



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado en Ingeniería Mecánica

TRABAJO FIN DE GRADO

**PROYECTO DE PUNTO DE RECARGA DE
COCHE ELÉCTRICO CON INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA**

Autor: Jesús González González.

Profesor: Benjamín Jesús González Díaz.

Septiembre 2019





**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado en Ingeniería Mecánica

TRABAJO FIN DE GRADO

ÍNDICE GENERAL

**PROYECTO DE PUNTO DE RECARGA DE
COCHE ELÉCTRICO CON INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA**

Autor: Jesús González González.

Profesor: Benjamín Jesús González Díaz.



ÍNDICE GENERAL

1. MEMORIA.

2. ANEXOS.

- **Anexo I: Cálculos**
- **Anexo II: Estudio Básico de Seguridad y Salud**
- **Anexo III: Fichas técnicas y manuales**

3. PLANOS.

4. PLIEGO DE CONDICIONES.

5. MEDIDICONES Y PRESUPUESTO.



ÍNDICE MEMORIA

1.0	HOJA DE IDENTIFICACIÓN	3
1.1	OBJETO	4
1.2	ALCANCE.....	4
1.3	ANTECEDENTES.....	4
1.3.1	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	5
1.3.2	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD Y DEL RECINTO	7
1.4	NORMATIVA Y REFERENCIAS.....	8
1.4.1	DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS.....	8
1.4.2	BIBLIOGRAFÍA	10
1.4.3	PROGRAMAS.....	11
1.5	DEFINICIONES	12
1.5.1	RADIACIÓN SOLAR	12
1.5.2	INSTALACIÓN	12
1.5.3	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	13
1.5.4	PUNTOS DE RECARGA	14
1.5.4.1	ESTACIÓN DE RECARGA.....	14
1.5.4.2	MODOS DE CARGA	15
1.5.4.3	TIPOS DE RECARGA	16
1.5.4.4	CONECTORES.....	16
1.6	REQUERIMIENTOS DE DISEÑO.....	20
1.7	ANÁLISIS DE SOLUCIONES	22
1.7.1	TIPO DE CONEXIÓN	22
1.7.2	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	24
1.7.3	MARQUESINAS.....	26
1.7.4	INVERSOR.....	27
1.7.5	PUNTO DE RECARGA	29
1.8	ELEMENTOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN	30
1.8.1	CABLEADO.....	30
1.8.2	PROTECCIONES	31
1.8.3	PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA.....	32
1.8.4	PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA.....	32
1.8.5	PUESTA A TIERRA	32
1.8.6	CONEXIÓN A RED	33
1.9	ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS	33



ÍNDICE CÁLCULOS

1. OBJETO	4
2. CÁLCULOS FOTOVOLTAICA	4
2.1 CONSUMO	4
2.2 IRRADIACIÓN SOLAR AEROPUERTO TENERIFE SUR	5
2.3 RENDIMIENTO ENERGÉTICO DE LA INSTALACIÓN ^[3]	6
2.4 PÉRDIDAS DE RENDIMIENTO.....	7
2.4.1 PÉRDIDAS POR INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN	7
2.4.2 PÉRDIDAS POR SOMBRAS.....	10
2.4.3 PÉRDIDAS POR POLVO Y SUCIEDAD ^[3]	11
2.4.4 PÉRDIDAS ANGULARES ^[3]	11
2.4.5 PÉRDIDAS ESPECTRALES ^[3]	11
2.4.6 PÉRDIDAS POR EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO ^[3]	12
2.4.7 PÉRDIDAS POR NO CUMPLIMIENTO DE LA POTENCIA NOMINAL ^[3]	12
2.4.8 PÉRDIDAS POR CABLEADO Y CONEXIONADO	12
2.4.9 PÉRDIDAS POR EL RENDIMIENTO DEL INVERSOR ^[3]	13
2.4.10 PÉRDIDAS POR RENDIMIENTO DE SEGUIMIENTO DEL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA DEL GENERADOR ^[3]	13
2.4.11 PÉRDIDAS POR TEMPERATURA	13
2.5 PERFORMANCE RATIO	15
2.6 GENERACIÓN ANUAL	16
3. CÁLCULOS ELECTRICIDAD	17
3.1 COMPROBACIONES PREVIAS	17
3.2 CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA	20
3.2.1 PANELES - CAJA DE PROTECCIÓN	21
3.2.2 CAJA DE PROTECCIÓN - INVERSOR	24
3.3 CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA.....	25
3.3.1 INVERSOR - CUADRO DE PROTECCIÓN	26
3.3.2 CUADRO DE PROTECCIÓN - CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA	28
3.3.3 CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA - TRANSFORMADOR	29
3.3.4 PUNTOS DE RECARGA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	30
3.4 PROTECCIONES DE CORRIENTE CONTINUA.....	32
3.5 PROTECCIONES DE CORRIENTE ALTERNA	34
3.5.1 PROTECCIONES DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO	34
3.5.2 PROTECCIONES PUNTOS DE RECARGA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.....	36
3.6 PUESTA A TIERRA	38
3.6.1 TOMAS DE TIERRA	38
3.6.2 CABLEADO A TIERRA.....	39
3.7 CONEXIÓN A RED	40
4. BIBLIOGRAFÍA	41



ÍNDICE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. OBJETO	2
2. NORMATIVA APLICABLE	3
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
3.1 PRESUPUESTO, PLAZOS DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA.....	4
3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS	4
4. MEDICINA PREVENTIVA	4
5. SERVICIOS HIGIÉNICOS	5
6. FORMACIÓN	5
7. DEFINICIÓN DE LOS RIESGOS	5
7.1 RIESGOS GENERALES.....	6
7.2 RIESGOS ESPECÍFICOS	6
8. MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN	8
8.1 MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN GENERALES.....	8
8.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN PERSONALES.....	9



ÍNDICE FICHAS TÉCNICAS Y MANUALES

- 1. Panel solar JKMS265PP-60 Maxim D Board (JINKO SOLAR).**
 - 2. Inversor SUNNY TRIPOWER 15000TL-30 (SMA).**
 - 3. Cargador RVE-WB-MIX-TRI (CIRCUTOR).**
 - 4. Conductor baja tensión (AFUMEX CLASS 1000 V).**
 - 5. Marquesina modelo PV2-2 (APLISUN).**
 - 6. Manual de montaje de marquesinas PV2 (APLISUN).**
-



ÍNDICE PLANOS

- 1. SITUACIÓN.**
 - 2. EMPLAZAMIENTO.**
 - 3. DISTRIBUCIÓN LÍNEA DE CABLEADO.**
 - 4. MARQUESINA CON CARGADOR PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO.**
 - 5. DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.**
 - 6. UNIFILAR INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.**
 - 7. UNIFILAR INSTALACIÓN DE PUNTOS DE RECARGA**
-



ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

1. OBJETO	2
2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN UN PROYECTO.....	2
3. NORMATIVA	2
4. CONDICIONES GENERALES	4
5. CONDICIONES PARTICULARES	5
5.1 CONDICIONES LEGALES.....	5
5.2 CONDICIONES FACULTATIVAS.....	6
5.3 CONDICIONES DEL CONTRATISTA	8
5.4 CONDICIONES ECONÓMICAS	14
6. CONDICIONES TÉCNICAS	15
6.1 SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS	15
6.1.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	15
6.1.2 INVERSOR	17
6.1.3 CABLEADO	18
6.1.4 ARMARIOS DE PROTECCIÓN	19
6.1.5 PROTECCIONES	19
6.1.6 PUESTA A TIERRA.....	19
7. NORMAS GENERALES DE MONTAJE.....	19
8. RECEPCIÓN Y PRUEBAS	20



ÍNDICE PRESUPUESTO Y MEDICIONES

1. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

1.1 CORRIENTE CONTÍNUA

1.2 CORRIENTE ALTERNA

1.3 TOMA TIERRA

2. INSTALACIÓN PUESTOS DE RECARGA.

2.1 CABLEADO

2.2 TOMA TIERRA

3. ELEMENTOS GENERALES.







ABSTRACT

This Project describes the design, calculation and develop of two different wirings located in Tenerife South Airport, specifically in the down right corner of parking, one of the zones were usually rent a car companies operate. The location selected provides the ideal environmental conditions to generate energy due to irradiation level and amount of sunlight hours per day.

One of them is a photovoltaic wiring that take the capacity to generate energy up to 12 kW to sell it to local electric distributor company at current market price. With this renewable energy system, airport manage company wins an input amount of money that helps to decrease the overall billing in concept of energetic consumption.

Other is a charging point to provides energy for electric vehicles. This one is compounded about four chargers with 7,4 kW per each one. It is necessary that both wirings were separates according to new Spanish legislation.

From economic point of view, the owner company also will receive payments from rent a car companies that use the chargers. That means an increasing of project viability due to energy consumption in points and photovoltaic generation will turn into money.





**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado en Ingeniería Mecánica

TRABAJO FIN DE GRADO

MEMORIA

**PROYECTO DE PUNTO DE RECARGA DE
COCHE ELÉCTRICO CON INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA**

Autor: Jesús González González.

Profesor: Benjamín Jesús González Díaz.



ÍNDICE MEMORIA

1.0	HOJA DE IDENTIFICACIÓN	3
1.1	OBJETO	4
1.2	ALCANCE.....	4
1.3	ANTECEDENTES.....	4
1.3.1	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	5
1.3.2	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD Y DEL RECINTO	7
1.4	NORMATIVA Y REFERENCIAS.....	8
1.4.1	DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS.....	8
1.4.2	BIBLIOGRAFÍA	10
1.4.3	PROGRAMAS.....	11
1.5	DEFINICIONES	12
1.5.1	RADIACIÓN SOLAR	12
1.5.2	INSTALACIÓN	12
1.5.3	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	13
1.5.4	PUNTOS DE RECARGA	14
1.5.4.1	ESTACIÓN DE RECARGA.....	14
1.5.4.2	MODOS DE CARGA	15
1.5.4.3	TIPOS DE RECARGA	16
1.5.4.4	CONECTORES.....	16
1.6	REQUERIMIENTOS DE DISEÑO.....	20
1.7	ANÁLISIS DE SOLUCIONES	22
1.7.1	TIPO DE CONEXIÓN	22
1.7.2	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	24
1.7.3	MARQUESINAS.....	26
1.7.4	INVERSOR.....	27
1.7.5	PUNTO DE RECARGA	29
1.8	ELEMENTOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN	30
1.8.1	CABLEADO.....	30
1.8.2	PROTECCIONES	31
1.8.3	PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA.....	32
1.8.4	PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA.....	32
1.8.5	PUESTA A TIERRA	32
1.8.6	CONEXIÓN A RED	33
1.9	ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS	33



1.0 HOJA DE IDENTIFICACIÓN

PROYECTO

TÍTULO:

PROYECTO DE PUNTO DE RECARGA DE COCHE ELÉCTRICO CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

EMPLAZAMIENTO:

Aparcamiento vehículos de alquiler - Aeropuerto internacional Reina Sofía

Esquina inferior derecha

38610 - Granadilla de Abona - Santa Cruz de Tenerife

PETICIONARIO

NOMBRE:

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología.

DIRECCIÓN:

Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, s/n. San Cristóbal de La Laguna – Tenerife.

AUTOR

IDENTIFICACIÓN:

Jesús González González - 54112530Q

DOMICILIO:

Calle el Pilar Nº51 Las Torres de Taco, San Cristóbal de La Laguna – Tenerife.

EMAIL:

Alu0100970869@ull.edu.es



1.1 OBJETO

El objeto de este Proyecto es el diseño de una instalación fotovoltaica que contenga puntos de recarga para vehículos eléctricos situada en el aparcamiento para vehículos de alquiler en el aeropuerto Tenerife Sur. Para la redacción y ejecución del presente proyecto se deberá cumplir la normativa vigente.

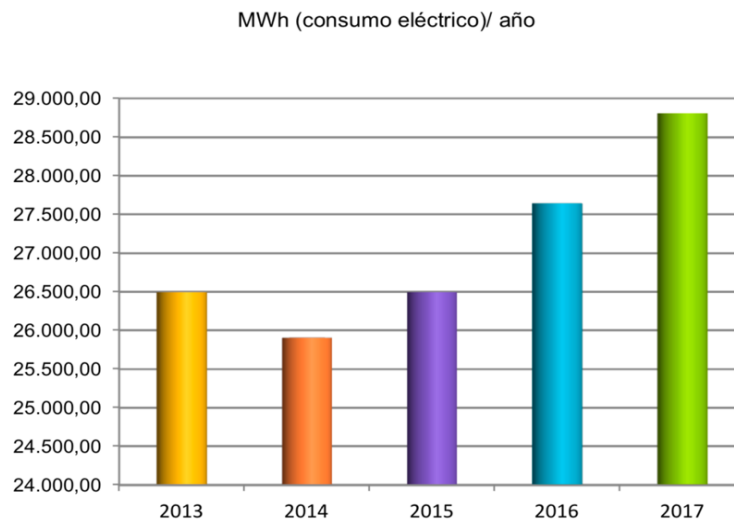
1.2 ALCANCE

El alcance de este proyecto engloba la colocación de una instalación fotovoltaica acompañada de un punto de recarga para vehículos eléctricos analizando y justificando el modelo de marquesina, módulos fotovoltaicos, especificaciones del cargador y el tipo de conexión seleccionada para la instalación. Todo ello respaldado por un análisis técnico de las soluciones adoptadas.

No obstante, la obra civil para excavaciones, zanjas, y otros requerimientos de esta índole no se enmarcan en el alcance de este proyecto. De igual manera, no se procede a realizar un análisis económico tratado numéricamente y en profundidad de las soluciones. Sin embargo, si se respaldarán las decisiones con comentarios acerca de los aspectos económicos.

1.3 ANTECEDENTES

El desarrollo de este proyecto es una apuesta a favor de las energías limpias por parte de Aena, enmarcándose en la estrategia de la compañía contra el Cambio Climático. Su realización pretende contribuir significativamente en la reducción de los gastos en términos de consumo energético, ya que el consumo presentado por el aeropuerto Tenerife Sur durante el año 2017 fue de 28.810,66 MWh, según los datos de la declaración medioambiental de Aena perteneciente al 2017.^[1]



Gráfica 1: Consumo eléctrico anual. Fuente: Aena.

Cabe destacar que la instalación no estará apoyada de un 100% de energías renovables, puesto que la demanda será mayor que la generación la mayor parte del tiempo. Sin embargo, esta si ayuda a mejorar la eficiencia energética del recinto aeroportuario, debido a que la generación de energía producida en los módulos fotovoltaicos se vende y suministra a la red eléctrica obteniendo así una fuente de ingresos pasivos, o en su defecto una reducción del coste total de la factura de consumo eléctrico de la distribuidora energética, Endesa en este caso. De este modo, con el paso del tiempo, se consigue amortizar el costo que supone la instalación reduciendo los gastos de consumo a largo plazo. Además, permite generar ingresos derivados del uso de los cargadores para vehículos de movilidad eléctrica pertenecientes a las compañías de alquiler que operan en dicho aeropuerto, ya que estas deberán abonar la cantidad consumida de manera análoga a la que lo haría un particular. Este último hecho justifica aún más la ejecución de la instalación del presente proyecto.

1.3.1 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El lugar de realización de la instalación se encuentra en el aeropuerto Tenerife Sur, en el municipio de Granadilla de Abona, perteneciente a la provincia de Santa Cruz de Tenerife. A este se puede acceder tomando la salida 59 de la autopista TF-1.^[2]

En la esquina inferior derecha del aparcamiento del aeropuerto, zona exclusiva para vehículos de alquiler, se implantará las marquesinas con los paneles fotovoltaicos en su cubierta. Las coordenadas exactas son 28°02'58.7"N 16°34'30.7"W. Independientemente de la descripción el emplazamiento queda claramente definido en el plano de emplazamiento del documento “Planos”.

El aparcamiento del aeropuerto Tenerife Sur tiene dos zonas diferenciadas y separadas, una de ellas, la parte izquierda, corresponde al uso de los clientes. En cambio, la parte derecha, se emplea para el estacionamiento de los vehículos pertenecientes a las compañías de alquiler que dan servicio en el aeropuerto. El acceso a pie a todo el recinto de estacionamiento no tiene restricciones, pero si zonas delimitadas para ello, ya que este se encuentra rodeado por jardines de grava y vegetación. A la hora de entrar mediante un vehículo, el acceso está restringido por barreras automáticas.

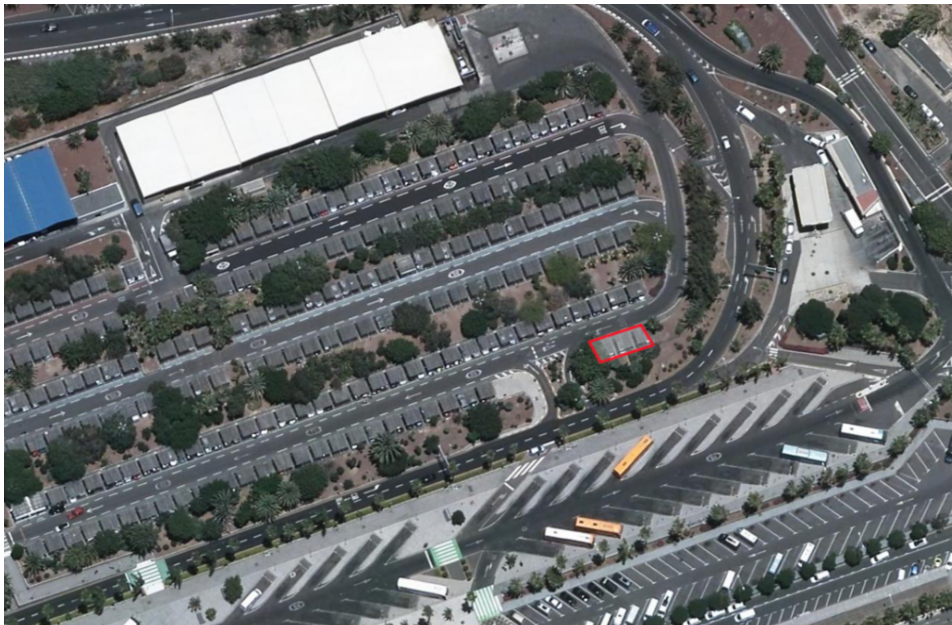


Ilustración 1: Aparcamientos vehículos de alquiler. Fuente: GRAFCAN.

La zona marcada en la ilustración 1 es donde se colocarán las marquesinas seleccionadas, con capacidad para 3 de ellas. Sus dimensiones son de 6 m ancho y 15 m de largo, abarcando así un área de 90 m². Todo ello sin irrumpir en los jardines adyacentes.

Dada la situación geográfica de la Isla de Tenerife se puede conocer los datos acerca de la irradiación sobre la superficie en la que estará presente la instalación del proyecto. Como se muestra en la siguiente ilustración suministrada por ADRASE, la irradiación media anual sobre la zona del aeropuerto es de entorno a 5,8 kWh/m².^[3]

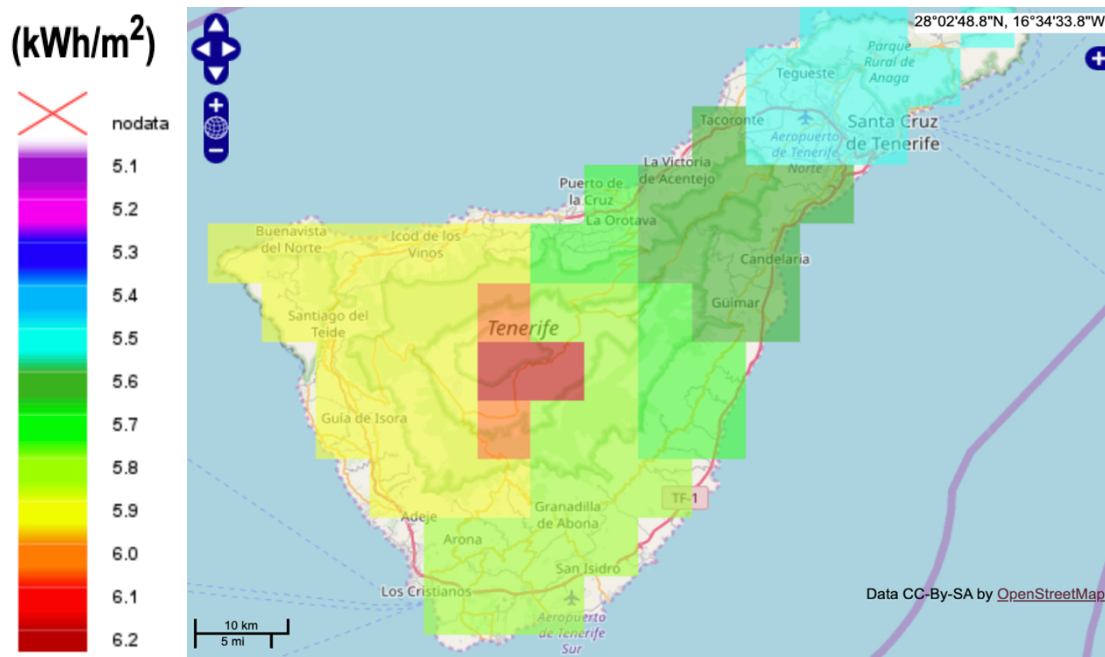


Ilustración 2: Promedio anual de valores diarios de irradiación solar horizontal. Fuente: ADRASE.

1.3.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD Y DEL RECINTO

El recinto del aparcamiento está compuesto por las plazas de estacionamiento y pequeñas oficinas para el personal responsable del funcionamiento de este, además de los accesos controlados por las barreras automáticas.

Éste tiene funcionamiento las 24 horas del día debido al horario de operación del aeropuerto y a los horarios de despegue y aterrizaje de los diferentes vuelos internacionales. Por lo tanto, el uso de los cargadores para vehículos eléctricos puede darse en cualquier momento, por lo que precisa de estar operativo en todo momento.

Actualmente las compañías de alquiler de vehículos^[4] que operan en el aeropuerto Tenerife sur y, en consecuencia, disfrutan de los servicios que presta Aena en el aparcamiento en cuestión son:

- AutoReisen
- Goldcar Rental
- Hertz
- Cicar
- Sixt
- Europcar
- TopCar
- InterRent

Por lo que estas 8 compañías presentan una oportunidad para la apuesta de Aena por la eficiencia energética como fuente de ingresos en su aparcamiento con el consumo de energía para los vehículos de movilidad eléctrica de sus flotas.

1.4 NORMATIVA Y REFERENCIAS

1.4.1 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
- 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 el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.
- LEY 8/2005, de 21 de diciembre, de modificación de la Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regulación del Sector Eléctrico Canario.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Normas UNE de obligatorio cumplimiento publicadas por el instituto de Racionalización y Normalización.
- Código Técnico de la Edificación (CTE), que desarrolla y permite el cumplimiento de la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en Obras de Construcción.
- Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 24/2013, del 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

- Real Decreto 1955/2000 por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 647/2011, de 9 de mayo, por el que se regula la actividad del gestor de cargas del sistema para la realización de servicios de recarga energética
- Real Decreto 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red, establecidos por el IDAE (PCT – C – REV– Julio 2011).
- ORDEN de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- ORDEN de 19 de mayo de 2010, por la que se rectifica error por omisión existente en la Orden de 16 de abril de 2010, que aprueba las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de la Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

1.4.2 BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Gestión medioambiental - Aeropuerto de Tenerife Sur - Aena.es». [En línea]. Disponible en: <http://www.aena.es/es/aeropuerto-tenerife-sur/gestion-medioambiental.html>. [Accedido: ago-2019].
- [2] «IDECanarias visor 4.5». [En línea]. Disponible en: <https://visor.grafcan.es/visorweb/>. [Accedido: ago-2019].
- [3] «adrase». [En línea]. Disponible en: <http://www.adrase.ciemat.es/mapa-zona->



- canarias/index.php. [Accedido: sep-2019].
- [4] «Alquiler de coches - Aeropuerto de Tenerife Sur - Aena.es». [En línea]. Disponible en: <http://www.aena.es/es/aeropuerto-tenerife-sur/alquiler-coches.html>. [Accedido: sep-2019].
- [5] «Solar Fotovoltaica». [En línea]. Disponible en: <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-electrico/solar-fotovoltaica>. [Accedido: sep-2019].
- [6] «Guía técnica de aplicación de la ITC-BT-52.»
- [7] «ENDESA – Novedades, Noticias y Curiosidades sobre Vehículos Eléctricos». [En línea]. Disponible en: <https://endesavehiculoelectrico.com/>. [Accedido: sep-2019].
- [8] «Tipos Conectores Eléctricos - Recarga Vehículo EV |LugEnergy». [En línea]. Disponible en: <https://www.lugenergy.com/tipo-de-conectores-vehiculo-electrico/>. [Accedido: sep-2019].
- [9] «Tecnología para la eficiencia energética - CIRCUTOR». [En línea]. Disponible en: <http://circutor.es/es>. [Accedido: sep-2019].
- [10] «Distribuidor mayorista de energía solar | Techno Sun - Distribuidor mayorista». [En línea]. Disponible en: <https://www.technosun.com/es/>. [Accedido: sep-2019].
- [11] «APLITECH Energy - Estructuras de paneles solares y fotovoltaicos». [En línea]. Disponible en: <https://www.aplitech-energy.com/>. [Accedido: ago-2019].
- [12] «Inversor fotovoltaico». [En línea]. Disponible en: <https://www.sma.de/es/productos/inversor-fotovoltaico.html>. [Accedido: sep-2019].
- [13] «Catálogo de cables y accesorios para Baja Tensión. Edición 2018. - Prysmian Club». [En línea]. Disponible en: https://www.prysmianclub.es/sdm_downloads/catalogo-de-cables-y-accesorios-para-baja-tension/. [Accedido: sep-2019].

1.4.3 PROGRAMAS

- Microsoft Word.
- Microsoft Excel.
- Autodesk Autocad.
- PRESTO.

1.5 DEFINICIONES

A continuación, se enuncian las definiciones pertinentes para este tipo de proyectos. Dichas definiciones son pertenecientes al pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).^[5]

1.5.1 RADIACIÓN SOLAR

Radiación solar: Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

Irradiancia: Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m².

Irradiación: Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m², o bien en MJ/m².

1.5.2 INSTALACIÓN

Instalaciones fotovoltaicas: Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.

Instalaciones fotovoltaicas interconectadas: Aquellas que disponen de conexión física con las redes de transporte o distribución de energía eléctrica del sistema, ya sea directamente o a través de la red de un consumidor.

Línea y punto de conexión y medida: La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

Interruptor automático de la interconexión: Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.



Interruptor general: Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.

Generador fotovoltaico: Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

Rama fotovoltaica: Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

Inversor: Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna. También se denomina ondulator.

Potencia nominal del generador: Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal: Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

1.5.3 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Célula solar o fotovoltaica: Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

Célula de tecnología equivalente (CTE): Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.

Módulo o panel fotovoltaico: Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

Condiciones Estándar de Medida (CEM): Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:

- Irradiancia solar: 1000 W/m²
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula: 25°C

Potencia pico: Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

TONC: Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m² con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20°C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

1.5.4 PUNTOS DE RECARGA

SAVE: Sistema de Alimentación específico de Vehículos Eléctricos.

1.5.4.1 ESTACIÓN DE RECARGA^[6]

Está formada por un conjunto de elementos necesarios para efectuar la conexión entre vehículo y la instalación eléctricos necesaria para su recarga. Se pueden clasificar como:

- *“Punto de recarga simple: compuesto por las protecciones necesarias, una o varias bases de toma de corriente no específicas para el vehículo eléctrico y, en su caso, la envolvente”.*
- *“Punto de recarga tipo SAVE: sistema de alimentación específico del vehículo eléctrico”.*

1.5.4.2 MODOS DE CARGA^[6]

El modo en el que se recarga depende del nivel de comunicación que exista entre la infraestructura de carga y vehículo eléctrico. Estos se clasifican en:

- Modo 1: *“Conexión del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna mediante tomas de corriente normalizadas, tipo Schuko (toma domestica) sin comunicación entre la infraestructura de carga y el vehículo eléctrico”.*
- Modo 2: *“Conexión del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna, utilizando tomas de corriente normalizadas, también tipo Schuko, usando los conductores activos y de protección junto con una función de control piloto y un sistema de protección para las personas, contra el choque eléctrico (dispositivo de corriente diferencial), entre el vehículo eléctrico y la clavija o como parte de la caja de control situada en el cable. Normalmente el dispositivo de función piloto se encuentra en el cable de conexión”.*
- Modo 3: *“Conexión directa del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna usando un SAVE, donde la función de control piloto se amplía al sistema de control del SAVE, estando este conectado permanentemente a la instalación de alimentación fija”.* En este caso se utilizan conectores del tipo “Mennekes”.
- Modo 4: *“Conexión indirecta del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna usando un SAVE que incorpora un cargador externo en donde la función de control piloto se extiende al equipo conectado permanentemente a la instalación de alimentación fija”.*

1.5.4.3 TIPOS DE RECARGA^[7]

Dependiendo de la cantidad de tiempo que se invierta en la recarga del vehículo eléctrico se puede diferenciar entre tres distintos tipos de recarga:

- Recarga convencional o lenta: *“Se trata de un tipo de recarga monofásica que emplea la intensidad y voltaje eléctrico del mismo nivel que la vivienda donde se instale, es decir, 16 amperios y 230 voltios. Se puede entregar una potencia eléctrica de aproximadamente 3,7 kW. Con estos parámetros el tiempo de recarga ronda las ocho horas para las baterías de la mayoría de modelos de VE. Esta solución es óptima, fundamentalmente, para recargar el vehículo eléctrico durante la noche en un garaje de una vivienda unifamiliar o garaje comunitario”.*
- Recarga semi-rápida: *“Se trata de un tipo de recarga monofásica o trifásica que emplea 32 amperios de intensidad y 230 V de voltaje eléctrico. Se entrega un máximo de 7,3 kW con este tipo de recarga. Con estos parámetros el tiempo de recarga es de aproximadamente 4 horas”.*
- Recarga rápida: *“Con este tipo de recarga se obtiene una potencia de salida del orden de 50 kW para ello se emplea una intensidad eléctrica mayor y además se entrega la energía en corriente continua. Se puede llegar a una carga del 80% de la batería con tan solo 30 minutos de conexión. Desde el punto de vista de un conductor habituado al coche de combustión es lo más semejante al tiempo de repostaje en una gasolinera convencional”.*

1.5.4.4 CONECTORES

La International Electrotechnical Commission (IEC), o Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) en español, recoge en la norma IEC 62196-2:2011 los tipos de conectores (1, 2 y 3), con existencia exclusiva para su uso en corriente alterna. En cambio,

para las recargas rápidas en las que se emplea corriente continua, los conectores específicos (tipo 4) se encuentran en la IEC 62196-3. Los conectores establecidos en la IEC 62196-2 son:

- Conector tipo Schuko^[8]: Es el enchufe habitual de casa u oficina, común en motocicletas y bicicletas eléctricas. De manera oficial se trata de un conector “Tipo F” que se define en el estándar CEE 7/4. Es capaz de soportar corrientes de hasta 16 A (monofásico) y se compone por dos bornes, fase y neutro y por una toma de tierra. En este caso, no existe dispositivo de comunicación entre el vehículo eléctrico y la toma de corriente. El único tipo disponible es el de modo de carga lenta.



