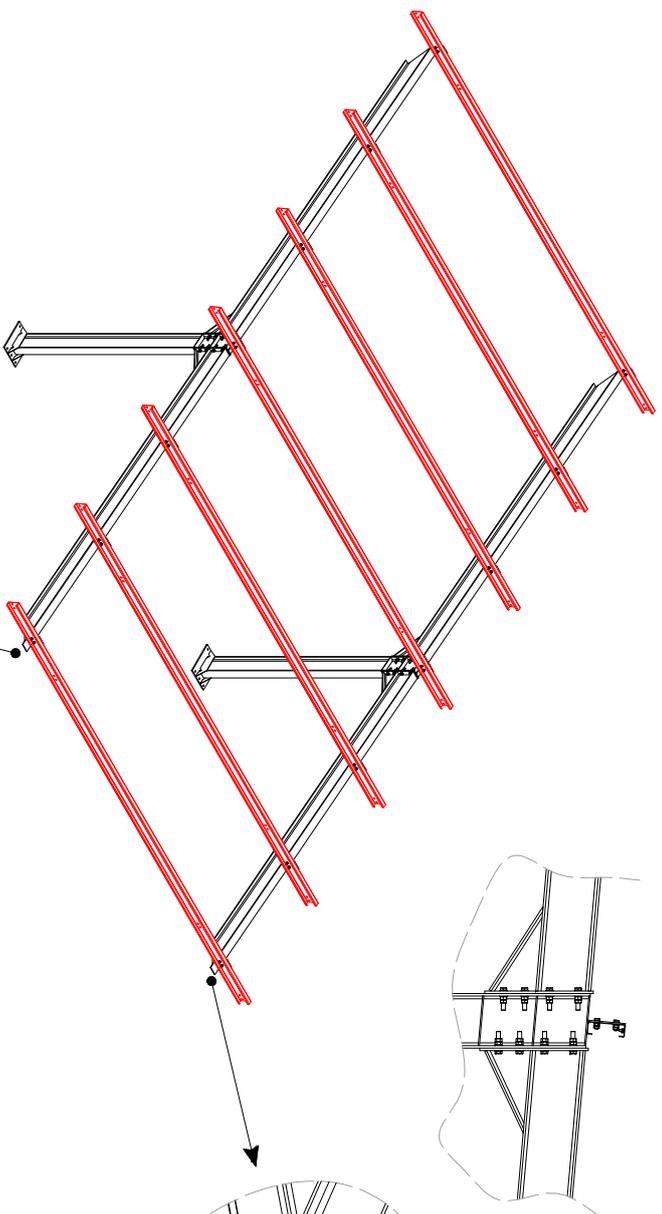
- 01.** Pilar IPE 200
- 02.** Placa Base (450X300X18)
- 03.** Tornillería de anclaje M16 (NO INCLUIDA)
- 04.** Arandela Plana M16 (NO INCLUIDA)
- 05.** Tuerca M16 (NO INCLUIDA)



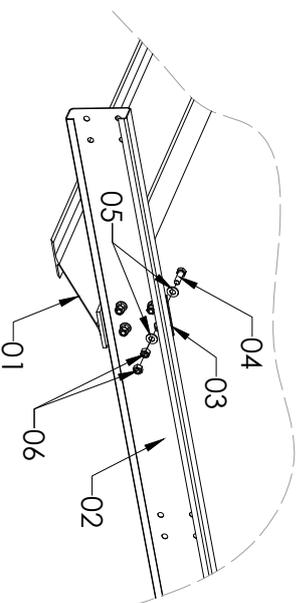
Se apretará primero la tuerca al par de apriete marcado y seguidamente apretar la contratuercas.

PASO 2: Unir la placa base del pilar haciendo coincidir los agujeros con los tornillos de anclaje. A continuación, insertar las arandelas y las tuercas en el gancho de anclaje.





