

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 50KW EN CUBIERTA PLANA DE GIMNASIO

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

DEPARTAMENTO: EXPRESIÓN GRÁFICA, DISEÑO Y PROYECTOS

ÁREA DE CONOCIMIENTO: EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA

AUTOR: ANDRÉS MONCADA SALAS

TUTOR: JOSÉ LUÍS MARTÍNEZ TORRES

COTUTOR: JORGE PÉREZ GARCÍA

En Málaga, a 1 de julio de 2023

MEMORIA

INDICE DE CONTENIDOS

1	ANTECEDENTES	7
2	OBJETO	7
3	REGLAMENTO Y LEGISLACIÓN.....	7
4	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	9
5	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.....	10
5.1	Descripción de un sistema interior de autoconsumo	10
5.2	Descripción de un sistema	12
5.2.1	Generadores fotovoltaicos.....	12
5.2.2	Estructura soporte.....	13
5.2.3	Inversores	14
5.2.4	Conexión eléctrica de corriente continua	15
5.2.5	Protecciones en la parte de corriente continua.....	16
5.2.6	Conexión eléctrica de corriente alterna.....	17
5.2.7	Sistema de seguimiento y medición.....	18
5.3	TRABAJOS PREVIOS DE ACONDICIONAMIENTO DE LA CUBIERTA.....	18
6	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	18
	ANEXO I. DATOS CLIMÁTICOS	20
	ANEXO II. CÁLCULOS DE CONSUMO	23
	ANEXO III. CÁLCULO DE PRODUCCIÓN.....	28
1	DIMENSIONAMIENTO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO	28
2	CONFIGURACIÓN DE STRINGS.....	32
3	CÁLCULO ENERGÉTICO	33
4	ORIENTACIÓN Y SOMBREO	37
5	DISTRIBUCIÓN DE STRINGS	39
6	CÁLCULO CARGAS DE VIENTO	41
7	CÁLCULO SOBRECARGA DE USO	43
8	SECCIÓN DE CONEXIONES ELÉCTRICAS Y PROTECCIONES	43
	ANEXO IV. TABLAS DE PRODUCCIÓN COMPARATIVAS	46

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Imagen 5.1. Esquema general de conexión</i>	10
<i>Imagen Anexo II. 1. Distribución anual de tipos de cargas</i>	24
<i>Imagen Anexo II.2. Distribución de consumos verano lunes a viernes</i>	25
<i>Imagen Anexo II.3. Distribución de consumos verano fin de semana</i>	25
<i>Imagen Anexo II.4. Distribución de consumos invierno lunes a viernes</i>	25
<i>Imagen Anexo II.5. Distribución de consumos invierno fin de semana</i>	26
<i>Imagen Anexo II.6. Distribución de primavera-otoño lunes a viernes</i>	26
<i>Imagen Anexo II.7. Distribución de consumos primavera-otoño fin de semana</i>	26
<i>Imagen Anexo III.1. Curva Corriente-Voltaje y Radiación</i>	29
<i>Imagen Anexo III.2. Curva Potencia-Voltaje y Radiación</i>	29
<i>Imagen Anexo III.3. Curva Corriente-Tensión y Temperatura</i>	30
<i>Imagen Anexo III.4. Curva Eficiencia-Potencia del inversor</i>	31
<i>Imagen Anexo III.5. Radiación global por meses</i>	33
<i>Imagen Anexo III.6. Temperaturas media mensuales</i>	33
<i>Imagen Anexo III.7. Altura solar</i>	34
<i>Imagen Anexo III.8. Irradiación solar mensual</i>	34
<i>Imagen Anexo III.9. Irradiación solar horizontal media</i>	35
<i>Imagen Anexo III.10. Irradiación para 30º y 32º</i>	35
<i>Imagen Anexo III.11. Distribución de la energía fotovoltaica producida</i>	36
<i>Imagen Anexo III.12. Distancia entre paneles</i>	37
<i>Imagen Anexo III.13. Rendimiento inversores</i>	40
<i>Imagen Anexo III.14. Mapa de viento</i>	41
<i>Imagen Anexo III.15. Fuerza efectiva del viento</i>	42
<i>Imagen Anexo IV.1. Producción comparativa de enero</i>	46
<i>Imagen Anexo IV.2. Producción comparativa de febrero</i>	46
<i>Imagen Anexo IV.3. Producción comparativa de marzo</i>	47
<i>Imagen Anexo IV.4. Producción comparativa de abril</i>	47
<i>Imagen Anexo IV.5. Producción comparativa de mayo</i>	47
<i>Imagen Anexo IV.6. Producción comparativa de junio</i>	48
<i>Imagen Anexo IV.7. Producción comparativa de julio</i>	48

<i>Imagen Anexo IV.8. Producción comparativa de agosto</i>	48
<i>Imagen Anexo IV.9. Producción comparativa de septiembre</i>	49
<i>Imagen Anexo IV.10. Producción comparativa de octubre</i>	49
<i>Imagen Anexo IV.11. Producción comparativa de noviembre</i>	49
<i>Imagen Anexo IV.12. Producción comparativa de diciembre</i>	50
<i>Imagen Anexo IV.13. Producción comparativa anual</i>	50
<i>Imagen Anexo IV.14. Comparación energía total consumida</i>	51
<i>Imagen Anexo IV.15. Consumo de potencia eléctrica sin instalación fotovoltaica</i>	52
<i>Imagen Anexo IV.16. Consumo de potencia eléctrica con instalación fotovoltaica</i>	52

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 4.1. Datos de emplazamiento</i>	10
<i>Tabla 5.1. Especificaciones técnicas panel fotovoltaico</i>	13
<i>Tabla 5.2. Especificaciones técnicas de inversor</i>	14
<i>Tabla Anexo I.1. Radiación global</i>	20
<i>Tabla Anexo I.2. Radiación difusa</i>	20
<i>Tabla Anexo I.3. Radiación directa</i>	20
<i>Tabla Anexo I.4. Valor medio de temperatura ambiente</i>	21
<i>Tabla Anexo I.5. Valor máximo de temperatura ambiente</i>	21
<i>Tabla Anexo I.6. Valor mínimo de temperatura ambiente</i>	21
<i>Tabla Anexo I.7. Dirección predominante del viento</i>	22
<i>Tabla Anexo I.8. Resumen de datos climáticos ciudad de Málaga 2019</i>	22
<i>Tabla Anexo III.1. Características del panel fotovoltaico</i>	28
<i>Tabla Anexo III.2. Característica de inversor</i>	31
<i>Tabla Anexo III.3. Datos climáticos en la ciudad de Málaga</i>	36
<i>Tabla Anexo III.4. Parámetros resultantes de los strings</i>	40
<i>Tabla Anexo III.5. Coeficientes para tipo de entorno</i>	42
<i>Tabla Anexo III.6. Caída de tensión tramo de corriente continua</i>	44
<i>Tabla Anexo III.7. Caída de tensión tramo de corriente alterna</i>	44
<i>Tabla Anexo III.8. Diámetro de canalizaciones de protección</i>	45
<i>Tabla Anexo IV.1. Consumos totales anuales con y sin apoyo fotovoltaico</i>	51

1 ANTECEDENTES

La sociedad Ingesport, dispone de diversos centros deportivos a lo largo de la geografía nacional, siendo la mayor entidad en el sector. Dichas instalaciones, bajo en nombre comercial GO-FIT dan servicio a los clientes en diversas áreas deportivas, como son las salas de fitness, salas de ejercicio cardiovascular, sesiones deportivas específicas, piscina, spa, duchas y aseos y otras actividades en colaboración con asociaciones.

Así pues, estos establecimientos, cuyo horario de apertura es continuo durante el día con apertura a diario (excepto días señalados) y en base al número de usuarios, presenta un gasto energético significativo para su funcionamiento.

Toda la red de establecimientos está compuesta de edificios singulares para el uso único y exclusivo de esta actividad, lo que permite una gestión independiente de su energía y aplicar medidas de ahorro en los consumos energéticos derivados de la misma.

A tenor de las directivas europeas emitidas por El Consejo de la Unión Europea, donde se acuerda entre los países miembros una reducción del 36% de la energía final y un 39% de la energía de consumo primaria para el 2030, así como la escalada en los precios de la energía que han tenido lugar en el último año, el ahorro energético, la eficiencia energética de las instalaciones y el aporte de energías de fuentes renovables son ejes fundamentales en la planificación del desarrollo empresarial actual.

2 OBJETO

La instalación objeto de este proyecto trata del establecimiento GO-FIT de Ingesport ubicado en el barrio de Huelin, Málaga. Tras su apertura en 2013, no se ha realizado mejoras en el ámbito de aporte energético a través de las renovables convencionales.

Este edificio goza de una cubierta plana mayoritariamente despejada sin uso ni acceso, así como la lejanía a otros edificios y elementos de sombreado, lo que hace factible una instalación fotovoltaica de aporte energético que ayude a paliar el gasto energético diario que requieren sus instalaciones.

Por lo tanto, como eje principal de este proyecto se va a proceder al cálculo y justificación de la instalación de un generador eléctrico fotovoltaico que aporte parcialmente la demanda de energía eléctrica.

3 REGLAMENTO Y LEGISLACIÓN

La normativa de aplicación a fecha de redacción del presente proyecto, sea de ámbito nacional o regional, que es de aplicación a los cálculos e instalación, así como otras operaciones posteriores para su mantenimiento es la siguiente:

Real Decreto Ley 29-2021, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables.

Orden TED/1247/2021, de 15 de noviembre, por la que se modifica, para la implementación de coeficientes de reparto variables en autoconsumo colectivo, el anexo I del Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Instrucción Conjunta 1/2021 de la Dirección General de Energía de la Consejería de Hacienda y Financiación Europea y de la Dirección General de Calidad Ambiental y Cambio Climático de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, sobre tramitación coordinada de los procedimientos de autorizaciones administrativas de las instalaciones de energía eléctrica, competencia de la comunidad autónoma de Andalucía, que se encuentren sometidas a autorización ambiental unificada

Resolución de 5 de marzo de 2020, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueba el formulario de comunicación de instalaciones existentes de autoconsumo de conformidad al Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.

Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Resolución de 26 de marzo de 2018, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se modifica la Instrucción Técnica Componentes (ITC-FV-04) de la Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas.

Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

Instrucción 1/2016 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre tramitación y resolución de los procedimientos de autorización de las instalaciones de energía eléctrica competencia de la comunidad autonómica de Andalucía.

Real Decreto 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.

Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

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 1544/2011, de 31 de octubre, por el que se establecen los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución que deben satisfacer los productores de energía eléctrica.

ORDEN de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas

Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

INSTRUCCION de 12 de mayo de 2006, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, complementaria de la Instrucción de 21 enero de 2004.sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red.

RESOLUCION de 23 de febrero de 2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se establecen normas complementarias para la conexión de determinadas instalaciones generadoras de energía eléctrica en régimen especial y agrupaciones de las mismas a las redes de distribución en baja tensión.

RESOLUCION de 5 de mayo de 2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueban las Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad de la empresa distribuidora de energía eléctrica, Endesa Distribución, SLU, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

INSTRUCCION de 21 de enero de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para la 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.

Guía Técnica de aplicación GUIA-BT-40, sobre instalaciones generadoras de baja tensión del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, de septiembre de 2013.

Guía Técnica de aplicación GUIA-BT-ANEXO 4, sobre la verificación de las instalaciones eléctricas, del ministerio de Ciencia y Tecnología, de septiembre de 2003.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

LEY 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.

4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación fotovoltaica de 50,3 KW objeto de este estudio se ubica en la cubierta plana no transitable de un edificio de hormigón armado con uso deportivo, situado en Paseo de Antonio Machado 50, de Málaga.

Este emplazamiento se encuentra frente al paseo marítimo, careciendo de barreras arquitectónicas en orientación este-sur-oeste. La cubierta se encuentra a una altura de 8 metros del suelo aproximadamente, sobre la planta alta del edificio.

Su planta es rectangular en varios subniveles, por lo que los generadores serán instalados en dos secciones rectangulares de distinto nivel, sin que por ello se pueda ver afectado su rendimiento. Estas cubiertas rectangulares tienen una orientación predominante de 55º este, por lo que las filas de generadores, dispuestas a orientación sur, quedarán giradas 55º respecto a la línea de fachada.

Datos de emplazamiento	
Localidad:	Málaga
Altitud:	8,00 m
Hemisferio:	NORTE
Latitud:	36º 42'17.47" N
Longitud:	4º 25'58.63" O
Coordenadas UTM	Abscisa: 372008.21E
	Norte: 4063092.44 N
	Huso: 30 S

Tabla 4.1. Datos de emplazamiento

En el perímetro aledaño limita:

- Al nor-este con el Parque de Huelin, con jardines y arboleda de porte bajo no superior a 6 metros.
- Al nor-oeste, zona peatonal y arboleda de baja altura, marquesinas y equipamiento urbano.
- Al sur-oeste, aparcamiento soterrado y en superficie y pistas deportivas a nivel de calle.
- Al sur-este, vía de servicio rodada y zona peatonal.

Esta descripción de los alrededores denota que no podrá construirse y elevarse ningún objeto de forma permanente que pueda perjudicar la instalación por efectos de sombra. No obstante, este objeto del proyecto es de baja altura y en la manzana se compone de edificios altos que lo rodean entre las orientaciones norte y oeste, lo que se tendrá en cuenta para las acciones del viento y lastrada de la instalación.

Debido al uso deportivo del edificio, tiene un uso casi diario de sus instalaciones, con horarios de apertura y cierre prolongados y un alto consumo energético tanto por climatización como calefacción de los vasos de piscina. El aporte energético renovable se concentrará en las horas de uso de las instalaciones y por tanto, en las de mayor consumo.

La instalación dado que producirá en todo caso por debajo de la demanda existente del edificio, y por su naturaleza de generación energética con fuentes alternativas para apoyo, se le realizará la conexión a la red eléctrica para la venta o compensación de las cuotas.

5 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

Un sistema fotovoltaico conectado a red consiste en la instalación de generadores fotovoltaicos que transforma la radiación solar en energía eléctrica, e inversores que convierten la corriente continua en alterna de suficiente calidad para poder ser conectada a la red eléctrica de consumo sin alterar los estándares de calidad de las condiciones de suministro de la compañía eléctrica.

5.1 Descripción de un sistema interior de autoconsumo

Según establece la legislación vigente, los aspectos mínimos que debe cumplir una instalación fotovoltaica conectada a red son los que a continuación se enumeran:

- La instalación se ha de realizar de acuerdo con el siguiente esquema unifilar:

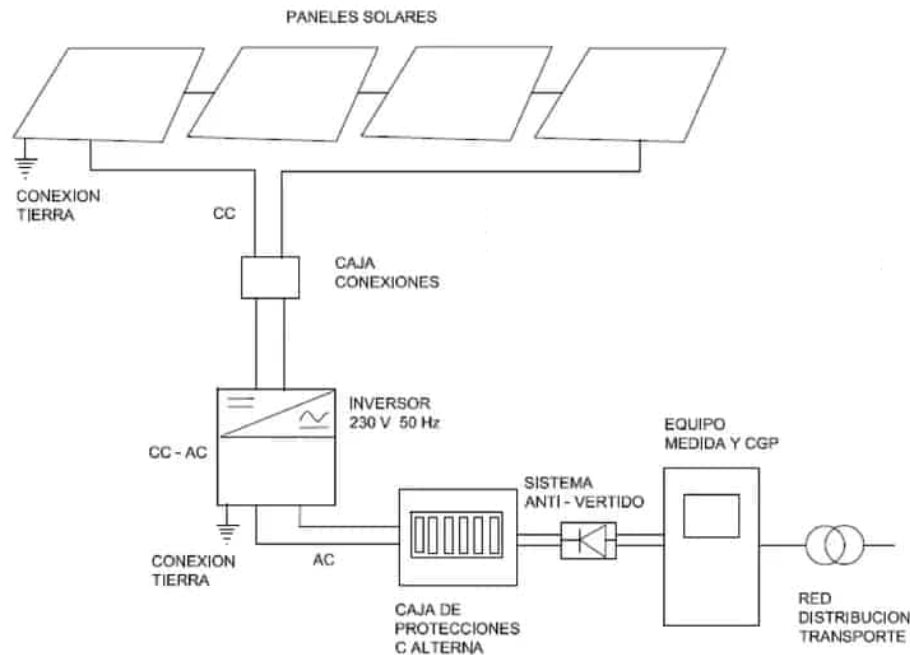


Imagen 5.1. Esquema general de conexión

- Si la suma de potencia nominal de los inversores es superior a 5KW la conexión será trifásica.
- La variación de tensión provocada por la conexión y desconexión de la instalación a la red será trifásica.
- Se procurará que el factor de potencia sea lo más próximo a la unidad.
- En caso de conexión con vertido a red, se dispondrá de un contador de energía de salida y otro de entrada de energía o uno bidireccional. Todos ellos serán de clase 2 y precintados. La corriente nominal de salida de los inversores ha de estar comprendida entre el 50% de la corriente nominal y la corriente máxima de precisión del contador.
- Las protecciones a instalar entre el inversor y la red de la compañía han de ser las siguientes:
 - Interruptor magnetotérmico en el punto de conexión, accesible a la E.D.
 - Interruptor automático de la interconexión con relé de enclavamiento, estos accionados por variación de tensión y de frecuencia.
 - Los inversores han de cumplir los niveles de emisión e inmunidad frente a armónicos y compatibilidad electromagnética de acuerdo a la legislación.
 - Las tomas de tierra de la instalación fotovoltaica serán independientes de la del neutro de la E.D. y de las masas de la edificación.