Ilustración 3: Conector tipo Schuko. Fuente: LUGENERGY.

- Conector tipo 1^[8]: Se enmarca como el conector japonés estándar, que corresponde con el SAE J1772, comúnmente se le conoce como Yazaki. Está constituido por cinco pines, dos de corriente correspondientes a fase y neutro, el de tierra, un pin de control y otro de detección de proximidad. Este tipo de conector tiene una certificación para 30 amperios.



Ilustración 4: Conector SAE J1772. Fuente: LUGENERGY.

- Conector tipo 2^[8]: Denominado como “Mennekes” es el estandarizado para el territorio europeo. Su distribución de pines es parecida al SAE J1772, pero con el añadido de dos pines más, los necesarios para la corriente en trifásica. Puede otorgar cargas monofásicas a 16 A hasta trifásicas a 63 A, lo que corresponde desde 3,7 kW a 43,5 kW de potencia.



Ilustración 5: Conector tipo Mennekes. Fuente: LUGENERGY.

- Conector tipo 3^[8]: Puede soportar cargas monofásicas a 16 A mediante la variante del conector 3A, con fase, neutro, tierra y pin de control, o monofásica y trifásica a 32 A mediante otra variante del conector, la 3C, con sus tres fases, neutro, tierra, y pines de control y presencia. En cuanto a la potencia que soporta, es de hasta 22 kW.



Ilustración 6: Conector tipo Scame. Fuente: LUGENERGY.

- Conector CHAdeMO^[9]: Diseñado por la Tokyo Electric Power Company (TEPCO) para cargas rápidas en corriente continua, siendo capaz de suministrar hasta 50 kW de potencia con una corriente que puede alcanzar 125 A. Su configuración está compuesta por diez bornes, toma de tierra y comunicación con la red.



Ilustración 7: Conector tipo CHAdeMO. Fuente: CIRCUTOR.

- Conector Combo (IEC-62196-3) ^[9]: Esta es la versión elegida en Europa para la carga en continua. Es un conector combinado, contiene un conector de alterna tipo 2 y un conector de continua con dos terminales. Posee una gran versatilidad al ofrecer la posibilidad de cargar en los modos 2, 3 y 4 a través de una única salida. Su potencia máxima de operación es de 43 kW, en alterna, y de hasta 100 kW.



Ilustración 8: Conector tipo CCS (Combo). Fuente: CIRCUTOR.

1.6 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Por parte del peticionario se exige que la realización del proyecto se lleve a cabo siguiendo ciertas pautas o exigencias en cuanto al diseño y selección de materiales. Es por ello que en los requerimientos dados se pide, sobre todo durante la fase de selección del tipo de instalación a proyectar, se tenga presente el factor económico. Incluso, en el caso de ser necesario, realizando un análisis económico. Sin embargo, no se considera necesaria la realización de dicho análisis, quedando expuesta la justificación económica en el apartado de análisis de soluciones de este proyecto.

Otro tipo de requerimiento pedido por parte del peticionario es el aprovechamiento de las canalizaciones existentes para el paso de la acometida, debido a que durante los últimos años se han llevado a cabo ciertas obras de canalización en la zona de la jardinería adyacente al emplazamiento del proyecto. También se debe aprovechar esta línea para utilizar el cuadro eléctrico más cercano como conexión de la acometida.



Ilustración 9: Obras de canalización. Fuente: GRAFCAN.



Ilustración 10: Cuadro eléctrico para la instalación. Fuente: GRAFCAN.

Un requerimiento planteado como un reto es la mimetización de las estructuras a proyectar con el entorno. Este no presenta problema, pues actualmente se puede encontrar una estructura que emplea planchas a modo de cubierta. Dichos elementos serán sustituidos por marquesinas con módulos fotovoltaicos en su cubierta. De este modo se consigue aportar una visión similar, pero con un aprovechamiento más elevado, logrando así la mimetización propuesta.

En cuanto al tipo de instalación eléctrica, aislada o conectada a la red, emplazamiento dentro del recinto de aparcamiento y modelos tanto de marquesinas, módulos fotovoltaicos o cargadores no se aportan especificaciones, por lo que queda a elección adecuada por el proyectista.

1.7 ANÁLISIS DE SOLUCIONES

Con el fin de ejecutar el proyecto de la manera más eficiente posible y cumpliendo con los requisitos de diseño impuestos por el peticionario, se analizan las mejores soluciones desde un punto de vista técnico, sin descuidar el aspecto económico.

1.7.1 TIPO DE CONEXIÓN

Los sistemas fotovoltaicos son conjuntos de sistemas eléctricos, con componentes mecánicos y electrónicos cuya función se basa en captar radiación solar para producir energía eléctrica aprovechable.

Este procedimiento de obtención de energía ocurre en los módulos fotovoltaicos, ubicados sobre las marquesinas en este caso. Para utilizar dicha energía producida se pueden emplear dos tipos distintos de instalaciones:

- Aislada
- Conectada a red

Cada una de ellas posee distintas ventajas e inconvenientes, por lo que cabe analizarlos para aportar la mejor solución.

El sistema aislado se caracteriza por su independencia. Este funciona como estación de autoabastecimiento, donde la energía generada en los paneles pasara a almacenarse en baterías para su posterior aprovechamiento en el recinto aeroportuario o para la recarga de vehículos eléctricos, pues los cargadores, en este caso, se nutren de la energía de las baterías. Esto hace que su operación sea algo limitada, incluso, puede darse el caso que, en periodos de radiación muy débil como en la noche, la demanda sea más elevada que lo que se ha generado y almacenado, impidiendo que una recarga satisfactoria y empeorando la experiencia de usuario.

En cuanto al aspecto económico de este tipo de instalación, el hecho de que se deban colocar cierta cantidad de baterías para el almacenamiento de energía encarece enormemente el coste de su ejecución. A lo que se debería sumar otros gastos derivados de obra civil para la colocación de las baterías y el mantenimiento que estas lleven.

Por otro lado, la instalación conectada a red hace que se deban realizar dos instalaciones diferentes y por separado. Una de ellas corresponde a la generación mediante los módulos fotovoltaicos, la cual se considera una instalación de energía eléctrica que suministra y vende a la red a razón de aproximadamente 0,06 €/kW, según el precio de mercado. Y la otra, corresponde a la alimentación para los surtidos de energía de los vehículos de movilidad eléctrica, por lo que constituye una instalación para el consumo. Por tanto, con esta configuración, no existen problemas si la demanda, en la recarga de los vehículos eléctricos, aumenta puntualmente.

La parte económica de esta última posee mejores aspectos positivos. El principal es que la energía generada se vende a la red eléctrica obteniendo así un beneficio por dicha generación. Además, la entidad que gestiona el aeropuerto puede cobrar a las compañías de alquiler una tarifa por el uso y consumo de energía de los cargadores, incrementando



la cantidad de ingresos por la ejecución de este proyecto. También, al no precisar de baterías en esta instalación, el coste no aumenta significativamente.

Tras analizar las ventajas e inconvenientes de ambas instalaciones se determinada que la opción elegida es la conectada a red, pues tanto a nivel técnico como económico cumple con lo expresado en los requerimientos, presentando una mayor fiabilidad al no depender únicamente de sistemas de almacenamiento. Además de contribuir con la reducción de gasto en consumo energético por parte del aeropuerto, ayuda en la estrategia contra el cambio climático que está siendo llevada a cabo por Aena.

1.7.2 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos proyectados para esta instalación pertenecen a la marca JINKO SOLAR, concretamente el modelo “JKMS265PP-60 Maxim D Board”^[10]. Se colocarán un total de 45 paneles distribuidos en series de 15 para cada marquesina. La posición de esto será de manera que el lado mayor de los módulos coincida con el lado mayor de la marquesina, es decir, el lado mayor de los paneles será perpendicular a posición del aparcamiento del vehículo, componiendo así 3 columnas de 5 filas de paneles cada una.

Elemento	Superficie (mm ²)
Marquesina	5000 X 4988
Panel	1650 X 992

Tabla 1: Relación de superficie para cantidad de módulos.

La configuración de conexión seleccionada es de 3 strings, uno por cada conjunto de módulos y marquesina, por lo que cada string está compuesto por 15 paneles conectados en serie. La potencia pico que producen los 45 módulos, de 265 W cada uno, alcanza el valor de aproximadamente 12 kW.

En la selección se ha priorizado este modelo puesto que tiene un tratamiento anodizado, muy efectivo contra la corrosión dado el emplazamiento del proyecto y su cercanía a la costa.



Ilustración 11: Panel Solar JKMS265PP-60 Maxim D Board de Jinko. Fuente: Technosun.

Características	JKMS265PP-60 Maxim D Board
Potencia nominal	265 W
Tensión en el punto P _{máx} -VMPP (V)	31.4 V
Corriente en el punto P _{máx} -IMPP (A)	8.44 A
Tensión en circuito abierto-VOC (V)	35.3 V
Corriente de cortocircuito-ISC (A)	7.36 A
Eficiencia del módulo (%)	16.19 %

Tabla 2: Datos módulo fotovoltaico JKMS265PP-60 de JINKO SOLAR^[10].

1.7.3 MARQUESINAS

En cuanto al modelo y tipo de marquesina seleccionada se ha optado por un diseño integrado tanto con soporte para los paneles fotovoltaicos como con cargador. El suministrador se trata de APLISUN^[11], y el modelo seleccionado es el PV2-2, cuya facilidad de ensamblaje permite la colocación de tres marquesinas que encajan con las dimensiones del emplazamiento del proyecto. Cabe destacar que el elemento seleccionado incluye información destacable como el dimensionamiento de las zapatas y la tornillería utilizada, todo ello se puede observar en profundidad en el anexo “Fichas técnicas y manuales”.



Ilustración 12: Conjunto de marquesinas PV2-2 con cargador integrado. Fuente: APLISUN.

Este modelo presenta un importante atractivo, y es el hecho de ser personalizable. La empresa distribuidora realiza entregas con pintados en el pie de la marquesina, a modo de ejemplo se presenta una solución en la siguiente imagen:



Ilustración 13: Marquesina con pie personalizado. Fuente: APLISUN. Edición: Propia.

1.7.4 INVERSOR

El inversor es una parte imprescindible en las instalaciones fotovoltaicas, y en especial en las conectadas a red. Su función principal es la de convertir la energía eléctrica que le llega en forma de corriente continua en corriente alterna, ya sea para un consumo directo o para verter a la red. Este intenta maximizar la producción de corriente del dispositivo fotovoltaico a la vez que optimiza el paso de la energía entre la carga y el módulo.

El inversor seleccionado para este proyecto es el “SUNNY TRIPOWER 15000TL” perteneciente a SMA^[12]. Este es un inversor trifásico con dos entradas de corriente, a la

que a una de ellas, la entrada A, se le conectarán dos strings en serie provenientes de las dos marquesinas situadas más al este. La otra entrada llevará los 15 módulos de la marquesina restante conectados en serie.



Ilustración 14: Inversor SUNNY TRIPOWER 15000TL. Fuente: SMA.

Una de las ventajas más destacable de este modelo es su alto rendimiento, al conectar un único inversor se logra alcanzar un valor entorno al 98%. No obstante, el principal inconveniente es que si este sufre un fallo o avería produce un parón total de la producción de energía eléctrica fotovoltaica. Además, este modelo no incluye la separación galvánica por transformador de aislamiento según lo indicado en el Artículo 15 del RD1699/2011, pero contiene un sistema homologado que le permite realizar la misma función sin ningún inconveniente.

Características eléctricas Inversor	STP 15000 TL
Entrada C	
Potencia máxima de CC	15330 W
Tensión de entrada máxima	1000 V
Rango de tensión MPP	240 - 800 V
Tensión nominal	600 V
Tensión de entrada mín. / tensión de entrada de inicio	150 V / 188V
Corriente máx. de entrada (entrada A / entrada B)	33 A / 33 A
Número de strings por entrada	A:3; B:3
Salida CA	
Potencia asignada (230 V, 50Hz)	15000 W
Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida	29 A / 21,7 A

Tabla 3: Características inversor Sunny Power 15000 TL^[12].

1.7.5 PUNTO DE RECARGA

Tal y como se ha comentado previamente, el punto de recarga viene incorporado en la estructura de la marquesina. En este caso, el modelo correspondiente es el RVE-WB-MIX-SMART-TRI, y su distribuidor es CIRCUTOR^[9]. Aunque este tipo de conectores está diseñado para interiores, el hecho de estar anexo a la marquesina proyectada lo hace totalmente apto para el uso y la aplicación que tendrá durante su vida útil.

En cuanto al tipo de conector que admite y modos de carga, está pensado para emplear los conectores de base tipo II y Schuko, permitiendo hacer recargas de modo 1, modo 2 y modo 3.

Mediante el uso de una pantalla LCD y conexión en línea este dispositivo permite al usuario tener al alcance los datos necesarios tanto para comprobar el estado de carga como para realizar pagos mediante tecnología RFID. De este modo, todas las agencias de alquiler con operación en el aeropuerto obtendrían una tarjeta para conocer el consumo

realizados por estas durante un determinado periodo de tiempo, controlando así la cantidad que debe abonar a la entidad reguladora del aparcamiento al final dicho periodo de tiempo.



Ilustración 15: Cargador RVE-WB-MIX-SMART-TRI. Fuente: CIRCUTOR.

Modelo	Modos de recarga	Nº de conectores	Tipo de conector	Tensión, corriente y potencia
RVE-WB-MIX-SMART-TRI	1, 2 y 3	2	Base tipo 2 y Schuko	230 V - 32 A - 7,4 kW

Tabla 4: Características cargador VE de CIRCUTOR^[9].

1.8 ELEMENTOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

1.8.1 CABLEADO

Para realizar la selección de los cables se seguirá lo establecido tanto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión como en el Pliego de Condiciones del IDAE. Proyectando así el cableado que precise cada una de las instalaciones para el correcto funcionamiento de estas.

El cableado necesario para la instalación fotovoltaica cubre desde los módulos hasta la caja de protección y medida, pasando por las cajas de conexiones, por el inversor y por el cuadro de protección.

Para el cálculo de las secciones de los cables se han empleado los métodos dados por los criterios caída de tensión y sobrecalentamiento. En el sobrecalentamiento se establece, por medio del Pliego de Condiciones del IDAE, que el cableado proyectado debe soportar, como mínimo, el 125% de la intensidad de cortocircuito de la línea según enuncia la ITC-BT-40. Este también contempla que, para el tramo de corriente continua, la caída de tensión debe ser inferior al 1,5%, y para el tramo de corriente alterna, de un 2%.

Para el dimensionamiento del cableado en la instalación de suministro a los cargadores se seguirá el mismo criterio mencionado con anterioridad.

Con toda la información recabada se decide por emplear conductores de baja tensión AFUMEX CLASS 1000 V (AS), concretamente los RZ1-K, del catálogo de Prysmian^[13]. Estos están compuestos de cobre electrolítico recocido con aislamiento de mezcla de polietileno reticulado (XLPE). Tienen una tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV. Además, pueden soportar hasta 90°C en servicio continuo y 250°C en cortocircuito. Para la parte en continua de la instalación fotovoltaica estos serán de un único conductor, pero en cambio, para la parte en alterna de ambas instalaciones, se seleccionarán con todos los conductores para trifásica con el cable de tierra incluido.

1.8.2 PROTECCIONES

Para cualquier instalación eléctrica deben existir una serie de protecciones, con el fin de evitar distintos tipos de accidente en los que tanto personas como equipos puedan sufrir daños. Este tipo de medidas de protección han sido diseñadas de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- ITC-BT-22 Protección contra sobrecargas.
- ITC-BT-23 Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT-24 Protección contra los contactos directos e indirectos.

1.8.3 PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA

En la parte de la instalación en corriente continua, independientemente de que el inversor contenga protecciones en su diseño contra sobrecargas y posibles fallos de aislamiento, se optará por añadir tres fusibles, uno para string, como medida de protección. Éstos serán colocados justo a la entrada del inversor, en la caja de protección de corriente

1.8.4 PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA

Para la parte de corriente alterna, las protecciones serán colocadas justo después del inversor. Su composición se basa en un diferencial y un interruptor magnetotérmico.

En cuanto a la instalación de fuerza, para los cargadores de los vehículos eléctricos, las protecciones se compondrán también por un diferencial, un interruptor magnetotérmico y un limitador de tensiones. Al tratarse de 4 líneas, una para cada cargador, cada una llevará esta serie de protecciones. En este caso, dichas protecciones se encontrarán en el cuadro eléctrico mencionado en el apartado “requerimientos de diseño”, en el que hay huecos y espacio suficientes para colocarlas.

1.8.5 PUESTA A TIERRA

Ya sea para proteger las instalaciones y sus elementos como a las personas de tensiones con cierto nivel de riesgo mediante un contacto por accidente, se precisa una conexión a tierra. Siguiendo tanto en el Artículo 15 del RD 1669/2011 como en el ITC-BT-

18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión para este tipo de instalaciones, se dimensionará el conexionado necesario para esta aplicación.

Se puede destacar que una de las causas de derivación principal proviene de fenómenos meteorológicos, por ende, tanto toda estructura metálica como módulos fotovoltaicos han de llevar esta conexión a tierra. Además, el inversor también será conectado a tierra mediante el borne habilitado para ello.

En cambio, para la instalación de los cargadores no se precisa de una conexión específica a tierra. Debido a que estos ya estarán conectados a tierra mediante las conexiones del cuadro al que se conectarán

1.8.6 CONEXIÓN A RED

Para conectar la instalación fotovoltaica a la red se empleará un contador bidireccional, tal y como especifica el RD 244/2019 para instalaciones conectadas a red. Gracias a él se puede tener conocimiento de la cantidad de energía que se suministra a red. En cambio, para la instalación de consumo de los cargadores se usará el contador existente para el consumo general del aeropuerto.

1.9 ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

Se establece que el orden de prioridad de los documentos básicos del proyecto ante cualquier discrepancia es:

- PLANOS
- PLIEGO DE CONDICIONES
- PRESUPUESTO
- MEMORIA



CONCLUSIONS

This project had achieved all proposed objectives as academic document and also as a real project document. It contains every necessary information to bring to reality the ideas which have been developed on it. The process and calculations provide this project the right validation to makes it possible in safety conditions and passing quality controls.

It is relevant to comment that every component using in each wiring had been carefully selected in order to get a high overall efficiency, what is difficult to reach because the solar panels performance in not elevated. However, it works in properly way generating a considerable amount of energy, but not enough in comparison with the consumption of airport. If more prejects like this, including photovoltaic modules, are developed in the rest of airport parking, the clean energy that they will provide could be huge. For this reasons the project will play a role of example to study the behavior and energetic generation during a time lapse. After, heads and managers of airports could take in account to increase the photovoltaic wiring adding more solar panels.

Finally, this project helps to support the Aena strategy against climate change introducing renewables energies as source of energy and verifying how they work and the way to improve it by adding other kinds of clean energies.





**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado en Ingeniería Mecánica

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO I:

CÁLCULOS

**PROYECTO DE PUNTO DE RECARGA DE
COCHE ELÉCTRICO CON INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA**

Alumno: Jesús González González.

Profesor: Benjamín Jesús González Díaz.



ÍNDICE CÁLCULOS

1. OBJETO	4
2. CÁLCULOS FOTOVOLTAICA	4
2.1 CONSUMO	4
2.2 IRRADIACIÓN SOLAR AEROPUERTO TENERIFE SUR	5
2.3 RENDIMIENTO ENERGÉTICO DE LA INSTALACIÓN ^[3]	6
2.4 PÉRDIDAS DE RENDIMIENTO	7
2.4.1 PÉRDIDAS POR INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN	7
2.4.2 PÉRDIDAS POR SOMBRAS	10
2.4.3 PÉRDIDAS POR POLVO Y SUCIEDAD ^[3]	11
2.4.4 PÉRDIDAS ANGULARES ^[3]	11
2.4.5 PÉRDIDAS ESPECTRALES ^[3]	11
2.4.6 PÉRDIDAS POR EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO ^[3]	12
2.4.7 PÉRDIDAS POR NO CUMPLIMIENTO DE LA POTENCIA NOMINAL ^[3]	12
2.4.8 PÉRDIDAS POR CABLEADO Y CONEXIONADO	12
2.4.9 PÉRDIDAS POR EL RENDIMIENTO DEL INVERSOR ^[3]	13
2.4.10 PÉRDIDAS POR RENDIMIENTO DE SEGUIMIENTO DEL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA DEL GENERADOR ^[3]	13
2.4.11 PÉRDIDAS POR TEMPERATURA	13
2.5 PERFORMANCE RATIO	15
2.6 GENERACIÓN ANUAL	16
3. CÁLCULOS ELECTRICIDAD	17
3.1 COMPROBACIONES PREVIAS	17
3.2 CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA	20
3.2.1 PANELES - CAJA DE PROTECCIÓN	21
3.2.2 CAJA DE PROTECCIÓN - INVERSOR	24
3.3 CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA	25
3.3.1 INVERSOR - CUADRO DE PROTECCIÓN	26
3.3.2 CUADRO DE PROTECCIÓN - CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA	28
3.3.3 CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA - TRANSFORMADOR	29
3.3.4 PUNTOS DE RECARGA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	30
3.4 PROTECCIONES DE CORRIENTE CONTINUA	32
3.5 PROTECCIONES DE CORRIENTE ALTERNA	34
3.5.1 PROTECCIONES DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO	34
3.5.2 PROTECCIONES PUNTOS DE RECARGA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	36
3.6 PUESTA A TIERRA	38
3.6.1 TOMAS DE TIERRA	38
3.6.2 CABLEADO A TIERRA	39
3.7 CONEXIÓN A RED	40
4. BIBLIOGRAFÍA	41



1. OBJETO

Este anexo se presenta con el objetivo de definir los cálculos para el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica. Estando esta compuesta por los módulos fotovoltaicos, marquesinas que los soportan, el inversor de corriente y los cargados para los vehículos eléctricos. Asimismo, se presentará un cálculo detallado hacer del rendimiento de esta instalación calculando las pérdidas producidas por diversos factores, con el fin de conocer la cantidad de energía producida a lo largo de un año.

Análogamente se definen los cálculos necesarios para el dimensionamiento de las instalaciones eléctricas del proyecto, tanto la de generación como la de fuerza para los cargadores de vehículos eléctricos. Los procesos de cálculos se realizarán según lo recogido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

2. CÁLCULOS FOTOVOLTAICA

2.1 CONSUMO

Como se puede comprobar de los datos recabados por parte del departamento de medio ambiente de AENA, el consumo del aeropuerto Tenerife Sur durante el año 2017 ascendió a la cantidad de 28.810,66 MWh^[1].

Ahora con el fin de conocer el consumo total de todo el recinto se estimará el consumo energético por parte de los cargadores de los vehículos eléctricos.

Para la realización de este calculo se debe tener presente que las compañías de alquiler de vehículos no tienen operación las 24 horas, a pesar de que el aeropuerto si permanezca abierto durante ese tiempo. El horario de las empresas de alquiler es variado, con apertura a las 7:00 y cierre entre las 23:00 y las 2:00, por consecuente



tomaremos como hora estándar de cierre las 0:00, lo que nos deja un periodo de operación de 17 horas al día. No obstante, este tipo de negocios permite entregas y recogidas a horas distintas a las de apertura cobrando un suplemento, por lo que puede ocurrir que en algún momento puntual se empleen los cargadores fuera de dicho horario, sin embargo, esta consecuencia no se incluirá en el análisis.

Dadas las dimensiones de las plazas se pueden cargar simultáneamente un total de 6 vehículos. Además, con el cargador proyectado se puede realizar una carga a distintos modos, 1, 2 y 3, mediante una toma tipo 2 o Schuko, y hasta 7,4 kW por toma. Suponiendo el peor de los casos, en el que en las recargas se realizarán con los 6 cargadores empleándose a la vez, se aplica un factor de simultaneidad de 1.

Elemento	Potencia (kW)	Nº horas/año	Factor simultaneidad	Consumo (kWh/año)
Punto de recarga	44,4	6205	1	275502

Tabla 1: Consumo Punto de recarga.

Como se muestra en la tabla 1, se estima que el consumo de puntos de recarga de vehículos eléctricos sea de 275,5 MWh al año. Por consiguiente y sumando ambos consumos, general y de puntos de recarga, se obtiene que el consumo estimado del aeropuerto tras la ejecución del proyecto aumentaría al valor de 29.086,2 MWh/año.

2.2 IRRADIACIÓN SOLAR AEROPUERTO TENERIFE SUR

El emplazamiento del proyecto está ubicado en una zona que recibe de media entorno a 5,8 kWh/m² de irradiación solar global, tal y como se puede comprobar en el documento de la memoria. Esto hace que sea un lugar óptimo para este tipo de instalaciones, con uno de los mayores valores de irradiación global del país.

No obstante, para realizar el análisis de producción de energía mediante el generador, se obtendrán los datos proporcionados por GRAFCAN^[2]. En estos se muestran los promedios de irradiancia solar mensuales, para los cuales se ha supuesto un horario solar de 12 horas, obteniéndolos así así la unidad necesaria para sus posteriores cálculos.

Mes	Irradiación solar horizontal (Wh/m ²)	Irradiación solar horizontal (W/m ²)
Enero	3.619,30	301,61
Febrero	4.494,10	374,51
Marzo	5.284,60	440,38
Abril	5.742,50	478,54
Mayo	6.345,40	528,78
Junio	7.039,20	586,60
Julio	7.055,80	587,98
Agosto	6.131,20	510,93
Septiembre	5.519,90	459,99
Octubre	4.716,70	393,06
Noviembre	3.813,70	317,81
Diciembre	3.330,50	277,54

Tabla 2: Datos de irradiancia solar en Aeropuerto Tenerife Sur.

2.3 RENDIMIENTO ENERGÉTICO DE LA INSTALACIÓN^[3]

El performance ratio es definido como la eficiencia de la instalación bajo condiciones reales de trabajo. En las que se tendrá en cuenta las pérdidas generadas por el inversor y por la temperatura de operación de los paneles que suele ser superior a 25°C, en Condiciones Estándar de Medida. Se ha de considerar que se obtendrá un “performance ratio” distinto para cada mes dependiendo de la temperatura a la que opere la célula.

Aparte de estas pérdidas, también se tienen en cuenta otras que vienen recogidas en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE^[4]:

- Por dispersión de parámetros y suciedad.
- La dependencia de la eficiencia con la temperatura.
- La eficiencia del cableado.
- Por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.
- La eficiencia energética del inversor.
- Otros.

En la categoría de otras se incluyen las pérdidas por orientación e inclinación, el no cumplimiento de la potencia nominal, explotación y mantenimiento, espectrales y angulares.

2.4 PÉRDIDAS DE RENDIMIENTO

2.4.1 PÉRDIDAS POR INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN

Todos los paneles fotovoltaicos presentan pérdidas energéticas dependiendo de la latitud en la que se encuentre su emplazamiento. En este caso la instalación está ubicada en el hemisferio norte por lo que la orientación sur es la óptima. Debido a que la cubierta de la marquesina proyectada tiene orientación hacia el sur, las pérdidas se ven reducidas.

Para conocer los límites tanto en la orientación como en la inclinación de los módulos, de acuerdo con las pérdidas máximas permisibles, se establece según en el Código Técnico de la Edificación que las pérdidas se calcularán en función de:

- Ángulo de inclinación, β : Ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Valor de 0° para módulos horizontales y 90° para verticales.
- Ángulo de azimut, α : Ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar. Valor de 0° para módulos orientados al Sur, -90° para módulos orientados al Este y $+90^\circ$ para módulos orientados al Oeste.



Ilustración 1: Ángulo de inclinación. Fuente: IDAE.

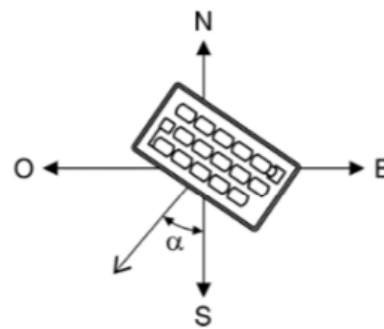


Ilustración 2: Ángulo de orientación. Fuente: IDAE.

Al encontrarse en el Archipiélago Canario la latitud es de 29º Norte. En este caso la inclinación viene definida por la cubierta de la marquesina, con un valor de 12º. A continuación, se reflejan las pérdidas máximas por orientación, inclinación y sombras, según establece el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE[4] para instalaciones conectadas a red. El límite de pérdidas se estipula de tres maneras distintas según la instalación de los módulos:

Pérdidas admisibles	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Tabla 3: Pérdidas admisibles módulos. [4]

En este caso instalación fotovoltaica se rige por las pérdidas admisibles del montaje general, por lo que las pérdidas por inclinación y orientación deben ser inferiores en un 10% respecto de los valores óptimos.



Los puntos de intersección del límite de pérdidas con la recta de azimut determinan los parámetros de la inclinación máxima y mínima admisible. La figura de la siguiente ilustración está elaborada para una latitud de 41°, por lo que es necesario corregir los datos obtenidos, tal y como estipula el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE.^[4]

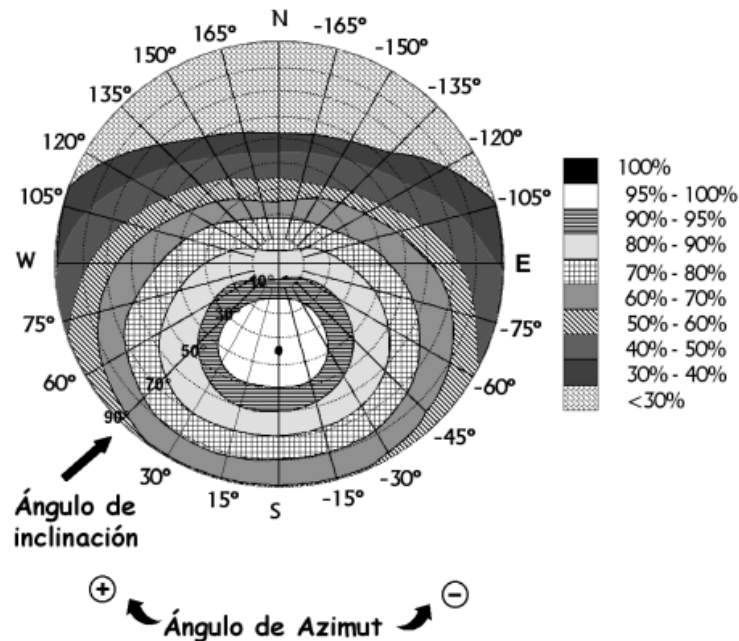


Ilustración 3: Relación de los ángulos de Azimut e inclinación con las pérdidas. Fuente: IDAE.