Par de apriete:	1800 Rpm
Tornillo S42, I / S42	10 Nm
Tornillo hexagonal / M6,3	7 Nm
Tornillo Allen M6	17 Nm
Tornillo hexagonal / M8	57 Nm
Tornillo hexagonal / M12	250 Nm



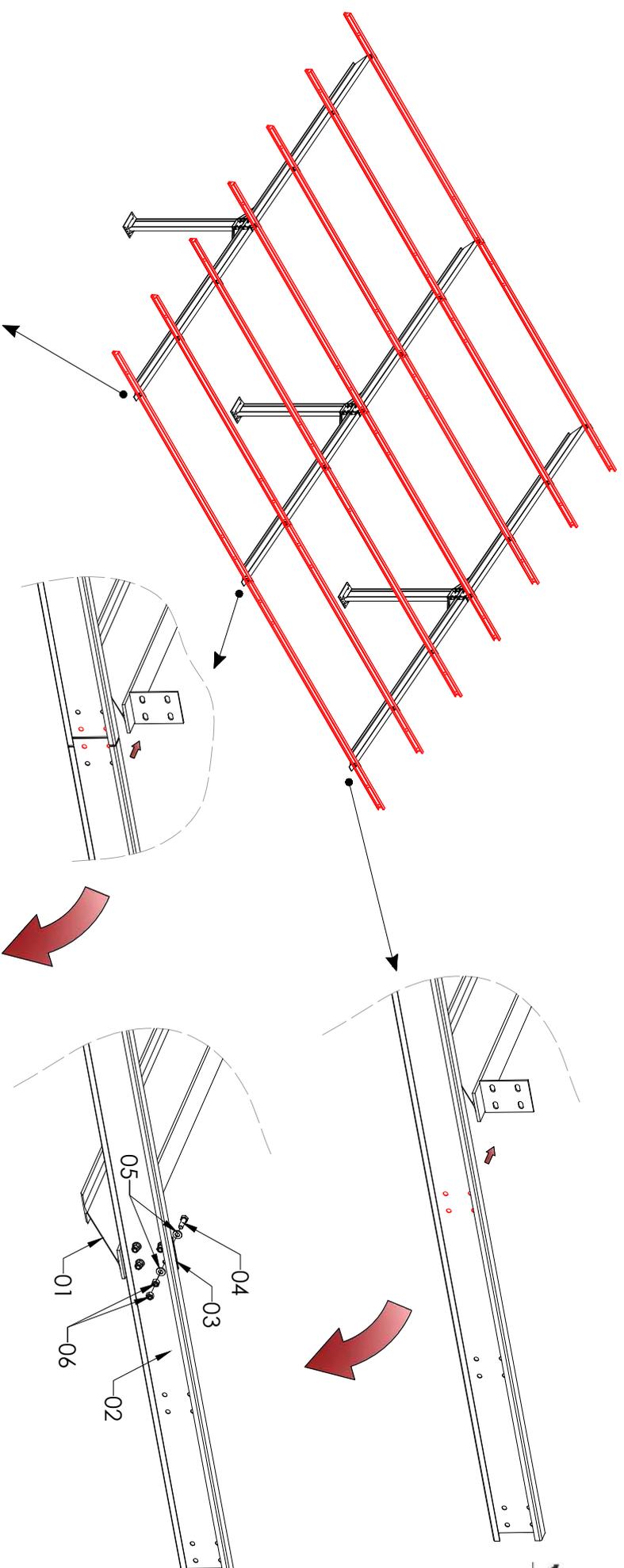
- 01. Viga IPE 200
- 02. Correa L=6167 mm
- 03. Eji3n
- 04. Tornillo hexagonal / M12x35
- 05. Arandela Plana M12
- 06. Tuerca hexagonal M12