5.2 Descripción de un sistema

La instalación fotovoltaica objeto de estudio, se realizará sobre la cubierta del edificio descrito en el apartado 4 de esta memoria, cuya inclinación a los efectos de cálculo se tomará de 0º frente a la horizontal solar.

El sistema fotovoltaico proyectado estará compuesto por:

- generadores fotovoltaicos
- estructuras soporte,
- unidad de acondicionamiento de potencia (generador)
- sistemas de medición y protección del sistema.

La potencia total de la instalación será de **50 KW** (potencia nominal de la suma de inversores), aunque la potencia máxima generada, teniendo en cuenta la tolerancia de potencia de los generadores fotovoltaicos, puede llegar a 51,15 KW. La instalación irá conectada a red para la venta de la energía producida.

5.2.1 Generadores fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos que se pretenden instalar en el presente proyecto deberán cumplir los siguientes requisitos básicos:

Han de estar diseñados y contruidos de forma que cumplan toda la normativa vigente de homologación.

1. El módulo fotovoltaico deberá superar toda la normativa vigente en Europa aplicable a los mismos y estar correctamente homologado.
2. Se procurará que la relación Precio/Wp sea lo más baja posible.
3. Características eléctricas adecuadas: La tensión de máxima potencia, de circuito abierto, corriente de cortocircuito, máxima potencia y pico sean lo más similar posible, procurando que se cumpla una tolerancia de estos parámetros de unos $\pm 3\%$ para grandes instalaciones y un $\pm 5\%$ para pequeñas.
4. TONC lo más bajo posible.
5. Facilidad de interconexión de módulos.
6. Facilidad de fijación del módulo a estructura soporte.

Teniendo en cuenta los requerimientos anteriores, el sistema fotovoltaico estará formado por un total de 110 **módulos fotovoltaicos** de lámina delgada de silicio monocristalino de 460 W (+5 W de tolerancia), con 6 filas de 24 células cada uno. Esto generadores serán conectados en filas de 10 o 15 unidades y conectadas en paralelo según indicaciones del esquema unifilar hasta conseguir la tensión máxima de entrada en los inversores de potencia sin superar la corriente máxima.

También se tendrán en cuenta las tensiones mínimas de cada string necesarias para el arranque de cada entrada de inversor. Las especificaciones técnicas quedan resumidas en la tabla 5.1., las cuales únicamente podrán ser modificados con la autorización expresa de la dirección técnica de la instalación.

Fabricante	Shanghai JA Solar Technology Co. Ltd.	Tecnología de células	Monocrystalino
Módulo fotovoltaico	JAM72S20-460/MR (1000V)	Certificación	EU
Características eléctricas		Coefficientes de temperatura	
Potencia nominal	460 Wp	Tensión Mpp	---
Tolerancia de potencia	-0,00/+5,00W	Tensión en vacío	-0,27%/°C
Tensión MPP	42,13 V	Corriente c.c.	0,04%/°C
Corriente MPP	10,92 A	Degradación por envejecimiento	
Tensión en vacío	50,01 V	Tolerancia de tensión en vacío	0,00%
Corriente de cortocircuito	11,45 A	Tolerancia de tensión MPP	0,00%
Tensión admisible	1000 V	Tolerancia de corriente MPP	0,00%
Rendimiento	20,70%	Tolerancia a la corriente CC	0,00%
Toma a tierra	No necesita	Condiciones de funcionamiento	
Características dimensionales		Rango de temperatura	-40°C
Número de células	144 ud	Corriente máxima	20 A
Anchura	1052 mm	Carga máxima frontal	5400 Pa
Longitud	2112 mm	Carga máxima trasera	2400 Pa
Peso	24,70 kg	NOCT	45 ± 2°C
Conectado de enchufe	MC4 –EVO2	Otras características	
Características eléctricas (NOCT)		Número de células	6x24 ud
Potencia nominal	348 Wp	Caja de conexión	3 diodos
Tensión MPP	39,65 V	Sellado ambiente	IP68
Corriente MPP	8,76 A	Cable conexión positivo	300 mm
Tensión en vacío	47,38 V	Cable conexión negativo	400 mm
Corriente de cortocircuito	9,33 A		

Tabla 5.1. Especificaciones técnicas panel fotovoltaico

5.2.2 Estructura soporte

La disposición de los paneles estará dispuesta con orientación sur, con una inclinación de 30° sobre el horizonte solar. Dado que la cubierta de instalación es plana, estos paneles serán alzados y soportados por una estructura supletoria que proporcione dicha inclinación.

Teniendo en cuenta los 24,5 Kg de peso de cada panel, así como los efectos del viento considerados en el anexo de cálculo correspondiente del presente proyecto, se empleará estructuras prefabricadas de aluminio EN-AW-6005A premontado, para agrupaciones de 3 paneles o múltiplos, con tornillería de montaje de acero inoxidable A2-70. En los casos necesarios se emplearán unidades ensambladas para 1 o 2 paneles en las filas pares de paneles.

La estructura soportará rachas de viento de hasta 150 Km/h y será lastrada por bloque de hormigón prefabricado dispuesto en la base y atornillados en los rastreles horizontales. En ningún caso se empleará tornillos directamente sobre la cubierta que puedan dañar la impermeabilización de la misma.

5.2.3 Inversores

El inversor transforma la corriente continua producida por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna para su vertido a red con las características principales de 50-60 Hz y tensión de salida de 230-400 V. Los inversores a instalar deberán cumplir los siguientes requisitos básicos:

- Han de estar diseñados y contruidos de forma que cumplan toda la normativa vigente de homologación.
- El inversor deberá superar toda la normativa vigente en Europa aplicable a los mismos y estar correctamente homologado.
- Permitir la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, evitando el funcionamiento en isla, con lo cual se garantiza la seguridad de los operarios de la compañía distribuidora.
- Deberá actuar como controlador permanente de aislamiento para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de resistencia de aislamiento.
- Estarán diseñados para su uso a intemperie para las condiciones climáticas de la zona.

Cada subgenerador descargará a un inversor de red de 25 KW de potencia nominal, de salida trifásica en baja tensión, con las tolerancias según la normativa vigente de instalaciones generadoras establecidas en el apartado 3 respecto a variaciones de tensión y frecuencia admisibles.

En total la instalación contará con dos inversores de igual potencia SMA STP 25000TL-30, de 25,55KW de potencia máxima para cubrir la demanda energética, con tensión máxima de entrada por entrada de 1000V y dos seguidores de punto de máxima potencia (uno por entrada). Cada una de las entradas tendrá un vamos máximo de 33A, siento 43A la corriente de cortocircuito. Las especificaciones técnicas quedan recogidas en la tabla 5.2. que no podrán ser modificados sin la supervisión de la dirección técnica.

Fabricante	SMA	Rendimiento	
Modelo	STP 25000TL-30	Coef. Máx.	98,2%
		Rendimiento EU	98,1%
Valores de entrada		Valores de salida	
Potencia máx. CC	25,55 KW	Potencia aparente CA	25 KVA
Pot. Max. Generador	45 KW	Potencia activa máx. CA	25 KW
Tensión de entrada máxima	1000 V	Potencia asignada	25 KW
Tensión asignada entrada	600 V	Factor de desfase min.	0,0
Tensión de entrada mínima	150 V	Tensión nominal de CA	160-280 V
Tensión de arranque	188 V	Frecuencia de red CA	44-65 Hz
Tensión máx. del MPP	800 V	Fases de inyección	3
Corriente de entrada máx.	33 A	Máx. corriente de salida	36,2 A
Corriente de CC máx.	43 A		
Strings por entrada del MPP	3/3		
Características dimensionales			
Dimensiones	661/682/264 mm	Consumo nocturno	1W
Peso	61 kg	Emisión de ruido	51 dB(A)
Sellado ambiente	IP65	Rango de temperatura	-25/60°C

Tabla 5.2. Especificaciones técnicas de inversor

Los equipos inversores se ubicarán en la planta alta del edificio, justo bajo la cubierta, minimizando así el recorrido de cableado de corriente continua. Desde los inversores bajará la línea de salida con corriente alterna por el patinillo de instalaciones hasta el cuadro general de protecciones de la instalación existente hasta las protecciones instaladas al efecto.

La ubicación y disposición de los inversores se realizará teniendo en cuenta las distancias mínimas a elementos fijos reflejado en planos.

5.2.4 Conexión eléctrica de corriente continua

Los paneles fotovoltaicos deberán incluir el cableado de conexión positivo y negativo suficiente para conectar paneles consecutivos sin necesidad de entronques o empalmes. Al final de cada serie se conectará al cableado de distribución hasta las cajas de unificación, donde se unirán a los otros strings y discurrirá por bandeja metálica con tapa elevada del suelo al menos 5 cm. Dichas bandejas serán soportadas por patas apoyadas a la cubierta que en ningún caso serán atornilladas a esta, pero si pudiendo ser lastradas para evitar el movimiento por acciones ambientales. En la instalación con recorrido interior del edificio se dispondrá canaletas superficiales de PVC con disposición vertical por pared.

La conexión en serie de los módulos que componen cada generador se realizará en las cajas de conexiones, y se colocarán tan cerca de los módulos como sea posible para mantener cortos los cables de las cadenas y plenamente eficaz el protector contra sobretensión incluido en ellas. Las cajas de conexión presentarán un grado de protección mínima IP 64 caso de ubicarse a la intemperie y aislamiento clase II, las fijaciones serán estancas y deberán estar apretadas firmemente. Serán de dimensiones adecuadas, quedando claramente identificados en su interior cada uno de los circuitos, y deberán instalarse en un lugar accesible.

Todo el cable usado en el exterior tendrá el aislamiento y resistencia eléctrica que favorezca su conservación y evite en todo caso derivaciones y contactos eléctricos indirectos. El cable en el interior del edificio será libre de halógenos y baja emisión de humos, según la reglamentación de aplicación vigente.

Por su lado, el cableado de continua utilizados serán unipolares de cobre electrolítico, tipo RV-K, con una tensión de servicio de 0,6/1 KV, clase 5, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), de forma superficial aprovechando la propia estructura soporte de los módulos.

Descripción cable conductor:

- Metal: cobre electrolítico.
- Flexibilidad: clase 5; según UNE 21 022.
- Tª máx. en el conductor: 90°C en servicio continuo, 250°C en cortocircuito, según la norma UNE 21123-2.
- Aislamiento: Aislado con polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX2 s/HD 603-1.
- Cubierta: De PVC tipo DMV-18 s/HD 603-1 de color negro.

Características del cable:

- Norma constructiva: UNE 21123-2
- Tª de servicio (instalación fija): -25 +90°C
- Tensión nominal de servicio: 0,61/1 KV
- Ensayo de tensión en C.A. durante 5 minutos: 3.500 V
- Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 50265-2-1; IEC 60332-1; NFC 32070-C2
- No propagación del incendio: IEEE 383
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; Emisión C1H<14%
- Cable Flexible Resistencia a la absorción de agua.
- Resistencia a los rayos ultravioletas.
- Resistencia a los aceites y ácidos.

La sección de todos los conductores será la suficiente para asegurar que las pérdidas de tensión en cables y cajas de conexión sean igual o inferior a los valores especificados en los datos generales del proyecto de la tensión de trabajo del sistema en cualquier condición de operación (ΔV entre paneles 1,50% + ΔV entre paneles e inversor 1,50% + ΔV entre paneles y resto de la red 2,00%). Todos los cables han de ser adecuados para uso en intemperie, al aire o enterrado.

Las secciones empleadas en el presente proyecto son de 6 mm, que deberán cumplir el trazado dispuestos en planos sin incrementar su longitud y por tanto, manteniendo así la caída de tensión en los límites establecidos. Las secciones de conductor no podrán ser alteradas sin justificación de cálculo previa ni aprobación técnica. Cada sección de cable dispondrá de un

5.2.5 Protecciones en la parte de corriente continua

La instalación ha de contar con los requerimientos que se exigen y están expuestas en el 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, así como con la propuesta de seguridad del pliego técnico que nos ocupa y deberá de contar con los siguientes elementos de desconexión, protección aislamiento y detección que se indican a continuación.

- a) Protección contra los contactos directos e indirectos:
 - Aislamiento clase II en todos los componentes: módulos, cableado, cajas de conexión, etc.
 - El generador fotovoltaico tendrá la configuración de flotante (sistema de tierra IT), en los que tanto el polo positivo como el negativo están aislado de tierra.
 - Todas las masas (elementos metálicos, estructura soportes, marcos de paneles) estarán unidos rígidamente y en conexión equipotencial al sistema de puesta en tierra.
- b) Protección contra sobreintensidades:
 - Como medida de protección frente a cortocircuitos, se realizará la conducción separada del positivo y del negativo. Además se protegerán los ramales mediante fusibles de 6 A.
 - Se instalará un interruptor (seccionador) en carga en las cajas de unión del string o en la línea de salida hacia el inversor para desconectar el inversor del generador, y otro para cortocircuitar el generador cuando se desconecte del inversor (para que no trabaje en circuito abierto). De esta forma se facilitarán las operaciones de mantenimiento.
- c) Protección contra sobretensiones:
 - Debido a la gran masa metálica que ocupa el campo de paneles se encuentra expuesto a las consecuencias de impactos directos e indirectos de rayos.
 - El riesgo potencial dependerá de diferentes factores como son la propia extensión del generador y la frecuencia de tormentas en la zona, pero aunque la instalación se encuentra en una zona de baja frecuencia de tormentas, para evitar sobretensiones se conectarán tanto al conductor positivo como negativo descargadores de sobretensión. Se colocarán descargadores de sobretensiones en las cajas portafusibles para proteger los módulos y los inversores.

5.2.6 Conexión eléctrica de corriente alterna

Todo el cableado de la instalación será unipolar de cobre electrolítico, tipo RV-K, con una tensión de servicio de 0,6/1 KV, clase 5, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), pudiéndose emplear tanto en montajes superficiales como subterráneos. En el presente proyecto transcurrirá en tubo canaleta superficial de pvc con tapa, registrable, con recorrido por pared y falso techo desmontable.

La sección de estos conductores será la adecuada para asegurar caídas de tensión inferiores al 2% como se indica en el anexo de cálculo correspondiente. El recorrido no podrá verse incrementado sin justificación técnica que mantenga esta caída de tensión bajo el límite establecido.

Las cajas de conexión presentarán un grado de protección mínima IP 64 y aislamiento clase II. Serán de dimensiones adecuadas, quedando claramente identificados en su interior cada uno de los circuitos.

El recorrido se realizará entre los inversores y el cuadro general de protecciones sin realizar ningún entronque, empalme o cambio de sección. La conexión se ejecutará directamente a las protecciones contra sobre tensión que posteriormente serán conectadas a protección diferencial específica para la instalación según esquema unifilar.

Protecciones en la parte de corriente alterna

La instalación ha de contar con los requerimientos que se exigen y están expuestas en el 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 así como con la propuesta de seguridad del pliego técnico del presente proyecto y deberá de contar con los siguientes elementos de desconexión, protección aislamiento y detección que se indican a continuación.