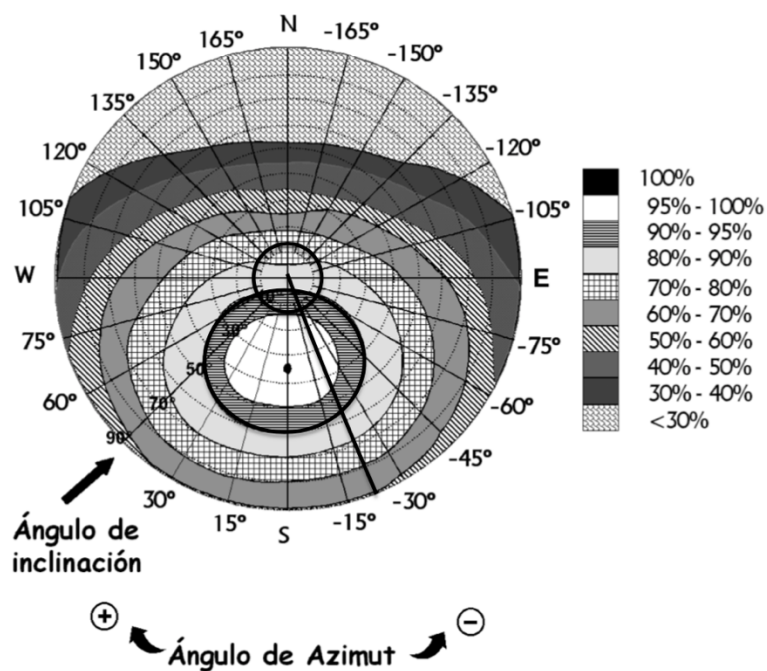


Ilustración 4: Delimitación de pérdidas por inclinación y orientación. Fuente: IDAE

Cálculo de la inclinación máxima y mínima de los paneles corregida:

$$\text{Inclinación máxima} = 55^\circ - (41^\circ - \text{latitud}) = 55^\circ - (41^\circ - 29^\circ) = 43^\circ$$

$$\text{Inclinación mínima} = 7^\circ - (41^\circ - \text{latitud}) = 7^\circ - (41^\circ - 29^\circ) = -5^\circ$$

En el caso de -5° , que está fuera de rango, la inclinación mínima se toma como 0° .

Consecuentemente se afirma que la inclinación de 12° es válida, y que se encuentra dentro de los límites establecidos.

Ahora se deben calcular las pérdidas por inclinación y orientación mediante:

Para $\beta \leq 15^\circ$

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas (\%)} &= 100 \times [1,2 \times 10^{-4} \times (\beta - \Phi + 10)^2] \\ &= 100 \times [1,2 \times 10^{-4} \times (12 - 29 + 10)^2] \\ &= 0,588 \% \end{aligned}$$

Por tanto, para una latitud de $\Phi = 29^\circ$, una inclinación de $\beta = 12^\circ$ y azimut $\alpha = -22'5^\circ$, las pérdidas por inclinación son de 0,588 %, por lo que se encuentra dentro del límite establecido del 10%.

2.4.2 PÉRDIDAS POR SOMBRAS

El hecho de que una sombra sea proyectada sobre los módulos fotovoltaicos causa pérdidas energéticas en la generación, ya que la captación de irradiación solar se ve disminuida. Para determinar las pérdidas es necesario comparar el perfil de los obstáculos que generan dichas sombras con el diagrama de trayectoria solar.

Debido a que no hay ningún elemento significativo generador de sombras en el emplazamiento del proyecto no realizará un análisis de estas pérdidas para este proyecto. Pues el único obstáculo posible puede llegar a ser la torre de control del aeropuerto, pero con una altura de entorno a 37 metros y situada a una distancia de 126 metros se encuentra lo suficientemente alejada. En los terrenos circundantes se entrará vegetación que apenas generarán sombras, por lo que también se consideran despreciables. A todo ello hay que sumarle que dada la disposición de los módulos no generarán sombras entre ellos.

2.4.3 PÉRDIDAS POR POLVO Y SUCIEDAD^[3]

“Una vez instalado el panel fotovoltaico a la intemperie, será inevitable que se vaya depositando el polvo y la suciedad sobre la superficie del mismo.

El polvo y suciedad se va depositando de forma uniforme sobre la superficie del panel dando lugar a una disminución de la corriente y tensión producida por el mismo.

Las pérdidas por polvo y suciedad dependen del lugar de la instalación y de la frecuencia de las lluvias”.

Se puede estimar un 3% de pérdidas por polvo y suciedad.

2.4.4 PÉRDIDAS ANGULARES^[3]

“En condiciones de operación del módulo fotovoltaico ocurrirá que la incidencia de la radiación no es normal ni el espectro es estándar durante todo el tiempo de exposición. El hecho de que la radiación solar incida sobre la superficie del panel con un ángulo que no sea perpendicular implica unas pérdidas que serán mayores cuanto más se aleje el ángulo de incidencia de la perpendicular”.

Se puede estimar 3% de pérdidas angulares.

2.4.5 PÉRDIDAS ESPECTRALES^[3]

“Durante la operación del módulo fotovoltaico el espectro no es estándar durante todo el tiempo de exposición, es decir la célula fotovoltaica es espectralmente selectiva. Esto quiere decir que la corriente generada es distinta para cada longitud de onda del espectro solar de la radiación incidente.



La variación del espectro solar en cada momento respecto del espectro normalizado puede afectar a la respuesta de las células dando lugar a ganancias o pérdidas energéticas”.

Se puede estimar un 1% de pérdidas espectrales.

2.4.6 PÉRDIDAS POR EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO^[3]

“Durante la operación de un generador fotovoltaico es necesario realizar una serie de trabajos relacionados con el mantenimiento de preventivo de la instalación. Estos trabajos pueden traer consigo en algún caso la parada de elementos clave de la generación de energía, como puede ser el inversor. Cuanto mayor sea el tiempo de parada del equipo mayores serán las pérdidas producidas para el sistema.

Al igual que se van a producir averías o condiciones de mal funcionamiento de equipos de manera que cuanto mayor sea el tiempo de sustitución o reparación de los equipos, mayor será su incidencia sobre la producción eléctrica”.

Se puede estimar un 3% de pérdidas por explotación y mantenimiento.

2.4.7 PÉRDIDAS POR NO CUMPLIMIENTO DE LA POTENCIA NOMINAL^[3]

“A pesar de que los módulos fotovoltaicos se producen mediante un proceso industrial en serie, no todos son idénticos, ya que se componen de células fotovoltaicas que son por definición distintas unas de otras.

Esto implica que el valor de la potencia que pueden entregar de modo individual, referida a las condiciones estándar de medida, STC, va a presentar una distorsión”.

Por parte del fabricante se dan unas pérdidas del 3% por no cumplimiento de la potencia nominal.

2.4.8 PÉRDIDAS POR CABLEADO Y CONEXIONADO

En las instalaciones son de carácter general las pérdidas debidas a las caídas de tensión al circular la corriente por los conductores. Dependiendo del tipo la sección y el tipo de material estas serán de diferente valor. Es de suma importancia tener en cuenta este tipo de pérdidas para el dimensionado de cables en la instalación.

A estas se le añaden otras pérdidas producidas por la conexión entre módulos, ya que no todas tendrán el mismo valor de potencia en un mismo instante determinado.

Suponiendo el peor de los casos y con restricción por normativa, se estiman estas pérdidas en un 1,5% anual.

2.4.9 PÉRDIDAS POR EL RENDIMIENTO DEL INVERSOR^[3]

“El funcionamiento de los inversores fotovoltaicos se define mediante una curva de rendimiento en función de cual sea la potencia de operación”.

En este caso el rendimiento del inversor STP 15000TL-30 es del 98%.

2.4.10 PÉRDIDAS POR RENDIMIENTO DE SEGUIMIENTO DEL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA DEL GENERADOR^[3]

“El inversor fotovoltaico va a trabajar conectado directamente al generador, con un dispositivo electrónico de seguimiento del punto de máxima potencia del generador.

Este punto de máxima potencia cambia con las condiciones ambientales (irradiación y temperatura). *En condiciones normales de operación se van a producir interferencias sobre la potencia producida por el generador, por la presencia de sombras o suciedades que provocaran escalones en la curva intensidad – voltaje de la célula, y por tanto del generador”.*

El inversor SMA Sunny Tripower 15000TL-30 tiene un funcionamiento mediante algoritmos de control que son independientes para cada una de las cadenas, por lo que las pérdidas se verán minimizadas. Se pueden estimar unas pérdidas del 1%.

2.4.11 PÉRDIDAS POR TEMPERATURA

El factor de la temperatura contribuyente a limitar la potencia que suministra los módulos fotovoltaicos en la instalación de generación, por lo que se crea una dependencia de la eficiencia de estos en función de la temperatura.

Se analizarán las pérdidas por temperatura mediante el siguiente procedimiento.



$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20^{\circ}C) \times \frac{E}{800 \text{ W/m}^2}$$

Definiendo:

$$T_{amb} = T \text{ ambiente } [^{\circ}C]$$

$$TONC = T \text{ de operación de la célula } [^{\circ}C] (45^{\circ}C)$$

$$E = \text{Irradiancia } [W/m^2]$$

Expresándolas como el rendimiento obtenido mediante:

$$\text{Rendimiento por temperatura (\%)} = 100 \times [1 - 0,0035 \times (T_c - 25^{\circ}C)]$$

Mes	T° ambiente (°C)	T° ambiente (°C)	Rendimiento (%)
Enero	19,1	28,5	98,8
Febrero	19,5	31,2	97,8
Marzo	20,4	34,2	96,8
Abril	20,5	35,5	96,3
Mayo	21,5	38,0	95,4
Junio	23,1	41,4	94,2
Julio	24,7	43,1	93,7
Agosto	25,4	41,4	94,3
Septiembre	25,3	39,7	94,9
Octubre	24,6	36,9	95,8
Noviembre	22,2	32,1	97,5
Diciembre	20,5	29,2	98,5

Tabla 4: Rendimiento por temperatura.

2.5 PERFORMANCE RATIO

La siguiente tabla muestra el performance ratio obtenido a partir de las pérdidas estipuladas por los diferentes factores:

Pérdidas en la instalación	Pérdidas (%)	Rendimiento
Inclinación y orientación	0,588	0,99412
Polvo y suciedad	3	0,97
Angulares	3	0,97
Espectrales	1	0,99
Explotación y mantenimiento	3	0,97
No cumplimiento de potencia nominal	3	0,97
Cableado	2	0,98
Rendimiento inversor	2	0,98
Seguimiento punto máxima potencia	1	0,99
PERFORMANCE RATIO		0,83

Tabla 5: Performance ratio del resto de factores.

Este resultado se podrá aplicar para calcular la generación de energía por parte de la instalación fotovoltaica teniendo en cuenta las pérdidas por los diversos factores mencionados.

Ahora se obtienen las pérdidas de operación de las células fotovoltaicas, debidas a la temperatura, con el añadido del performance ratio del resto de factores de pérdidas a los que se ve afectada la instalación.



Mes	Rendimiento (%)	PERFORMANCE RATIO
Enero	98,77	0,82
Febrero	97,83	0,81
Marzo	96,79	0,81
Abril	96,34	0,80
Mayo	95,44	0,79
Junio	94,25	0,78
Julio	93,67	0,78
Agosto	94,27	0,78
Septiembre	94,86	0,79
Octubre	95,84	0,80
Noviembre	97,50	0,81
Diciembre	98,54	0,82

Tabla 6: Performance ratio por mes.

De este modo queda definido el rendimiento anual de la instalación, alcanzando un valor de 0,8. Se puede observar que es un valor algo superior al 0,7 que estima el pliego de condiciones del IDAE para este tipo de instalaciones.

2.6 GENERACIÓN ANUAL

En cuanto al cálculo generación, se procederá calculando la producción mensual con el fin de comparar el valor anual con el consumo del aeropuerto. Para ello se empleará:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \times P_{mp} \times PR}{G_{CEM}}$$

Definiendo:

E_p = energía producida durante un periodo determinado

$G_{dm}(\alpha, \beta)$ = irradiación media diaria sobre el plano del generador

P_{mp} = Potencia pico del generador

PR = Performance Ratio

G_{CEM} = Cte de valor 1 kW/m²



Mes	Dias	Generacion mensual (Wh/mes)	Generacion mensual (kWh/mes)
Enero	31	1100300,40	1100,30
Febrero	28	1222318,51	1222,32
Marzo	31	1574475,75	1574,48
Abril	30	1647972,71	1647,97
Mayo	31	1864122,63	1864,12
Junio	30	1976234,29	1976,23
Julio	31	2034433,69	2034,43
Agosto	31	1779119,80	1779,12
Septiembre	30	1559803,90	1559,80
Octubre	31	1391450,54	1391,45
Noviembre	30	1107661,14	1107,66
Diciembre	31	1010177,81	1010,18

Tabla 7: Generación mensual.

TOTAL ANUAL (kWh/AÑO)
18268,07

Tabla 8: Generación anual.

Con los cálculos realizados se determina que la producción de energía del generador será de entorna a 18 MWh/año, lo que se encuentra muy lejos de los 28.810 MWh que se consumen en el aeropuerto durante el mismo periodo de tiempo. Es destacable que esta producción es solo producida en una pequeña esquina del aparcamiento, por lo que este proyecto sirve como proyecto piloto para analizar su efectividad de cara a implantar un sistema de generación mayor en toda la superficie del aparcamiento del aeropuerto.

3. CÁLCULOS ELECTRICIDAD

3.1 COMPROBACIONES PREVIAS

Una de las comprobaciones previas a realizar es la cantidad de paneles que se pueden conectar, en serie, a la entrada del inversor. Se ha de recordad que el conexionado propuesto se compone de 15 módulos fotovoltaicos por cada string. Este cálculo es

relativo a no superar la tensión en el inversor por conexión en serie de dichos paneles. El cálculo se realizará de la siguiente manera:

$$N^{\circ} = \frac{V_{in}}{V_{oc}}$$

Definiendo:

N° = número de módulos en serie

V_{min} / V_{max} = tensión de entrada mínima del inversor / tensión de entrada máxima del inversor

V_{oc} = tensión de circuito abierto del módulo

Empleando los valores de voltajes mínimo y máximo de entrada para determinar la cantidad mínima y máxima de paneles en serie a conectar

$$N^{\circ}_{min} = \frac{V_{min}}{V_{oc}} = \frac{240 V}{38,6 V} = 6,22 \rightarrow 7 \text{ paneles mínimo}$$

$$N^{\circ}_{max} = \frac{V_{max}}{V_{oc}} = \frac{800 V}{38,6 V} = 20,72 \rightarrow 20 \text{ paneles máximo}$$

Se puede comprobar que el rango apto para la conexión de paneles en serie es de 7 a 20 módulos, por tanto, la solución seleccionada cumple con esta condición al tener 15 paneles conectados en serie. La conexión será realizada con 3 strings de 15 módulos, donde dos de ellos irán a la entrada "A", y el restante a la entrada "B". Cabe destacar que cada una de las estradas, "A" y "B", posee tres subentradas, lo que permite realizar el conexionado tal y como se ha especificado.

Con esta configuración, la caída de tensión obtenida será de 471 V por cada string, es decir por cada 15 módulos conectados en serie.

Otra comprobación importante que se debe realizar en el dimensionamiento de generadores fotovoltaicos es la verificación de si se encuentra dentro de los límites de voltaje mínimo y máximo en función de los picos de temperatura. Esta comprobación se emplea para verificar que al alcanzar una temperatura muy elevada el funcionamiento del inversor no se detenga, debido a la baja caída de tensión. Y también, al contrario, es decir, cuando la temperatura descienda considerablemente el equipo cese su actividad, o incluso en horas tempranas de la mañana, no comience a funcionar por su alta caída de tensión. La comprobación se realiza mediante

$$V_{max}(T_{min}) = N^{\circ} \times V_{OC} \times (1 + \beta \times \Delta T); \quad \Delta T = (T_{min} - 25)$$

$$V_{min}(T_{max}) = N^{\circ} \times V_{OC} \times (1 + \beta \times \Delta T); \quad \Delta T = (T_{max} - 25)$$

Definiendo:

V_{min} = tensión de entrada mínima del inversor

V_{max} = tensión de entrada máxima del inversor

T_{min} = temperatura mínima anual

T_{max} = temperatura máxima anual

N° = número de módulos en serie

V_{OC} = tensión de circuito abierto del módulo

β = coeficiente de temperatura de V_{OC}

Antes de pasar al cálculo de estos límites se ha de especificar los valores de los coeficientes, los valores límite y las temperaturas máximas y mínimas del año.

En la ficha técnica de los módulos el valor de β es de un -0,31% por grado centígrado. Por su parte, el inversor, fija un máximo y un mínimo de 800 V y 240 V respectivamente, por lo que los valores del cálculo deben estar comprendidos entre ambos. Para determinar los valores de temperatura necesarios se ha consultado "AgroCabildo"^[5], obteniendo 7,2°C de mínima y 38,5°C de máxima.

$$\Delta T = (7,2 - 25) = 17,8^{\circ}C$$

$$V_{max}(T_{min}) = 15 \times 38,6 \times \left(1 + \frac{-0,31}{100} \times -17,8\right) = 610,95 V$$

$$\Delta T = (38,5 - 25) = 13,5^{\circ}C$$

$$V_{min}(T_{max}) = 15 \times 38,6 \times \left(1 + \frac{-0,31}{100} \times 13,5\right) = 554,77 V$$

El resultado obtenido es el esperado, pues independientemente de que la temperatura alcance un valor máximo o mínimo, como los registrados durante el último año, el inversor no detendrá su actividad por este motivo. Por tanto, se concluye que la cantidad de paneles empleados en cada string es válida para la instalación.

3.2 CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA

Para el dimensionado de la sección de los cables por los que circula corriente continua en la instalación de generación se procederá en función de las especificaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, con sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

El método de calculo seguido para este dimensionado se basa en los criterios de caída de tensión y sobrecalentamiento, siguiendo en este último los especificado en el Pliego de Condiciones del IDAE debiendo soportar, el cableado, el 125% de la intensidad de cortocircuito de la línea según la ITC-BT-40. Además, respecto a la caída de tensión, esta no debe superar el 1,5%.

Con dichas condiciones se selecciona un conductor del catalogo de baja tensión de "PRYSMIAN"^[6], concretamente el AFUMEX CLASS 1000 V (AS), con conductor de cobre electrolítico recocido con una tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV y con aislamiento compuesto por una mezcla de polietileno reticulado (XLPE), capaz de soportar una temperatura máxima de hasta 90°. Además, está normalizado según la norma UNE 21.123.



El cableado será dimensionado por tramo a tramo, comprendiendo así el cableado de toda la instalación.

3.2.1 PANELES - CAJA DE PROTECCIÓN

En corriente continua la caída de tensión se define como:

$$\Delta V = \frac{2 \times I_l \times L}{c \times S} ; \Delta V = cp \times V$$

Definiendo:

ΔV = caída de tensión (V)

I_l = intensidad de línea (A)

L = longitud de la línea (m)

c = conductividad eléctrica del cobre ($56 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$)

S = sección del conductor (mm^2)

cp = caída de tensión porcentual (Máximo 1,5%)

V = voltaje de línea (V)

Para conocer el valor de la intensidad que circula por la línea se tendrá en cuenta el criterio de la intensidad del 125% de la intensidad máxima de los módulos fotovoltaicos.

$$I_l = I_{mp} \times 1,25 = 8,44 \times 1,25 = 10,55 \text{ A}$$

Definiendo:

I_l = intensidad de línea (A)

I_{mp} = intensidad máxima del panel (A)

Puesto que la caída tensión debe ser inferior al 1,5% de la tensión máxima, se multiplica la tensión máxima del panel por la cantidad de estos que se encuentran



conectados en serie para conocer el valor máximo de caída de tensión y aplicarlo en el dimensionado.

$$V = N_{PS} \times V_{mp} = 15 \times 31,4 = 471 V$$

$$\Delta V = 1,5\% \times V = 0,015 \times 471 = 7,07 V$$

Definiendo:

V = voltaje de línea

N° = número de paneles

V_{mp} = tensión de máxima potencia

A continuación, se calcula la sección del cableado:

String	ΔV (V)	Longitud (m)	Sección calculada (mm ²)	Sección normalizada (mm ²)	ΔV (V)	% Cp
1	7,065	10	0,53	4	0,94	0,20
2	7,065	10	0,53	4	0,94	0,20
3	7,065	5	0,27	4	0,47	0,10

Tabla 9: Cálculo secciones por caída de tensión del cableado Paneles - Caja de protección.

En el siguiente paso para calcular la sección del conductor será mediante el criterio de sobrecalentamiento, de igual manera que el de caída de tensión, con la diferencia emplear la corriente de cortocircuito.



$$I_l = I_{sc} \times 1,25 = 9,03 \times 1,25 = 11,29 A$$

Definiendo:

I_l = intensidad de línea (A)

I_{sc} = intensidad de cortocircuito del panel (A)

String	ΔV (V)	Longitud (m)	Sección calculada (mm ²)	Sección normalizada (mm ²)	ΔV (V)	% Cp
1	7,065	10	0,57	4	0,94	0,20
2	7,065	10	0,57	4	0,94	0,20
3	7,065	5	0,29	4	0,47	0,10

Tabla10: Cálculo secciones por sobrecalentamiento del cableado Paneles - Caja de protección.

Se muestra la tabla de intensidades admisibles obtenidas de la tabla 1 en IT-BTC-19 mediante el método de montaje "F" para cables monofásicos con aislamiento XPLE.

Montaje F-10	
Sección (mm ²)	I admisible (A)
1,5	24
2,5	33
4	45

Tabla 11: Intensidades máximas admisibles del conductor.

Se emplea una sección de 4 mm² para todo el recorrido de corriente continua debido a que el conexionado interno del inversor, en la parte de continua, posee normalizada esta sección. De este modo se cumplen ambos criterios, además de no sobrepasar la intensidad máxima admisible del cable.

3.2.2 CAJA DE PROTECCIÓN - INVERSOR

Los elementos de protección de continua se encontrarán en una pequeña caja fijada a la marquesina situada cerca del inversor, por lo que la distancia del cableado será menor. Tras estos fusibles de seguridad, tanto la caída de tensión como la intensidad seguirán teniendo el mismo valor, por lo que el procede análogamente que en el apartado anterior.

Criterio de caída de tensión:

Entrada	ΔV (V)	Longitud (m)	Sección calculada (mm ²)	Sección normalizada (mm ²)	ΔV (V)	% Cp
A (1)	7,07	1	0,053	4	0,094	0,02
A (2)	7,07	1	0,053	4	0,094	0,02
B	7,07	1	0,053	4	0,094	0,02

Tabla 12: Cálculo secciones por caída de tensión del cableado Caja de protección - Inversor.

Criterio de sobrecalentamiento:

Entrada	ΔV (V)	Longitud (m)	Sección calculada (mm ²)	Sección normalizada (mm ²)	ΔV (V)	% Cp
A (1)	7,07	1	0,057	4	0,10	0,02
A (2)	7,07	1	0,057	4	0,10	0,02
B	7,07	1	0,057	4	0,10	0,02

Tabla 13: Cálculo secciones por sobrecalentamiento del cableado Caja de protección - Inversor.

De igual manera que en el apartado anterior se selecciona la sección de 4 mm², cumpliendo con ambos criterios. La intensidad máxima admisible del conductor corresponde con la tabla 11 de este documento, sin embargo, al determinar la sección mencionada tampoco superamos la intensidad máxima admisible.

3.3 CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA

En la parte de corriente alterna se seguirá con el mismo procedimiento mediante los criterios de sobrecalentamiento y caída de tensión. Además, en este caso, Pliego de Condiciones del IDAE para instalaciones fotovoltaicas, especifica que la caída de tensión máxima debe ser inferior al 2% en corriente alterna.

Para el dimensionado del cableado de los puntos de recarga para vehículos eléctricos se realizará empleando el mismo método, pero teniendo en cuenta la ITC-BT-52, que fija una sección mínima de 2,5 % y una caída de tensión máxima del 5 %.

Cabe destacar que al tratarse de corriente alterna trifásica, para ambas instalaciones, el voltaje de la línea será de 400 V.

Dado que la hoja de datos técnicos del inversor fija el factor de potencia en 1, se tomará ese valor para realizar los cálculos. En cambio, para la instalación de fuerza, al no conocerse un valor concreto, se fija como 0,85.

La sección se calculada mediante el siguiente procedimiento:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times I \times L}{c \times S \times FP}$$

$$\Delta V = cp \times V$$

Definiendo:

ΔV = caída de tensión (V)

I = intensidad de línea (A)

L = longitud de la línea (m)

c = conductividad eléctrica del cobre (56 m/Ωmm²)

S = sección del conductor (mm²)

cp = porcentaje de caída de tensión

V = voltaje en la línea (V)

FP = factor de potencia

Para realizar el cálculo de la intensidad de la línea se seguirán estos pasos:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times FP}$$

Definiendo:

I = intensidad de línea (A)

P = potencia de la línea (W)

V = voltaje en la línea (400 V)

FP = factor de potencia

3.3.1 INVERSOR - CUADRO DE PROTECCIÓN

Puesto que la distancia que abarca esta zona es pequeña, la caída de tensión en ella también lo será. El cuadro de protección de corriente alterna de la instalación fotovoltaica se instalará justo a la salida del inversor.

Tras el inversor, la instalación continua con una línea en corriente alterna trifásica en la que la corriente máxima, según los datos técnicos proporcionados por el fabricante del inversor, será de 29 A. No obstante, la intensidad de la línea no se supera, con conocimiento de la potencia de la instalación generadora.

$$I_{\text{línea}} = 16,3 \text{ A}$$

$$I_{\text{línea}} < I_{\text{max inversor}}$$

Sin embargo, el valor de intensidad que se tomará para realizar el dimensionado de la sección será el máximo del inversor, 29 A.



Tendiendo en cuenta que la sección ha de ser capaz de soportar de soportar un 125% la intensidad de la línea.

$$I_{línea} = I_{max\ inversor} \times 1,25 = 36,25\ A$$

Por lo que el dimensionado de cables para este tramo queda como:

Recorrido	ΔV (V)	Longitud (m)	Sección calculada (mm ²)	Sección normalizada (mm ²)	ΔV (V)	% Cp
Inversor- Caja protección	8	2	0,28	2,5	1,04	0,26

Tabla 14: Cálculo secciones del cableado Caja de protección - Inversor.

Se muestra la tabla de intensidades admisibles obtenidas de la tabla 1 en IT-BTC-19 mediante el método de montaje "B2", pero con el método de montaje con aislamiento XPLE, en este caso.

Montaje B2-6	
Sección (mm ²)	I admisible (A)
1,5	16
2,5	22
4	30
6	37

Tabla 15: Intensidades máximas admisibles del conductor.



3.3.2 CUADRO DE PROTECCIÓN - CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

Se ha de tener en cuenta que en este tramo la distancia es mayor que en el resto, por lo que es de esperar que la sección del cableado sea superior al resto. Esto se debe a que el armario eléctrico al que se conectará esta línea se encuentra a 210 metros desde el lugar de ejecución del proyecto. En el cálculo, la intensidad será la misma, pero ahora los cables irán enterrados. A pesar de esto, no se incluirá ningún factor de reducción por temperatura ni por agrupamiento de circuitos, ya que se trata de un único cable multiconductor.

Por lo que el dimensionado de cables para este tramo queda como:

Recorrido	ΔV (V)	Longitud (m)	Sección calculada (mm ²)	Sección normalizada (mm ²)	ΔV (V)	% Cp
Caja protección - Caja de protección y medida	8	210	29,43	35,0	7,77	1,94

Tabla 16: Cálculo secciones del cableado Inversor - Caja de protección y medida.

Además, se comprueba que no se supera la intensidad máxima admisible especificada en la ITC-BT-19 para cableado subterráneo, considerando las condiciones de cálculo estándar.



Subterráneos	
Sección (mm ²)	I admisible (A)
16	82
25	105
35	130
50	155

Tabla 17: Intensidades máximas admisibles del conductor.

3.3.3 CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA - TRANSFORMADOR

Este tramo compone el recorrido entre el cuadro de protección y medida y el transformador al que se llevará y cuyas especificaciones han de ser dadas por el propietario o la empresa suministradora. El proceso de cálculo es el mismo seguido hasta ahora, considerando las mismas condiciones que en el apartado anterior.

Por tanto, el dimensionado de cables para este tramo queda como:

Recorrido	ΔV (V)	Longitud (m)	Sección calculada (mm ²)	Sección normalizada (mm ²)	ΔV (V)	% Cp
Caja de protección y medida - Transformador	8	15	2,10	6,0	3,24	0,81

Tabla 18: Cálculo secciones del cableado Caja de protección y medida - Transformador.

En la tabla de este anexo se puede comprobar que tampoco se supera la tensión máxima admisible en este tramo.



3.3.4 PUNTOS DE RECARGA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Para esta instalación, totalmente independiente de la fotovoltaica, el proceso de cálculo para el dimensionado de la sección será el mismo seguido en los apartados anteriores. De igual manera, y al tratarse de corriente alterna en trifásica tendremos un voltaje de línea de 400 V, lo que en este caso el factor de potencia será de 0,85. Se ha recordar que la caída de tensión máxima admisible, en este caso, es del 5 %.

Los puestos de recarga cuentan con una potencia de 7,4 kW cada uno. Tomaremos este valor para conocer la intensidad de línea puesto que la solución por la que se opta es por llevar 4 líneas por separado, una para cada cargador. Calculando la intensidad de línea y teniendo en cuenta que la sección ha de ser capaz de soportar de soportar un 125% la intensidad de la línea:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times FP}$$

$$I = 12,57 A$$

$$I_{\text{línea}} = I \times 1,25 = 15,71 A$$

Por tanto, el dimensionado de la sección queda:

Recorrido	ΔV (V)	Longitud (m)	Sección calculada (mm ²)	Sección normalizada (mm ²)	ΔV (V)	% Cp
4 X Armario de protección - Puestos de carga	20	220	6,29	10	12,57	3,14

Tabla 19: Cálculo secciones del cableado Armario de protecciones - puestos de cara.



Además, según la ITC-BT-19, se debe de aplicar un factor de reducción por agrupamiento, este será del valor de 0,75 debido a que se cuenta con 4 cables multiconductores, uno por cada punto de recarga. Por lo que, comparando con la intensidad máxima admisible del conductor, esta sección es válida.

Subterráneos		
Sección (mm ²)	I admisible (A)	Factor de reducción por agrupamiento (0,75)
1,5	23	17,25
2,5	30	22,5
4	39	29,25
6	48	36
10	64	48
16	82	61,5

Tabla 20: Intensidades máximas admisibles del conductor.

Haciendo un resumen de todas las secciones calculadas para ambas instalaciones se obtiene la siguiente tabla.

Instalación	Tramo	Sección (mm ²)
Fotovoltaica CC	Paneles - Caja de protección	4
Fotovoltaica CC	Caja de protección - Inversor	4
Fotovoltaica CA	Inversor- Caja protección	6
Fotovoltaica CA	Caja proteccion - Caja de protección y medida	35
Fotovoltaica CA	Caja de protección y medida - Transformador	6
Puestos de recarga	4 X Armario de protección - Puestos de carga	10

Tabla 21: Resumen secciones proyectadas.