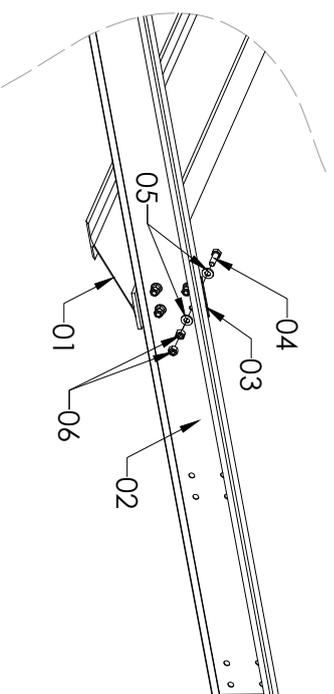
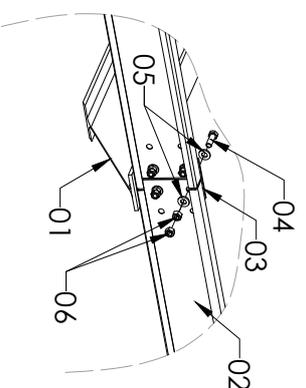
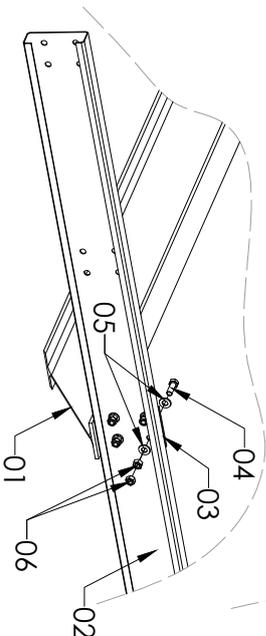
Se apretar3 primero la tuerca al par de apriete marcado y seguidamente apretar la contratuerca.

PASO 3: Colocar la correa sobre las vigas y hacer coincidir los agujeros coloreados en rojo de la correa con los agujeros del Eji3n. Atornillar la uni3n con 4 tornillos por cada Eji3n.





Par de apriete:	
Tornillo S42, I/S42	1800 Rpm
Tornillo hexagonal M6,3	10 Nm
Tornillo Allen M6	7 Nm
Tornillo hexagonal M8	17 Nm
Tornillo hexagonal M12	57 Nm
Tornillo hexagonal M20	250 Nm