- a) Protección contra los contactos directos e indirectos:
 - Todas las partes metálicas serán conectadas al sistema de puesta en tierra.
- b) Protección contra sobreintensidades:
 - Para evitar cortocircuitos y sobrecargas se emplearán interruptores magnetotérmicos.
 - Se instalará un interruptor general manual, que será un interruptor magnetotérmico omipolar con poder de corte superior a la corriente de cortocircuito indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. Este interruptor será accesible en el cuadro principal de la instalación, con objeto de poder realizar la desconexión manual, que permita la realización, de forma segura, de labores de mantenimiento en la red de la compañía eléctrica.
- c) Protección contra sobretensiones:
 - Sobre el cableado de alterna se pueden generar sobretensiones tanto de origen atmosférico como procedente de la red.
 - Se colocarán descargadores de sobretensiones a la salida del inversor para protegerse a éste.
 - El interruptor diferencial ha de ser capaz de cortar la tensión en el momento de detectar una fuga a tierra a través de una persona o animal. Este corte de corriente lo realizará en función de la sensibilidad del diferencial. La peligrosidad de los efectos que se puedan producir depende de la intensidad de la corriente y de su duración.
 - Se optará por un diferencial que proteja perfectamente a las personas, aunque los cables de corriente alterna irán bajo tubo.

- d) Protección de la calidad del suministro:
- Se instalará un Interruptor automático de la interconexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a relés de tensiones y frecuencias máximas y mínimas.
 - Separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y la instalación fotovoltaica, por medio, en este caso, en un transformador de aislamiento incluido en el inversor.
 - Protección contra el funcionamiento en isla. El interruptor automático de la interconexión impide este funcionamiento.

Estas protecciones, una vez comprobadas, deben quedar precintadas por la compañía distribuidora y, por su parte, el rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de baja tensión de la instalación fotovoltaica, será automático una vez restablecida la tensión por la compañía distribuidora.

5.2.7 Sistema de seguimiento y medición

Cada inversor dispondrá de una conexión a red de datos por la que serán volcados los datos de producción en tiempo real, así como la gestión de la energía. Por otro lado, en el cuadro de protecciones general del edificio, junto al punto de conexión de la instalación, será montado un analizador de red donde pueda verse los valores totales de la producción. Este analizador será conectado al sistema de gestión de los inversores mediante bus de datos, realizando así la gestión de autoconsumo y evitando el vertido de posibles excedentes a la red.

El sistema de inversores especificados dispone de una interface con conexión a internet que permite la gestión remota de los equipos, así como el volcado de datos de distintos parámetros en tiempo real de producción eléctrica.

5.3 TRABAJOS PREVIOS DE ACONDICIONAMIENTO DE LA CUBIERTA

Actualmente, si bien la cubierta esta generalmente despejada, existe equipos de climatización y otras pequeñas instalaciones que si bien no requieren su desplazamiento, si puede necesitarlo las instalaciones de conexión eléctrica y canalizaciones de suministro de agua. Por ello, se realizará un replanteo inicial de la instalación y se desplazarán aquellos elementos que puedan interferir la instalación o generar sombras sobre los paneles.

6 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los sistemas fotovoltaicos se caracterizan por precisar muy poco mantenimiento, debido principalmente a la ausencia de partes móviles y de consumibles. Se ha dividido en dos grupos las operaciones de mantenimiento a llevar a cabo; una la deberá realizar personal técnico (vienen incluida en el contrato de mantenimiento que se firma con la empresa de ingeniería) y otra la llevará a cabo el usuario.

Las operaciones de mantenimiento serán llevadas a cabo por el personal propio que dispone la empresa en las instalaciones, debiendo cumplir en todo caso la formación exigida reglamentariamente para la manipulación de elementos eléctricos en carga, así como los trabajos en altura debido a que los generadores se emplazan en una cubierta no transitable. Dichas tareas se programarán, como mínimo, una vez al año, excepto la limpieza de paneles que será mensual por la proximidad de arena, polvo y aves.

Paneles: medida de la tensión a circuito abierto y corriente de cortocircuito durante las horas centrales de un día soleado. La medición de la tensión a circuito abierto debe efectuarse en la caja principal de conexiones.

Comprobación de la estabilidad, rigidez y sujeción de los paneles: comprobar que los paneles están bien fijados a la estructura soporte y que no existen holguras o aflojamiento en las fijaciones que puedan provocar vibraciones por efecto del viento. En su caso, proceder al apriete correspondiente para dotar a los paneles de la estabilidad, rigidez y fijación adecuadas. Esta comprobación se puede realizar de forma visual observando que sucede al intentar mover los paneles de forma manual.

Comprobación de la estabilidad, rigidez y sujeción de la estructura soporte: comprobar mediante inspección visual que la superficie de sustentación de la misma no muestran signos de deterioro (grietas, desprendimientos del material, etc.). Comprobar que las uniones y anclajes de la estructura no muestran signos de holgura o aflojamiento que puedan provocar vibraciones por efecto del viento. En su caso, proceder al apriete correspondiente. Comprobar mediante inspección visual que los elementos de la estructura no sufren deformaciones (provocadas por el peso soportado) no especificadas en el análisis estructural efectuado en la fase de diseño.

Comprobación del estado general de conexionado del inversor. Comprobar mediante pequeños tirones que los cables están firmemente conexionados. Comprobar mediante inspección visual y pequeñas sobrecargas el peso de las sujeciones del aparato es firme y que la superficie de sustentación del mismo no muestran signos de deterioro (grietas, desprendimiento de material, etc.)

Comprobación de la generación eléctrica del campo fotovoltaico. En las horas centrales de un día soleado, comprobar observando las señalizaciones e indicaciones del inversor que la tensión e intensidad del campo fotovoltaico son las previstas.

Comprobar que el estado de conservación, limpieza y sujeción del inversor se mantiene en condiciones similares a la puesta en marcha de la instalación. Cuando sea necesario, eliminar los restos de polvo y suciedad con un paño humedecido en agua o limpiador multiusos.

Comprobación del estado de funcionamiento del inversor. Comprobación rutinaria del funcionamiento del inversor facilitado por el fabricante. Ver las indicaciones correctas del estado de funcionamiento y monitorización. Ausencia de fallos, alarmas, zumbidos extraños, calentamientos, etc.

Comprobación de la inyección de energía en la red. En las horas centrales de un día soleado, comprobar que el contador de salida de la instalación fotovoltaica se mueve o comparar la lectura de dicho contador con la correspondiente a la comprobación anterior para verificar que la inyección de energía en la red es la prevista.

Todas las operaciones de mantenimiento se realizarán con las medidas de seguridad apropiadas, siendo imprescindible que la persona o personas que suban para comprobar el estado de los paneles lleven consigo, arneses, casco protector, gafas protectoras, cuerdas, zapatos de goma y demás elementos para su seguridad de acuerdo con el tipo de instalación y condiciones de trabajo.

Se instalarán carteles con señalización de peligro eléctrico en aquellas zonas o elementos donde exista riesgo de tensión, como puede ser armarios eléctricos, inversor, etc.

ANEXO I. DATOS CLIMÁTICOS

Para el cálculo y estimación de la radiación incidente en los generadores se ha tenido en cuenta la base de datos de la radiación de los últimos años recogida en la base de datos PVGIS de 2019 de la Comisión Europea.

Radiación global (KWh/m ²)		
Mes	Media	Mediana
1 (Enero)	82,9	91,1
2 (Febrero)	97,6	108,7
3 (Marzo)	139	153,2
4 (Abril)	174,1	190,3
5 (Mayo)	209,3	225,8
6 (Junio)	227,1	235,8
7 (Julio)	235,3	241,7
8 (Agosto)	209,3	216,4
9 (Septiembre)	158,6	169,1
10 (Octubre)	112,9	126,2
11 (Noviembre)	80,7	88,1
12 (Diciembre)	65,9	74,5

Tabla Anexo I.1. Radiación global

Radiación difusa (KWh/m ²)		
Mes	Media	Mediana
1 (Enero)	39,1	33,3
2 (Febrero)	45,7	38,2
3 (Marzo)	66,8	58,1
4 (Abril)	73,1	61,2
5 (Mayo)	78,6	65,6
6 (Junio)	68,5	60,6
7 (Julio)	62,9	56,3
8 (Agosto)	62,1	55,3
9 (Septiembre)	60	51,7
10 (Octubre)	58,5	50,8
11 (Noviembre)	43,2	39,4
12 (Diciembre)	40	36

Tabla Anexo I.2. Radiación difusa

Radiación directa (KWh/m ²)		
Mes	Media	Mediana
1 (Enero)	43,6	57,8
2 (Febrero)	51,5	70,2
3 (Marzo)	71,8	94,9
4 (Abril)	100,5	129,1
5 (Mayo)	130,2	160
6 (Junio)	159	175,3
7 (Julio)	171,9	185,1
8 (Agosto)	147,1	161,3
9 (Septiembre)	98,6	117,9
10 (Octubre)	54,3	75,2
11 (Noviembre)	37,7	48,6
12 (Diciembre)	26,2	38,4

Tabla Anexo I.3. Radiación directa

Temperatura ambiente valor medio (°C)		
Mes	Media	Mediana
1 (Enero)	12	13
2 (Febrero)	12	12
3 (Marzo)	15	13
4 (Abril)	16	15
5 (Mayo)	19	17
6 (Junio)	24	22
7 (Julio)	26	25
8 (Agosto)	26	26
9 (Septiembre)	23	23
10 (Octubre)	19	19
11 (Noviembre)	15	14
12 (Diciembre)	12	12

Tabla Anexo I.4. Valor medio de temperatura ambiente

Temperatura ambiente valor máximo (°C)		
Mes	Media	Mediana
1 (Enero)	18	17
2 (Febrero)	18	17
3 (Marzo)	20	19
4 (Abril)	22	20
5 (Mayo)	25	23
6 (Junio)	30	28
7 (Julio)	32	31
8 (Agosto)	32	32
9 (Septiembre)	29	28
10 (Octubre)	24	24
11 (Noviembre)	20	19
12 (Diciembre)	17	17

Tabla Anexo I.5. Valor máximo de temperatura ambiente

Temperatura ambiente valor mínimo (°C)		
Mes	Media	Mediana
1 (Enero)	7	7
2 (Febrero)	7	7
3 (Marzo)	10	9
4 (Abril)	11	10
5 (Mayo)	13	11
6 (Junio)	18	16
7 (Julio)	19	19
8 (Agosto)	20	19
9 (Septiembre)	18	18
10 (Octubre)	14	14
11 (Noviembre)	10	10
12 (Diciembre)	8	8

Tabla Anexo I.6. Valor mínimo de temperatura ambiente

Dirección del viento (º)		
Mes	Media	Mediana
1 (Enero)	194	173
2 (Febrero)	174	124
3 (Marzo)	172	135
4 (Abril)	175	124
5 (Mayo)	174	137
6 (Junio)	179	143
7 (Julio)	189	156
8 (Agosto)	161	149
9 (Septiembre)	158	141
10 (Octubre)	155	126
11 (Noviembre)	182	118
12 (Diciembre)	135	72

Tabla Anexo I.7. Dirección predominante del viento

Datos meteorológicos en la ciudad de Málaga (Resumen)											
Mes	Rad. Horizontal KWh/m ²			Rad. Inclineda 30º KWh/m ²			Temperatura amb. ºC			Viento m/s - º	
	Global	Difusa	Directa	Global	Difusa	Directa	Med.	Máx.	Mín.	Veloc.	Dirección
Enero	82,9	39,1	43,6	126,0	47,0	78,1	12	18	7	1	194
Febrero	97,6	45,7	51,5	134,0	53,3	79,3	12	18	7	1	17
Marzo	139,0	66,8	71,8	167,0	73,5	91,2	15	20	10	1	172
Abril	174,1	73,1	100,5	187,3	77,5	107,2	16	22	11	1	175
Mayo	209,3	78,6	130,2	205,2	80,2	122,2	19	25	13	1	174
Junio	227,1	68,5	159,0	212,9	68,7	140,9	24	30	18	1	179
Julio	235,3	62,9	171,9	225,2	65,3	156,8	26	32	19	1	189
Agosto	209,3	62,1	147,1	218,3	66,9	148,7	26	32	20	1	161
Septiembre	158,6	60,0	98,6	185,0	66,6	116,1	23	29	18	1	158
Octubre	112,9	58,5	54,3	144,0	65,4	77,5	19	24	14	1	155
Noviembre	80,7	43,2	37,7	115,1	50,0	64,1	15	20	10	1	182
Diciembre	65,9	40,0	26,2	95,4	46,3	48,8	12	17	8	1	135

Tabla Anexo I.8. Resumen de datos climáticos ciudad de Málaga 2019

ANEXO II. CÁLCULOS DE CONSUMO

Las instalaciones en las que se basa el proyecto tienen un horario de apertura diario, salvo excepciones de festivos señalados, con una afluencia de asistentes que si bien puede oscilar, a lo largo del mes es constante.

La apertura del centro deportivo es:

Lunes	7:00 a 11:00 h
Martes	7:00 a 11:00 h
Miércoles	7:00 a 11:00 h
Jueves	7:00 a 11:00 h
Viernes	7:00 a 11:00 h
Sábado	9:00 a 20:00 h
Domingo	9:00 a 20:00 h

El edificio consta de diversas instalaciones que presentan demandas en función de encontrarse éste en horario de apertura o de cierre. Estos consumos presentan unas curvas de demanda suave una vez iniciada la actividad y un nivel bajo constante en horario de cierre por el mantenimiento de sistemas térmicos y recirculación.

Así pues, las instalaciones de consumo constante, con independencia del horario de apertura y festivo son:

- Bombas de recirculación de vaso de piscina de natación
- Bombas de recirculación de vaso recreativo
- Bombas de recirculación de vaso zona spa
- Sistema de electroporación (depuración) de agua de piscina
- Bomba de calor – caldera de agua de piscina
- Sistema de alarma y vigilancia
- Nevera de productos alimenticios y bebidas

Como bien puede intuirse, el consumo principal en horas sin usuarios es el mantenimiento de las condiciones térmicas de los vasos de piscina, así como la recirculación para su depuración continua.

Los sistemas que entran en consumo en horario de apertura son, además de los consumos en horario de cierre, la suma de instalaciones con puesta en marcha en presencia de los usuarios:

- Iluminación de salas y vestuarios
- Iluminación de piscina (primeras y últimas horas)
- Ventilación de todas las salas
- Caldera de apoyo para duchas
- Suelo radiante de vestuarios
- Sistema térmicos de saunas
- Megafonía-hilo musical
- Equipos informáticos y pequeños sistemas eléctricos

El principal consumo en horario de apertura es la climatización y la generación de ACS. Si bien el aporte energético es destacable en sistemas de ACS y calefacción para suelos radiante en invierno, el principal consumo del edificio es debido a las necesidades de refrigeración en los meses de verano, dada la alta actividad metabólica de los asistentes y a la imposibilidad de efectuar freecooling en los meses estivales pero obligado a un alto grado de renovación de aire (4 veces por hora).

Por tanto, las curvas de consumo pueden ser agrupadas en seis bloques, distinguiendo entre estaciones y horarios de lunes a viernes o fin de semana. Los períodos, teniendo en cuenta la tabla climática en la zona de Málaga, se considera que:

Verano: del 06 de mayo al 30 de septiembre

Invierno: del 30 de noviembre al 28 de febrero

Primavera: del 01 de marzo al 05 de mayo

Otoño: del 01 de octubre al 29 de diciembre

Distribución de las épocas del año por meses

Verano

06/05 ▼ hasta las 30/09 ▼

Primavera/otoño

Del 01/03 al 05/05 y del 01/10 al 29/11

Invierno

30/11 ▼ hasta las 28/02 ▼



Imagen Anexo II. 1. Distribución anual de tipos de cargas

Estos períodos se han tenido en cuenta, no solo por las estaciones en sí, sino por las facturas de consumos eléctricos a lo largo de un año, agrupando consumos parecidos y aplicando una media en estos períodos con el fin de ajustar a los ratios de producción fotovoltaica por si hubiere excedente en alguno de ellos.