3.4 PROTECCIONES DE CORRIENTE CONTINUA

Los elementos de protección para corriente continua irán colocados en una caja de protecciones. Ambos strings entrarán a dicha caja, donde se encontrarán los fusibles.

La selección de las protecciones del generador se realizará según lo estipulado en la ITC-BT-22 para la protección de sobrecargas.

Las características de funcionamiento de un fusible que funciona como elemento de protección de un conector ante sobrecargas debe satisfacer las dos condiciones siguientes.

- $I_B \leq I_N \leq I_Z$
- $I_f \leq 1,45 \times I_Z$

Definiendo:

I_B = corriente para la que se ha diseñado el circuito según la prevision de cargas (A)

I_Z = corriente admisible del cable (A)

I_N = corriente asignada del fusible (A)

I_f = intensidad de funcionamiento que asegura la actuación del fusible tras un tiempo largo (A)

Tomando valores de I_f como:

- $I_f = 1,60 \times I_N$ si $I_n \geq 16 A$
- $I_f = 1,90 \times I_N$ si $4A < I_n < 16 A$
- $I_f = 2,10 \times I_N$ si $I_n \leq 4 A$

Se seleccionará el primer caso ya que la intensidad admisible del cableado es de 45 A. Además, debido a que la sección del cableado es de 4 mm^2 el fusible seleccionado será menor a este valor.



Por tanto, con 4 mm^2 de sección, una intensidad admisible de 45 A y una intensidad de línea que será la de cortocircuito del panel con un valor de 9,03 A.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$9,03 \leq I_N \leq 45$$

El fusible seleccionado será de 16 A para cumplir con esta condición.

$$I_f = 1,60 \times I_N = 1,60 \times 16 = 25,6 \text{ A}$$

$$I_f \leq 1,45 \times I_Z$$

$$25,6 \leq 65,25$$

Al cumplirse ambas condiciones es posible seleccionar fusibles de 16 A.

I_B	I_N	I_Z	I_f
9,03 A	16 A	45 A	25,6 A

Tabla 22: Intensidades fusibles corriente continua.

En cuanto a la selección de la tensión asignada de los fusibles se debe tener en cuenta la cantidad de módulos fotovoltaicos que se han conectado en serie por cada string, además de la tensión de circuito abierto de los paneles. El valor seleccionado asignado a los fusibles será de un 120% superior a la suma de la tensión de los módulos en serie.

$$V_n \geq 1.2 \times V_{OC} \times N^{\circ} \text{ módulos}$$

$$V_n \geq 1.2 \cdot 38,6 \cdot 15$$

$$V_n \geq 694,8 \text{ V}$$

Con los resultados obtenidos se selecciona un fusible de 700 V de tensión asignada.

3.5 PROTECCIONES DE CORRIENTE ALTERNA

Justo en la salida del inversor se colocará una caja de protección que contendrá un limitador de sobretensiones, un interruptor automático magnetotérmico y un interruptor automático diferencial. También serán instaladas las mismas protecciones tras el contador bidireccional en la línea que va hacia el transformador.

En cuanto a la elección del limitador de sobre tensiones cabe destacar que todos los necesarios se seleccionarán con un grado de protección media

Además, para la instalación de puestos de recarga también serán dimensionadas sus protecciones con los mismos componentes, pero estas irán colocadas en el armario eléctrico existente situado a poco más de 200 metros desde donde se surtirá la energía a los vehículos eléctricos. En este armario también irán las protecciones del generador de la línea hacia el transformador junto con el contador bidireccional.

3.5.1 PROTECCIONES DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

A la hora de calcular las protecciones de los cables de corriente alterna en la instalación de generación se ha de tener en consideración que la intensidad máxima que circulará será de 29 A, la cual corresponde a la intensidad máxima de salida del inversor. En esta parte las secciones del cableado serán de 6 mm² a la salida del inversor, y de 35 mm² tras la caja de protección, por lo que las protecciones se dimensionarán para la de menor tamaño, corroborando que toda la instalación soportará ante posibles adversidades.

Los procedimientos de cálculos son análogos a los seguidos para la selección del fusible en corriente continua.

Selección del interruptor automático magnetotérmico, según a la norma UNE 20460-4-43 y como especifica la ITC-BT-22:



$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$29 \leq I_N \leq 37$$

El magnetotérmico seleccionado será de 32 A para cumplir con esta condición.

$$I_f = 1,60 \times I_N = 1,60 \times 32 = 51,2 \text{ A}$$

$$I_f \leq 1,45 \times I_Z$$

$$51,2 \leq 53,65$$

Al cumplirse ambas condiciones es posible seleccionar magnetotérmico de 32 A.

I_B	I_N	I_Z	I_f
29 A	32 A	37 A	51,2 A

Tabla 23: Intensidades magnetotérmico corriente alterna instalación de generación.

Selección del interruptor automático diferencial:

En este caso, para estas protecciones se aplicará lo definido en la ITC-BT-24 para la protección contra los contactos directos e indirectos y, además, la ITC-BT-19 para la puesta a tierra. A lo que se le incluye lo especificado en la Norma UNE 20.460 -4-41, la cual enuncia que todos los dispositivos eléctricos susceptibles de un contacto directo poseerán las siguientes protecciones:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Se siguen los siguientes pasos para la determinación de la sensibilidad de este elemento de protección:

$$I_s < I_r$$

$$I_r = \frac{V}{R_T}$$

Definiendo:

I_s = sensibilidad interruptor diferencial (A)

I_r = intensidad residual (A)

V = tensión de contacto

R_T = resistencia a tierra

La tensión de contacto será de 24 V ya que la instalación se encuentra a la intemperie.

Para la resistencia a tierra del terreno emplearemos la calculada en el apartado de puesta a tierra de este documento, situada en el apartado "3.6".

$$I_r = \frac{24}{25} = 0,96 \text{ A}$$

Por tanto, se empleará un interruptor automático diferencial estandarizado de 30 mA.

Cabe destacar que para las protecciones colocadas en el tramo a la salida del contador bidireccional las protecciones serán las mismas, puestas tanto los valores de intensidad como la sección del cableado es igual.

3.5.2 PROTECCIONES PUNTOS DE RECARGA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

El proceso a seguir para determinar las protecciones en la instalación de fuerza para los puntos de recarga de los vehículos eléctricos será análogo al de corriente alterna del generador. Lo que habrá que tener en cuenta la intensidad de línea, de 15,71 A, y que la



sección del cableado de esta instalación es de 10 mm². Por tanto, los cálculos se presentan como:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$15,71 \leq I_N \leq 48$$

El magnetotérmico seleccionado será de 32 A para cumplir con esta condición.

$$I_f = 1,60 \times I_N = 1,60 \times 32 = 51,2 \text{ A}$$

$$I_f \leq 1,45 \times I_Z$$

$$51,2 \leq 69,6$$

Al cumplirse ambas condiciones es posible seleccionar magnetotérmico de 32 A.

I_B	I_N	I_Z	I_f
15,71 A	32 A	48 A	51,2 A

Tabla 24: Intensidades magnetotérmico corriente alterna instalación de generación.

Selección del interruptor automático diferencial:

De manera análoga, la tensión de contacto será de 24 V ya que la instalación se encuentra a la intemperie y para la resistencia a tierra del terreno empelaremos la calculada en el apartado de puesta a tierra de este documento, situada en el apartado "3.6".

$$I_r = \frac{24}{25} = 0,96 \text{ A}$$

Por tanto, se empleará un interruptor automático diferencial estandarizado de 30 mA.



3.6 PUESTA A TIERRA

El procedimiento que se seguirá para dimensionar la puesta a tierra de la instalación será el estipulado en ITC-BT-18, determinando los elementos que se necesitan para conectar las masas a tierra. Atendiendo al Pliego de condiciones Técnicas del IDAE para instalaciones conectadas a red, cada una de las masas de la instalación fotovoltaica, ya pertenezca a la zona de corriente continua o a la zona de alterna, deberán conectarse a una única tierra.

Por otra parte, para la instalación de fuerza de los cargadores de vehículos eléctricos, se tomarán las puestas a tierra existentes en el aeropuerto, conectándolas al cuadro de protección y medida.

3.6.1 TOMAS DE TIERRA

La conexión a tierra se debe realizar mediante la unión eléctrica directa, sin ningún tipo de protección, entre una toma de tierra con un conjunto de electrodos enterrados y elementos que componen el circuito eléctrico. Dichos electrodos que se encuentra enterrados deberán impedir que se generen diferencias de potencial que puedan ser peligrosas permitiendo que vayan a tierra las descargas atmosféricas o las corrientes de defecto.

Para calcular esta parte de la instalación sirve de guía la tabla 5 de la ITC-BT-18. Como resistividad del terreno se tomará el valor para terrenos cultivables y fértiles de 50 Ωm .

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
ρ , resistividad del terreno (Ohm.m) P, perímetro de la placa (m) L, longitud de la pica o del conductor (m)	

Tabla 25: Tabla 5 de la ITC-BT-18 para instalaciones de puesta a tierra.



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

$$R_T = \frac{50}{2} = 25 \Omega$$

Definiendo:

R_T = Resistencia a tierra (Ω)

Con este valor de resistencia se cumple con lo especificado en la tabla A de la Guía-BT-26 para edificaciones sin pararrayos, en la que se fija que debe ser menor de 37Ω .

3.6.2 CABLEADO A TIERRA

Para seleccionar la sección del cableado de tierra se seguirán las instrucciones de la tabla 2 de la ITC-BT-18 en la que la relación de secciones viene dada por:

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

Tabla 26: Relación conductores de fase y de tierra

Para el cableado de los paneles fotovoltaicos la sección, al ser de 4 mm^2 , la sección mínima del conductor de tierra será también de 4 mm^2 .

$$S \leq 16$$

$$S_p = S$$

Para la parte de corriente continua de la instalación de fotovoltaica se empleará cable de 35 mm^2 , por tanto, la línea de tierra llevará un cableado de 16 mm^2 .

$$16 < S \leq 35$$

$$S_p = 16 \text{ mm}^2$$

Por último, para la instalación de los puntos de recarga de vehículos eléctricos, el cableado empleado será de 10 mm². Esto quiere decir que se usará un cable también de esta sección para la puesta a tierra.

$$S \leq 16$$

$$S_p = S$$

3.7 CONEXIÓN A RED

El conexionado de ambas instalaciones a red realizará dentro del recinto aeroportuario, pues así lo determina el RD 1699/2011 para instalaciones de pequeña potencia en España.

En cuanto a la instalación de generación fotovoltaica, la conexión se realizará mediante un contador bidireccional, tal y como estipula el RD 244/2019 por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Contabilizando así la producción de energía eléctrica.

En cambio, para la instalación de fuerza para los puntos de recarga de vehículos eléctricos el conexionado se realizará a la instalación general del aeropuerto, por tanto, la potencia consumida se registrará en la contabilización general de consumo del aeropuerto.

4. BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Gestión medioambiental - Aeropuerto de Tenerife Sur - Aena.es». [En línea]. Disponible en: <http://www.aena.es/es/aeropuerto-tenerife-sur/gestion-medioambiental.html>. [Accedido: sep-2019].
- [2] «IDECanarias visor 4.5». [En línea]. Disponible en: <https://visor.grafcan.es/visorweb/>. [Accedido: sep-2019].
- [3] J. M. Fernández Salgado, *Compendio de energía solar : fotovoltaica, térmica y termoeléctrica (adaptado al Código Técnico de la Edificación y al nuevo RITE)*, Edición 20. Madrid: A. Madrid Vicente; Mundi-Prensa, 2010.
- [4] «Solar Fotovoltaica». [En línea]. Disponible en: <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-electrico/solar-fotovoltaica>. [Accedido: sep-2019].
- [5] «AgroCabildo - Agricultura y desarrollo rural en Tenerife». [En línea]. Disponible en: http://www.agrocabildo.org/agrometeorologia_estaciones_detalle.asp?id=32. [Accedido: sep-2019].
- [6] «Catálogo de cables y accesorios para Baja Tensión. Edición 2018. - Prysmian Club». [En línea]. Disponible en: https://www.prysmianclub.es/sdm_downloads/catalogo-de-cables-y-accesorios-para-baja-tension/. [Accedido: sep-2019].





**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado en Ingeniería Mecánica

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO II:

**ESTUDIO BÁSICO DE
SEGURIDAD Y SALUD**

**PROYECTO DE PUNTO DE RECARGA DE
COCHE ELÉCTRICO CON INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA**

Alumno: Jesús González González.

Profesor: Benjamín Jesús González Díaz.



ÍNDICE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. OBJETO	2
2. NORMATIVA APLICABLE	3
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
3.1 PRESUPUESTO, PLAZOS DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA.....	4
3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS	4
4. MEDICINA PREVENTIVA	4
5. SERVICIOS HIGIÉNICOS	5
6. FORMACIÓN	5
7. DEFINICIÓN DE LOS RIESGOS	5
7.1 RIESGOS GENERALES.....	6
7.2 RIESGOS ESPECÍFICOS	6
8. MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN	8
8.1 MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN GENERALES.....	8
8.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN PERSONALES.....	9



1. OBJETO

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción e instalaciones, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

En este RD se establece, en el apartado 2 del Artículo 4, que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Los supuestos previstos son los siguientes:

- El presupuesto de Ejecución por Contrata es superior a 450.760 €.
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores/día
- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

Los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud son los que se presentan a continuación:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores.
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios.

- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo.
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención.
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo.
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra.
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos.

2. NORMATIVA APLICABLE

Normativa a aplicar durante el proceso de instalación:

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales
- RD 39/1997 de 17 de enero sobre reglamento de los servicios de prevención
- RD 487/1997 de 14 de abril, sobre manipulación de cargas.
- RD 485/1997 de 14 de abril, sobre señalización de seguridad en el trabajo.
- RD 486/1997 de 14 de abril, sobre seguridad y salud en los lugares de trabajo
- RD 773/1997 de 30 de mayo, sobre utilización de equipos de protección individual.
- RD 1215/1997 de 18 de julio, sobre utilización de equipos de trabajo
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgos eléctricos
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este estudio básico de seguridad y salud se redacta para la ejecución de una instalación fotovoltaica de 11,9 kW conectada a red, y una instalación de puntos de recarga para vehículos eléctricos en el aparcamiento de vehículos de alquiler del Aeropuerto Tenerife Sur.



3.1 PRESUPUESTO, PLAZOS DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

El presupuesto de ejecución por contrata de la instalación es el indicado en el presupuesto adjunto. El plazo de ejecución previsto quedará definido en el contrato. El personal de construcción podrá oscilar en el curso de la ejecución de los trabajos entre un máximo de 10 personas y un mínimo de 5 simultáneamente.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

Por orden cronológico los procesos a realizar son los siguientes:

- Montaje de sistemas para asegurar la seguridad de las personas y materiales.
- Montaje de marquesinas ancladas al suelo.
- Montaje de cargadores en las marquesinas.
- Montaje de los módulos fotovoltaicos sobre las marquesinas.
- Instalación del inversor y tendido de líneas de corriente continua y corriente alterna.
- Tendido de líneas de corriente alterna para cargadores.
- Conexiones de la puesta a tierra.
- Instalación del cuadro de protección y medida.
- Pruebas previas y puesta en marcha.

4. MEDICINA PREVENTIVA

- Botiquines: Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada y designada por la empresa constructora.



- Asistencia a accidentados: Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propio, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) dónde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista de los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de Asistencia.

5. SERVICIOS HIGIÉNICOS

El lugar de emplazamiento del proyecto debe disponer un vestuario adecuado. Los mismos deberán ser de fácil acceso y tener las dimensiones adecuadas. En el caso de que se manejen sustancias peligrosas se dispondrán armarios para separar la ropa de trabajo de la ropa normal. En cualquiera de los casos se utilizarán armarios bajo llave para que el trabajador pueda colocar sus efectos personales durante su jornada laboral.

6. FORMACIÓN

Se impartirá formación en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo al personal de la obra, según lo dispuesto en la “Ley de Prevención de Riesgos Laborales” y los Reales Decretos que la desarrollan.

7. DEFINICIÓN DE LOS RIESGOS

Se analiza a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas, así como los derivados del uso de la maquinaria y medios auxiliares o de la manipulación de instalaciones, maquinas o herramientas eléctricas.



Para que el Estudio Básico de Seguridad y Salud sea más eficiente, primero se analizarán los riesgos generales que pueden darse en cualquier actividad que puedan afectar tanto a los operarios de la obra como a terceras personas que permanezcan por los alrededores continuación se realizará un estudio de los riesgos más específicos de cada actividad.

7.1 RIESGOS GENERALES

Los riesgos generales son aquellos que pueden darse en cualquiera de las actividades de ejecución de la obra y afectar a toda persona que trabaje en dichas actividades. Los riesgos previstos son:

- Caída de objetos, o componentes de la instalación sobre personas.
- Caída de personas al mismo o distinto nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Heridas o quemaduras en manos o pies por el manejo de material.
- Sobreesfuerzos y lesiones musculares.
- Golpes y cortes por el manejo de herramientas.
- Heridas por objetos punzantes o cortantes.
- Golpes contra objetos.
- Aplastamiento por objetos o maquinaria.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.
- Polvo, ruido, etc.

7.2 RIESGOS ESPECÍFICOS

Ahora se procederá a la identificación de los riesgos específicos existentes en cada una de las actividades que forman el proceso de ejecución de la obra y que además de los



riesgos generales antes citados, solo afectan al personal encargado de cada una de estas actividades.

- Transporte de materiales y equipos:
 - Sobreesfuerzos y lesiones musculares
 - Desprendimiento y caída de la carga
 - Riesgo de golpes con materiales transportados
 - Atropello a personas
 - Choque o vuelco entre maquinaria

- Montaje de equipos y accesorios:
 - Caída de materiales por mala ejecución de maniobras de elevación y
 - acoplamiento de los mismos o fallo mecánico de los equipos.
 - Caída de los materiales sobre el personal encargado del montaje.
 - Caídas a diferente nivel del personal encargado del montaje.
 - Riesgo de descargas eléctricas directas o indirectas.
 - Explosiones o incendios.
 - Cortes y heridas debidas a la manipulación de herramientas cortantes.
 - Quemaduras.
 - Proyecciones de partículas a los ojos.
 - Incendios.

- Maquinas fijas, portátiles, herramientas y cuadro eléctrico
 - Contacto eléctrico directo o indirecto
 - Cortes y erosiones.
 - Enganches.
 - Golpes o cortes por rebotes violentos de las herramientas. o Quemaduras.
 - Ambiente con polvo.
 - Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones, de máquinas
 - giratorias o de corte.
 - Proyecciones de partículas.

- Andamios, plataformas y escaleras.
 - o Caídas de personas a distinto nivel
 - o Vuelcos de andamios por fallos de la base
 - o Derrumbamiento de andamios por fallo de los soportes de sujeción
 - o Vuelcos o deslizamiento de escaleras
 - o Caída de materiales o herramientas desde el andamio

- Equipos de soldadura y corte. o Incendios
 - o Quemaduras
 - o Explosión de botellas de gases
 - o Proyecciones incandescentes

8. MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN

Se expondrá dos tipos de medidas de prevención y protección ante riesgos laborales dependiendo de si las medidas dependen de la obra en general o si dependen de los operarios encargados de ejecutarla.

8.1 MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN GENERALES

- Se acondicionarán los terrenos destinados a la obra y tránsito de personal recogiendo escombros o materiales indeseados periódicamente para evitar tropiezos o lesiones de los trabajadores.
- El material eléctrico estará almacenado en lugares sin humedad y será tratado por personal eléctrico cualificado.
- Las herramientas utilizadas estarán protegidas con material aislante para evitar descargas eléctricas.
- Redes: Se colocarán redes a lo largo de todo el tejado, de manera que se impida la caída de personas a distinto nivel.
- Líneas de vida: Se colocarán líneas de vida a las que todos los trabajadores deberán estar unidos en todo momento mientras trabajen sobre la cubierta.

- El montaje de aparatos eléctricos siempre se realizará con personal especializado.
- La iluminación con luces portátiles se hará mediante portalámparas estanco con mango aislante y reja de protección de y reja de protección de la bombilla, alimentada a 220V.
- Antes de conectar la instalación eléctrica se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y uniones de todos los aparatos.
- Los cables eléctricos de alimentación tendrán aislamientos en un estado de correcto. Si se hacen servir prolongaciones serán con conectores adecuados y nunca se empalmarán provisionalmente, aunque se haga servir cinta aislante como protector.

8.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN PERSONALES

Las medidas de prevención y protección de riesgos laborales se enfocan a la indumentaria del personal que ejecuta la obra, es decir, los EPÍ's (equipos de protección individual).

- Se llevará ropa ajustada, no se llevará anillos o cadenas ni nada que conlleve la posibilidad de engancharse o atraparse.
- Casco de seguridad homologado de acuerdo con la Norma Técnica Reglamentaria M.T.1. para evitar golpes en la cabeza y caída de materiales de forma accidental. Será de uso obligatorio y personal.
- Botas de protección con punta de acero homologadas de acuerdo con la Norma Técnica Reglamentaria M.T.5 para evitar golpes en los pies y aislantes eléctricas.
- Guantes y herramientas aislantes homologados de acuerdo con la Norma Técnica Reglamentaria M.T.4 y M.T.26 para labores de conexionado eléctrico.
- Gafas protectoras ante proyecciones hacia los ojos homologadas de acuerdo con la Norma Técnica Reglamentaria M.T.16.



- Gafas de soldadura para la utilización de la misma homologadas de acuerdo a la Norma Técnica Reglamentaria M.T.3.
- Guantes de cuero o material resistente homologados de acuerdo a la Norma Técnica Reglamentaria M.T.11 para evitar cortes y quemaduras al manipular herramientas.
- Cascos para la protección contra ruidos de más de 80dB homologados de acuerdo a la Norma Técnica Reglamentaria M.T.2
- Arnés o cinturones de seguridad homologados de acuerdo a la Norma Técnica Reglamentaria M.T.13 para evitar caídas desde lugares elevados.
- Mascarillas protectoras homologadas de acuerdo a la Norma Técnica Reglamentaria M.T.7 para proteger las vías respiratorias frente a polvo obtenido del corte de materiales cerámicos y metálicos.
- Todos estos elementos de protección personal tendrán un periodo de vida útil limitado, una vez sobrepasado este periodo, la protección que ofrecen estos elementos desaparece y deberán ser sustituidos por otros nuevos.





**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado en Ingeniería Mecánica

TRABAJO FIN DE GRADO

ANEXO III:

FICHAS TÉCNICAS Y MANUALES

**PROYECTO DE PUNTO DE RECARGA DE
COCHE ELÉCTRICO CON INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA**

Alumno: Jesús González González.

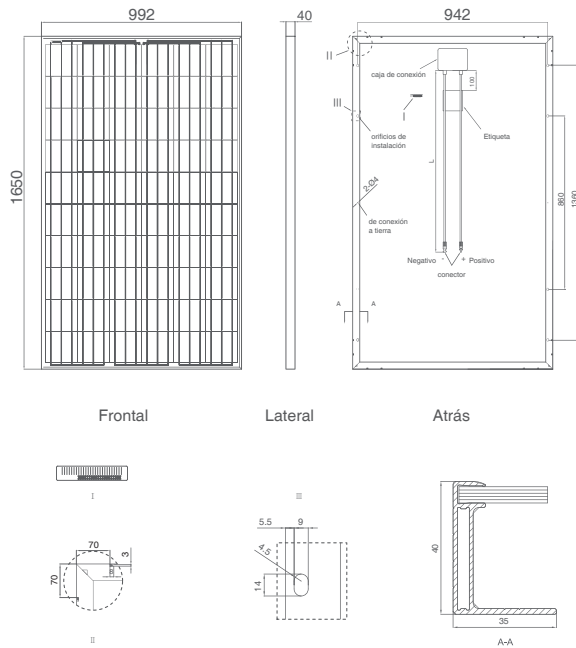
Profesor: Benjamín Jesús González Díaz.



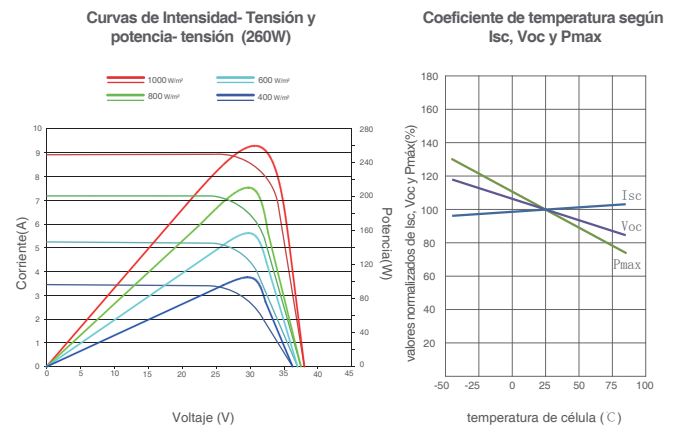
ÍNDICE FICHAS TÉCNICAS Y MANUALES

- 1. Panel solar JKMS265PP-60 Maxim D Board (JINKO SOLAR).**
 - 2. Inversor SUNNY TRIPOWER 15000TL-30 (SMA).**
 - 3. Cargador RVE-WB-MIX-TRI (CIRCUTOR).**
 - 4. Conductor baja tensión (AFUMEX CLASS 1000 V).**
 - 5. Marquesina modelo PV2-2 (APLISUN).**
 - 6. Manual de montaje de marquesinas PV2 (APLISUN).**
-

Dibujos técnicos



Rendimiento eléctrico y dependencia de la temperatura



Características mecánicas

Tipo de célula	Policristalina 156×156mm (6 pulgadas)
Nº de células	60 (6×10)
Dimensiones	1650×992×40mm (65,00×39,05×1,57 pulgadas)
Peso	18,5kg (40,8 libras)
Vidrio frontal	3,2 mm, alta transmisión, bajo contenido en hierro, vidrio templado
Estructura	Aleación de aluminio anodizado
Caja de conexión	Clase IP67
Cables de salida	TÜV 1×4,0 mm ² , longitud:900 mm

Embalaje

(Dos cajas = un palet)

25 pzs./caja, 50 pzs./caja, 700 pzs./40 'HQ contenedores

ESPECIFICACIONES

Tipo de módulo	JKM245P		JKM250P		JKM255P		JKM260P		JKM265P	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Potencia nominal (P _{máx})	245Wp	181Wp	250Wp	184Wp	255Wp	189 Wp	260Wp	193Wp	265Wp	197Wp
Tensión en el punto P _{máx} -VMPP (V)	30.1V	27.8V	30.5V	28.0V	30.8V	28.5V	31.1V	28.7V	31.4V	29.0V
Corriente en el punto P _{máx} -IMPP (A)	8.14A	6.50A	8.20A	6.56A	8.28A	6.63A	8.37A	6.71A	8.44A	6.78A
Tensión en circuito abierto-VOC (V)	37.5V	34.8V	37.7V	34.9V	38.0V	35.2V	38.1V	35.2V	38.6V	35.3V
Corriente de cortocircuito-ISC (A)	8.76A	7.16A	8.85A	7.21A	8.92A	7.26A	8.98A	7.31A	9.03A	7.36A
Eficiencia del módulo (%)	14.97%		15.27%		15.58%		15.89%		16.19%	
Temperatura de funcionamiento (°C)	-40°C~+85°C									
Tensión máxima del sistema	1000VDC (IEC)									
VALORES máximos recomendados de los fusibles	15A									
Tolerancia de potencia nominal (%)	0~+3%									
Coefficiente de temperatura de P _{MAX}	-0.41%/°C									
Coefficiente de temperatura de VOC	-0.31%/°C									
Coefficiente de temperatura de ISC	0.06%/°C									
TEMPERATURA operacional nominal de célula	45±2°C									

STC: Radiación 1000 W/m² Célula módulo 25°C AM=1.5

NOCT: Radiación 800 W/m² Ambiente módulo 20°C AM=1.5 Velocidad del viento 1m/s

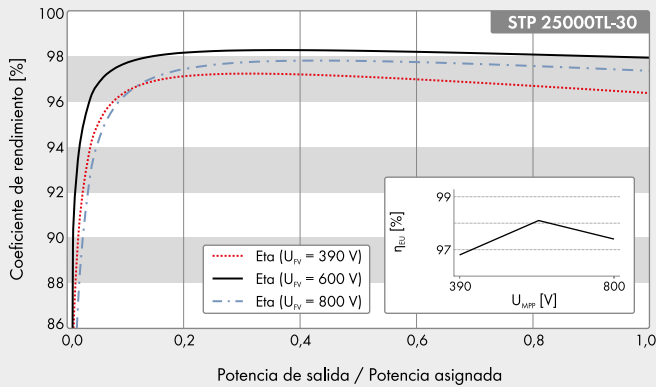
* TOLERANCIA de medición de potencia: ± 3%

SUNNY TRIPOWER

15000TL / 20000TL / 25000TL

Datos técnicos	Sunny Tripower 15000TL
Entrada (CC)	
Potencia máx. del generador fotovoltaico	27000 Wp
Potencia asignada de CC	15330 W
Tensión de entrada máx.	1000 V
Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada	240 V a 800 V/600 V
Tensión de entrada mín./de inicio	150 V/188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B	33 A/33 A
Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP	2/A:3; B:3
Salida (CA)	
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	15000 W
Potencia máx. aparente de CA	15000 VA
Tensión nominal de CA	3 / N / PE; 220 V / 380 V 3 / N / PE; 230 V / 400 V 3 / N / PE; 240 V / 415 V
Rango de tensión de CA	180 V a 280 V
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz/44 Hz a 55 Hz 60 Hz/54 Hz a 65 Hz
Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red	50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida	29 A/21,7 A
Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable	1/0 inductivo a 0 capacitivo
THD	≤ 3%
Fases de inyección/conexión	3/3
Rendimiento	
Rendimiento máx./europeo	98,4%/98,0%
Dispositivos de protección	
Punto de desconexión en el lado de entrada	●
Monitorización de toma a tierra/de red	● / ●
Descargador de sobretensión de CC: DPS tipo II	○
Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica	● / ● / -
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	●
Clase de protección (según IEC 62109-1)/categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)	I / AC: III; DC: II
Datos generales	
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	661/682/264 mm (26,0/26,9/10,4 in)
Peso	61 kg (134,48 lb)
Rango de temperatura de servicio	-25 °C a +60 °C (-13 °F a +140 °F)
Emisión sonora, típica	51 dB(A)
Autoconsumo nocturno	1 W
Topología/principio de refrigeración	Sin transformador/OptiCool
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100%
Equipamiento / función / accesorios	
Conexión de CC/CA	SUNCLIX/Borne de conexión por resorte
Pantalla	○
Interfaz: RS485, Speedwire/Webconnect	○ / ●
Interfaz de datos: SMA Modbus / SunSpec Modbus	● / ●
Relé multifunción/Power Control Module	○ / ○
OptiTrac Global Peak/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7	● / ● / ●
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller	● / ●
Garantía: 5/10/15/20 años	● / ○ / ○ / ○
Certificados y autorizaciones previstos	ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, DEWA 2.0, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n.º 7:2013, SI4777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014
* No es válido para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438	
Modelo comercial	STP 15000TL-30

Curva de rendimiento



Accesorios



Interfaz RS485
DM-485CB-10



Power Control Module
PWCMOD-10



Descargador de sobretensión
de CC tipo II, entradas A y B
DCSPD KIT3-10



Relé multifunción
MFR01-10

● De serie ○ Opcional – No disponible
 Datos en condiciones nominales
 Actualizado: octubre de 2017

Datos técnicos

Entrada (CC)

Potencia máx. del generador fotovoltaico
Potencia asignada de CC
Tensión de entrada máx.
Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada
Tensión de entrada mín./de inicio
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B
Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP

Salida (CA)

Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)
Potencia máx. aparente de CA
Tensión nominal de CA

Rango de tensión de CA

Frecuencia de red de CA/rango

Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red

Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida

Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable

THD

Fases de inyección/conexión

Rendimiento

Rendimiento máx./europeo

Dispositivos de protección

Punto de desconexión en el lado de entrada
Monitorización de toma a tierra/de red
Descargador de sobretensión de CC: DPS tipo II
Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Clase de protección (según IEC 62109-1)/categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)

Datos generales

Dimensiones (ancho/alto/fondo)
Peso
Rango de temperatura de servicio
Emisión sonora, típica
Autoconsumo nocturno
Topología/principio de refrigeración
Tipo de protección (según IEC 60529)
Clase climática (según IEC 60721-3-4)
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)

Equipamiento / función / accesorios

Conexión de CC/CA
Pantalla
Interfaz: RS485, Speedwire/Webconnect
Interfaz de datos: SMA Modbus / SunSpec Modbus
Relé multifunción/Power Control Module
OptiTrac Global Peak/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantía: 5/10/15/20 años
Certificados y autorizaciones (otros a petición)

* No es válido para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438

Modelo comercial

Sunny Tripower 20000TL

36000 W _p
20440 W
1000 V
320 V a 800 V/600 V
150 V/188 V
33 A/33 A
2/A:3; B:3
20000 W
20000 VA

Sunny Tripower 25000TL

45000 W _p
25550 W
1000 V
390 V a 800 V/600 V
150 V/188 V
33 A/33 A
2/A:3; B:3
25000 W
25000 VA

3 / N / PE; 220 V / 380 V
 3 / N / PE; 230 V / 400 V
 3 / N / PE; 240 V / 415 V

180 V a 280 V

50 Hz/44 Hz a 55 Hz
 60 Hz/54 Hz a 65 Hz

50 Hz/230 V

29 A/29 A

36,2 A/36,2 A

1/0 inductivo a 0 capacitivo

≤ 3%

3/3

98,4%/98,0%

98,3%/98,1%

●

● / ●

○

● / ● / –

●

I / AC: III; DC: II

661/682/264 mm (26,0/26,9/10,4 in)

61 kg (134,48 lb)

–25 °C a +60 °C (–13 °F a +140 °F)

51 dB(A)

1 W

Sin transformador/OptiCool

IP65

4K4H

100%

SUNCLIX/Borne de conexión por resorte

○

○ / ●

● / ●

○ / ○

● / ● / ●

● / ●

● / ○ / ○ / ○

ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, DEWA 2.0, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°7:2013, S14777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014

STP 20000TL-30

STP 25000TL-30

RVE-WB

Cajas de recarga para interiores



Descripción

Existen diferentes tipos de aparcamientos cubiertos con características y necesidades distintas en lo que a Sistemas de Recarga de Vehículos Eléctricos se refiere. Las **Wall-Box**, equipos de recarga de vehículos de la familia **RVE**, han sido diseñadas para cubrir las necesidades de recarga de vehículos eléctricos en parking cubiertos, cumpliendo con todas las normativas de seguridad eléctrica así como seguridad en el acceso, medida y gestión del consumo.