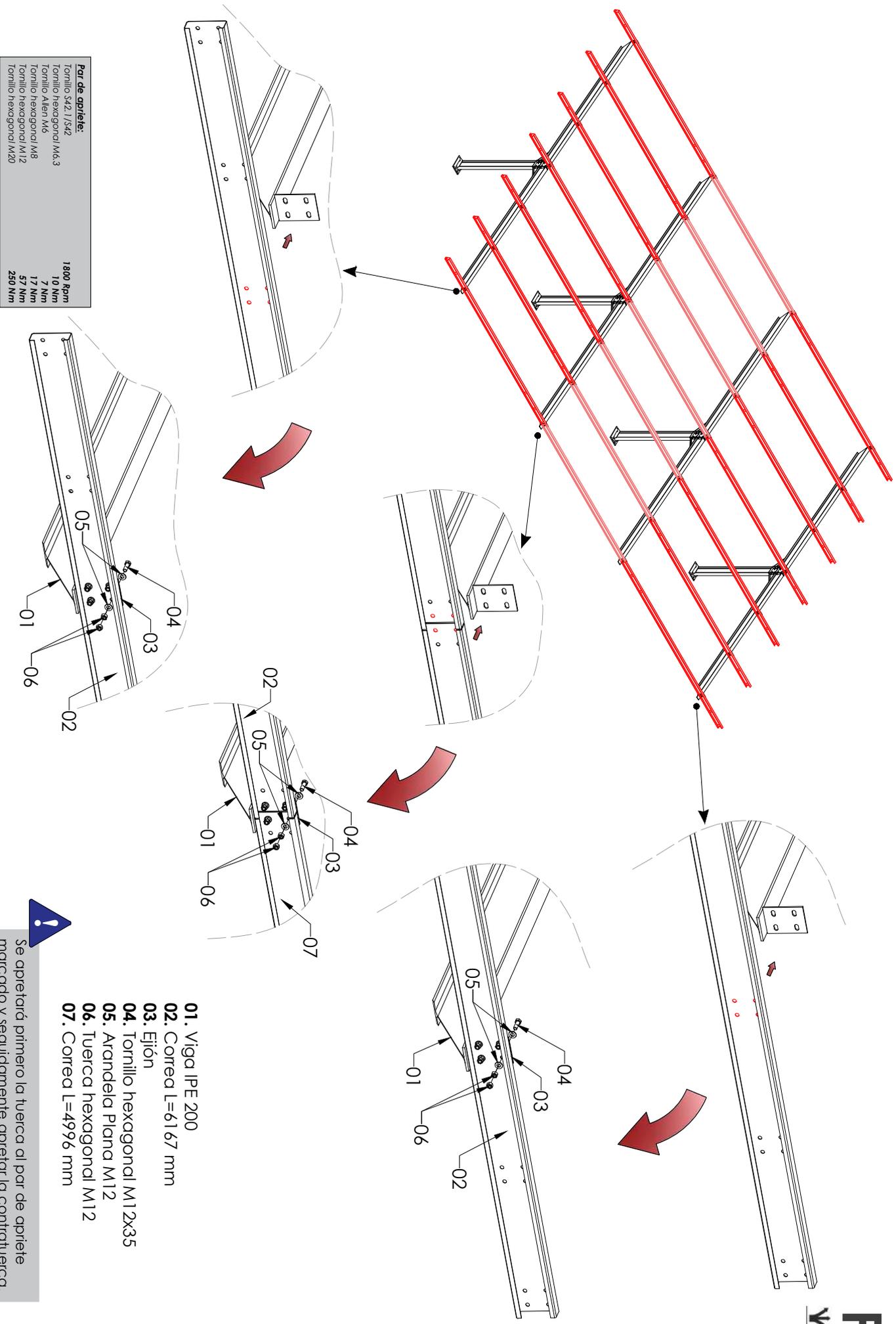
- 01. Viga IPE 200
- 02. Correa L=6167 mm
- 03. Eji3n
- 04. Tornillo hexagonal M12x35
- 05. Arandela Plana M12
- 06. Tuerca hexagonal M12



Se apretar3 primero la tuerca al par de apriete marcado y seguidamente apriete la contratuerca.

PASO 3: Colocar la correa sobre las vigas y hacer coincidir los agujeros coloreados en rojo de la correa con los agujeros del Eji3n. Atornillar la uni3n con 4 tornillos por cada Eji3n.