Las curvas de consumo resultan en las siguientes tablas:



Imagen Anexo II.2. Distribución de consumos verano lunes a viernes

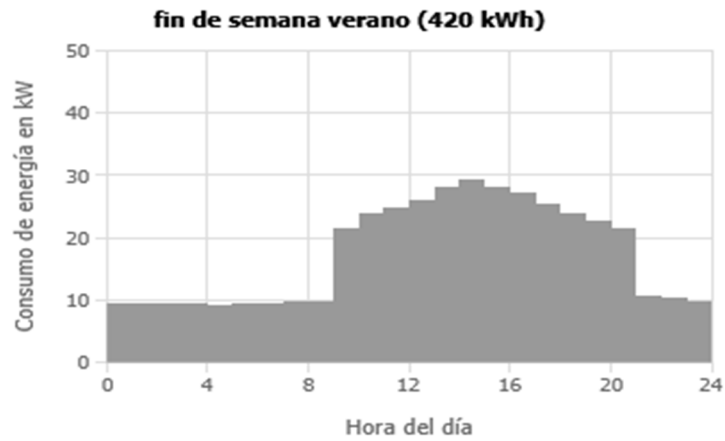


Imagen Anexo II.3. Distribución de consumos verano fin de semana

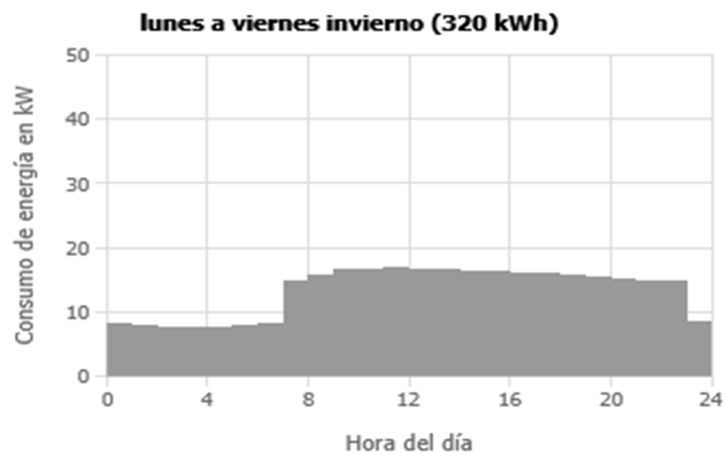


Imagen Anexo II.4. Distribución de consumos invierno lunes a viernes



Imagen Anexo II.5. Distribución de consumos invierno fin de semana

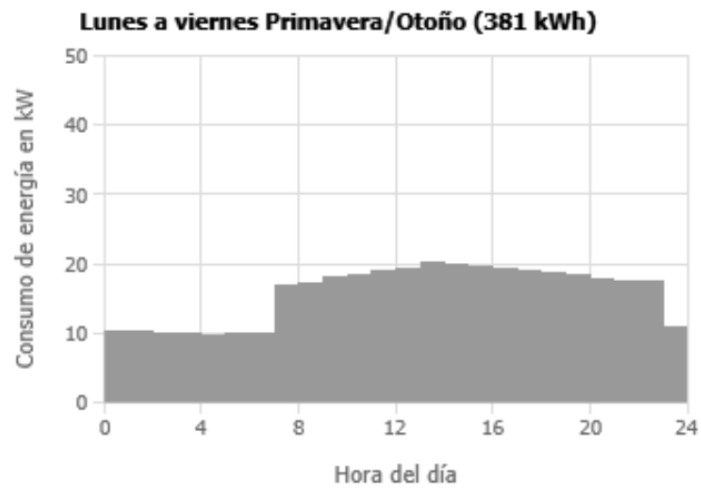


Imagen Anexo II.6. Distribución de primavera-otoño lunes a viernes

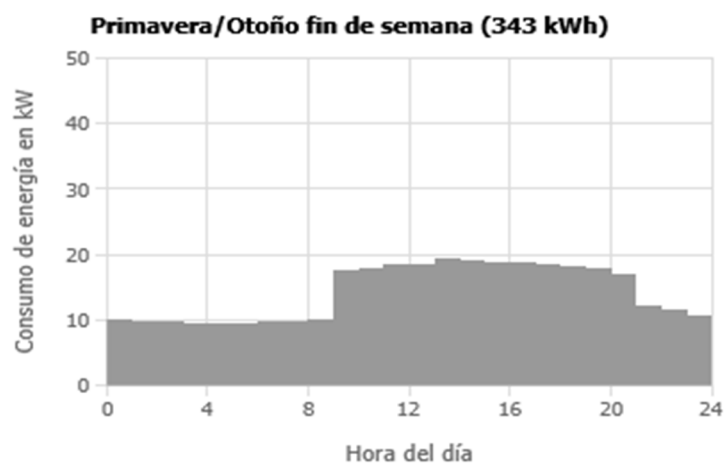


Imagen Anexo II.7. Distribución de consumos primavera-otoño fin de semana

En base a la distribución de consumos expuesta anteriormente, el consumo total anual asciende a unos 145151 kWh, de los cuales, casi un tercio del mismo es realizado en horario nocturno. En el cálculo del aporte fotovoltaico se deberá tener en cuenta tanto las horas de máximo consumo como las horas de insolación efectivas en invierno, en las que el ahorro energético se pueda hacer efectivo.

Por tanto, con independencia de aporte solar, en ningún momento podrá tratarse de un edificio autoabastecible energéticamente por medio de sistemas fotovoltaicos sin acumulación, ya que en las propias curvas de consumo queda reflejado el remanente constante debido al mantenimiento de las piscinas.

Las actividades de mantenimiento general de las instalaciones y de la limpieza se realizan dentro del horario de apertura, por lo que no se pueden considerar otros consumos extraordinarios en la franja nocturna no considerados de forma ordinaria en la distribución contemplada.

ANEXO III. CÁLCULO DE PRODUCCIÓN

1 DIMENSIONAMIENTO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

La generación eléctrica de aporte solar se realizará mediante paneles solares de tecnología fotovoltaica de última generación. Estos paneles se configurarán con conexiones en serie y paralelo hasta la distribución para maximizar el rango tensión y corriente a la entrada del inversor. Todos los paneles deberán ser de igual potencia y tensión para evitar descompensación entre ellos y el sobrecalentamiento de las celdas.

La potencia a instalar será de 50 KW nominales, para garantizar el pleno aprovechamiento de la energía generada y el retorno de la inversión en el menor plazo posible. Así pues, se contará con paneles de las siguientes características (medidos a condiciones de laboratorio de 1000 W/m² y 25°C en celdas). Condiciones NOCT tomadas a 88 W/m², temperatura ambiente 20°C, velocidad de viento a 1 m/s.

Fabricante	Shanghai JA Solar Technology Co. Ltd.	Tecnología de células	Monocrystalino	
Módulo fotovoltaico	JAM72S20-460/MR (1000V)	Certificación	EU	
Características eléctricas		Coefficientes de temperatura		
Potencia nominal	460 Wp	Tensión Mpp	---	---
Tolerancia de potencia	-0,00/+5,00W	Tensión en vacío	-0,27%/°C	-135 mV/°C
Tensión MPP	42,13 V	Corriente c.c.	0,04%/°C	4,58%/°C
Corriente MPP	10,92 A	Degradación por envejecimiento		
Tensión en vacío	50,01 V	Tolerancia de tensión en vacío	0,00%	
Corriente de cortocircuito	11,45 A	Tolerancia de tensión MPP	0,00%	
Tensión admisible	1000 V	Tolerancia de corriente MPP	0,00%	
Rendimiento	20,70%	Tolerancia a la corriente CC	0,00%	
Toma a tierra	No necesita	Condiciones de funcionamiento		
Características dimensionales		Rango de temperatura	-40°C	+85°C
Número de células	144 ud	Corriente máxima	20 A	
Anchura	1052 mm	Carga máxima frontal	5400 Pa	
Longitud	2112 mm	Carga máxima trasera	2400 Pa	
Peso	24,70 kg	NOCT	45 + 2°C	
Conectado de enchufe	MC4 –EVO2	Otras características		
Características eléctricas (NOCT)		Número de células	6x24 ud	
Potencia nominal	348 Wp	Caja de conexión	3 diodos	
Tensión MPP	39,65 V	Sellado ambiente	IP68	
Corriente MPP	8,76 A	Cable conexión positivo	300 mm	
Tensión en vacío	47,38 V	Cable conexión negativo	400 mm	
Corriente de cortocircuito	9,33 A			

Tabla Anexo III.1. Características del panel fotovoltaico

La potencia capaz de generar un panel fotovoltaico está supeditada al comportamiento obtenido en la relación entre corriente y voltaje que circula por el mismo y la temperatura de las células de silicio. Así pues, dicha relación queda reflejada en las siguientes curvas de comportamiento:

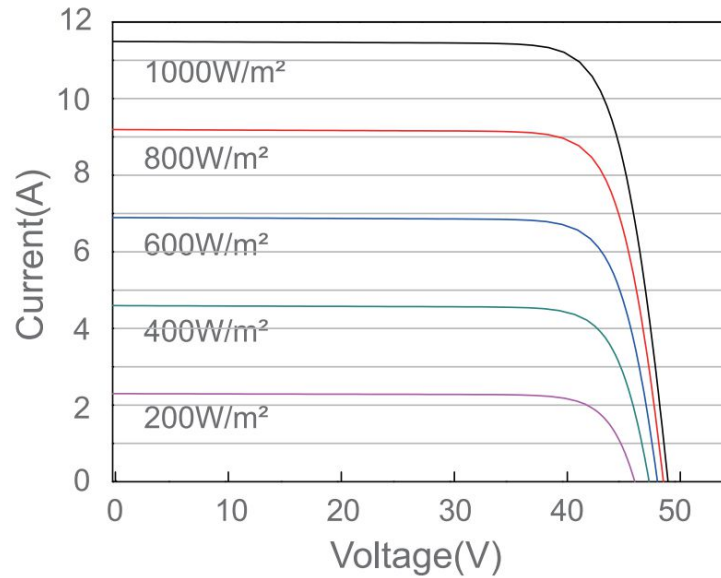


Imagen Anexo III.1. Curva Corriente-Voltaje y Radiación

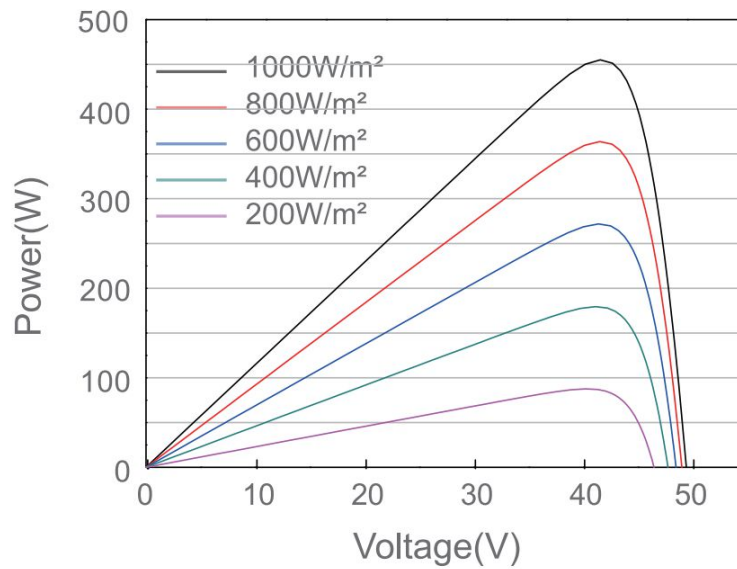


Imagen Anexo III.2. Curva Potencia-Voltaje y Radiación

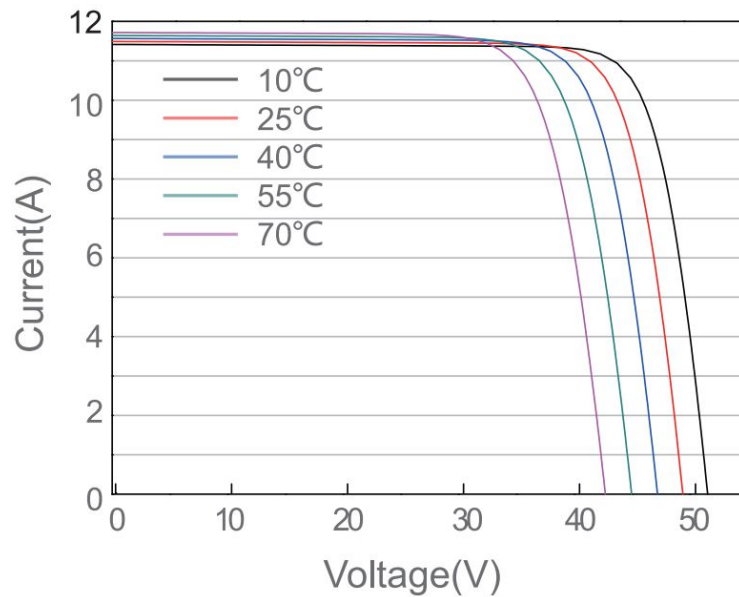


Imagen Anexo III.3. Curva Corriente-Tensión y Temperatura

Como se desprende de estos datos, las células funcionarán en un punto óptimo en torno a los 40V, donde se genera la máxima potencia. No obstante, el factor de la temperatura es determinante ya que por encima de los 45°C la producción cae severamente.

Los módulos fotovoltaicos se conectarán en serie hasta alcanzar un máximo de tensión de entrada en el inversor, sin pasar en ningún caso los 1000 V limitantes de la tabla de características. La conexión en paralelo de las distintas filas estará condicionada por el inversor de corriente.

Los inversores a emplear son SMA de 25KW, con una potencia total nominal de 50 KW. Las características de estos equipos quedan recogidas en la tabla 1.2. Disponen de pantalla de configuración e interconexión de datos tipo Modbus, así como RS485 o Webconnect para la lectura de datos en tiempo real en remoto con conector DM485CB-10.

Los inversores tienen la función de tomar la corriente producida por la d.d.p. de los paneles solares fotovoltaicos y conectarlas a la red eléctrica realizando un cambio en la señal, pasándola a corriente alterna trifásica y sincronizando la frecuencia con la de la red de suministro.

La eficiencia del inversor se encuentra ligada directamente a la tensión de entrada de los strings y de la relación entre la potencia de salida y el ratio de potencia nominal. Dicha relación queda reflejada en la gráfica de la imagen 1.4.

Fabricante	SMA	Rendimiento	
Modelo	STP 25000TL-30	Coef. Máx.	98,2%
		Rendimiento EU	98,1%
Valores de entrada		Valores de salida	
Potencia máx. CC	25,55 KW	Potencia aparente CA	25 KVA
Pot. Max. Generador	45 KW	Potencia activa máx. CA	25 KW
Tensión de entrada máxima	1000 V	Potencia asignada	25 KW
Tensión asignada entrada	600 V	Factor de desfase min.	0,0
Tensión de entrada mínima	150 V	Tensión nominal de CA	160-280 V
Tensión de arranque	188 V	Frecuencia de red CA	44-65 Hz
Tensión máx. del MPP	800 V	Fases de inyección	3
Corriente de entrada máx.	33 A	Máx. corriente de salida	36,2 A
Corriente de CC máx.	43 A		
Strings por entrada del MPP	3/3		
Características dimensionales			
Dimensiones	661/682/264 mm	Consumo nocturno	1W
Peso	61 kg	Emisión de ruido	51 dB(A)
Sellado ambiente	IP65	Rango de temperatura	-25/60°C

Tabla Anexo III.2. Característica de inversor

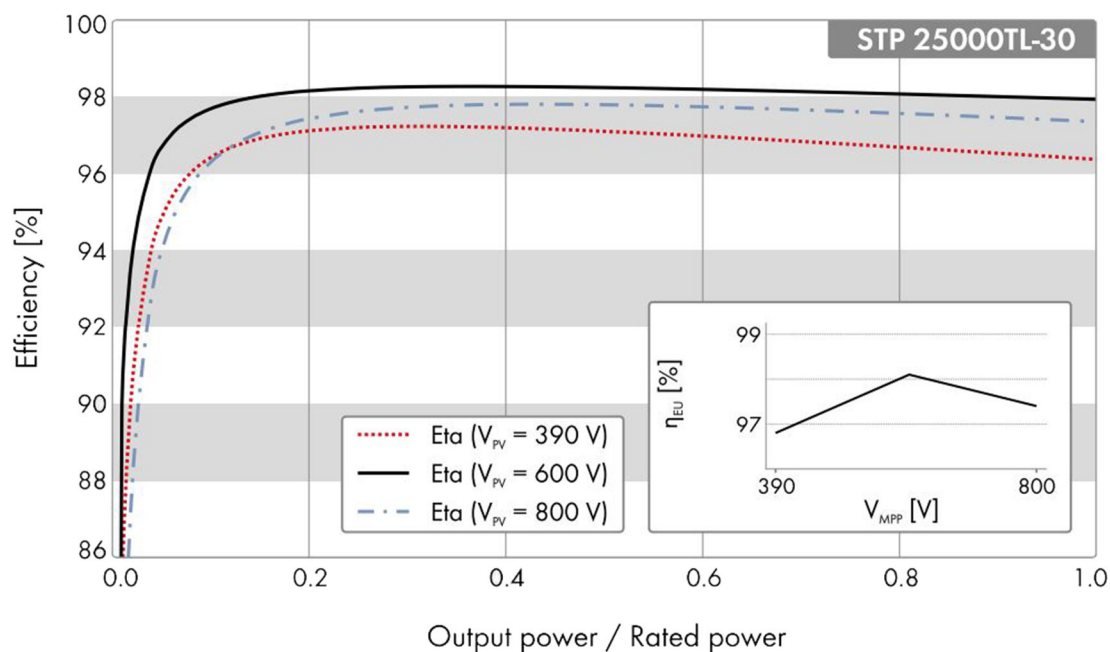


Imagen Anexo III.4. Curva Eficiencia-Potencia del inversor

2 CONFIGURACIÓN DE STRINGS

Debido a que existe una limitación física tanto por la parte de los paneles fotovoltaicos como de los inversores de corriente, solo se pueden interconectar éstos en determinadas configuraciones, evitando las asimetrías y sobrepasar los valores máximos y mínimos de los rangos de funcionamiento indicados. Estas restricciones son:

- Tensión máxima admisible por el panel..... 1000 V
- Tensión máxima de entrada en el inversor..... 1000 V
- Corriente máxima admisible en el inversor 33 A

Número máximo y mínimo de módulos en serie

La tensión máxima que puede ofrecer un panel fotovoltaico no se encuentra en las características generales, ya que éstas son para 25°C. Atendiendo a las tablas climáticas de la zona de Málaga, la temperatura mínima alcanzable es de 3°C. La tensión de salida a circuito abierto a esta temperatura:

$$V_{ca} = \frac{(-0,27 * \Delta T)}{100} * V_{ca \text{ nominal}} + V_{ca \text{ nominal}} = 52,98V$$

Siendo -0,27%/°C el coeficiente aplicado al decremento de temperatura y V_{ca} la tensión del panel a circuito abierto.