Aplicaciones

Estos equipos están especialmente diseñados para ser usados en parking cubiertos, susceptibles de ser destinados al estacionamiento de vehículos de cualquier tipo (coches, motos, bicicletas, transporte, limpieza, etc.).

Características técnicas

Conexión	Tipo de conector	Tipo I, Tipo II ó Schuko
	Tipo de carga	Carga en Modo 1 (Schuko) Carga en Modo 3 (según IEC 61851-1)
Características eléctricas	Tensión de entrada	230 Vc.a. / 400 Vc.a.
	Frecuencia de entrada	50...60 Hz
	Tensión de salida	230 Vc.a. / 400 Vc.a.
	Corriente máxima de salida	32 A
	Medida de potencia	Contador integrado
Características adicionales Serie Smart	Medida de energía	Contador integrado
	Comunicaciones	Ethernet
	Comunicaciones inalámbricas	3G / GPRS (opcional)
	Visualización	Display
Características constructivas	Almacenamiento de datos	Sí
	Envolvente	Plástico ABS-PC autoextinguible
	Dimensiones	320 x 225 x 125 mm 442 x 350 x 125 mm
	Anclaje	Vertical, 4 puntos para sujeción en pared
	Grado protección mecánica	IK-10
Seguridad	Grado protección	IP 54
	Categoría III – 300 Vc.a. (EN 61010) Protección al choque eléctrico por doble aislamiento clase II	
Normas	EN 61851-1, ISO 14443A	

RVE-WB

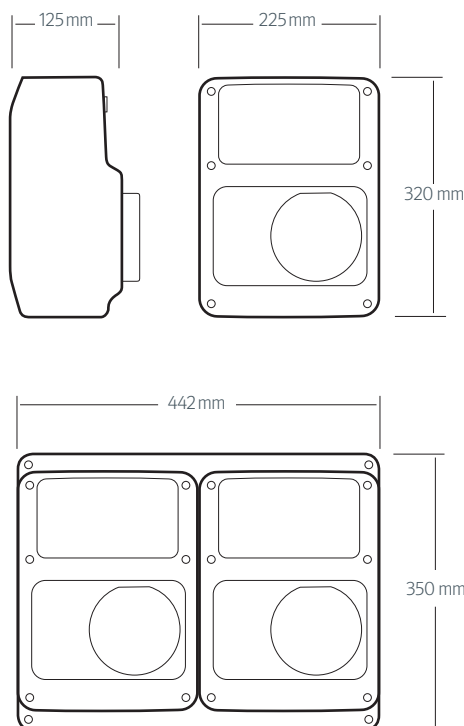
Cajas de recarga para interiores

Referencias

Tipo	Código	Modo Carga	Nº conectores	Tipo conector	Tensión, corriente, potencia
RVE-WBM-SMART	V23015	3	1	Base Tipo 2	230 V - 32 A - 7,4 kW
RVE-WBM-SMART-TRI	V23025	3	1	Base Tipo 2	400 V - 32 A - 22 kW
RVE-WBMC-SMART	V23032	3	1	Cable Tipo 2	230 V - 32 A - 7,4 kW
RVE-WBMC-SMART-TRI	V23035	3	1	Cable Tipo 2	400 V - 32 A - 22 kW
RVE-WB2M-SMART	V23500	3	2	Base Tipo 2	230 V - 32 A - 7,4 kW
RVE-WB2M-SMART-TRI	V23530	3	2	Base Tipo 2	400 V - 32 A - 22 kW
RVE-WBC-SMART	V23115	3	1	Cable Tipo 1	230 V - 16 A - 3,6 kW
RVE-WBC-SMART-32	V23116	3	1	Cable Tipo 1	230 V - 32 A - 7,4 kW
RVE-WBCS-SMART	V23121	1, 2, 3	2	Cable Tipo 1, Schuko	230 V - 32 A - 7,4 kW 230 V - 16 A - 3,6 kW
RVE-WBS-SMART	V23215	1, 2	1	Schuko	230 V - 16 A - 3,6 kW
RVE-WB-MIX-SMART	V23315	1, 2, 3	2	Base Tipo 2, Schuko	230 V - 32 A - 7,4 kW 230 V - 16 A - 3,6 kW
RVE-WB-MIX-SMART-TRI	V23325	1, 2, 3	2	Base Tipo 2, Schuko	230 V - 32 A - 7,4 kW 230 V - 16 A - 3,6 kW

Medida de energía integrada, lector RFID, display LCD de dos líneas, medida interna, indicación luminosa de estado de carga, protocolo comunicaciones OCPP & XML. Soporte para cable de 4 m y conector tipo 2 directo lado coche según IEC 61196-2 para modelos con cable Tipo 2 Soporte para cable de 5 m y conector tipo 1 SAE J-1772, directo lado coche según IEC 61196-2 para modelos con cable Tipo 1.

Dimensiones



AFUMEX CLASS 1000 V (AS) RZ1-K (AS)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
Norma diseño: UNE 21123-4
Designación genérica: RZ1-K (AS)



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA
EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2



NO PROPAGACIÓN DEL INCENDIO
EN 50399
EN 60332-3-24
IEC 60332-3-24



LIBRE DE HALÓGENOS
EN 60754-2
EN 60754-1
IEC 60754-2
IEC 60754-1



Cca-s1b,d1,a1

DESCÁRGATE
la DoP (Declaración de Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP



Nº DoP 1003875



REDUCIDA EMISIÓN DE GASES TÓXICOS
EN 60754-2
NFC 20454
DEF-STAN 02-713



BAJA EMISIÓN DE HUMOS
EN 50399



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
EN 61034-2
IEC 61034-2



RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DEL AGUA



RESISTENCIA AL FRÍO



CABLE FLEXIBLE



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA



ALTA SEGURIDAD



NULA EMISIÓN DE GASES CORROSIVOS
EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453



BAJA EMISIÓN DE CALOR
EN 50399



REDUCIDO DESPRENDIMIENTO DE GOTAS/PARTÍCULAS INFLAMADAS
EN 50399



MÁXIMA PELABILIDAD

Gracias a la capa especial antiadherente se puede retirar la cubierta fácil y rápidamente. Un importante ahorro de tiempo de instalación.



LIMPIO Y ECOLÓGICO

La ausencia de talco y aceites de silicona permite un ambiente de trabajo más limpio y con menos partículas contaminantes.

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 3500 V.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): Cca-s1b,d1,a1.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2; EN 50399; EN 60754-2; EN 61034-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- No propagación del incendio: EN 50399; EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: EN 60754-2; EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: EN 60754-2; NFC 20454; DEF STAN 02-713.
- Baja emisión de humos: EN 50399.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453.
- Baja emisión de calor: EN 50399.
- Reducido desprendimiento de gotas/partículas inflamadas: EN 50399.

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1.

Colores: marrón, negro, gris, azul, amarillo/verde según UNE 21089-1.

ELEMENTO SEPARADOR

Capa especial antiadherente.

RELLENO

Material: mezcla LSOH libre de halógenos.

CUBIERTA

Material: mezcla especial libre de halógenos tipo AFUMEX UNE 21123-4.

Color: verde.

APLICACIONES

- Cable de fácil pelado especialmente adecuado para instalaciones en locales de pública concurrencia: salas de espectáculos, centros comerciales, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, pabellones deportivos, etc.
- En centros informáticos, aeropuertos, naves industriales, parkings, túneles ferroviarios y de carreteras, locales de difícil ventilación y/o evacuación, etc.
- En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable: instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios o sobre bandejas, etc., o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos en edificios o sobre bandejas, etc.,

o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos de construcción.

- Líneas generales de alimentación (ITC-BT 14).
- Derivaciones individuales ITC-BT 15).
- Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20).
- Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28).
- Locales con riesgo de incendio o explosión (**adecuadamente canalizado**) (ITC-BT 29).
- Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004).
- Edificios en general (Código técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

AFUMEX CLASS 1000 V (AS) RZ1-K (AS)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
Norma diseño: UNE 21123-4
Designación genérica: RZ1-K (AS)



DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (1)	DÍAMETRO EXTERIOR mm (1)	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO (3) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1,5	0,7	7	67	13,3	21	21	26,5	21,36
1 x 2,5	0,7	7,5	79	7,98	30	27	15,92	12,88
1 x 4	0,7	8	97	4,95	40	35	9,96	8,1
1 x 6	0,7	8,5	120	3,3	52	44	6,74	5,51
1 x 10	0,7	9,6	167	1,91	72	58	4	3,31
1 x 16	0,7	10,6	226	1,21	97	75	2,51	2,12
1 x 25	0,9	12,3	321	0,78	122	96	1,59	1,37
1 x 35	0,9	13,8	421	0,55	153	117	1,15	1,01
1 x 50	1	15,4	579	0,38	188	138	0,85	0,77
1 x 70	1,1	17,3	780	0,27	243	170	0,59	0,56
1 x 95	1,1	19,2	995	0,20	298	202	0,42	0,43
1 x 120	1,2	21,3	1240	0,16	350	230	0,34	0,36
1 x 150	1,4	23,4	1529	0,12	401	260	0,27	0,31
1 x 185	1,6	25,6	1826	0,10	460	291	0,22	0,26
1 x 240	1,7	28,6	2383	0,08	545	336	0,17	0,22
1 x 300	1,8	31,3	2942	0,06	630	380	0,14	0,19
1 x 400	2	36	3921	0,05	744	446	0,11	0,17
2 x 1,5	0,7	10	134	13,3	23	24	30,98	24,92
2 x 2,5	0,7	10,9	169	7,98	32	32	18,66	15,07
2 x 4	0,7	11,8	213	4,95	44	42	11,68	9,46
2 x 6	0,7	12,9	271	3,3	57	53	7,90	6,42
2 x 10	0,7	15,2	399	1,91	78	70	4,67	3,84
2 x 16	0,7	17,7	566	1,21	104	91	2,94	2,45
2 x 25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	135	116	1,86	1,59
2 x 35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	168	140	1,34	1,16
2 x 50	1	Consultar	Consultar	0,38	204	166	0,99	0,88
3 G 1,5	0,7	10,4	150	13,3	23	24	30,98	24,92
3 G 2,5	0,7	11,4	193	7,98	32	32	18,66	15,07
3 G 4	0,7	12,4	250	4,95	44	42	11,68	9,46
3 G 6	0,7	13,6	324	3,3	57	53	7,90	6,42
3 G 10	0,7	16	486	1,91	78	70	4,67	3,84
3 G 16	0,7	18,7	696	1,21	104	91	2,94	2,45
3 x 25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	115	96	1,62	1,38
3 x 35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	143	117	1,17	1,01
3 x 50	1	Consultar	Consultar	0,38	174	138	0,86	0,77
3 x 70	1,1	Consultar	Consultar	0,27	223	170	0,6	0,56
3 x 95	1,1	Consultar	Consultar	0,20	271	202	0,43	0,42
3 x 120	1,2	Consultar	Consultar	0,16	314	230	0,34	0,35
3 x 150	1,4	Consultar	Consultar	0,12	359	260	0,28	0,3
3 x 185	1,6	Consultar	Consultar	0,10	409	291	0,22	0,26
3 x 240	1,7	Consultar	Consultar	0,08	489	336	0,17	0,21
3 x 300	1,8	Consultar	Consultar	0,06	549	380	0,14	0,18 .../...

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10b (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

AFUMEX CLASS 1000 V (AS) RZ1-K (AS)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
 Norma diseño: UNE 21123-4
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm²	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm	DIÁMETRO EXTERIOR mm	PESO kg/km	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (1) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO (3) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2) γ (3)		
							cos φ = 1	cos φ = 0,8	
.../...	3 x 25/16	0,9/0,7	Consultar	Consultar	0,780/1,21	115	96	1,62	1,38
	3 x 35/16	0,9/0,7	Consultar	Consultar	0,554/1,21	143	117	1,17	1,01
	3 x 50/25	1,0/0,9	Consultar	Consultar	0,386/0,780	174	138	0,86	0,77
	3 x 70/35	1,1/0,9	Consultar	Consultar	0,272/0,554	223	170	0,6	0,56
	3 x 95/50	1,1/1,0	Consultar	Consultar	0,206/0,386	271	202	0,43	0,42
	3 x 120/70	1,2/1,1	Consultar	Consultar	0,161/0,272	314	230	0,34	0,35
	3 x 150/70	1,4/1,1	Consultar	Consultar	0,129/0,272	359	260	0,28	0,3
	3 x 185/95	1,6/1,1	Consultar	Consultar	0,106/0,206	409	291	0,22	0,26
	3 x 240/120	1,7/1,2	Consultar	Consultar	0,0801/0,161	489	336	0,17	0,21
	3 x 300/150	1,8/1,4	Consultar	Consultar	0,0641/0,129	549	380	0,14	0,18
	4 G 1,5	0,7	11,2	173	13,3	20	21	26,94	21,67
	4 G 2,5	0,7	12,3	227	7,98	28	27	16,23	13,1
	4 G 4	0,7	13,4	298	4,95	38	35	10,16	8,23
	4 G 6	0,7	14,7	391	3,3	49	44	6,87	5,59
	4 G 10	0,7	17,5	593	1,91	68	58	4,06	3,34
	4 G 16	0,7	20,4	855	1,21	91	75	2,56	2,13
	4 x 25	0,9	24,3	1267	0,78	115	96	1,62	1,38
	4 x 35	0,9	28,4	1792	0,55	143	117	1,17	1,01
	4 x 50	1	32,5	2439	0,38	174	138	0,86	0,77
	4 x 70	1,1	37,1	3359	0,27	223	170	0,6	0,56
	4 x 95	1,1	41,2	4276	0,20	271	202	0,43	0,42
	4 x 120	1,2	46,7	5500	0,16	314	230	0,34	0,35
	4 x 150	1,4	51,8	6750	0,12	359	260	0,28	0,3
	4 x 185	1,6	57,6	8172	0,10	409	291	0,22	0,26
	4 x 240	1,7	64,4	10642	0,08	489	336	0,17	0,21
	5 G 1,5	0,7	12	202	13,3	20	21	26,94	21,67
	5 G 2,5	0,7	13,3	266	7,98	28	27	16,23	13,1
	5 G 4	0,7	14,5	351	4,95	38	35	10,16	8,23
	5 G 6	0,7	16	467	3,3	49	44	6,87	5,59
	5 G 10	0,7	19	711	1,91	68	58	4,06	3,34
	5 G 16	0,7	22,2	1028	1,21	91	75	2,56	2,13
	5 G 25	0,9	26,6	1529	0,78	115	96	1,62	1,38
	5 G 35	0,9	31,4	2169	0,55	143	117	1,17	1,01
	5 G 50	1	35,2	2969	0,38	174	138	-	-

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10b (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

serie PVS



	A	B	X	MÓDULOS	PATAS	PLAZAS	CARGADOR	POTENCIA	PRECIO
PVS1-6	3000	--	207	6	1	2MOTO	NO	1,5KW	
PVS1-6CHARGER	3000	--	264	6	1	2MOTO	SI	1,5KW	
PVS1-8	4000	--	207	8	1	4MOTO	NO	2KW	
PVS1-8CHARGER	4000	--	264	8	1	4MOTO	SI	2KW	
PVS1-10	5000	--	207	10	1	2	NO	2,5KW	
PVS1-10CHARGER	5000	--	264	10	1	2	SI	2,5KW	
PVS1-20	10000	6000	207	20	2	4	NO	5KW	
PVS1-20CHARGER	10000	6000	264	20	2	4	SI	5KW	
PVS2-15	5000	--	207	15	1	2	NO	3KW	
PVS2-15CHARGER	5000	--	264	15	1	2	SI	3KW	
PVS2-18	6000	--	207	18	1	2+1	NO	4,5KW	
PVS2-18CHARGER	6000	--	264	18	1	2+1	SI	4,5KW	
PVS2-30	10000	6000	207	30	2	4+1	NO	7,5KW	
PVS2-30CHARGER	10000	6000	264	30	2	4+1	SI	7,5KW	
PVS4-60	10000	6000	207	60	2	8+2	NO	15KW	
PVS4-60CHARGER	10000	6000	264	60	2	8+2	SI	15KW	



serie PV

	A	PLAZAS	MÓDULOS	PATAS	CARGADOR	POTENCIA	PRECIO
PV1-2	5000	2	10	2	SI	2,5KW	
PV1-3	8000	3	16	2	SI	4KW	
PV2-2	5000	2	15	2	SI	3,75KW	
PV2-3	8000	3	24	2	SI	6KW	
PV4-4	5000	4	30	2	SI	7,5KW	
PV4-6	8000	6	48	2	SI	12KW	

Todas las marquesinas **PVING PARKS** se fabrican en acero galvanizado de diferentes espesores según modelo.

Se entregan con el Pie pintado según especificación del cliente y la Vela galvanizada.

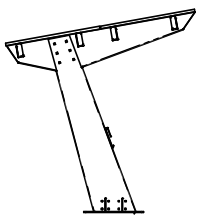
Todas las marquesinas han sido certificadas según las exigencias del CTE.

*Las medidas que aparecen en este catalogo son orientativas. Para medidas reales pónganse en contacto con nuestro departamento técnico.

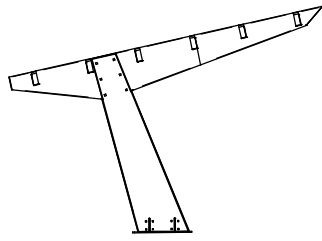
**Los precios de este catalogo son orientativos. Los precios siempre estarán sujetos a un proyecto en concreto.

Las imágenes de este catalogo pueden diferir ligeramente de la realidad por cambios de fabricación o mejoras en los modelos.

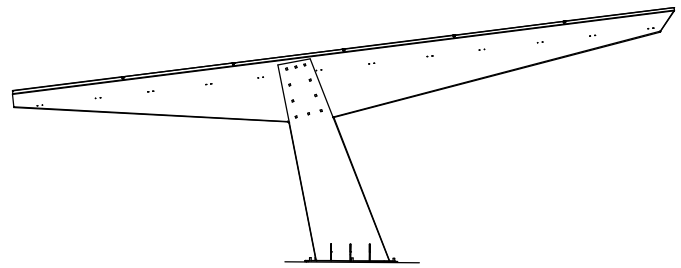
PVING PARKS *series*



PVS1/PV1



PVS2/PV2



PVS4/PV4

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Todas las marquesinas están testadas y certificadas para cumplir los requisitos del código técnico de la edificación según las normas:

Normativa europea:

Eurocódigo 0, 1 y 3.

Normativa española equivalente:

Código Técnico de la Edificación.

DB-SE-SE

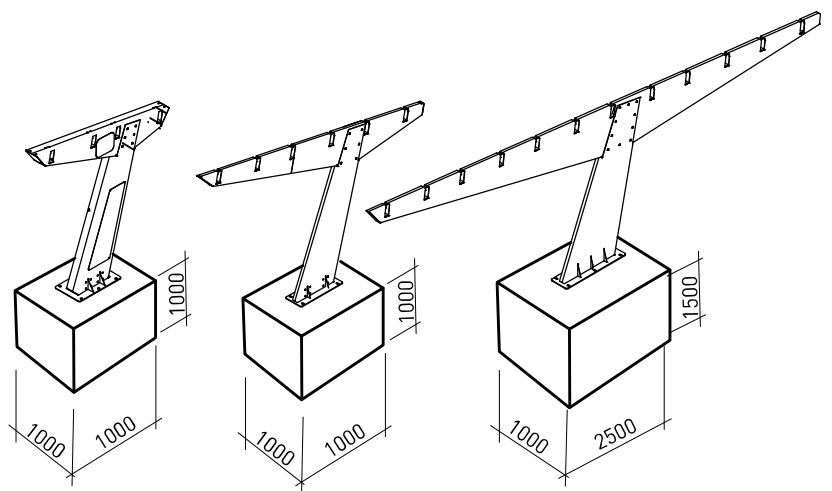
DB-SE-AE

DB-SE-A

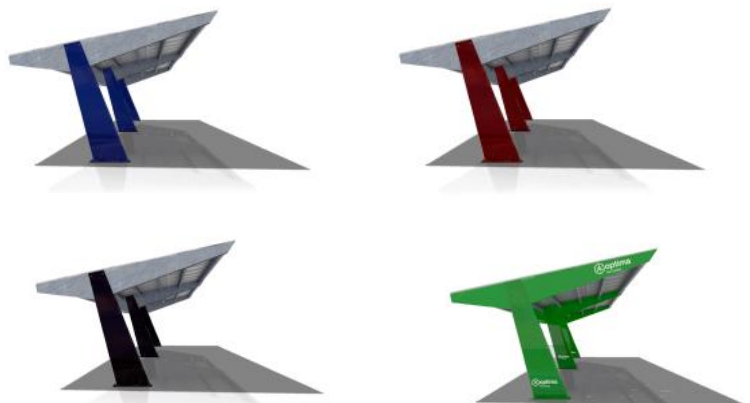
Visado nº: 2015914773

Material	Acero S355JR
Tratamiento	Galvanizado
Espesor	PVS1/PV1: 2 mm PVS2/PV2: 3 mm PVS4/PV4: 4 mm
Acabado	Pie y base: Pintado Vela: Galvanizado
Tornillería	Inoxidable Calidad: A2 70
Nº de anclajes:	PVS1/PV1: 4 PVS2/PV2: 4 PVS4/PV4: 6
Anclajes incluidos:	Si
Vigas:	200x75x2,5mm
Cantidad de Vigas	PVS1/PV1: 4mm PVS2/PV2: 6 mm PVS4/PV4: 12 mm
Acabado Vigas	Galvanizado
Fijación de Módulos	Incluido
Estanqueidad de Techo	6000
Peso	PVS1/PV1: 280kg PVS2/PV2: 300kg PVS4/PV4: 430kg

CIMENTACIONES RECOMENDADAS

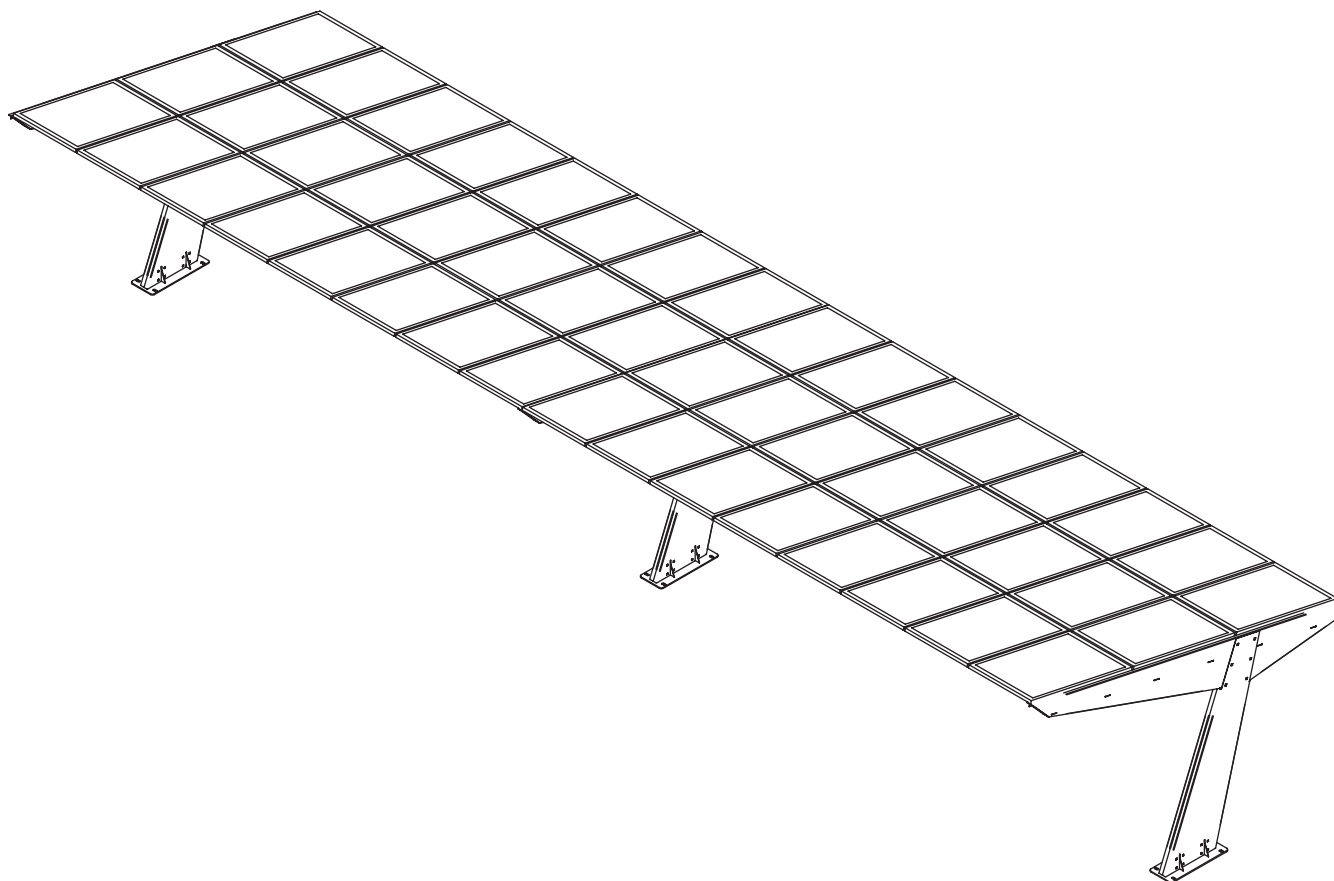


ACABADOS



Todos los componentes de la marquesina se galvanizan una vez mecanizados. Posteriormente se pintan. De serie se entregara con el pie pintado del color elegido por el cliente y la vela en galvanizado, pudiéndose pintar bajo pedido específico.