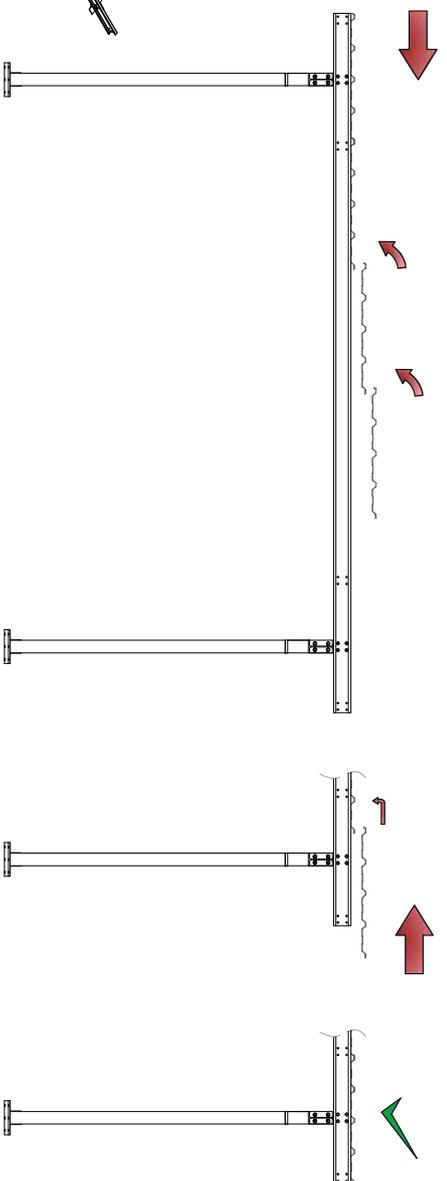
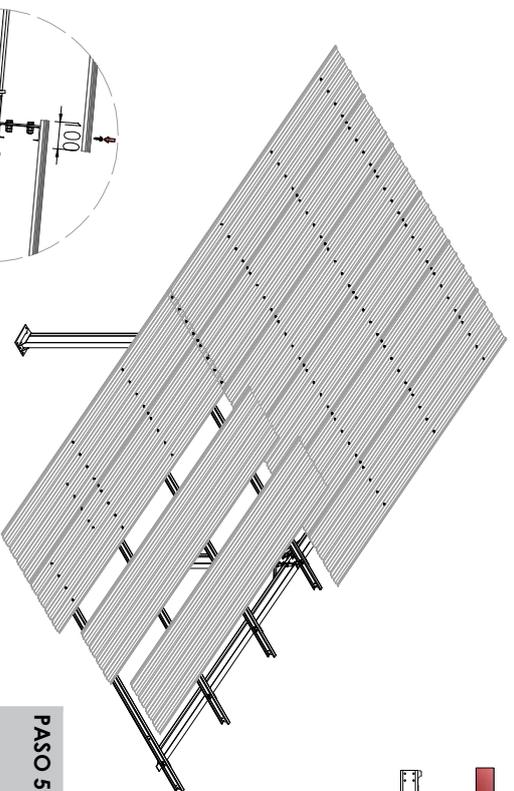
Par de apriete:	
Tornillo S42, I/S42	1800 Rpm
Tornillo hexagonal M6,3	10 Nm
Tornillo Allen M6	7 Nm
Tornillo hexagonal M8	17 Nm
Tornillo hexagonal M12	57 Nm
Tornillo hexagonal M20	250 Nm

!
Se apretará primero la tuerca al par de apriete marcado y seguidamente apretar la contratuercas.

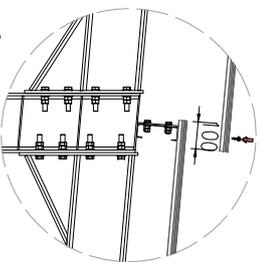
PASO 3: Colocar la correa sobre las vigas y hacer coincidir los agujeros coloreados en rojo de la correa con los agujeros del Ejión. Atornillar la unión con 4 tornillos por cada Ejión.

MARQUESINA APARCAMIENTO



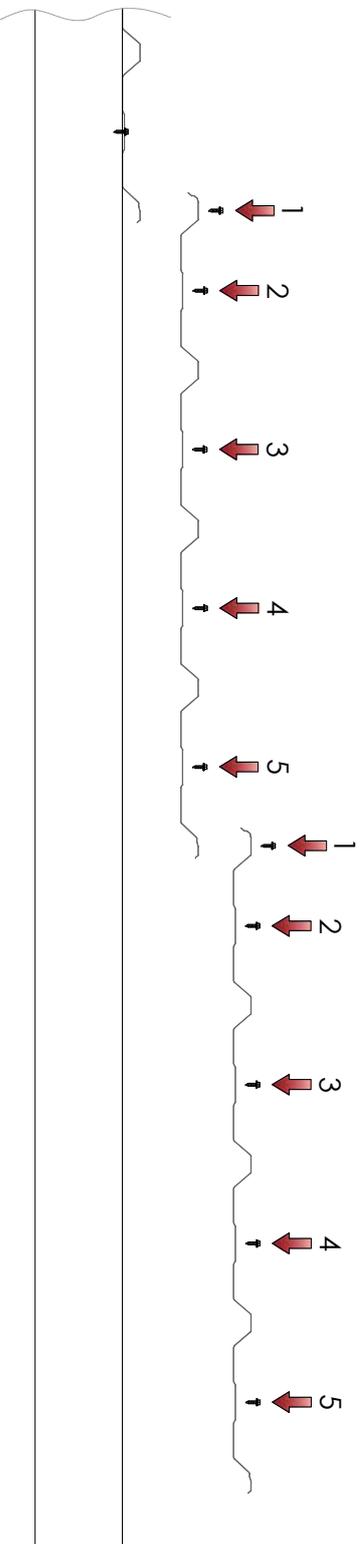


PASO 5: Empezar a situar las chapas en un extremo de la correa hasta llegar al extremo opuesto. La última chapa se solapará con la chapa anterior de tal manera que quede lo más alineada posible al extremo de la correa.