Atendiendo a la tensión máxima de cada panel y a la capacidad de cada entrada al inversor, el número máximo de paneles a conectar en serie será:

$$N^{\circ} \text{ paneles} = \frac{V_{max,inv}}{V_{CA \ 3^{\circ}}} = 8 \text{ paneles}$$

Igualmente, dado que hay una tensión mínima para el arranque del inversor, el número mínimo de paneles a conectar en serie vendrá dado por la tensión mínima del panel (a 39°C para esta zona climática) y la tensión mínima de arranque de la entrada del inversor

$$V_{ca} = \frac{(-0,27 * \Delta T)}{100} * V_{ca \text{ nominal}} + V_{ca \text{ nominal}} = 48,12V$$

El número mínimo de paneles, para una tensión no inferior a 150 V será:

$$N^{\circ} \text{ paneles} = \frac{V_{min,inv}}{V_{CA \ 39^{\circ}}} = 4 \text{ paneles}$$

Número máximo y mínimo de módulos en paralelo

Con el fin de maximizar la potencia y minimizar la sección de cable, dispondremos el máximo número de paneles en serie para la obtención de la tensión más elevada posible. No obstante, se ha de tener también en cuenta la descompensación entre las distintas entradas del inversor y la corriente máxima.

La corriente máxima vendrá determinada tanto por la generación máxima de los paneles como por la limitación de la propia entrada del inversor. Por lo tanto, el número máximo de series en paralelo será de:

$$N^{\circ} \text{ series} = \frac{I_{max \ inv}}{I_{max \ panel}} = 2,88$$

Por tanto, no se podrá sobrepasar en ningún caso las 2 filas en paralelo a cada entrada del inversor.

3 CÁLCULO ENERGÉTICO

La zona climática en la que se ubica el proyecto corresponde a la ciudad de Málaga:

Ubicación Pº Antonio Machado S/N, 29002 Málaga. España
 Latitud 36º42'17"
 Longitud 4º25'57.77''O
 Altitud 10 m.
 Irradiación 100%
 Temperatura máxima 39ºC
 Temperatura mínima 3ºC
 Temperatura de diseño 26ºC

Las tablas de radiación en esta zona corresponden al gráfico de la imagen 3.1 en la que se denotan los meses estivales como los de máxima radiación. Esto coincide con las demandas de consumo determinadas en el apartado 1. La suma anual total de la irradiación global por unidad de superficie es de 1.829,24 KWh/m². Por otro lado, las temperaturas máximas y mínimas también han de ser tenidas en cuenta a lo largo del año. En la imagen 3.2 están recogidas estas variaciones que han sido tenidas en cuenta en el apartado 2 del presente anexo.

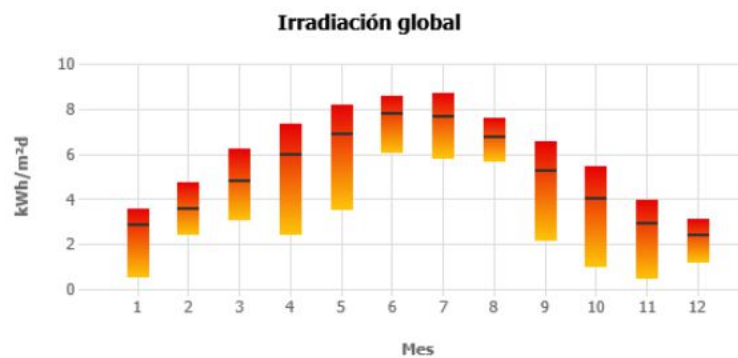


Imagen Anexo III.5. Radiación global por meses

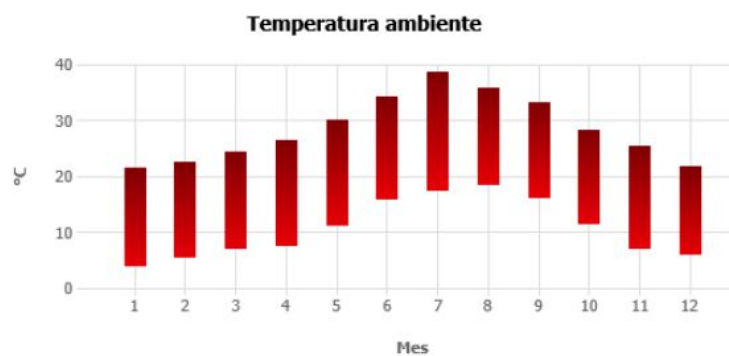


Imagen Anexo III.6. Temperaturas media mensuales

Con respecto a la geometría solar, la altura azimutal de sol oscilará como máximo entre un ángulo de elevación de 76,7º como máximo en verano y 29,8º como mínimo en el solsticio de invierno. Así queda recogido de la fuente PVGIS en la imagen 3.3.

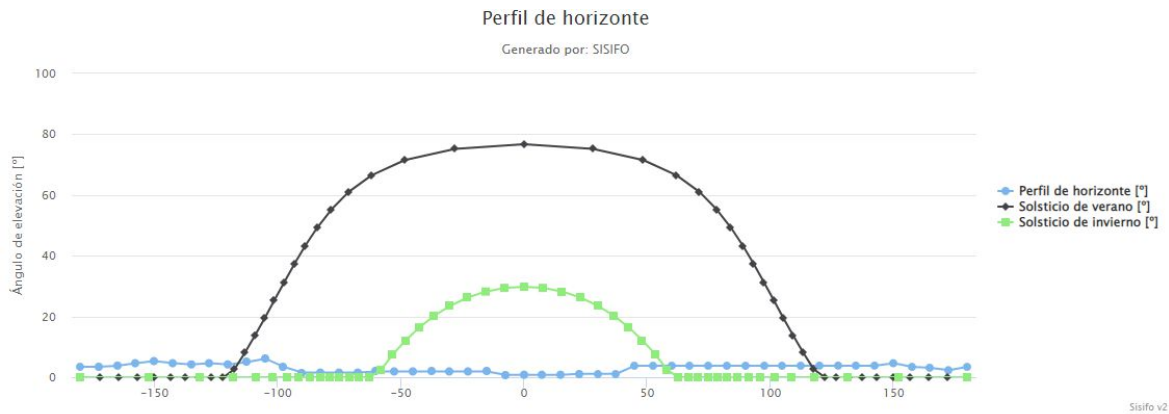


Imagen Anexo III.7. Altura solar

No obstante, la radiación en ángulo óptimo no corresponde a la máxima captación horizontal. Ya que la instalación no constará de seguidores solares, el ángulo óptimo de inclinación para paneles de posicionamiento fijo cumplirá la condición de obtener la radiación óptima según la tabla de la imagen 3.4, de referencia del sistema PVGIS. También se ha de considerar la radiación global horizontal media (año típico), recogido en la imagen 3.5., donde queda representada la campana de radiación anual media.

Así pues, es comparable la irradiación obtenida a una inclinación óptima de 32º para esta latitud, frente a los 30º de una estructura estándar. Dicha comparativa queda reflejada en el gráfico de la imagen 3.6. Como puede comprobarse, queda justificada la simplificación estructural para un montaje a 30º frente a las pérdidas que suponen los 2º de diferencia.

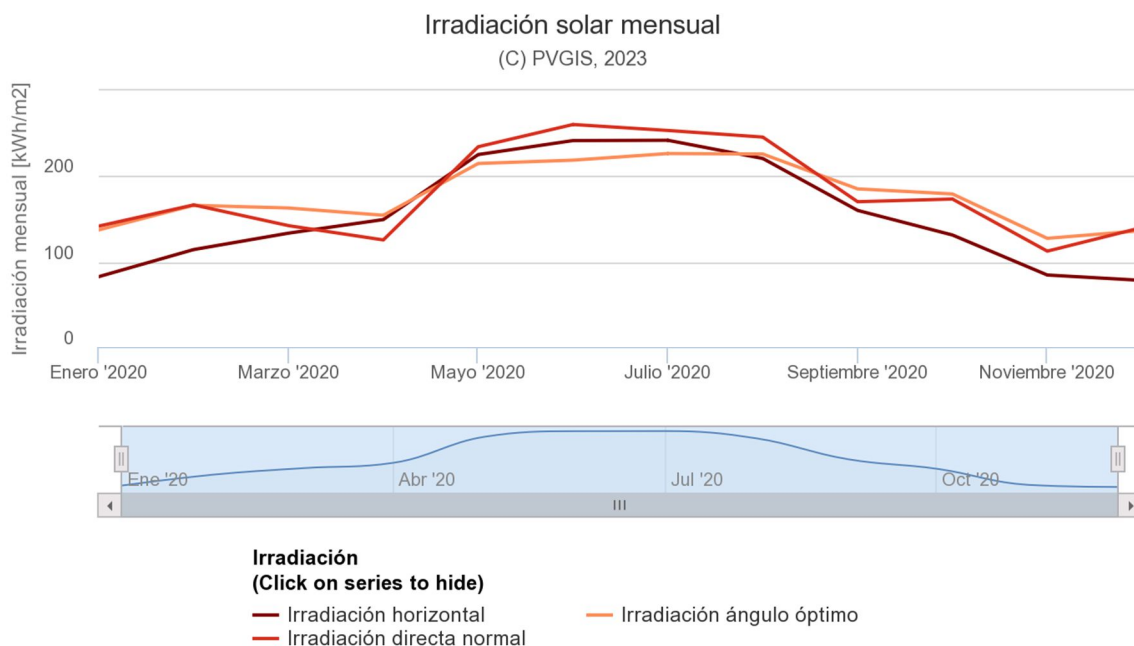


Imagen Anexo III.8. Irradiación solar mensual

Año meteorológico típico

(C) PVGIS, 2023

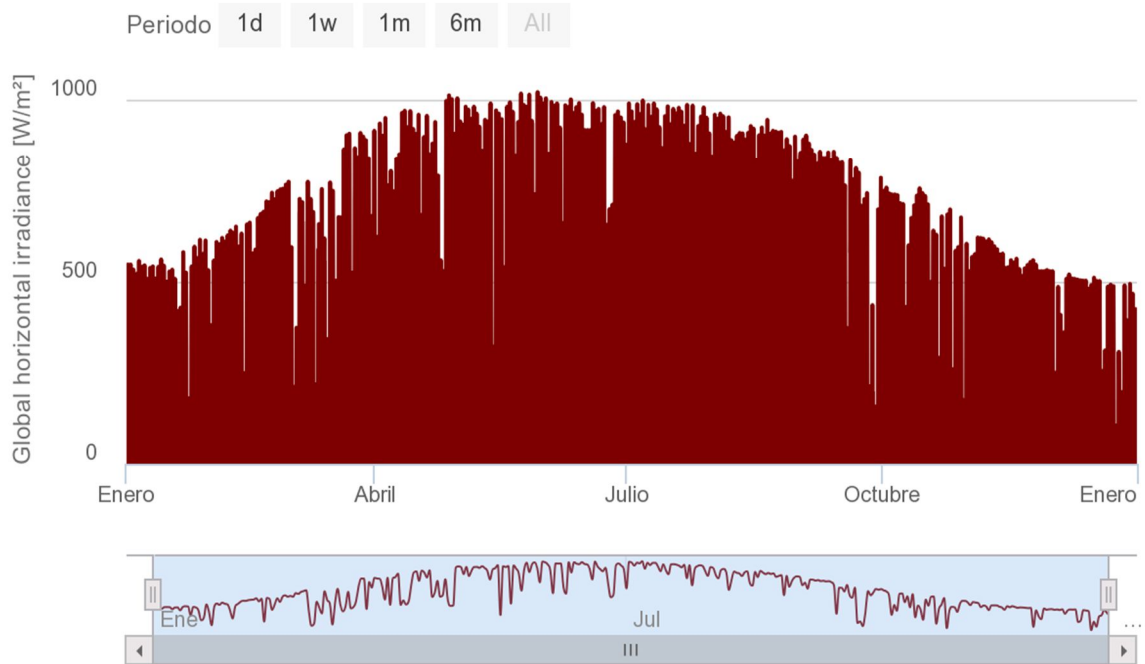
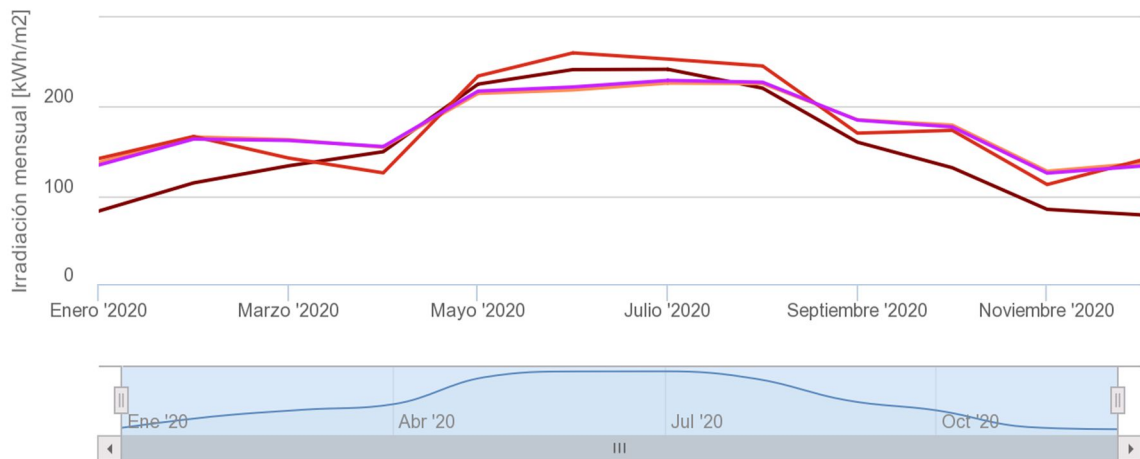


Imagen Anexo III.9. Irradiación solar horizontal media

Irradiación solar mensual

(C) PVGIS, 2023



Irradiación

(Click on series to hide)

- Irradiación horizontal
- Irradiación ángulo óptimo
- Irradiación directa normal
- Irradiación ángulo seleccionado

Imagen Anexo III.10. Irradiación para 30° y 32°

Los datos de radiación, expresados de forma numérica son cuantificados en la media mensual como se muestra en la tabla 3.1., basado en los datos meteorológicos publicados por la Agencia Andaluza de la Energía. En ellos se puede apreciar la ganancia de los paneles inclinados a 30º respecto a la radiación horizontal.