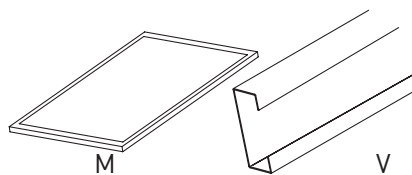
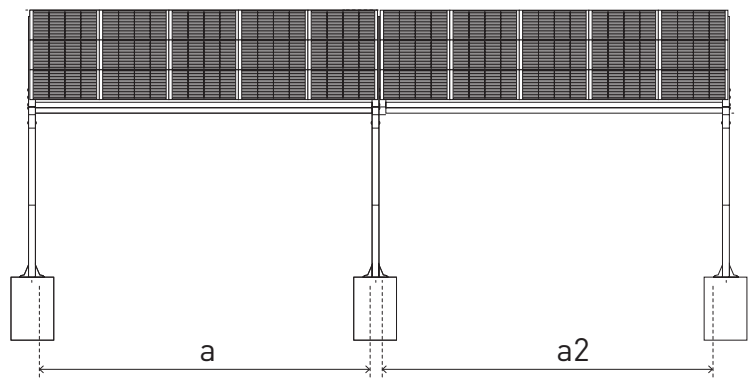
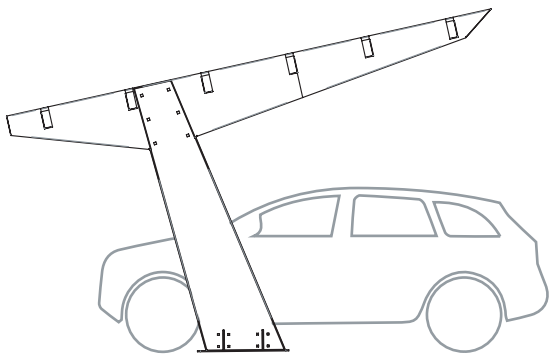
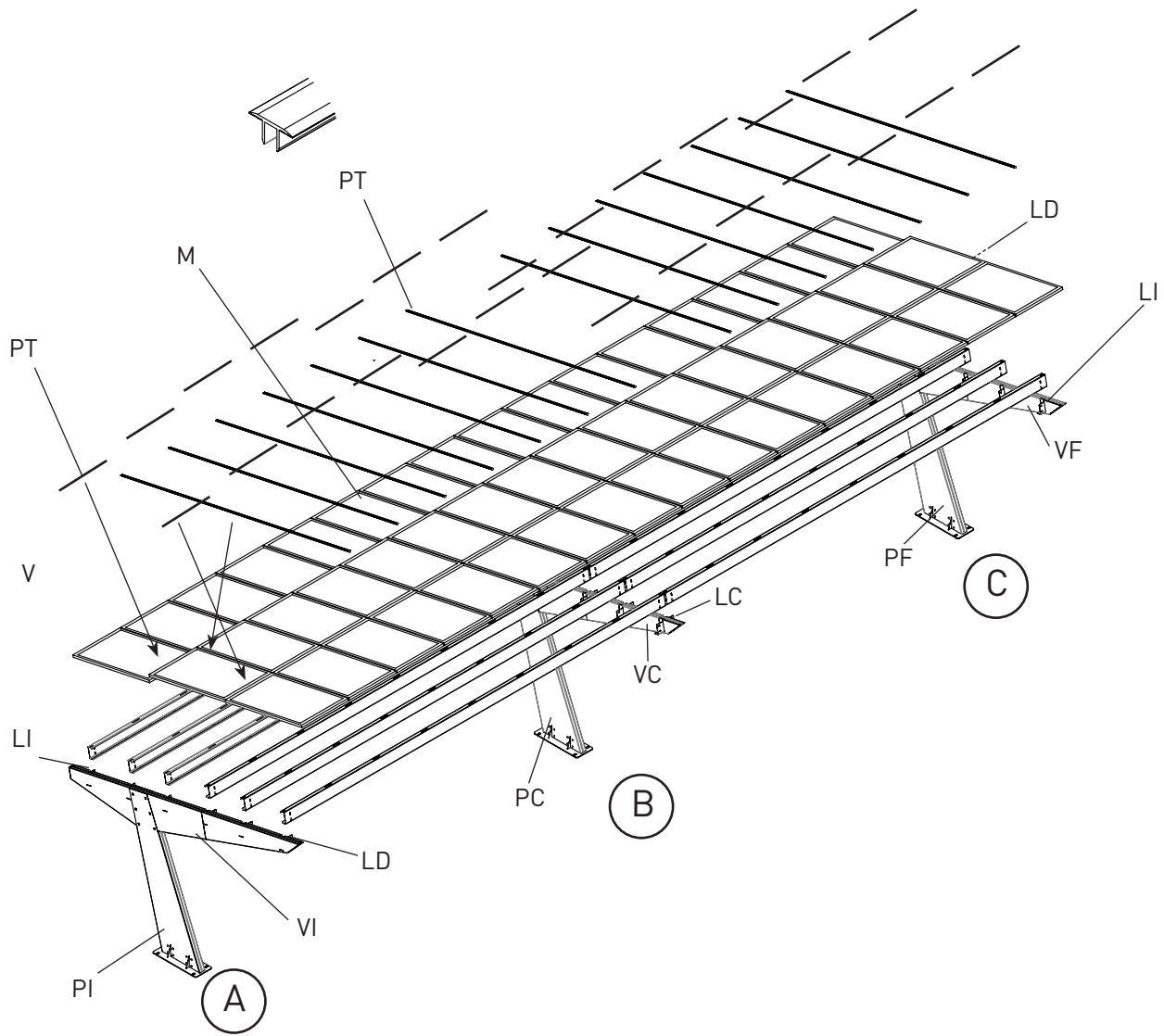
PV2



MANUAL

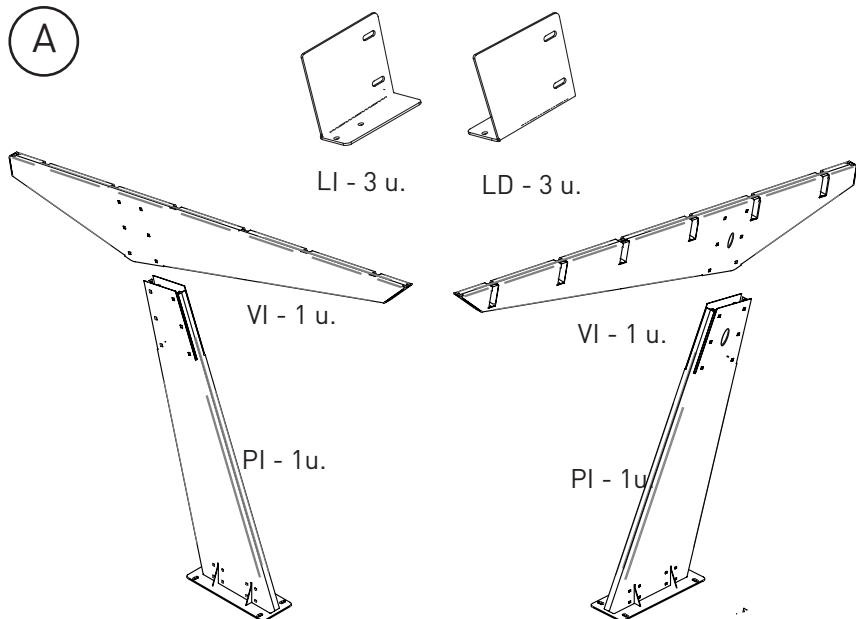
CE






verificado por:



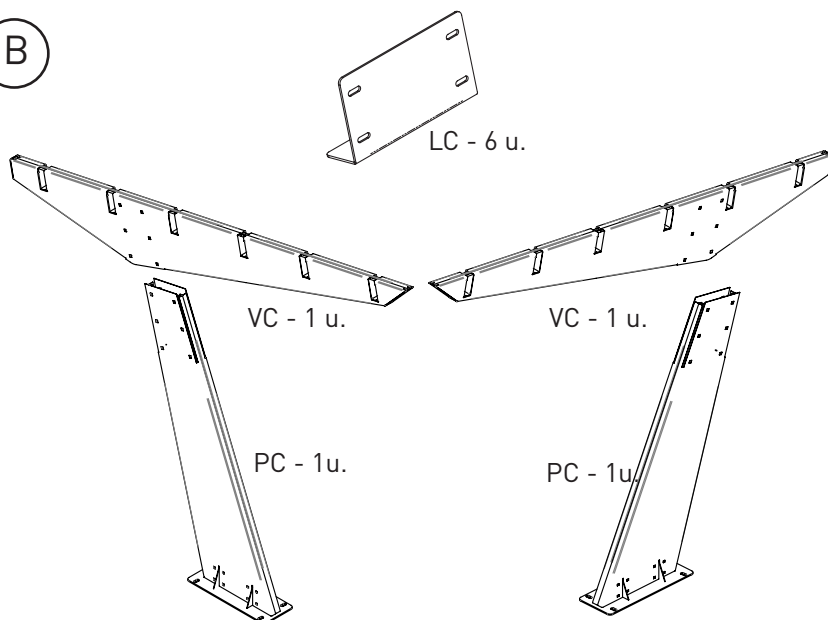
	a	a2	M	V	m2
PV2-5	+/-5m	x	15	6	+/- 24
PV2-8	+/-8m	x	24	6	+/- 38
PV2-4	+/-5m	5m	30	12	+/- 48






A



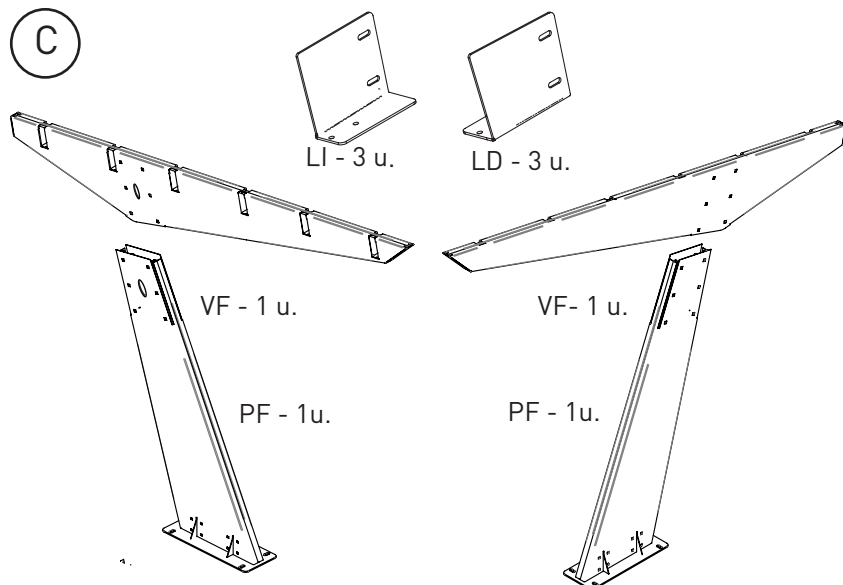
DIN 7991		M10X16	(12u.)
DIN 603		M20X125	(6u.)
		M16X125	(8u.)
		M10X25	(12u.)
DIN 6923		M10	(24u.)
DIN 934		M24	(4u.)
		M20	(6u.)
		M16	(8u.)
DIN 127		M24	(4u.)
		M20	(6u.)
		M16	(8u.)






B



DIN 7991		M10X16	(12u.)
DIN 603		M20X125	(6u.)
		M16X125	(8u.)
		M10X25	(24u.)
DIN 6923		M10	(36u.)
DIN 934		M24	(4u.)
		M20	(6u.)
		M16	(8u.)
DIN 127		M24	(4u.)
		M20	(6u.)
		M16	(8u.)

C

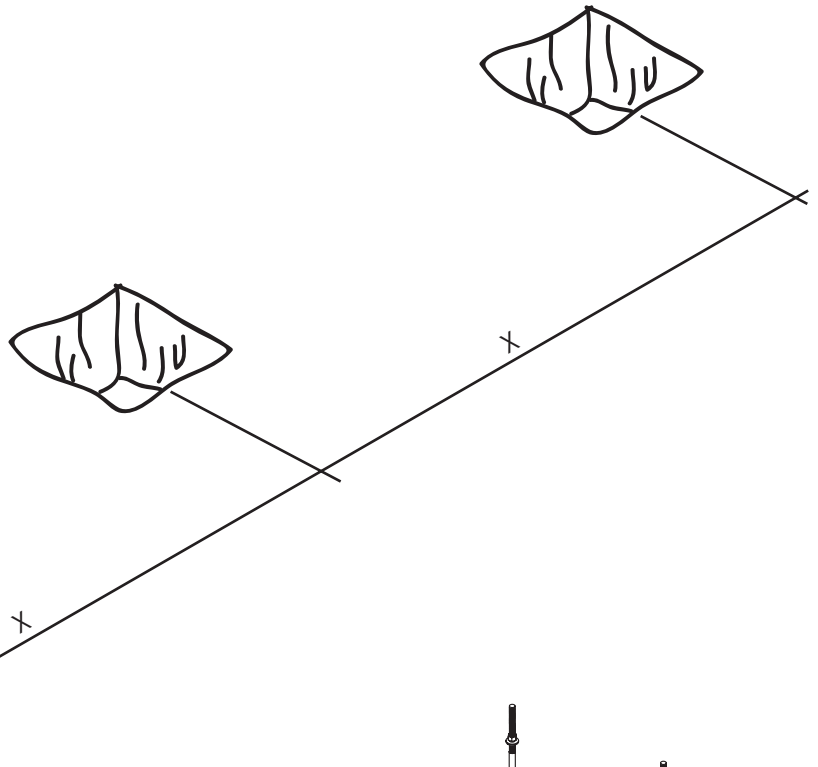
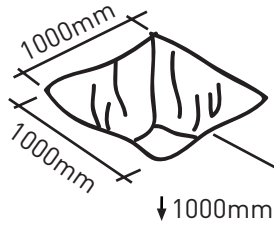


DIN 7991		M10X16	(12u.)
DIN 603		M20X125	(6u.)
		M16X125	(8u.)
		M10X25	(12u.)
DIN 6923		M10	(24u.)
DIN 934		M24	(4u.)
		M20	(6u.)
		M16	(8u.)
DIN 127		M24	(4u.)
		M20	(6u.)
		M16	(8u.)

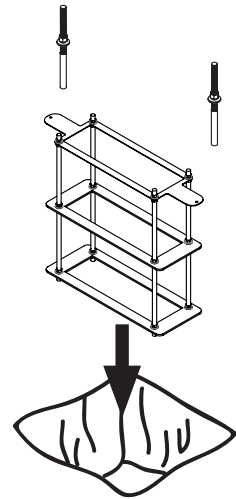
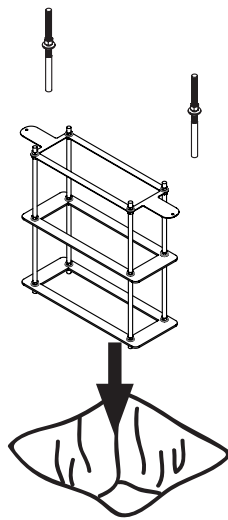
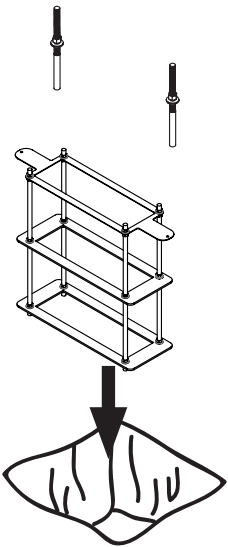
1



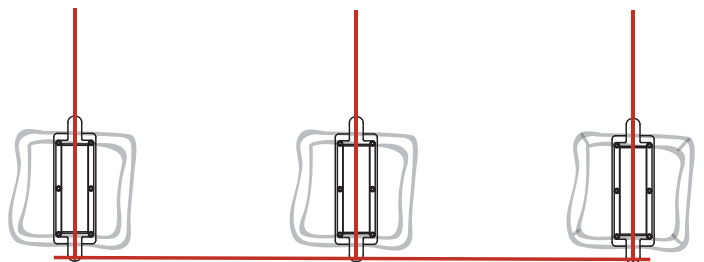
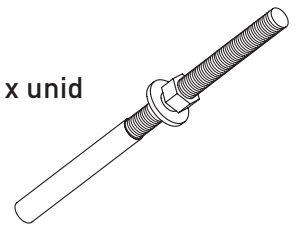
1000x1000 mm



2

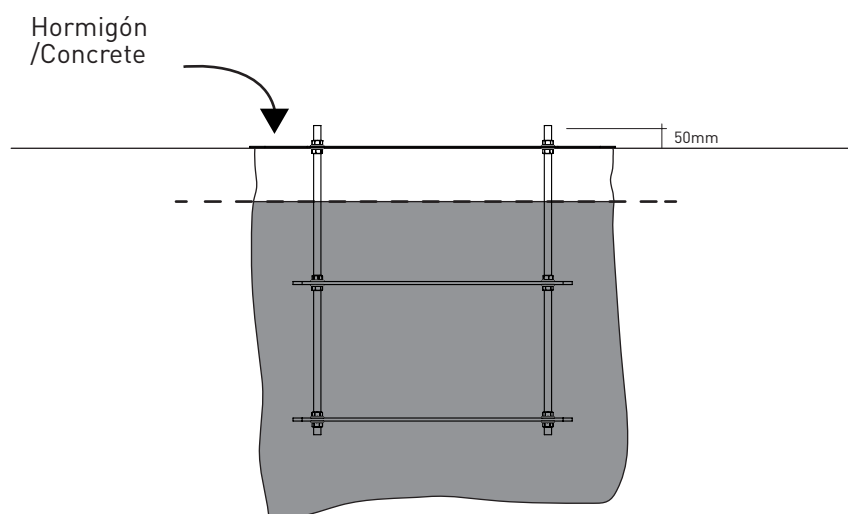


2 x unid

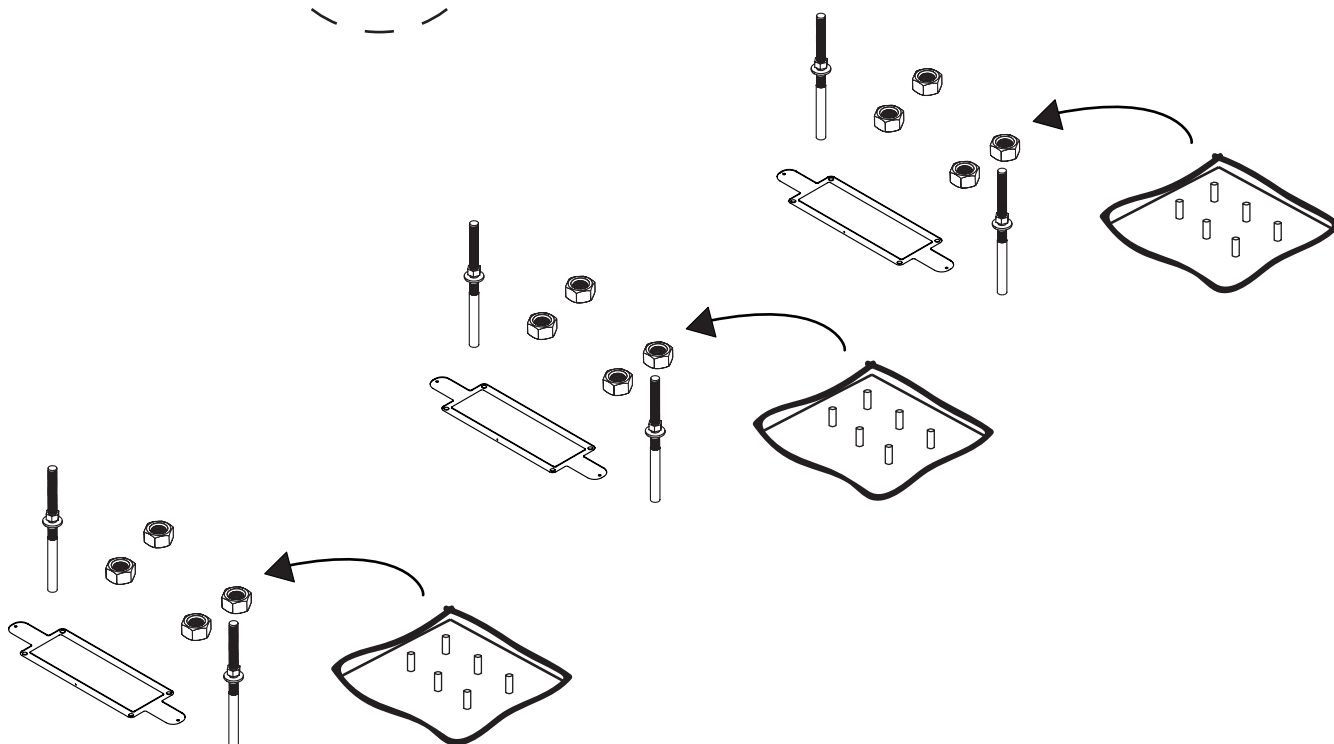
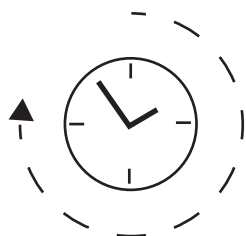


90°

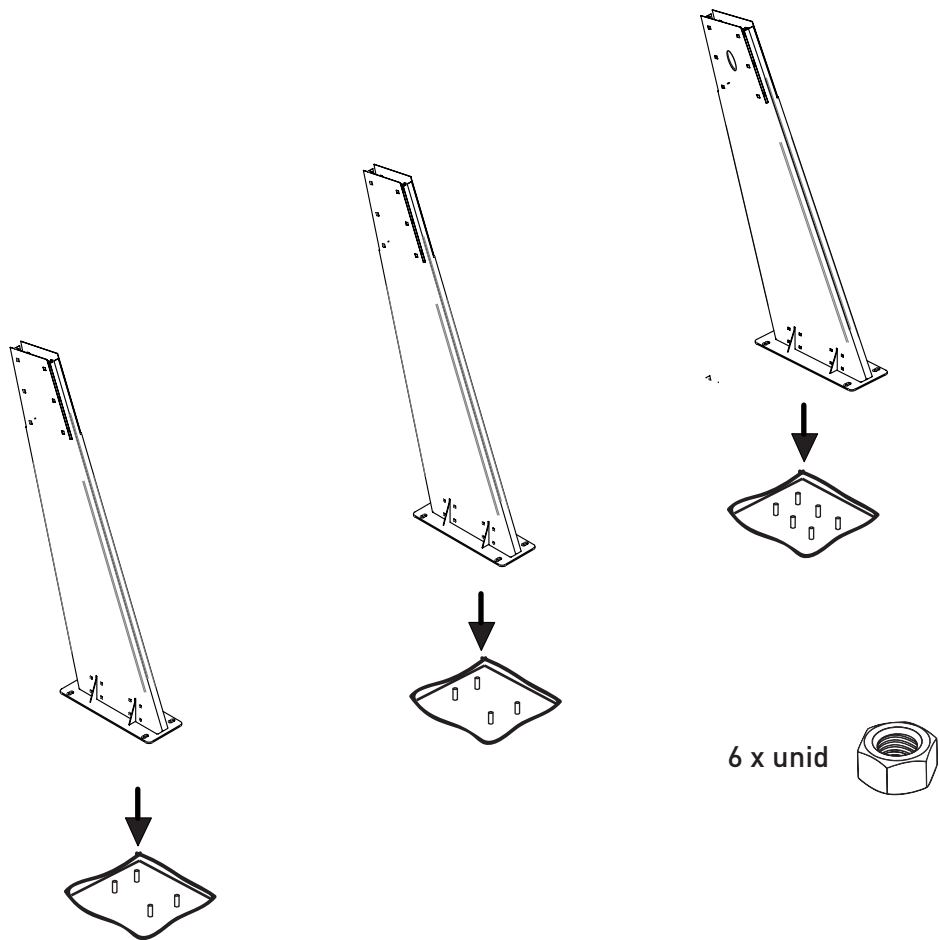
3



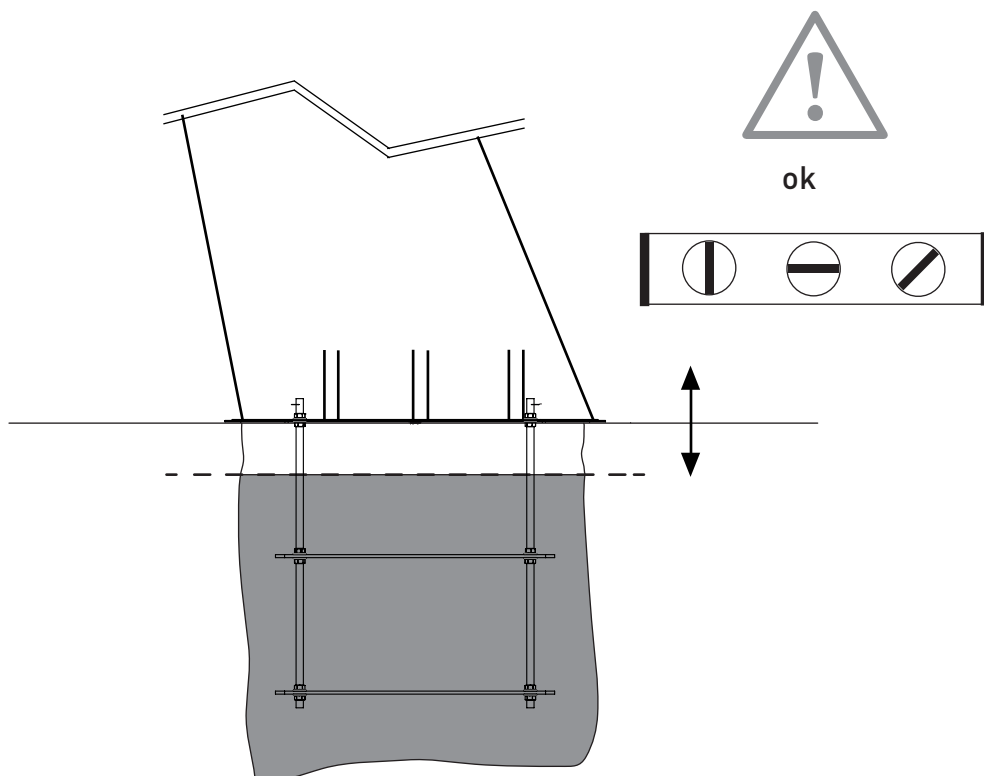
4



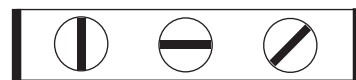
5



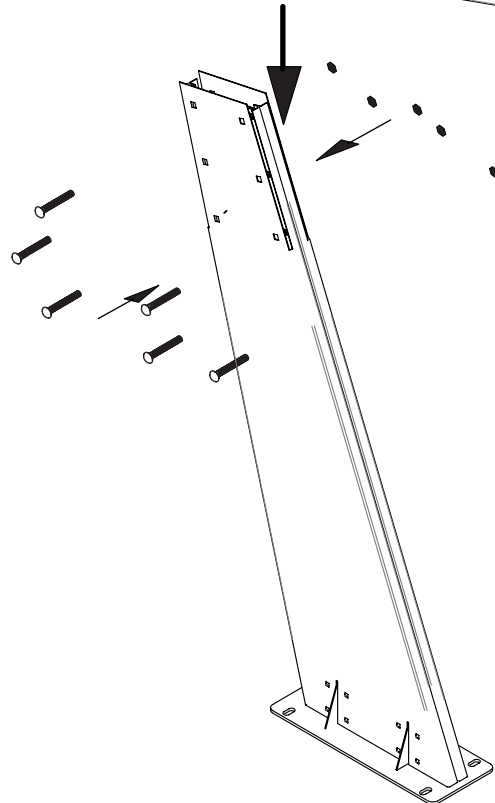
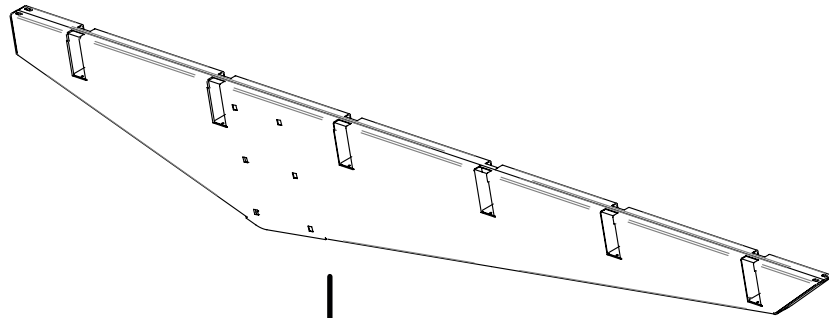
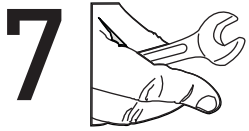
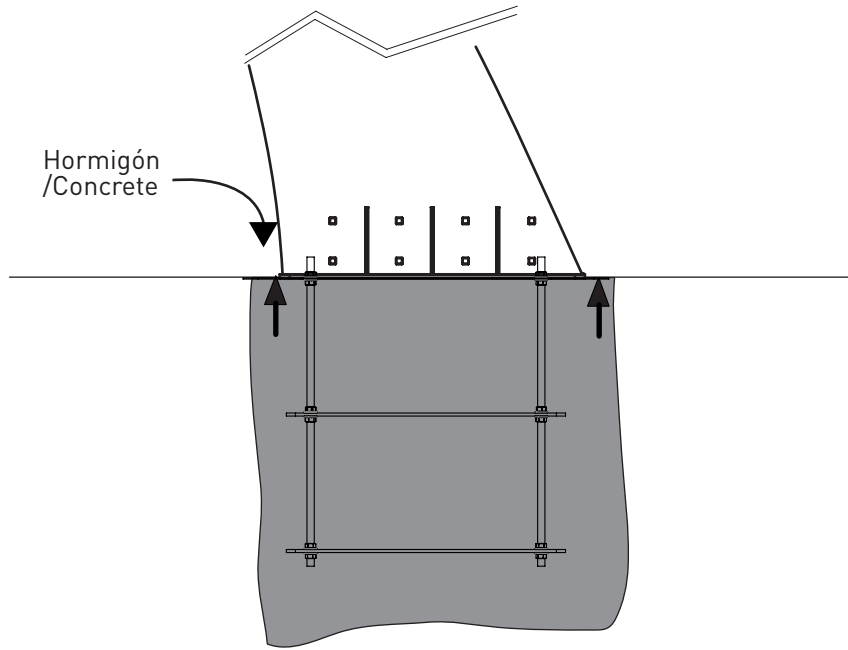
6 x unid



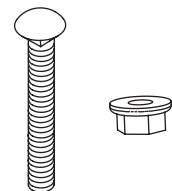
ok



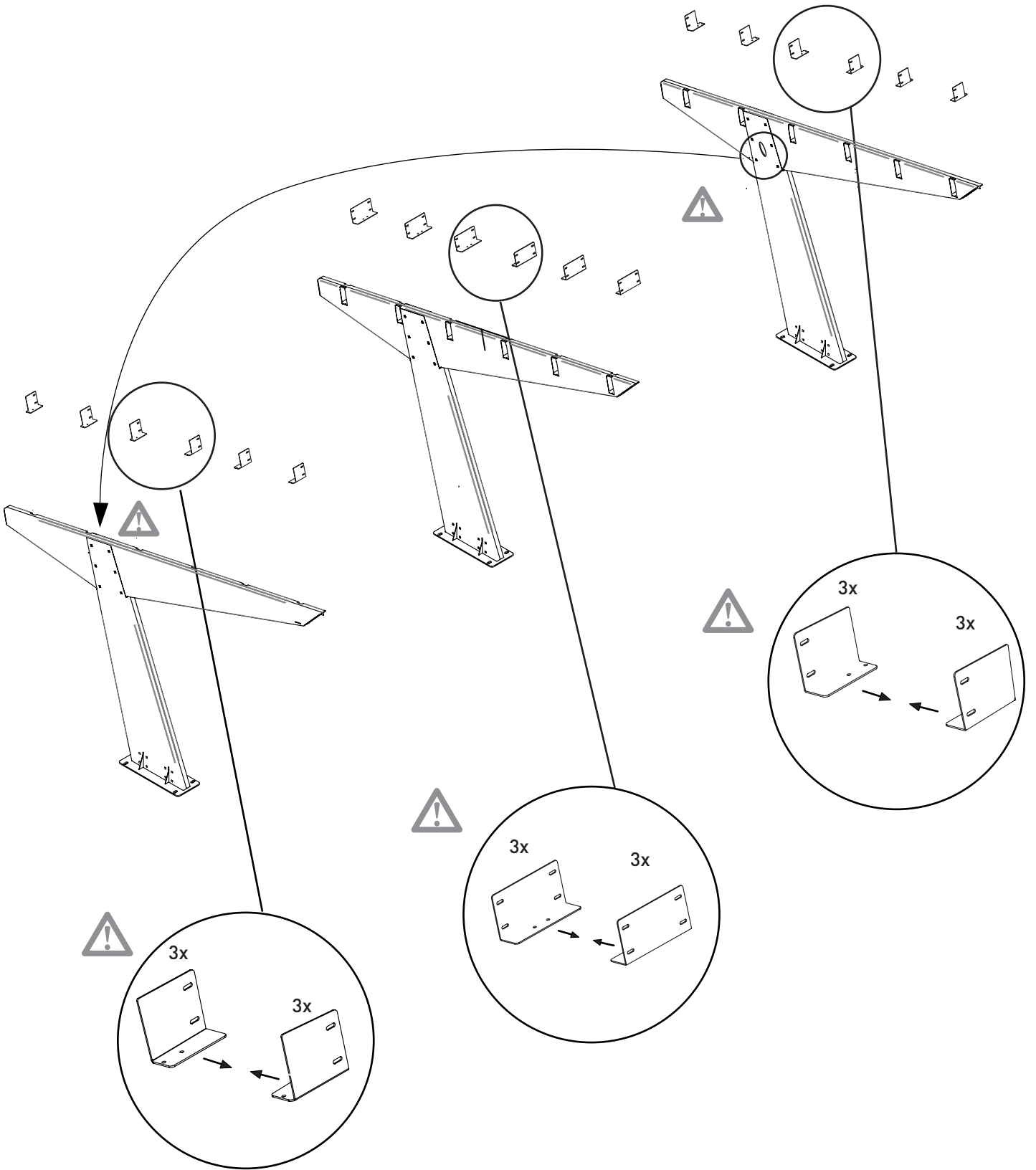
6



5 x unid.