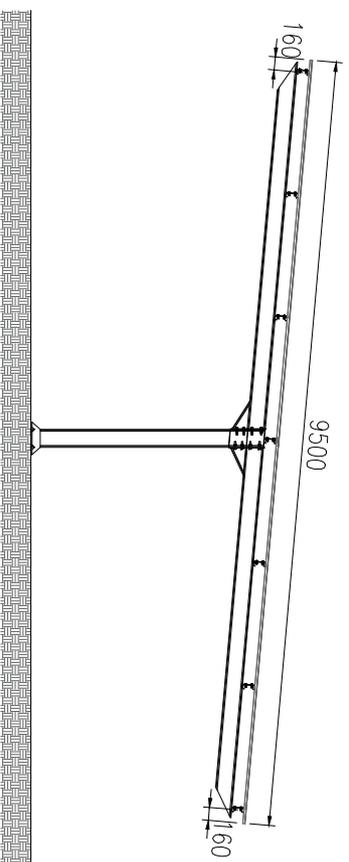


! En la correa central se solaparán las chapas 100mm

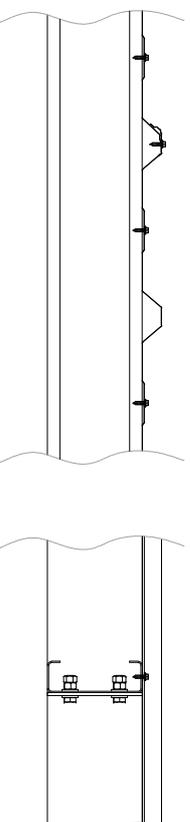
Par de apriete:	
Tornillo S42, I/S42	1800 Rpm
Tornillo hexagonal Mk.3	10 Nm
Tornillo Allen M6	7 Nm
Tornillo hexagonal M8	17 Nm
Tornillo hexagonal M12	57 Nm
Tornillo hexagonal M20	250 Nm



! Tal y como indica la normativa en materia de PRL, no está permitido pisar la chapa metálica de forma inadecuada durante proceso de montaje ni posteriormente.



S42



PASO 6: Cada chapa necesita 20 tornillos autotaladrantes para fijarse a las 4 correas, es decir, 5 tornillos por correa. En la correa central se solapan las chapas y comparten tornillos. El tornillo 1 sirve de unión entre chapas y el resto son para fijarse a la correa.





PASO 7: Poner las fijaciones 61H sobre la greca de la chapa con dos tornillos autorroscantes cada fijación. Ir colocando los módulos y fijarlos con los presores S10.3 en los laterales y los presores S11.3 en las zonas centrales. La distancia entre los puntos de anclaje del módulo dependerá del tamaño del mismo. Consultar la ficha técnica del módulo a instalar.

Par de apriete:
 Tornillo S42 1/S42 1800 Rpm
 Tornillo hexagonal M6.3 10 Nm
 Tornillo Allen M6 7 Nm
 Tornillo hexagonal M8 17 Nm
 Tornillo hexagonal M12 57 Nm
 Tornillo hexagonal M20 250 Nm

Presores compatibles con microrail 61H:



S10.3

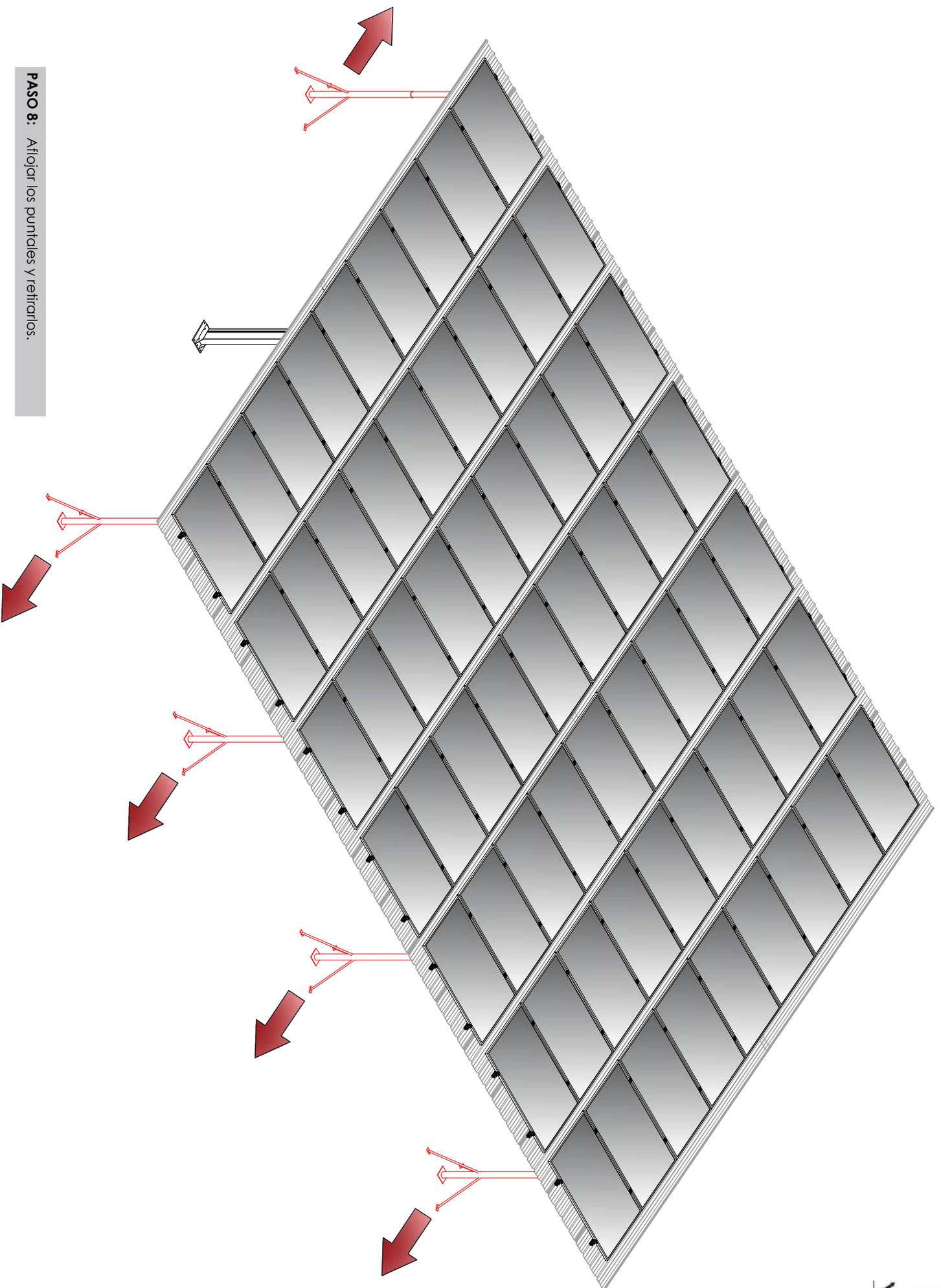


S11.3



S42.1





PASO 8: Aflojar los puntales y retirarlos.

Nos reservamos el derecho a realizar modificaciones en el producto en cualquier momento sin aviso previo si desde nuestro punto de vista son necesarias para la mejora de la calidad. Las ilustraciones pueden ser sólo ejemplos y, por tanto, la imagen que aparece puede diferir del producto suministrado.