DATOS METEOROLÓGICOS EN LA CIUDAD DE MÁLAGA											
Mes	Radiación horizontal (kWh/m ²)			Radiación inclinada 30º (kWh/m ²)			Temperatura ambiente (°C)			Viento	
	Global	Difusa	Directa	Global	Difusa	Directa	Medio	Máx.	Mín.	V. media (m/s)	Dirección (º)
1 (Enero)	82,9	39,1	43,6	126,0	47,0	78,1	12	18	7	1	194
2 (Febrero)	97,6	45,7	51,5	134,0	53,3	79,3	12	18	7	1	174
3 (Marzo)	139,0	66,8	71,8	167,0	73,5	91,2	15	20	10	1	172
4 (Abril)	174,1	73,1	100,5	187,3	77,5	107,2	16	22	11	1	175
5 (Mayo)	209,3	78,6	130,2	205,2	80,2	122,2	19	25	13	1	174
6 (Junio)	227,1	68,5	159,0	212,9	68,7	140,9	24	30	18	1	179
7 (Julio)	235,3	62,9	171,9	225,2	65,3	156,8	26	32	19	1	189
8 (Agosto)	209,3	62,1	147,1	218,3	66,9	148,7	26	32	20	1	161
9 (Septiembre)	158,6	60,0	98,6	185,0	66,6	116,1	23	29	18	1	158
10 (Octubre)	112,9	58,5	54,3	144,0	65,4	77,5	19	24	14	1	155
11 (Noviembre)	80,7	43,2	37,7	115,1	50,0	64,1	15	20	10	1	182
12 (Diciembre)	65,9	40,0	26,2	95,4	46,3	48,8	12	17	8	1	135

Tabla Anexo III.3. Datos climáticos en la ciudad de Málaga

En base a los consumos considerados, así como las limitaciones comentadas en el apartado 2, se considera una cantidad total de 110 módulos, con una potencia pico generada máxima de 50,60 kWp, conectados a 2 inversores trifásicos de 25 kW nominales cada uno. La relación de potencia activa de dichos inversores es del 98,8% y un factor de aprovechamiento de la energía del 100% respecto a la generada en los paneles.

En el balance energético anual, el edificio presenta un consumo medio de 145.000 KWh, mientras la instalación genera un total de 91.335 kWh. Se prevé una generación extraordinario por encima del consumo energético de forma que se producirá el vertido a la red del excedente. Este excedente será aproximadamente de 22.600 KWh, por lo que la cuota de autoconsumo queda establecida en el 75,3%. En resumen, la instalación aporta una reducción energética del 52,6% respecto a la misma instalación sin aporte solar.

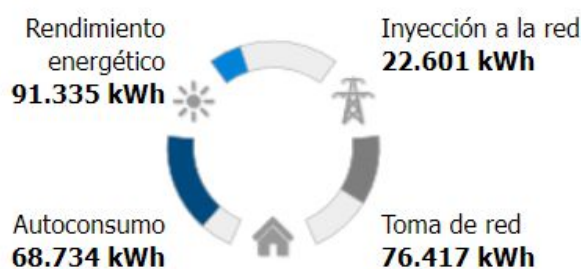


Imagen Anexo III.11. Distribución de la energía fotovoltaica producida

4 ORIENTACIÓN Y SOMBREO

La inclinación óptima se justifica teniendo en cuenta el período para el que es diseñada la instalación. En este caso, de uso anual las pérdidas por desviación de la inclinación óptica corresponde a:

$$K = \frac{G_{dm}(\beta_{op})}{G_{dm}}; \quad K=1,15$$

Siendo para cálculo anual:

$$\text{Inclinación} \quad \beta_{op} = \phi - 10 = 36,42 - 10 \approx 27^\circ$$

$$\text{Orientación} \quad \alpha_{op} = 0^\circ$$

Adoptado una inclinación de 30° de estructura estandarizada para la media de esta latitud, se procede al cálculo de la separación de paneles. Para ello, se ha de tener en cuenta tanto la longitud del panel, como su disposición e inclinación. También influya que la cubierta en la que se ubica la instalación es planta, por lo que cada fila de paneles tendrá la misma altura de apoyo al forjado.

La disposición de los paneles será vertical, por lo que la longitud **B** a tener en cuenta en el cálculo es de 2.112 mm. Al ser cubierta planta, las alturas de los apoyos se puede despreciar por ser igual en todos los soportes, por lo que la altura máxima a considerar desde el punto más bajo al más alto del panel corresponde a:

$$A = B \cdot \text{sen } \beta = 2112 \cdot \text{sen } 30^\circ = 959 \text{ mm}$$

La proyección horizontal sobre la cubierta tiene una longitud de:

$$C = L \cdot \text{cos } \beta = 2112 \cdot \text{cos } 30^\circ = 1.881 \text{ mm}$$

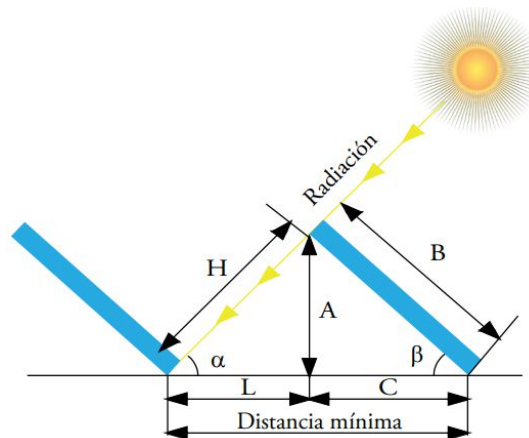


Imagen Anexo III.12. Distancia entre paneles

Con el fin de evitar la proyección de la sobra de una fila de paneles sobre la posterior, se calcula la distancia entre dichas filas, teniendo en cuenta un azimut $\alpha_{op} = 0^\circ$. La distancia mínima entre paneles atenderá a la fecha del solsticio de invierno ya que el ángulo de declinación es el menor a lo largo del año, dando lugar a la altura mínima del sol sobre el horizonte en orientación sur.

$$\alpha_{min} = (90^\circ - \text{latitud}) - 23^\circ = 90^\circ - 36^\circ - 23^\circ = 31^\circ$$

La distancia mínima L , entre las bases de ambas líneas de paneles, será:

$$D_{min} = B \cdot \cos\beta + \frac{B \cdot \operatorname{sen}\beta}{\operatorname{tg}\alpha_{min}} = 2.112 \cdot \cos 30^\circ + \frac{2.112 \cdot \operatorname{sen} 30^\circ}{\operatorname{tg} 31} = 3.693 \text{ mm}$$

Por tanto en proyección horizontal, la distancia libre L entre filas de paneles será:

$$L = D_{min} - C = 3.693 - 1.881 = 1.812 \text{ mm}$$

Actualmente no existe limitación por pérdidas contempladas en el CTE ni ninguna otra normativa de obligado cumplimiento aplicable a este proyecto. No obstante se procede a realizar las siguientes observaciones:

- La distancia de separación entre filas de paneles recogida en el apartado 4 del presente anexo justifica suficientemente la inexistencia de sombra a lo largo del año entre paneles (invierno).
- Se ha considerado un retranqueo de la primera fila de paneles por la presencia de un pero perimetral de cubierta plana no transitable de 30 cm. por lo que no se considerará sombreado a los efectos del mismo.
- Sobre la cubierta existe actualmente algún equipo de climatización de pequeño volumen que será desplazado a puntos en los que no ofrezcan efectos de sombras. No hay elementos verticales de importancia tales como antenas, chuntes o chimeneas que deban ser consideradas a los efectos.
- El único edificio que puede posibilitar la sombra se encuentra a 122 m. en dirección oeste, con una altura de 20 metros. Dado que la cubierta fotovoltaica se encuentra a 8 metros de la rasante, el ángulo de sombra corresponde en invierno es de $1,5^\circ$ para la línea de horizonte con un acimut 60° en solsticio de invierno, lo cual se considera despreciable para este estudio.
- La orientación de los paneles se establece con acimut 0° , ya que no corresponde criterio alguno de integración arquitectónica. Por lo tanto, no hay pérdidas a considerar a estos efectos.

5 DISTRIBUCIÓN DE STRINGS

En el apartado 2 del presente anexo de cálculo se ha establecido las configuraciones del número máximo y mínimo de conexiones tanto en serie como en paralelo. Con dependencia de los inversores seleccionados y paneles fotovoltaicos del apartado 1, la configuración de los distintos strings queda de la siguiente forma:

- Número de entradas por inversor: 2
- Número de inversores: 2

La conexión:

- Inversor 1:
 - Entrada A:
 - String 1 1x15 paneles 6,9 KWp
 - String 2 1x15 paneles 6,9 KWp
 - String 3 1x15 paneles 6,9 KWp
 - Entrada B:
 - String 4 1x10 paneles 4,6 KWp

- Inversor 2:
 - Entrada A:
 - String 5 1x15 paneles 6,9 KWp
 - String 6 1x15 paneles 6,9 KWp
 - String 7 1x15 paneles 6,9 KWp
 - Entrada B:
 - String 8 1x10 paneles 4,6 KWp

La potencia máxima generada por los paneles es de 50,60 KWp, lo que supone un ratio de potencia nominal de 101% y consiguiendo una eficiencia del inversor del 97,9 %, con un factor de aprovechamiento de la energía del 100%. En la tabla 5.1 se refleja el rendimiento del conjunto de los inversores mientras que en la tabla 5.2 se encuentran recopilados los parámetros de tensión y corriente máxima según la configuración indicada anteriormente, quedando dentro de los parámetros de funcionamiento de los inversores y el máximo aprovechamiento del funcionamiento de los mismos.

Ratio de potencia nominal: 101 %



Eficiencia del inversor: 97,9 %



Rendimiento energético anual: 91.335 kWh

Rendimiento energético específico: 1805 kWh/kWp

Coeficiente de rendimiento: 87,9 %

Horas de carga completa: 1826,7 h

Pérdidas de línea (% de la energía): --- %

Imagen Anexo III.13. Rendimiento inversores

Parámetros	Inversor	Entrada A	Entrada B
Potencia de CC máx.	25,55 kW	4,60 kWp	20,70 kWp
Tensión de CC mín.	150 V	362 V	543 V
Tensión fotovoltaica normal		✓ 388 V	✓ 581 V
Tensión de CC (Módulo fotovoltaico) máx.	1000 V		
Tensión fotovoltaica máx.		✓ 530 V	✓ 795 V
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP	33/33 A	✓ 10,9 A	✓ 32,8 A
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP	43/43 A		
Corriente máx. de cortocircuito FV		✓ 11,5 A	✓ 34,4 A

Tabla Anexo III.4. Parámetros resultantes de los strings

6 CÁLCULO CARGAS DE VIENTO

La instalación fotovoltaica se ubicará en una cubierta planta cuya estructura soporte se encontrará lastrada para asegurar la estabilidad de la instalación frente a la fuerza del viento. Para evitar taladrar la impermeabilización de la cubierta y causar puentes térmicos dicha estructura se anclará sobre lastres de hormigón. La masa de las mismas estará determinada por la carga de viento, dirección sur, por la zona geográfica.

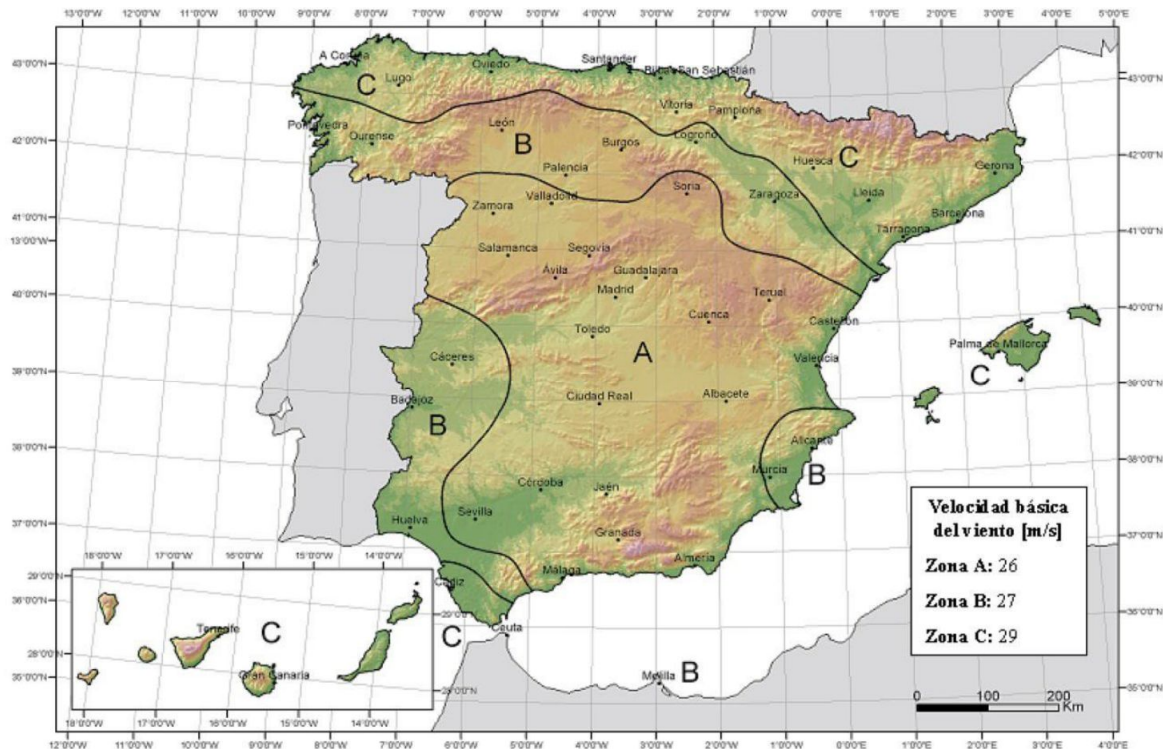


Imagen Anexo III.14. Mapa de viento

La presión dinámica del viento para la se encuentra en función de la velocidad de la zona A (26 m/s) de aplicación y la densidad del aire (1,25 Kg/m³). Así, dicha presión sobre los paneles será:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot V_b^2$$

Donde,

- Q_b Presión dinámica en N/m²
- δ Densidad del aire en Kg/m³
- V_b Velocidad básica del viento en m/s

La presión dinámica sobre la superficie de paneles resulta 422,5 N/m². Cada módulo estructural soporta 3 paneles o fracción, con una superficie máxima de 6,66 m² expuesta al viento. No obstante, esta presión se descompone en dos fuerzas, ya que el panel se encuentra inclinado, como se muestra en la imagen 6.2. La presión efectiva corresponde a:

$$f_1 = q_b \cdot S \cdot \text{sen}^2 \alpha$$

Para un ángulo de inclinación de 30º, la fuerza resultante es de 579,2 N

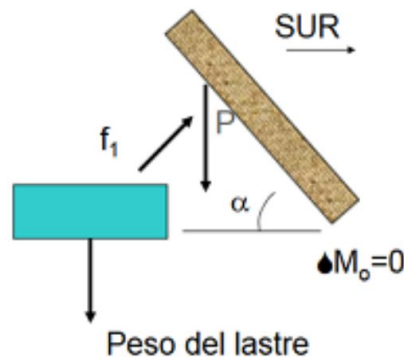


Imagen Anexo III.15. Fuerza efectiva del viento

Por otro lado, el coeficiente de exposición C_e al viento para alturas inferiores a 200 m, viene dado por la fuerza del viento, y los coeficientes del entorno definidos en Eurocódigo para acciones de viento, detallado en la tabla 6.1. definiéndose la instalación en zona IV, que aunque cerca del mar, éste se encuentra en dirección sur, estando rodeada de edificios altos en dirección norte.

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Tabla Anexo III.5. Coeficientes para tipo de entorno.

El coeficiente C_e se expresa como:

$$C_e = F \cdot (F + 7k)$$

Dónde:

$$F = k \cdot \ln\left(\frac{Z}{L}\right)$$

El coeficiente de exposición tiene un valor en esta ubicación de $C_e=1,33$; por lo que la presión final a tener en cuenta por los lastres de la estructura es:

$$P = C_e \cdot f_1 = 770 \text{ N}$$

La distribución de cargas, atendiendo al par generado por el panel y su altura de suelo, será:

- Lastre anclaje trasero (lado norte): 52 Kg
- Lastre anclaje delantero (lado sur): 25 Kg

7 CÁLCULO SOBRECARGA DE USO

El edificio sobre el cual se va a ubicar la instalación está construido mediante forjado reticular de hormigón armado 30+5 cm y pilares del mismo material fabricados in situ y fue erigido en 2013, por lo que sigue las especificaciones de diseño y acciones contemplados en el Código Técnico de la Edificación. Así pues, por el uso del edificio la cubierta ha de soportar un mínimo de 5 KN/m².

De las dos cubiertas, la nombrada como 1 es la que presenta mayor densidad de paneles. La consideración de carga será:

- Masa de paneles: 90 ud x 24,7 Kg = 2.223 Kg
- Masa de lastres: 42 ud x 52 Kg + 42 ud 24Kg = 3.192 Kg
- Masa de estructura: 31 ud x 15 Kg = 465 Kg

Por tanto, la instalación supone un total de 5.415 Kg (≈54,1 KN). Ya que la superficie de reparto es de 702 m², supone una sobrecarga de 0,077 KN/m², no que no supone entidad alguna para su consideración en las cargas de cubierta.