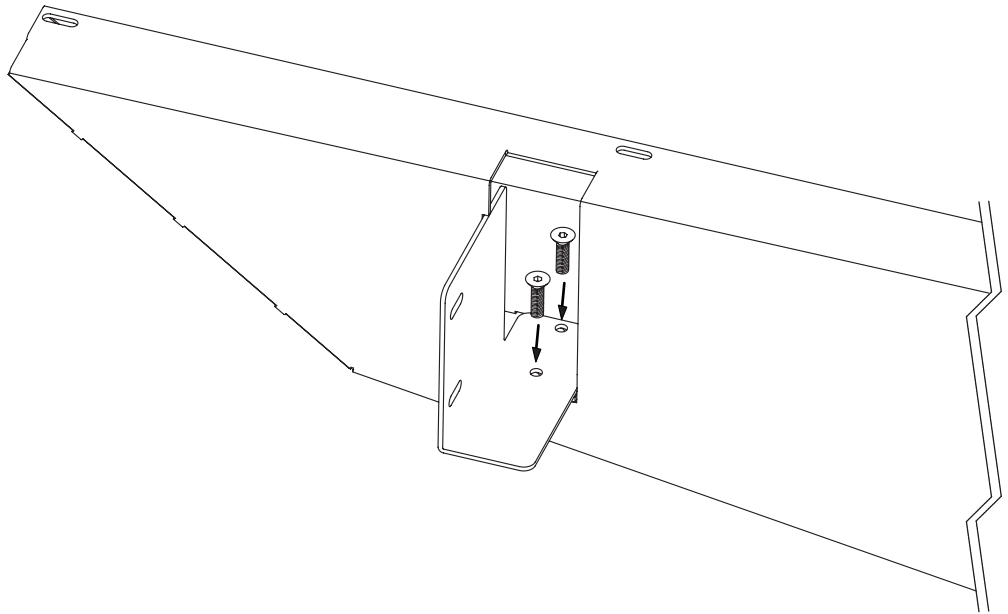
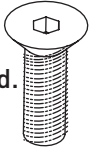
8



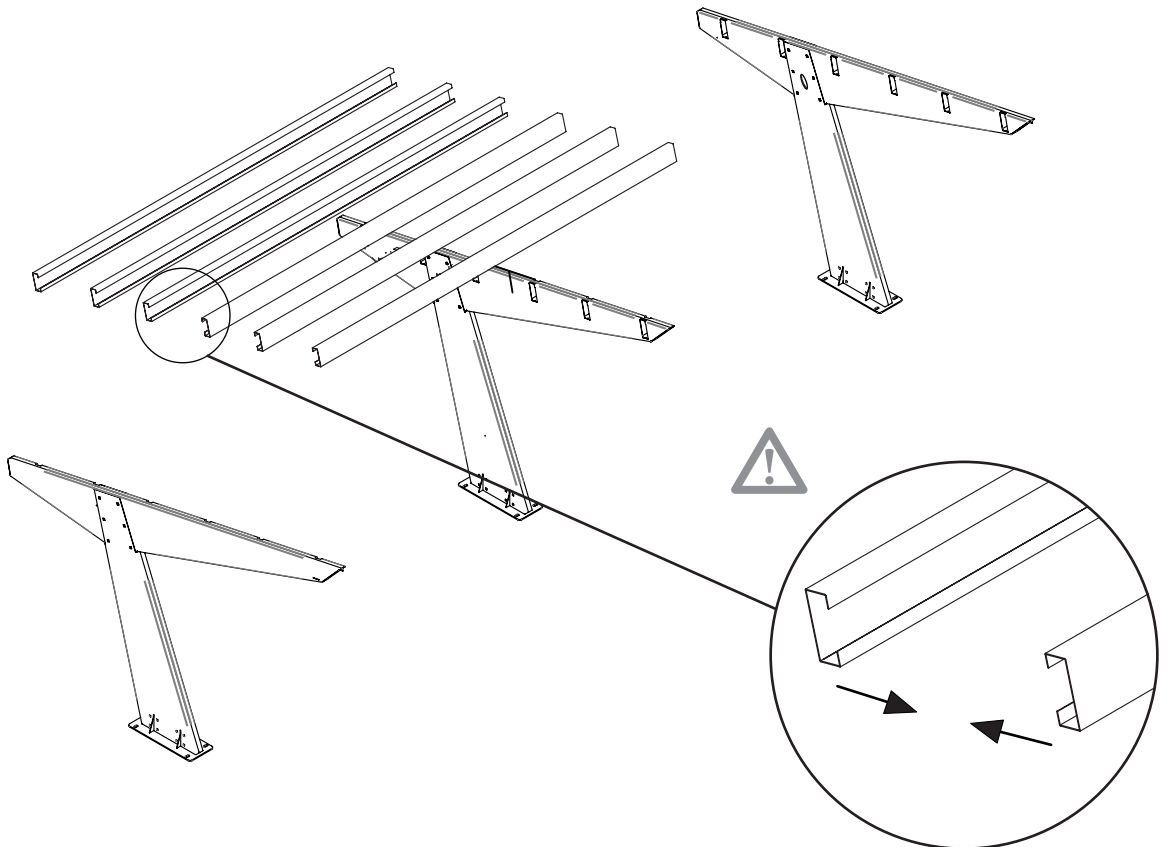
9



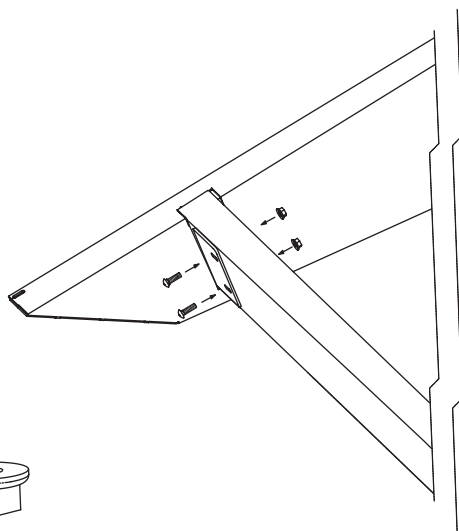
2 x unid.



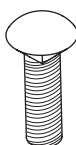
10



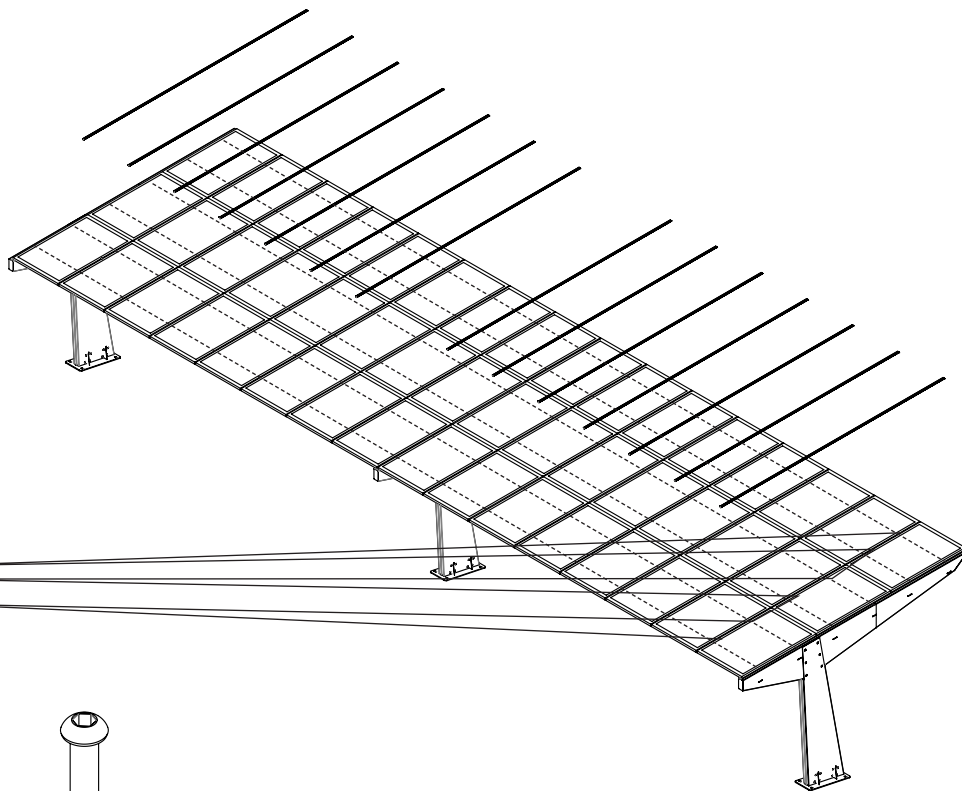
11



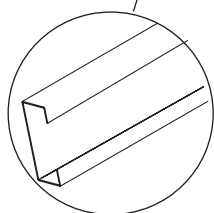
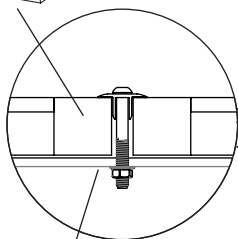
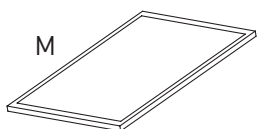
2 x unid.



12



M



6 x PT







**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado en Ingeniería Mecánica

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANOS

**PROYECTO DE PUNTO DE RECARGA DE
COCHE ELÉCTRICO CON INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA**

Autor: Jesús González González.

Profesor: Benjamín Jesús González Díaz.

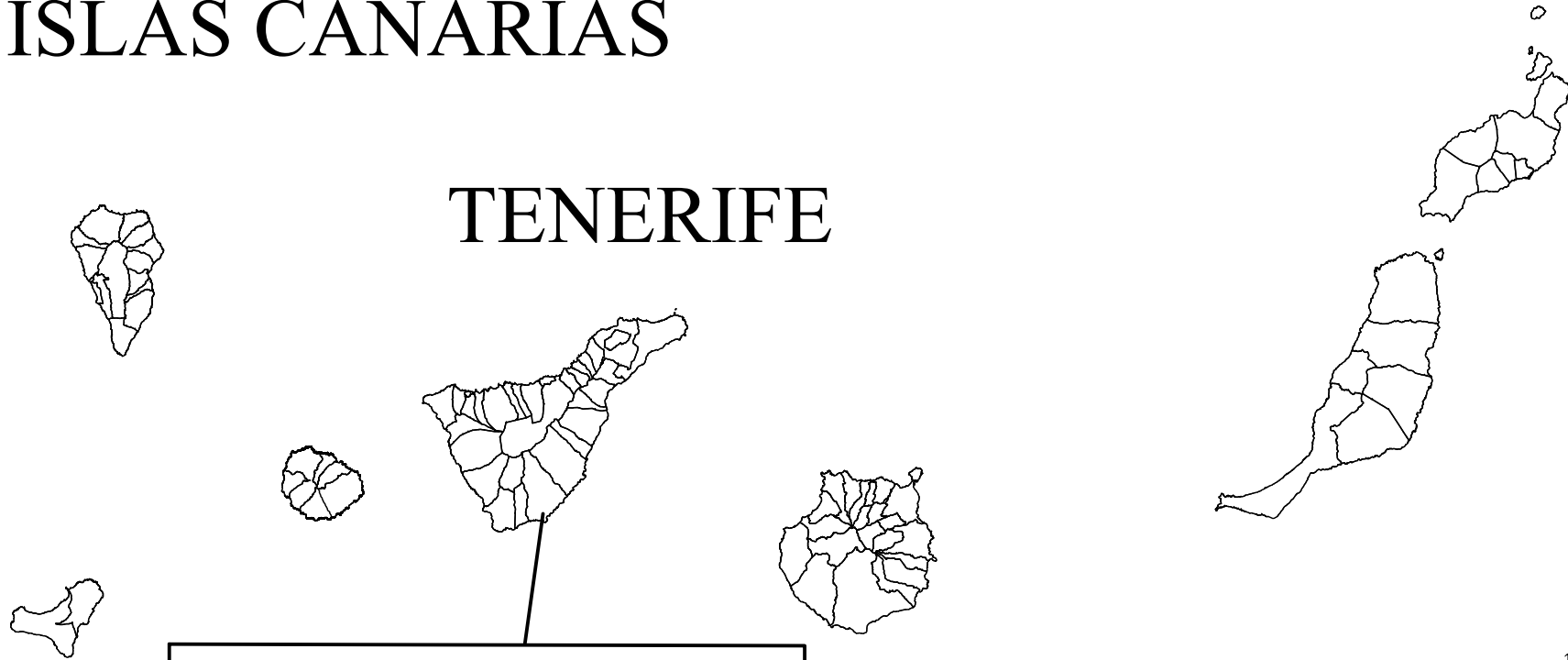


ÍNDICE PLANOS

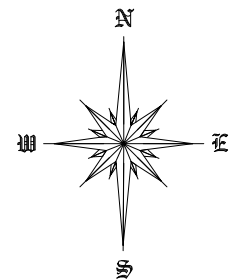
- 1. SITUACIÓN.**
 - 2. EMPLAZAMIENTO.**
 - 3. DISTRIBUCIÓN LÍNEA DE CABLEADO.**
 - 4. MARQUESINA CON CARGADOR PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO.**
 - 5. DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.**
 - 6. UNIFILAR INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.**
 - 7. UNIFILAR INSTALACIÓN DE PUNTOS DE RECARGA**
-


ISLAS CANARIAS

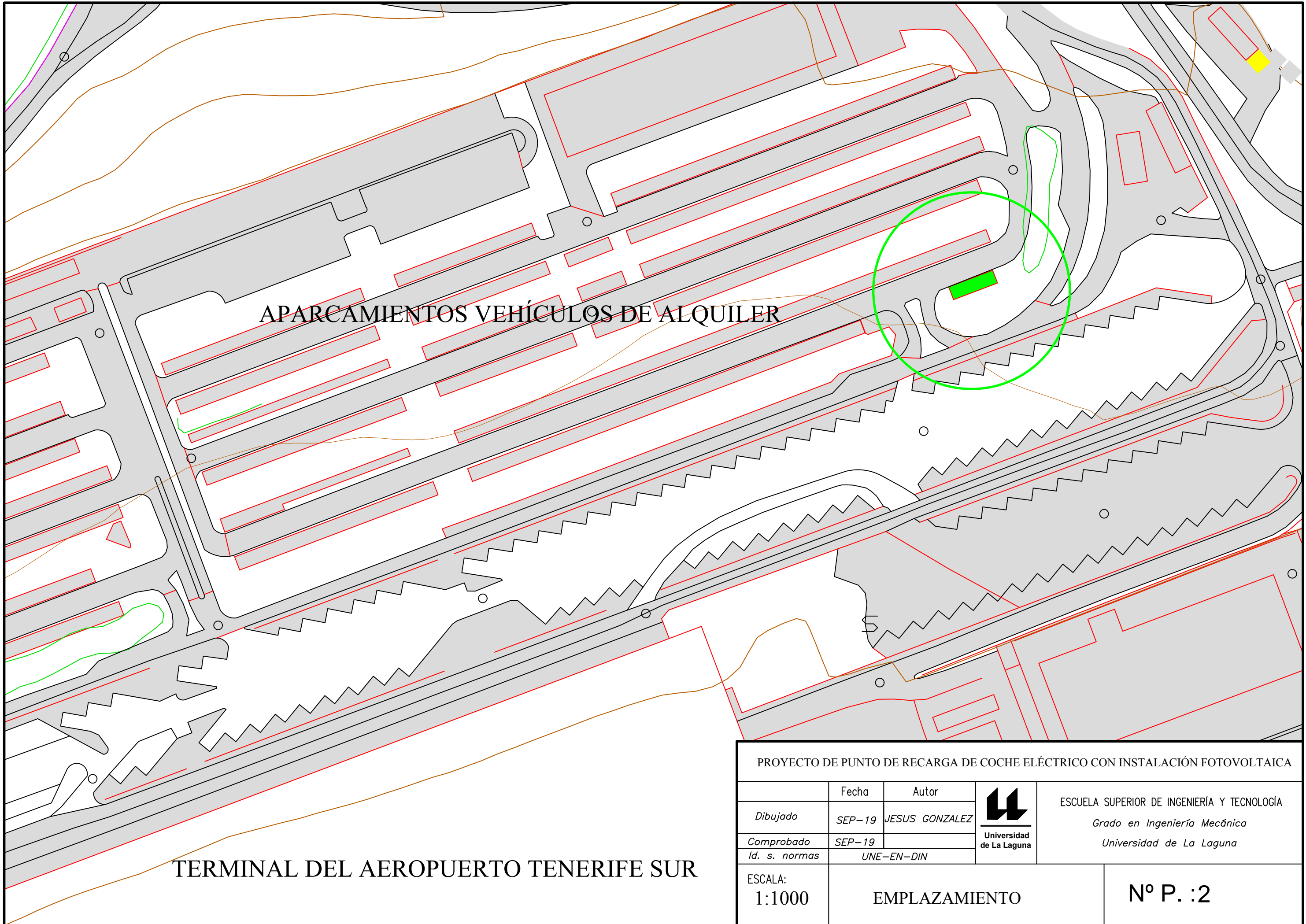
TENERIFE



Municipio de Granadilla de Abona.
 38610- Santa Cruz de Tenerife
 Aeropuerto Tenerife Sur.
 Aparcamiento vehículos de alquiler.



PROYECTO DE PUNTO DE RECARGA DE COCHE ELÉCTRICO CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA				
	Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> Universidad de La Laguna
<i>Dibujado</i>	SEP-19	JESUS GONZALEZ		
<i>Comprobado</i>	SEP-19			
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN			
ESCALA: SIN ESCALA	SITUACIÓN			Nº P. : 1



APARCAMIENTOS VEHÍCULOS DE ALQUILER

PROYECTO DE PUNTO DE RECARGA DE COCHE ELÉCTRICO CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

	Fecha	Autor
<i>Dibujado</i>	SEP-19	JESUS GONZALEZ
<i>Comprobado</i>	SEP-19	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN	



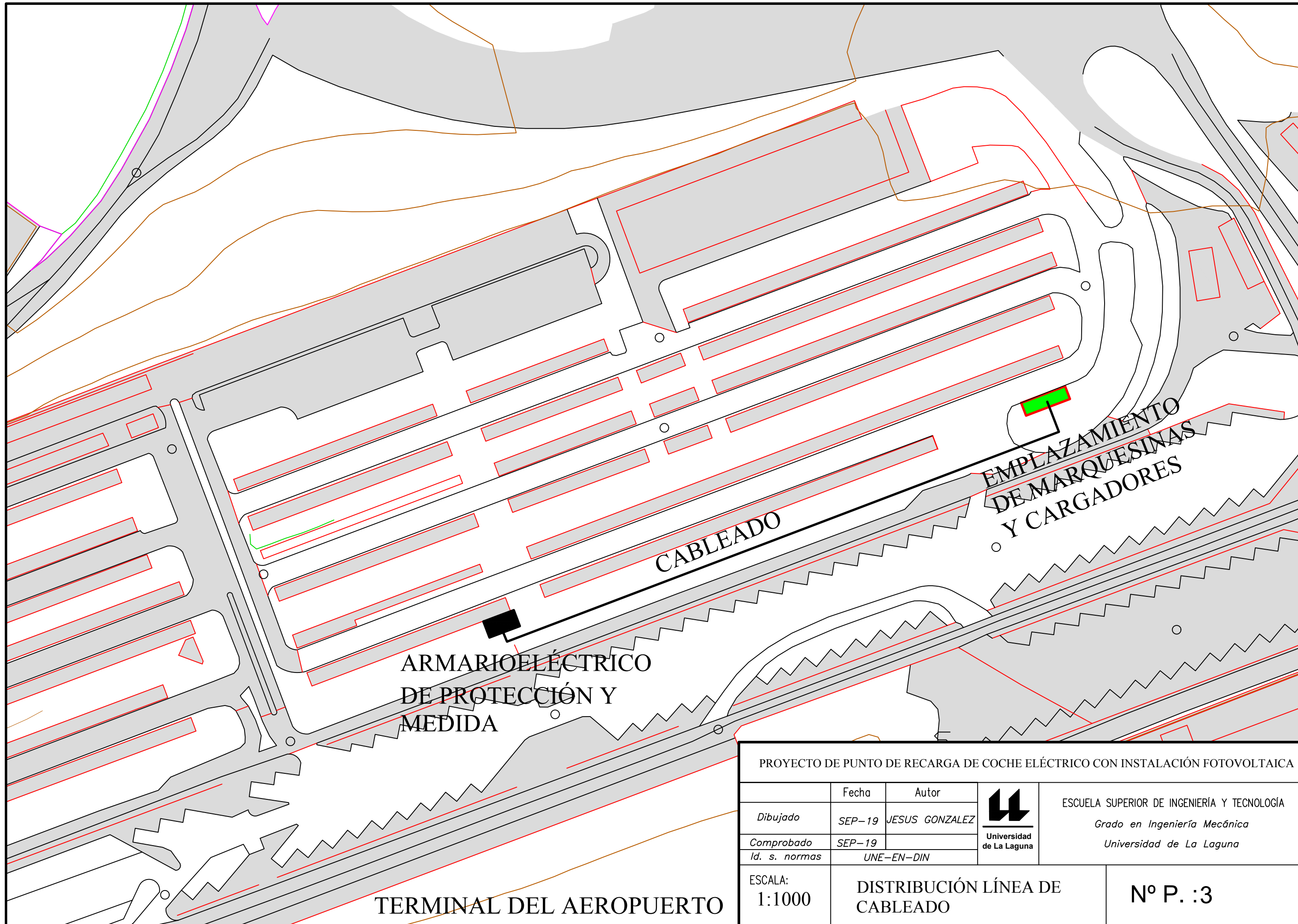
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado en Ingeniería Mecánica
Universidad de La Laguna

TERMINAL DEL AEROPUERTO TENERIFE SUR

ESCALA:
1:1000

EMPLAZAMIENTO

Nº P. :2




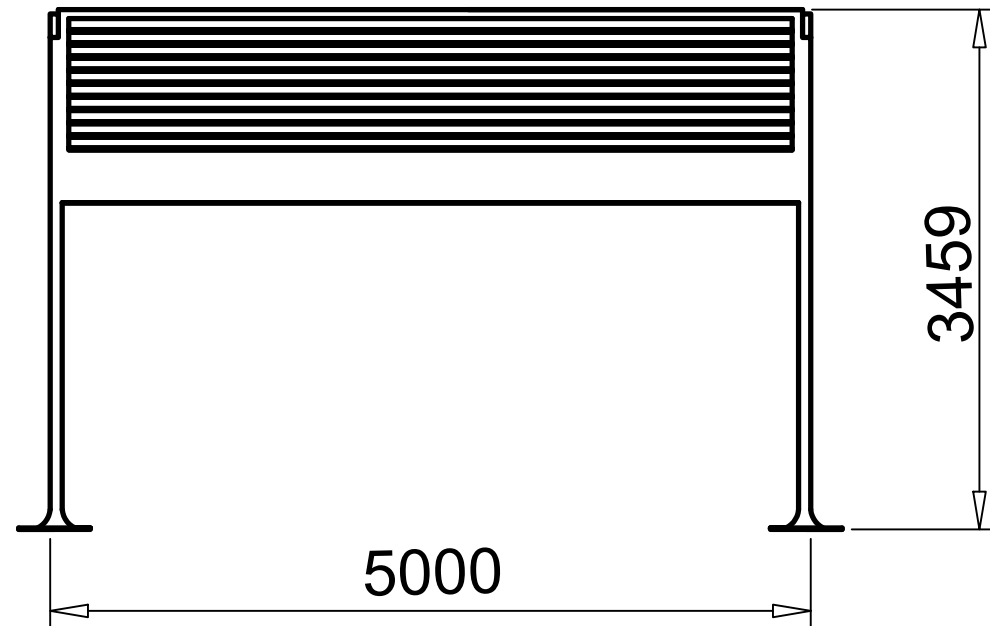
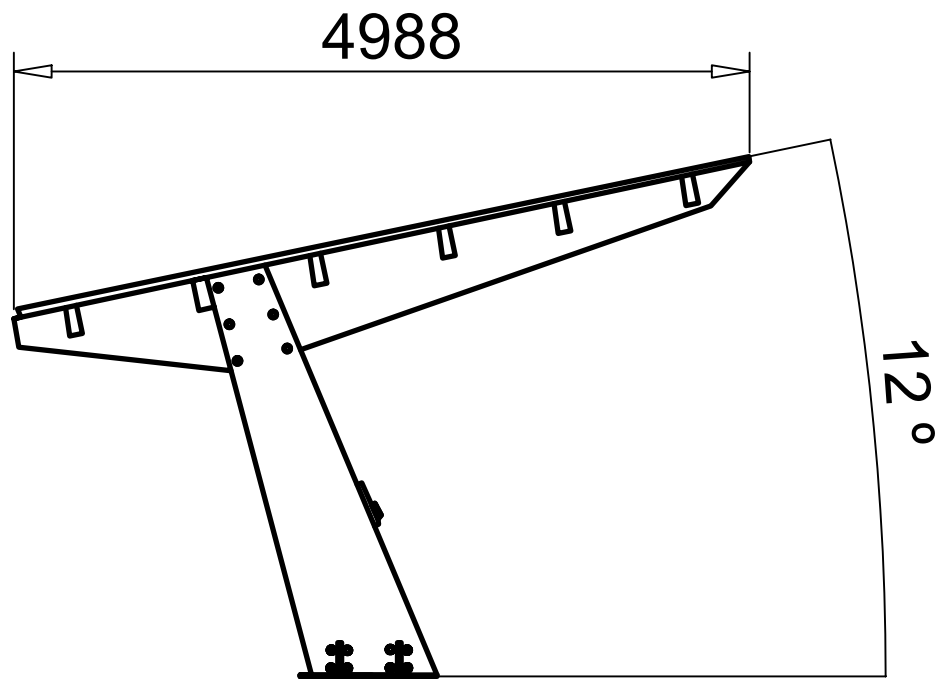
ARMARIO ELÉCTRICO
DE PROTECCIÓN Y
MEDIDA

CABLEADO

EMPLAZAMIENTO
DE MARQUESINAS
Y CARGADORES

TERMINAL DEL AEROPUERTO

PROYECTO DE PUNTO DE RECARGA DE COCHE ELÉCTRICO CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA			
	Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna
<i>Dibujado</i>	SEP-19	JESUS GONZALEZ	
<i>Comprobado</i>	SEP-19		
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado en Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:1000	DISTRIBUCIÓN LÍNEA DE CABLEADO		Nº P. :3



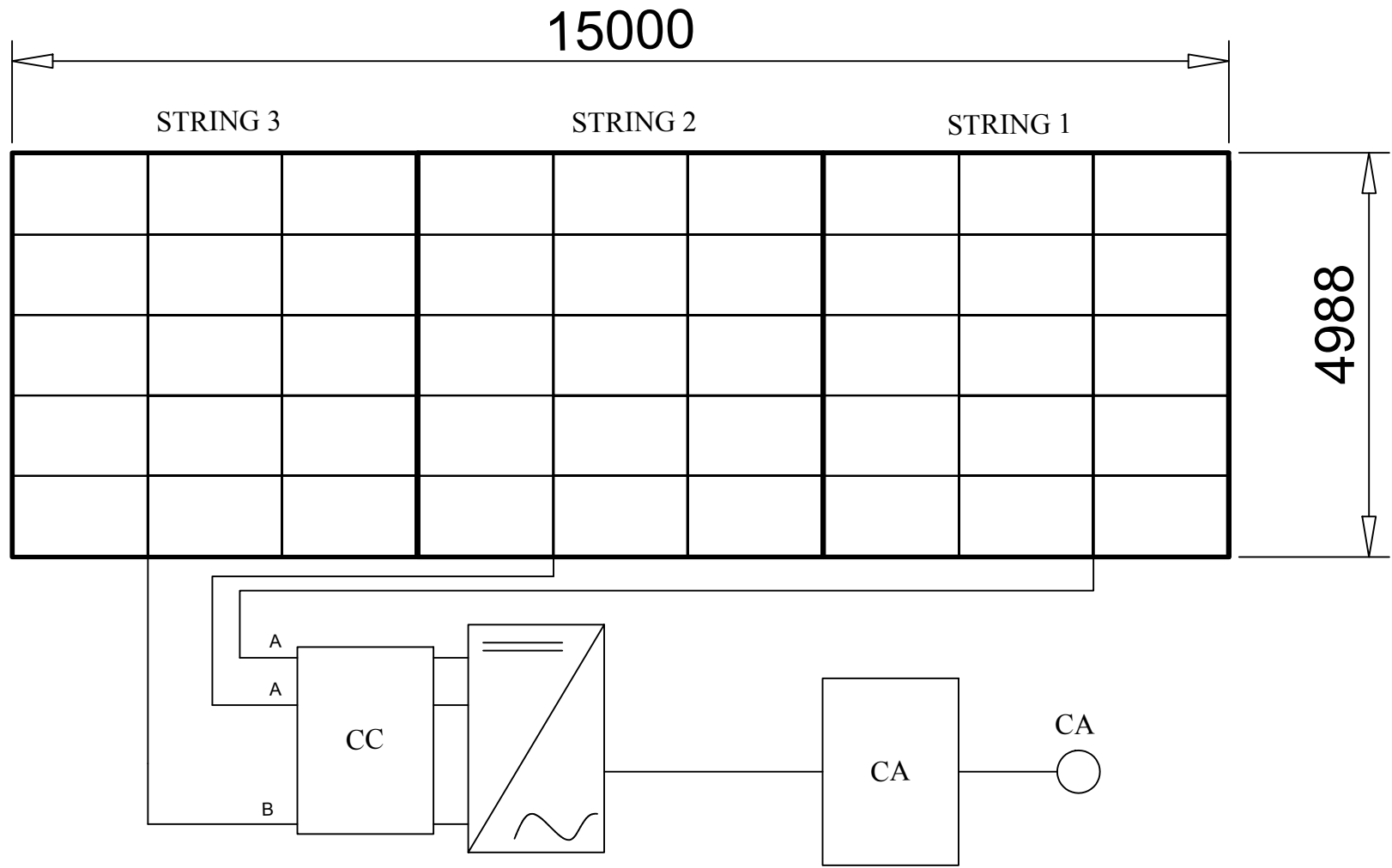
PROYECTO DE PUNTO DE RECARGA DE COCHE ELÉCTRICO CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

	Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado en Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
<i>Dibujado</i>	SEP-19	JESUS GONZALEZ		
<i>Comprobado</i>	SEP-19			
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN			


ESCALA:
1:50

MARQUESINA CON CARGADOR
PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO

Nº P. : 4



PROYECTO DE PUNTO DE RECARGA DE COCHE ELÉCTRICO CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

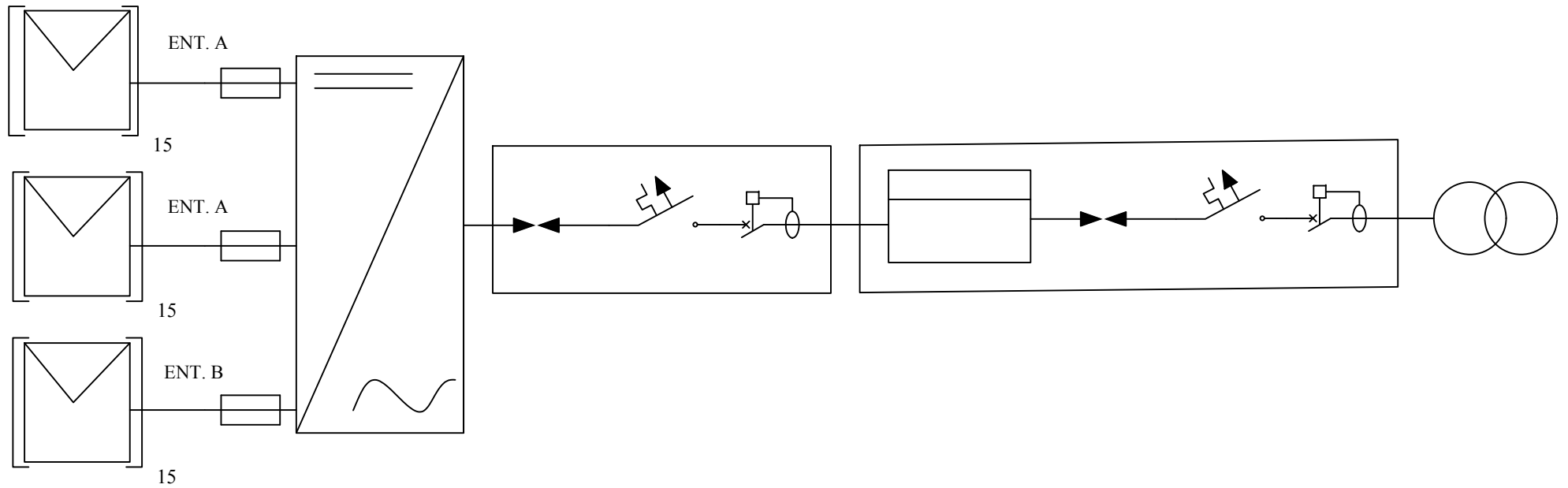
	Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna
<i>Dibujado</i>	SEP-19	JESUS GONZALEZ	
<i>Comprobado</i>	SEP-19		
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado en Ingeniería Mecánica
Universidad de La Laguna

ESCALA:
 1:80

DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS
 FOTOVOLTAICOS

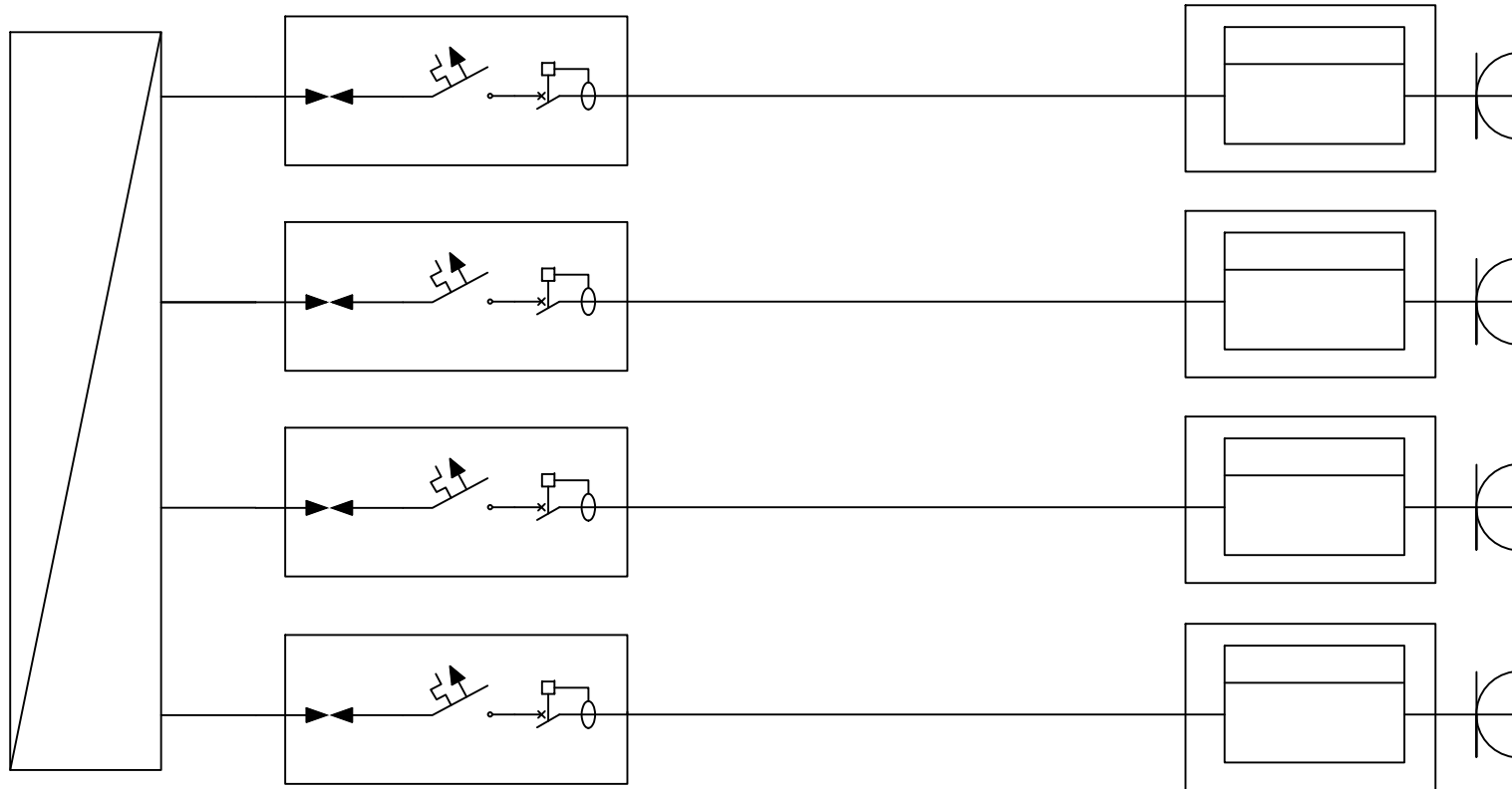
Nº P. : 5



LEYENDA	
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	LIMITADOR DE SOBRETENSIONES
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
	FUSIBLE
	CONTADOR BIDIRECCIONAL
	MÓDULO FOTOVOLTAICO
	INVERSOR

PROYECTO DE PUNTO DE RECARGA DE COCHE ELÉCTRICO CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA			
	Fecha	Autor	 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado en Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Dibujado	SEP-19	JESUS GONZALEZ	
Comprobado	SEP-19		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: SIN ESCALA	UNIFILAR INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA		Nº P.: 6

PUESTOS DE RECARGA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS



LEYENDA	
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	LIMITADOR DE SOBRETENSIONES
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
	ENCHUFE
	CONTADOR PUESTOS DE RECAGARGA
	ARMARIO DE PROTECCIONES

PROYECTO DE PUNTO DE RECARGA DE COCHE ELÉCTRICO CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA			
	Fecha	Autor	 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado en Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Dibujado	SEP-19	JESUS GONZALEZ	
Comprobado	SEP-19		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: SIN ESCALA	UNIFILAR INSTALACIÓN DE PUNTOS DE RECARGA		Nº P.: 7





**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado en Ingeniería Mecánica

TRABAJO FIN DE GRADO

PLIEGO DE CONDICIONES

**PROYECTO DE PUNTO DE RECARGA DE
COCHE ELÉCTRICO CON INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA**

Autor: Jesús González González.

Profesor: Benjamín Jesús González Díaz.



ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

1. OBJETO	2
2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN UN PROYECTO.....	2
3. NORMATIVA	2
4. CONDICIONES GENERALES	4
5. CONDICIONES PARTICULARES	5
5.1 CONDICIONES LEGALES.....	5
5.2 CONDICIONES FACULTATIVAS.....	6
5.3 CONDICIONES DEL CONTRATISTA	8
5.4 CONDICIONES ECONÓMICAS	14
6. CONDICIONES TÉCNICAS	15
6.1 SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS	15
6.1.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	15
6.1.2 INVERSOR	17
6.1.3 CABLEADO	18
6.1.4 ARMARIOS DE PROTECCIÓN	19
6.1.5 PROTECCIONES	19
6.1.6 PUESTA A TIERRA.....	19
7. NORMAS GENERALES DE MONTAJE.....	19
8. RECEPCIÓN Y PRUEBAS	20



1. OBJETO

El objeto de este pliego es la ordenación de las condiciones técnicas que han de regir en la ejecución, desarrollo, control y recepción de este proyecto de instalación solar fotovoltaica a conectada a red y puntos de recarga para vehículos eléctricos. El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas ocupa a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de la instalación.

En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas e instalaciones de fuerza para puntos de recargas de vehículos eléctricos.

2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN UN PROYECTO

Los documentos contractuales que definen los proyectos y que proyectista entregará al contratista, son los Planos, Pliego de Condiciones, Presupuesto y Memoria.

Cualquier cambio en el planteamiento del proyecto que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento del proyectista o técnico competente para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los Planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

3. NORMATIVA

En todo caso serán de aplicación todas las normativas que afecten tanto a instalaciones solares fotovoltaicas como a instalaciones de puntos de recarga para vehículos eléctricos, y en particular las siguientes:

- Ley 54 /1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Real Decreto-ley 24/2013, de 26 de diciembre, por el que se establece la regulación del sector eléctrico.
- Real Decreto-ley 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos



4. CONDICIONES GENERALES

Integran en el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiere.
- El presente Pliego General de Condiciones.
- El resto de la documentación del Proyecto (memoria, planos, mediciones presupuesto)
- Serán de aplicación las normas indicadas en el capítulo correspondiente de la Memoria, y cuantas normas sean de aplicación, de acuerdo con la naturaleza del presente proyecto.

Las ordenes e instrucciones de la Dirección facultativa del proyecto se incorporan al este como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las graficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

En lo referente a permisos y licencias, el peticionario deberá obtener todos los permisos y licencias necesarias para la ejecución del proyecto y abonará todas las cargas, tasas e impuestos derivados de la obtención de aquellos permisos.

Concerniente a los plazos, el suministrador garantizará la instalación durante un periodo mínimo de tres años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía será de diez años.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.



5. CONDICIONES PARTICULARES

5.1 CONDICIONES LEGALES

Leyes laborales de accidentes de trabajo:

El contratista viene obligado a cumplir rigurosamente todas las legislaciones vigentes, o que puedan dictarse en el curso de los trabajos.

Igualmente, está obligado a tener a todo el personal a sus órdenes debidamente asegurado contra accidentes de trabajo, debiendo así probarlo si a ello fuera invitado por la Dirección Técnica o la Propiedad.

Mano de obra:

El contratista deberá tener siempre en el emplazamiento del proyecto y durante la ejecución de este un número de operarios proporcional a la extensión y clase de los trabajos a juicio de la Dirección Técnica. Estos serán de aptitud reconocida experimentados en su oficio y en todo momento habrá un técnico o encargado apto que vigile e intérprete los planos, y haga cumplir las órdenes de la Dirección y cuanto en este Pliego se especifica.

Danos en propiedades vecinas:

Si con motivo de las obras el contratista causara algún desperfecto en las propiedades colindantes, tendrá que repararla por su cuenta. Asimismo, adoptará las medidas que sean necesarias para evitar la caída de materiales o herramientas que puedan ser motivo de accidentes.

Rescisión del contrato:



La rescisión, si se produjera, se registrará por el Reglamento General de Contratación para Aplicación de la Ley de Contratos de Estado, por el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales y demás disposiciones vigentes.

Serán causas suficientes de rescisión las siguientes:

- Muerte o incapacitación del Contratista.
- Quiebra del Contratista.
- Alteraciones del contrato por las causas siguientes:
 - ⇒ Modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales a juicio del Director del proyecto, y siempre que la variación del presupuesto sea de 25% como mínimo de su importe.
 - ⇒ Variaciones en las unidades de obra en 40%
 - ⇒ Suspensión del proyecto comenzado.
 - ⇒ No dar comienzo la Contrata a los trabajos en el plazo señalado.
 - ⇒ Incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe con perjuicio de los intereses del proyecto.
 - ⇒ Abandono del proyecto sin causa justificada.

Formalizaciones del contrato:

La formalización del contrato se verificará por documento privado con el compromiso por ambas partes, Propiedad y Contratista de elevarlo a Documento Público a petición de cualquiera de ellos, como complemento del Contrato los Planos y demás documentos del Proyecto irán firmados por ambos.

5.2 CONDICIONES FACULTATIVAS

La junta rectora de la Propiedad designará al Ingeniero Técnico Director del proyecto (representante de la propiedad frente al Contratista) en quien recaerán las siguientes funciones:



- Planificar, a la vista del proyecto, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico del proyecto.
- Redactar, cuando se requiera expresamente por el constructor, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización del proyecto y aprobar el Plan de seguridad e higiene para la aplicación de este.
- Efectuar el replanteo del proyecto y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor.

- Ordenar, dirigir y vigilar la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de buena construcción.
- Asistir al lugar del emplazamiento del proyecto, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución.
- Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades del proyecto según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva, de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impartándole en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones del proyecto ejecutado, realizar y aprobar las certificaciones parciales, realizar y aprobar la certificación final del proyecto, y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Suscribir el certificado final del proyecto.

Variaciones y planos de detalle:

Este proyecto queda sujeto a cualquier variación que se juzgue conveniente por la Dirección Facultativa, y que no altere esencialmente el proyecto, precios y condiciones del contrato, a su vez se reserva el derecho al dictamen sobre todos aquellos puntos que no quedasen suficientemente aclarados en los documentos del proyecto.



La Dirección Facultativa se reserva el derecho de presentar a lo largo de la ejecución del proyecto cuantos planos de detalles sean necesarios y convenientes para realizar el presente proyecto, con la obligatoriedad por parte del contratista de ser respetados.

Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso en la ejecución del proyecto:

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos estipulados, alegando como causa la carencia de planos u ordenes de la Dirección

5.3 CONDICIONES DEL CONTRATISTA

El Constructor o Contratista habrá de proporcionar toda clase de facilidades al Director del proyecto, o a sus subalternos a fin de que estos puedan desempeñar su trabajo con el máximo de eficacia. Específicamente corresponde al Constructor:

- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes del proyecto que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares del proyecto.
- Elaborar el Plan de Seguridad e Higiene acorde con lo dispuesto en Estudio Básico de Seguridad y Salud contemplado en este proyecto, antes del inicio del proyecto y presentarlo al Coordinador de Seguridad y Salud del proyecto.
- Suscribir con el Director del proyecto el acta de replanteo del proyecto.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en el proyecto y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en el proyecto y rechazando, por iniciativa propia o prescripción del Director del proyecto, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.



- Custodiar el Libro de ordenes y seguimiento del proyecto, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Director del proyecto con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales del proyecto y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la ejecución del proyecto.
- Estar al día en sus obligaciones tributarias, así como con la Seguridad Social en el momento de inicio de ejecución del proyecto.

El contratista tiene responsabilidad de la calidad y buena ejecución del proyecto.

También será el único responsable, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio que pudieran costarle, ni por las erradas maniobras que cometiera durante la construcción, siendo a su cuenta y riesgo independientemente de la inspección que de ellas haya podido haber hecho el Técnico Director del proyecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes a los obreros o a los viandantes, en todos los lugares peligrosos del emplazamiento.

Así mismo será responsable ante los tribunales de los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran en el curso del proyecto, debiendo atenerse en todo a las normas de prudencia, así como a las disposiciones y Reglamentos de Policía de la materia.

El contratista con carácter general viene obligado a ejecutar esmeradamente todas las partes del proyecto que se le confían, así como a cumplir rigurosamente todas las condiciones estipuladas en este Pliego o en el Contrato, al igual que cuantas ordenes se le den verbalmente o por escrito por el Técnico Director del proyecto.



Verificación de los documentos del proyecto:

Antes de dar comienzo a la ejecución del proyecto e inmediatamente después de recibidos, el Constructor deberá confrontar la documentación relacionada con el proyecto que le haya sido aportada y deberá informar con la mayor brevedad posible al Director del proyecto sobre cualquier discrepancia, contradicción u omisión solicitando las aclaraciones pertinentes.

Plan de seguridad e higiene:

El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene del proyecto a la aprobación del Director del proyecto de la dirección facultativa.

Oficina en la obra:

El Contratista habilitará en el lugar de emplazamiento del proyecto, o en una zona indicada para ello, una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. Dicha oficina deberá de estar siempre a disposición del Director del proyecto de la Dirección Facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

- En esta Oficina, se guarda y se gestiona la siguiente documentación:
- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Ingeniero proyectista o Director del proyecto.
- La Licencia de Obras o del proyecto.
- El Libro de Ordenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.



- El Libro de incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- La documentación de los seguros mencionada según el punto 10 relativo a las funciones del Contratista.

Responsabilidad del constructor o contratista en el bajo rendimiento de los obreros:

Si de los partes mensuales del proyecto ejecutado que preceptivamente debe presentar el Constructor al Director del proyecto, este advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que este haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Director del proyecto.

Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe de quince por ciento (15%) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deban efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

Limpieza de las obras:

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores de material sobrante, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así



como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que el proyecto ejecutado ofrezca un buen aspecto.

Representación del contratista:

El Constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo del proyecto, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena, y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata. Serán sus funciones las del Constructor según se especifica el principio de este apartado. El Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Director del proyecto para ordenar la paralización del proyecto, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

Trabajos no estipulados expresamente:

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto del proyecto, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos del Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Director del proyecto dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 o del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto:

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las ordenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando este obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las ordenes, avisos o instrucciones que reciba del Director del proyecto.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por estos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor podrá requerir al Director del proyecto las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Reclamaciones contra las ordenes de la dirección facultativa:

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las ordenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, solo podrá presentarlas, a través del Director del proyecto, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero Técnico Director del proyecto, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Director del proyecto, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.



Recusación por el contratista del personal nombrado por el director del proyecto:

El Constructor no podrá recusar al Director del proyecto o personal encargado por éstos de la vigilancia de la ejecución proyecto, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el asunto "Reclamaciones contra las ordenes de la dirección facultativa", pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

Faltas del personal:

El Director del proyecto, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista que aparte del proyecto a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso a lo estipulado en el Pliego de Condiciones particulares, y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general del proyecto.

5.4 CONDICIONES ECONÓMICAS

La garantía, cuyo ámbito de aplicación se muestra a continuación, incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.

El ámbito general de la garantía es el siguiente, constando de dos puntos principales:

- Sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.
- La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.
- Quedan incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
- Asimismo, se debe incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación
- Si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

6. CONDICIONES TÉCNICAS

6.1 SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS

6.1.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Todos los módulos deberán satisfacer la especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como



estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible en indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.

En caso de variaciones respecto de esas características, estas deberán ser aprobadas por la dirección facultativa. Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP54.

Para que un módulo resulte aceptable su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 5\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo. Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante. Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células. La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, el inversor contará los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

6.1.2 INVERSOR

El inversor que se instalará en este proyecto es el Sunny Tripower 15000TL. La ficha técnica correspondiente se podrá encontrar en el anexo correspondiente a fichas técnicas de los equipos.

El inversor utilizado deberá ser capaz de extraer en todo momento la máxima potencia por modo de un seguidor de máxima potencia.

El inversor utilizado deberá satisfacer la norma UNE-EN 62093 para los componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales. Además, también deberá satisfacer la norma UNE-EN 61683 para sistemas fotovoltaicos, acondicionadores de potencia, procedimiento para la medida del rendimiento.

El inversor cumplirá con las directivas comunitarias de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética, incorporando protecciones:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red.

Cada inversor tendrá el control manual de encendido y apagado y conexión-desconexión al interfaz CA.

El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50 % y al 100 % de la potencia nominal, será como mínimo del 92 % y del 94 % respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. El autoconsumo de los



equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.

El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa. Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un periodo mínimo de 3 años.

6.1.3 CABLEADO

En toda la instalación se usará un conductor del catalogo de baja tensión de “PRYSMIAN”, concretamente el AFUMEX CLASS 1000 V (AS), con conductor de cobre electrolítico recocido con una tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV y con aislamiento compuesto por una mezcla de polietileno reticulado (XLPE), capaz de soportar una temperatura máxima de hasta 90°C. Además, está normalizado según la norma UNE 21123.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %, y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 2 %.



Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

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.

6.1.4 ARMARIOS DE PROTECCIÓN

El armario de inversor y protecciones presente en la instalación deberá contar con un grado de protección IP65.

6.1.5 PROTECCIONES

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 en el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

6.1.6 PUESTA A TIERRA

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 en el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

7. NORMAS GENERALES DE MONTAJE

Las instalaciones se realizarán siguiendo las prácticas normales para obtener un buen funcionamiento, por lo que se respetarán las especificaciones e instrucciones de las empresas suministradoras.

El montaje de la instalación se realizará ajustándose a las indicaciones y planos del proyecto.

Cuando en el proyecto sea necesario hacer modificaciones en estos planos o condiciones previstas o sustituir por otros los aparatos aprobados, se solicitará permiso a la Dirección Facultativa.

En todos los equipos se dispondrán las protecciones pertinentes para evitar accidentes. En aquellas partes móviles de las máquinas y motores se dispondrán envolventes o rejillas metálicas de protección.

Durante el proceso de instalación se protegerán debidamente todos los aparatos, colocándose tapones o cubiertas en las tuberías que vayan a quedar abiertas durante algún tiempo.

Una vez finalizado el montaje se procederá a la limpieza total de los tubos tanto exterior como interiormente.

8. RECEPCIÓN Y PRUEBAS

El instalador entregará al usuario un documento en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.



Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este Pliego de Condiciones Técnicas, serán, como mínimo, las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Retirada del emplazamiento de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este periodo el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.



No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.





**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado en Ingeniería Mecánica

TRABAJO FIN DE GRADO

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

**PROYECTO DE PUNTO DE RECARGA DE
COCHE ELÉCTRICO CON INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA**

Autor: Jesús González González.

Profesor: Benjamín Jesús González Díaz.



ÍNDICE PRESUPUESTO Y MEDICIONES

1. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

1.1 CORRIENTE CONTÍNUA

1.2 CORRIENTE ALTERNA

1.3 TOMA TIERRA

2. INSTALACIÓN PUESTOS DE RECARGA.

2.1 CABLEADO

2.2 TOMA TIERRA

3. ELEMENTOS GENERALES.



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Proyecto de puntos de recarga e instalación fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 Instalación fotovoltaica									
SUBCAPÍTULO 01.01 Corriente continua									
01.01.01	m. Conductor AFUMEX CLASS 1000 V (AS) 1X4mm2 Conductor AFUMEX CLASS 1000 V (AS), RZ1-K.conductor de Cu (1x4) mm2 con aislamiento (XLPE). 0,6/1 kV libre de halógenos. Instalación incluyendo conexionado. recocido con aislamiento de mezcla de polietileno reticulado								
	Presupuestos anteriores						55,00		
							55,00	2,94	161,70
01.01.02	u Porta fusibles individual								
	Presupuestos anteriores						2,00		
							2,00	4,71	9,42
01.01.03	u Fusible 16A, 700 V								
	Presupuestos anteriores						2,00		
							2,00	0,82	1,64
01.01.04	ud CAJA GENERAL PROTECCIÓN Caja general protección para protección de la línea.								
	Presupuestos anteriores						1,00		
							1,00	18,20	18,20
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 Corriente continua.....									190,96
SUBCAPÍTULO 01.02 Corriente alterna									
01.02.01	m. Conductor AFUMEX CLASS 1000 V (AS) 4X6mm2 Conductor AFUMEX CLASS 1000 V (AS), RZ1-K.conductor de Cu (4x6) mm2 con aislamiento (XLPE). 0,6/1 kV libre de halógenos. Instalación incluyendo conexionado. recocido con aislamiento de mezcla de polietileno reticulado								
	Presupuestos anteriores						25,00		
							25,00	13,70	342,50
01.02.02	ud CAJA GENERAL PROTECCIÓN Caja general protección para protección de la línea.								
	Presupuestos anteriores						1,00		
							1,00	18,20	18,20
01.02.03	ud Limitador sobret.15 kA 1,2 kV tetrapolar								
	Presupuestos anteriores						2,00		
							2,00	329,05	658,10
01.02.04	u Interruptor magnetotérmico 32 A								
	Presupuestos anteriores						2,00		
							2,00	59,99	119,98
01.02.05	ud Diferencial 4x32A a 30mA AC								
	Presupuestos anteriores						2,00		
							2,00	223,88	447,76
01.02.06	m. Conductor AFUMEX CLASS 1000 V (AS) 4X35mm2 Conductor AFUMEX CLASS 1000 V (AS), RZ1-K.conductor de Cu (4x35) mm2 con aislamiento (XLPE). 0,6/1 kV libre de halógenos. Instalación incluyendo conexionado. recocido con aislamiento de mezcla de polietileno reticulado								
	Presupuestos anteriores						220,00		
							220,00	78,76	17.327,20

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Proyecto de puntos de recarga e instalación fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.02.07	u Contador Bidireccional AC								
	Presupuestos anteriores						1,00		
								229,95	229,95
							1,00	229,95	229,95
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 Corriente alterna.....									19.143,69
SUBCAPÍTULO 01.03 Toma tierra									
01.03.01	ud TOMA DE TIERRA INDEP. CON PICA								
	Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado y 2 m. de longitud, unido mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente de prueba.								
	Presupuestos anteriores						1,00		
								81,94	81,94
							1,00	81,94	81,94
01.03.02	m. Conductor cobre tierra 4 mm²								
	Presupuestos anteriores						55,00		
								1,24	68,20
							55,00	1,24	68,20
01.03.03	m. Conductor cobre tierra 16 mm²								
	Presupuestos anteriores						230,00		
								2,79	641,70
							230,00	2,79	641,70
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 Toma tierra.....									791,84
TOTAL CAPÍTULO 01 Instalación fotovoltaica.....									20.126,49

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Proyecto de puntos de recarga e instalación fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 Instalación eléctrica puntos de recarga									
SUBCAPÍTULO 02.01 Cableado									
02.01.01	m. Conductor AFUMEX CLASS 1000 V (AS) 4X10mm2 Conductor AFUMEX CLASS 1000 V (AS), RZ1-K.conductor de Cu (4x10) mm2 con aislamiento (XLPE). 0,6/1 kV libre de halógenos. Instalación incluyendo conexionado. recocido con aislamiento de mezcla de polietileno reticulado								
	Presupuestos anteriores						920,00		
							920,00	22,55	20.746,00
02.01.02	ud Limitador sobret.15 kA 1,2 kV tetrapolar								
	Presupuestos anteriores						4,00		
							4,00	329,05	1.316,20
02.01.03	u Interruptor magnetotérmico 32 A								
	Presupuestos anteriores						4,00		
							4,00	59,99	239,96
02.01.04	ud Diferencial 4x32A a 30mA AC								
	Presupuestos anteriores						4,00		
							4,00	223,88	895,52
									23.197,68
SUBCAPÍTULO 02.02 Toma tierra									
02.02.01	m. Conductor cobre tierra 10 mm2								
	Presupuestos anteriores						920,00		
							920,00	1,91	1.757,20
									1.757,20
									24.954,88

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Proyecto de puntos de recarga e instalación fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 Elementos generales									
03.01	u SMA inversor sunny tripower 1500TL-30								
	Presupuestos anteriores						1,00		
								2.749,90	2.749,90
03.02	u Módulos fotovoltaicos Jinko Solar 265W 60 células								
	Presupuestos anteriores						45,00		
								229,77	10.339,65
03.03	u Cargador RVE-WB-MIX-SMART-TRI 7,4 Kw								
	Presupuestos anteriores						4,00		
								1.121,67	4.486,68
03.04	u Marquesinas Aplisun PV2-2								
	Presupuestos anteriores						3,00		
								7.896,92	23.690,76
							3,00		
	TOTAL CAPÍTULO 03 Elementos generales								41.266,99
	TOTAL								86.348,36

RESUMEN DE PRESUPUESTO**Proyecto de puntos de recarga e instalación fotovoltaica**

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	Instalación fotovoltaica.....	20.126,49	23,31
-01.01	-Corriente alterna.....	19.143,69	
-01.02	-Corriente continua.....	190,96	
-01.03	-Toma tierra.....	791,84	
2	Elementos generales.....	41.266,99	47,79
3	Instalación eléctrica puntos de recarga.....	24.954,88	28,90
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	86.348,36	
	13,00% Gastos generales.....	11.225,29	
	6,00% Beneficio industrial.....	5.180,90	
	SUMA DE G.G. y B.I.	16.406,19	
	CONTROL DE CALIDAD.....	870,00	
	SEGURIDAD Y SALUD.....	2.175,00	
	SUMA	3.045,00	
	6,50% I.V.A.....	6.876,97	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	112.676,52	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	112.676,52	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO DOCE MIL SEISCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

Tenerife, a 15 Septiembre 2019.

El promotor

La dirección facultativa