8 SECCIÓN DE CONEXIONES ELÉCTRICAS Y PROTECCIONES

Según el apartado 5 de la ICT-BT-40 del REBT: “Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5% para la intensidad nominal”.

En el pliego de condiciones técnicas de IDAE, queda especificado que la caída máxima en la parte corriente continua, entre generadores e inversor, debe ser inferior al 1,5%; mientras que en la parte corriente alterna, entre inversor y red, inferior al 2%.

La sección de los conductores se ha de dimensionar teniendo en cuenta que las caídas de tensión máxima en ellos, en función de la tensión a la que estén trabajando, estén por debajo de los valores siguientes:

- Tramo Mod. Fotovoltaico – Mod. Fotovoltaico.. 1,50 %
- Tramo Mod. Fotovoltaico - Inversor 1,50 %
- Tramo Inversor – Resto de red 2,00 %

Tramo de corriente continua de la instalación

Las conexiones entre paneles en serie se realizarán mediante el propio cable de interconexión de los mismos. Este han de reunir las condiciones suficientes para soportar 1000 V en corriente continua y 43 A, con el aislamiento correspondiente a cableado aéreo y exterior.

Las conexiones eléctricas de una misma serie pero en filas distintas se realizarán con el cálculo de sección atendiendo a la intensidad máxima a discurrir y la caída de tensión admisible.

- Cálculo por caída de tensión:

$$S = \rho \cdot L \cdot I / V_{AB}$$

Donde:

- ρ : Resistividad del material conductor $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
- L: Longitud del conductor
- I: Intensidad de la corriente
- V_{AB} : Diferencia o caída de potencial entre los puntos A y B

Ya que conductor tiene un trayecto de ida (polaridad negativa) y otro de vuelta (polaridad positiva) hacia el inversor, la longitud real a considerar por la caída de tensión ha de ser el doble de la distancia entre panel e inversor. Esto es:

$$S = 2 \cdot L \cdot I / (\sigma \cdot V_{AB})$$

Los resultados para cada uno de los tramos quedan recogidos en la tabla 7.1.

TRAMO	Tens. (V)	Int. (A)	Long. (m)	Caída tensión máx.	Dispos.	TIPO	Secc. (mm ²)	Caída tensión real	Imáx adm.	Imáx adm.	Protecc
string 1	795	34,35	30	1,50%	Aérea	DC	1	6	0,91%	44,00	40A
string 2	795	34,35	30	1,50%	Aérea	DC	1	6	0,91%	44,00	40A
string 3	795	34,35	30	1,50%	Aérea	DC	1	6	0,91%	44,00	40A
string 4	530	11,45	100	1,50%	Aérea	DC	1	6	1,36%	44,00	16A
string 5	795	34,35	30	1,50%	Aérea	DC	1	6	0,91%	44,00	40A
string 6	795	34,35	30	1,50%	Aérea	DC	1	6	0,91%	44,00	40A
string 7	795	34,35	30	1,50%	Aérea	DC	1	6	0,91%	44,00	40A
string 8	530	11,45	90	1,50%	Aérea	DC	1	6	1,22%	44,00	16A
ent. A inv. 1	795	34,35	30	1,50%	Aérea	DC	1	6	0,91%	44,00	40A
ent. B inv. 2	530	11,45	30	1,50%	Aérea	DC	1	6	0,41%	44,00	16A
ent. A inv. 1	795	34,35	30	1,50%	Aérea	DC	1	6	0,91%	44,00	40A
ent. B inv. 2	530	11,45	30	1,50%	Aérea	DC	1	6	0,41%	44,00	16A

Tabla Anexo III.6. Caída de tensión tramo de corriente continua

Tramo de corriente alterna de la instalación

La energía eléctrica generada será transformada por el inversor en corriente alterna trifásica. Aplicando los mismos criterios anteriores de caída de tensión se realizará el cálculo de caída de tensión e intensidad máxima admisible por el conductor desde dicho inversor al punto de conexión de la red eléctrica. Para el caso de corriente alterna se aplicará:

$$S = 3 \cdot 2 \cdot L \cdot I \cos \varphi / (\sigma \cdot V_{AB})$$

Donde:

- φ : Factor de potencia ≈ 1

TRAMO	Tens. (V)	Int. (A)	Long. (m)	Caída tensión máx.	Dispos.	TIPO	Secc. (mm ²)	Caída tensión real	Imáx adm.	Protecc
Línea CA	400	36,2	20	2,00%	Interior	AC	6	1,12%	44,00	40A

Tabla Anexo III.7. Caída de tensión tramo de corriente alterna

El tubo empleado para contener al conductor, dependerá de la situación de este (superficial, empotrado, al aire o enterrada), así como el número de ellos que agrupará. Según cada tramo se deberá aplicar la siguiente tabla considerando una canalización empotrada. Para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 3,00 veces la sección ocupada por los conductores.

Sección de conductor (mm ²)	DIÁMETRO EXTERIOR DE LOS TUBOS (Empotrada)				
	NÚMERO DE CONDUCTORES				
	1	2	3	4	5
1,50	12,00	12,00	16,00	16,00	20,00
2,50	12,00	16,00	20,00	20,00	20,00
4,00	12,00	16,00	20,00	20,00	25,00
6,00	12,00	16,00	25,00	25,00	25,00
10,00	16,00	25,00	25,00	32,00	32,00
16,00	20,00	25,00	32,00	32,00	40,00
25,00	25,00	32,00	40,00	40,00	50,00
35,00	32,00	40,00	40,00	40,00	50,00
50,00	32,00	40,00	50,00	50,00	63,00
70,00	40,00	50,00	63,00	63,00	63,00
95,00	40,00	50,00	63,00	75,00	75,00
120,00	40,00	63,00	75,00	75,00	---
150,00	50,00	63,00	75,00	---	---
185,00	50,00	75,00	---	---	---
240,00	63,00	75,00	---	---	---

Tabla Anexo III.8. Diámetro de canalizaciones de protección

ANEXO IV. TABLAS DE PRODUCCIÓN COMPARATIVAS

En el presente anexo se muestran las tablas comparativas por meses del año entre los consumos de cálculo antes y después de la instalación. Estos datos están basados en los datos climáticos indicados en el Anexo I y pueden verse alterados ante cambios climáticos.

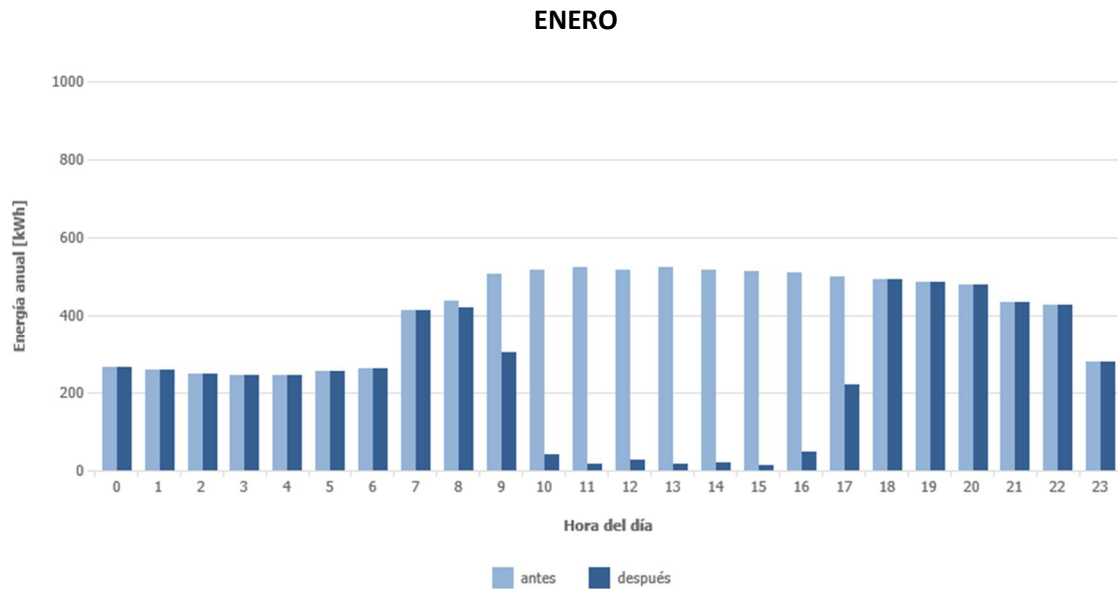


Imagen Anexo IV.1. Producción comparativa de enero

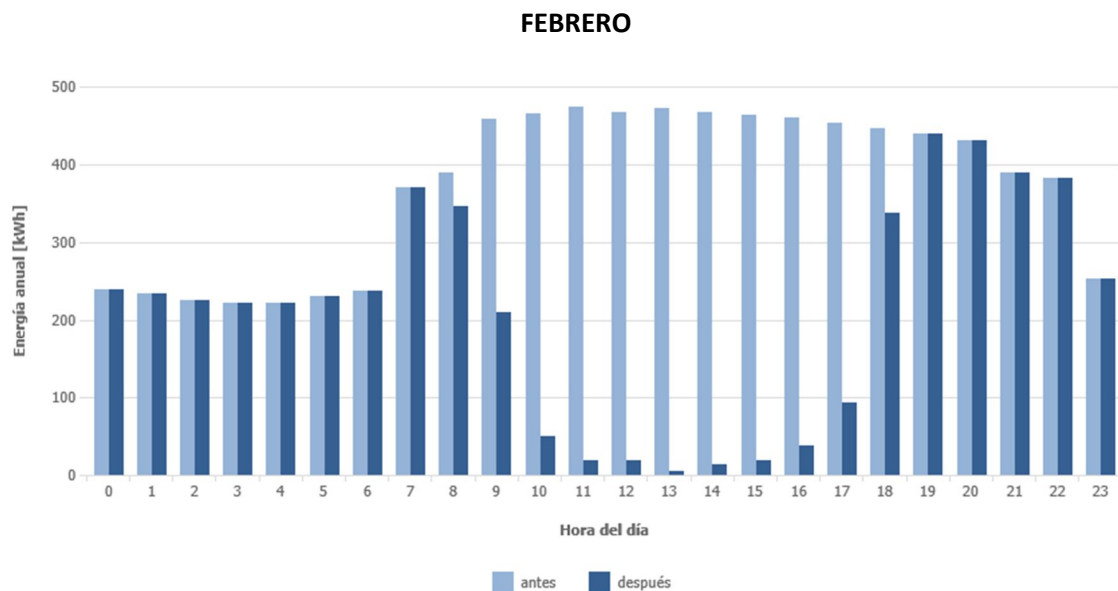


Imagen Anexo IV.2. Producción comparativa de febrero

MARZO

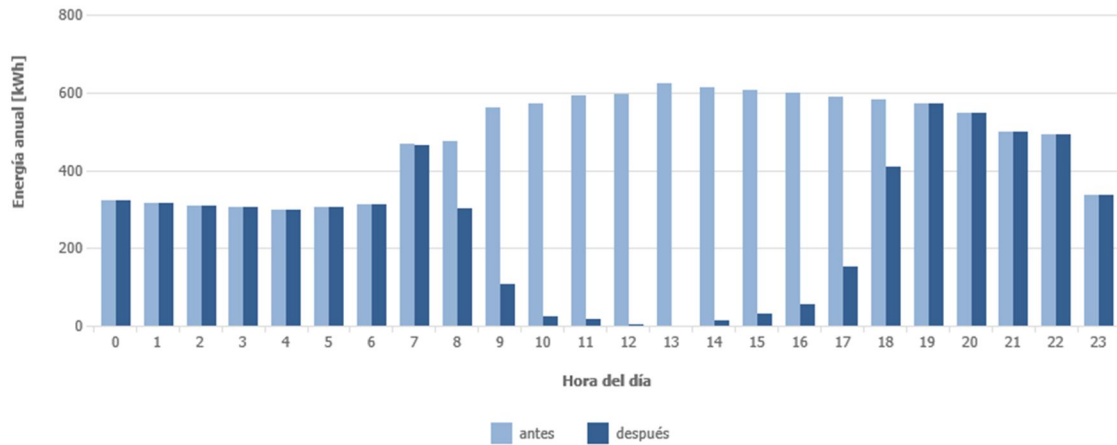


Imagen Anexo IV.3. Producción comparativa de marzo

ABRIL

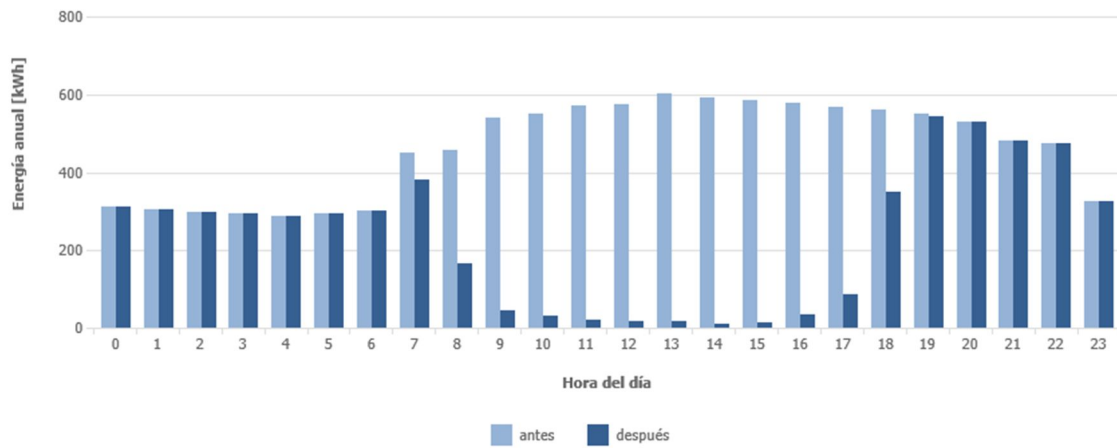


Imagen Anexo IV.4. Producción comparativa de abril

MAYO

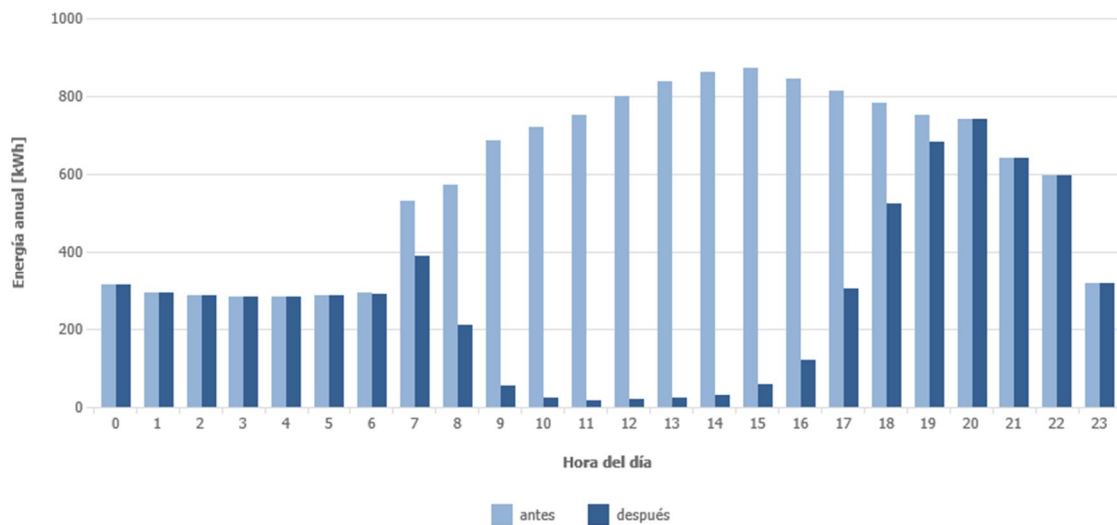


Imagen Anexo IV.5. Producción comparativa de mayo

JUNIO

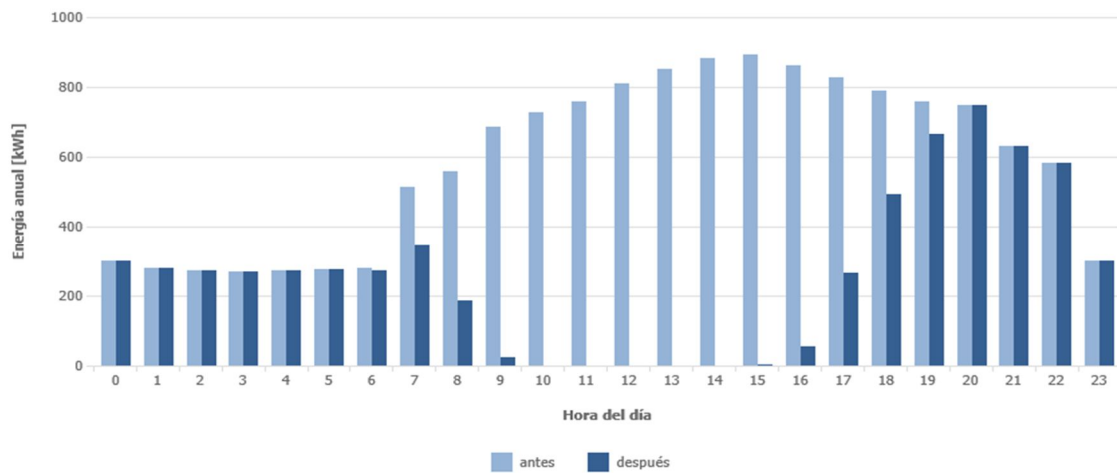


Imagen Anexo IV.6. Producción comparativa de junio

JULIO

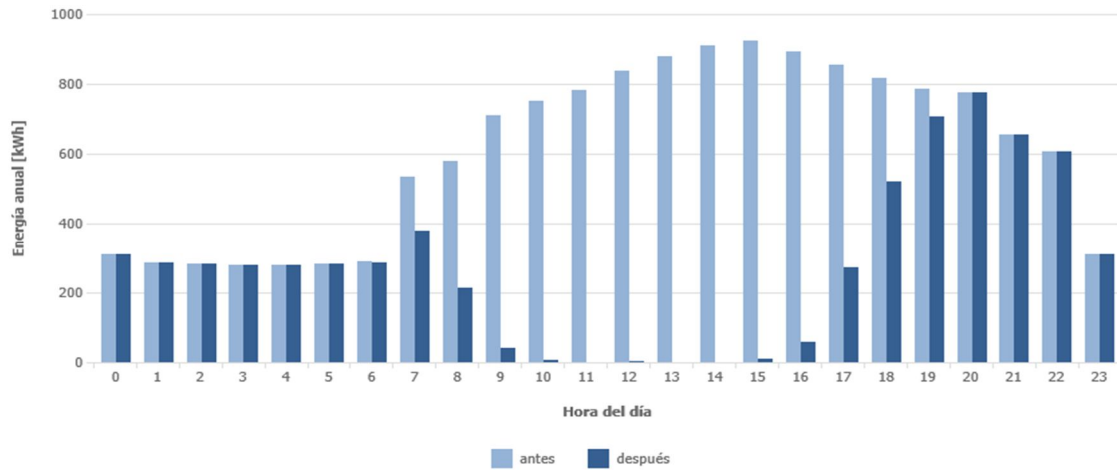


Imagen Anexo IV.7. Producción comparativa de julio

AGOSTO

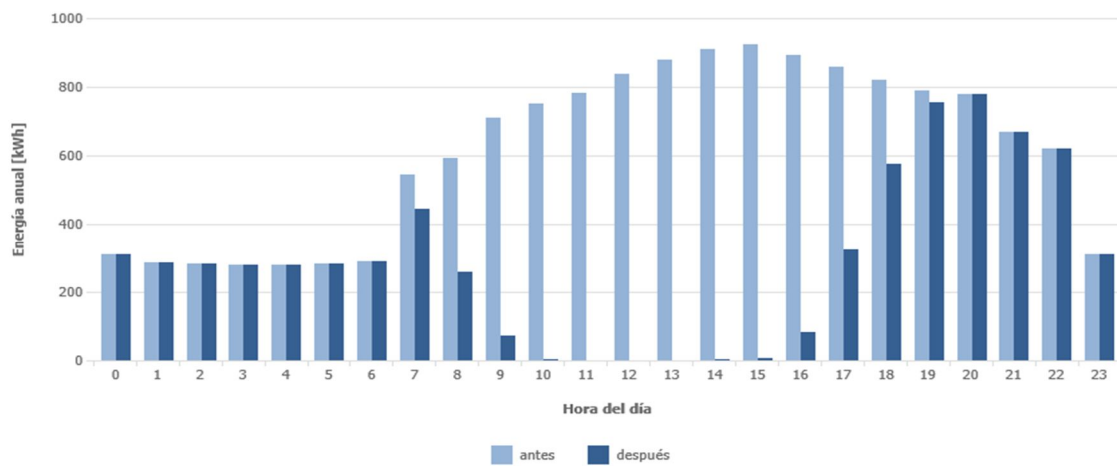


Imagen Anexo IV.8. Producción comparativa de agosto

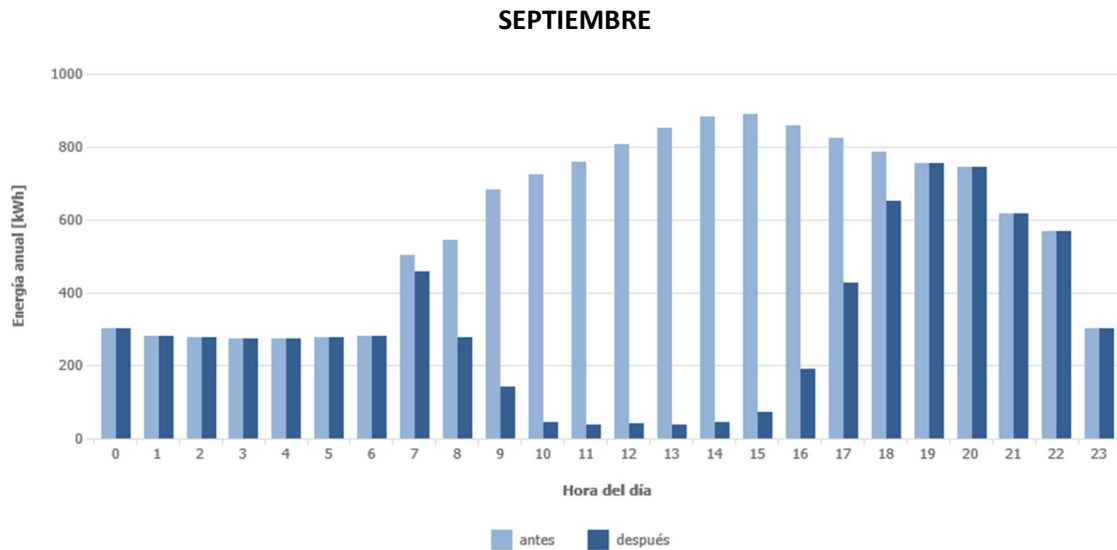


Imagen Anexo IV.9. Producción comparativa de septiembre

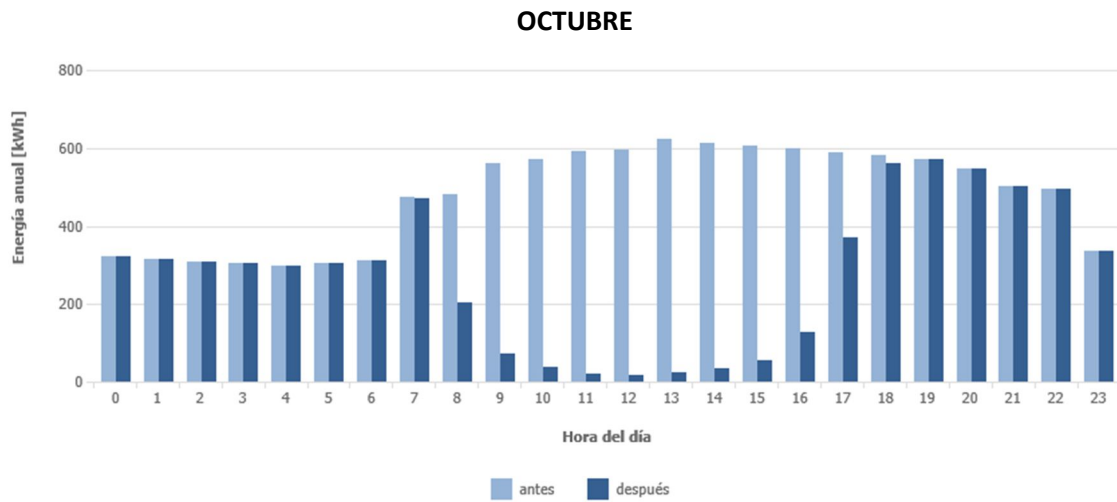


Imagen Anexo IV.10. Producción comparativa de octubre

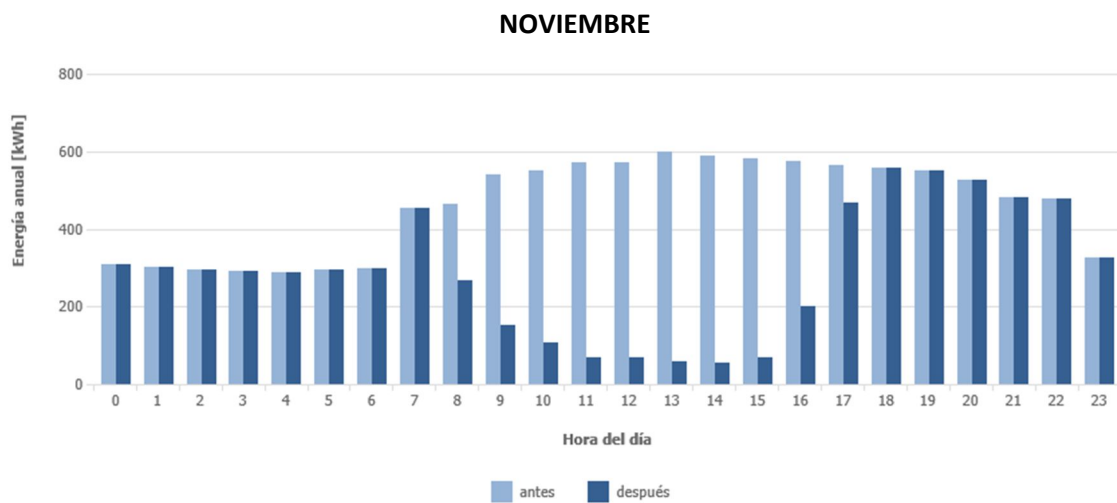


Imagen Anexo IV.11. Producción comparativa de noviembre

DICIEMBRE

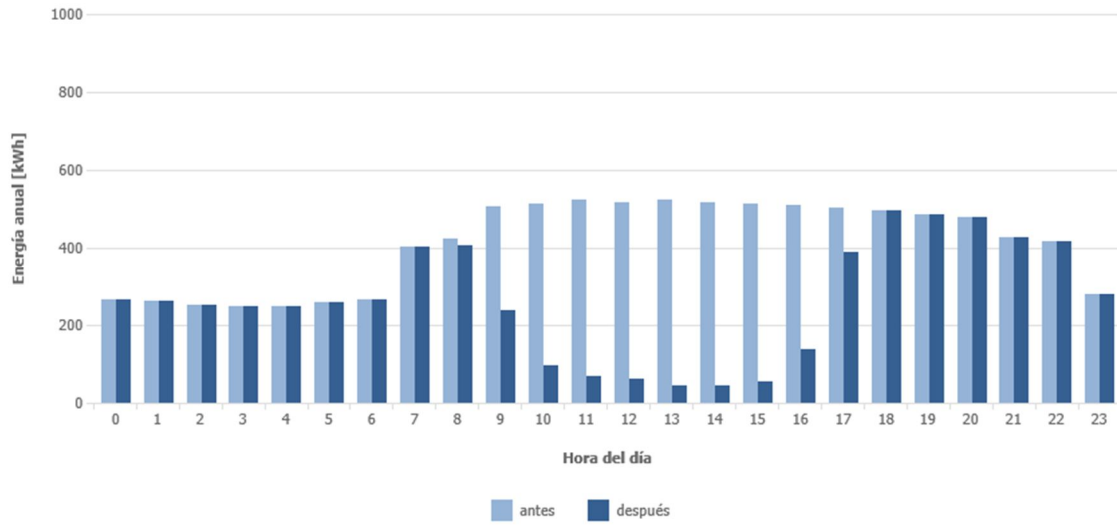


Imagen Anexo IV.12. Producción comparativa de diciembre

MEDIA ANUAL DE LA INSTALACIÓN

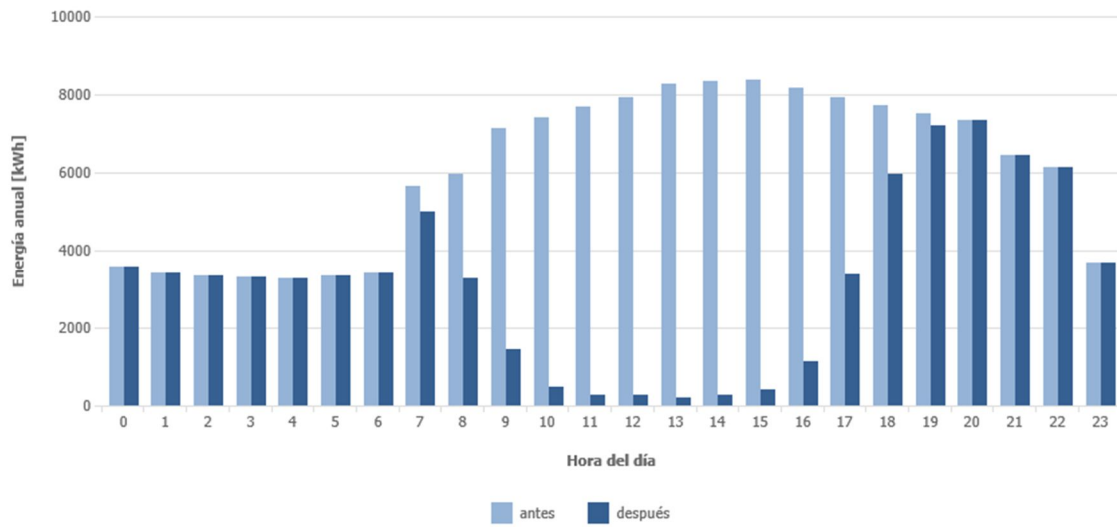


Imagen Anexo IV.13. Producción comparativa anual

Por otro lado, puede compararse igualmente los consumos de red antes y después de la instalación, tanto en un perfil anual completo como en horario de apertura. Así pues se puede observar la reducción de consumo eléctrico en el siguiente gráfico:

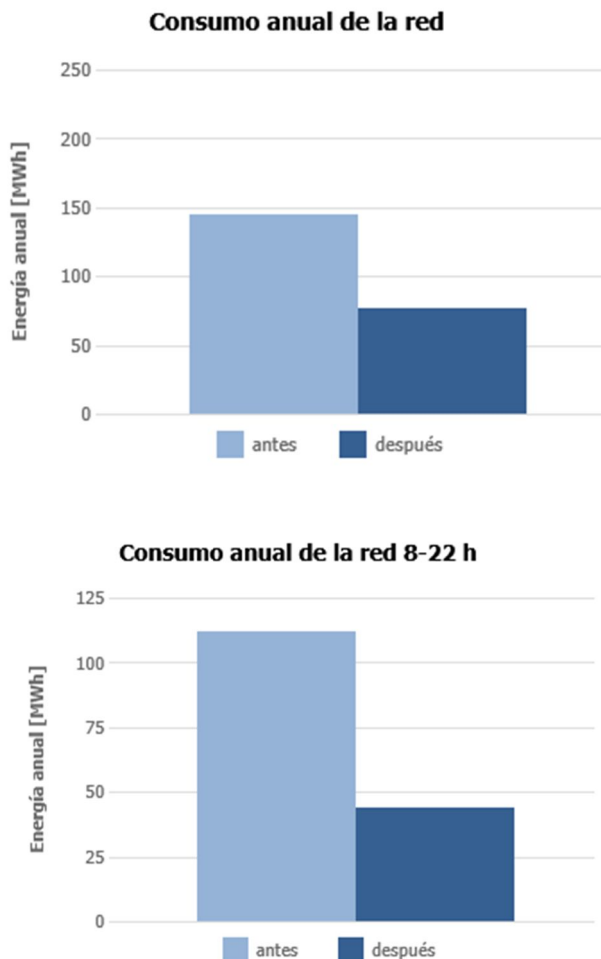


Imagen Anexo IV.14. Comparación energía total consumida

Los consumos totales se expresan numéricamente en la tabla:

	Consumo anual de la red	Consumo anual de la red 8-22h
Sin instalación	145 MWh	112 MWh
Con instalación	76.417 MWh	44.148 MWh

Tabla Anexo IV.1. Consumos totales anuales con y sin apoyo fotovoltaico

En último lugar, puede graficarse los consumos mediante una matriz de color/potencia por mes y hora del día, comparando con y sin instalación fotovoltaica denotando la demanda de consumo de red. Es notable la mejora que supone dicha instalación:

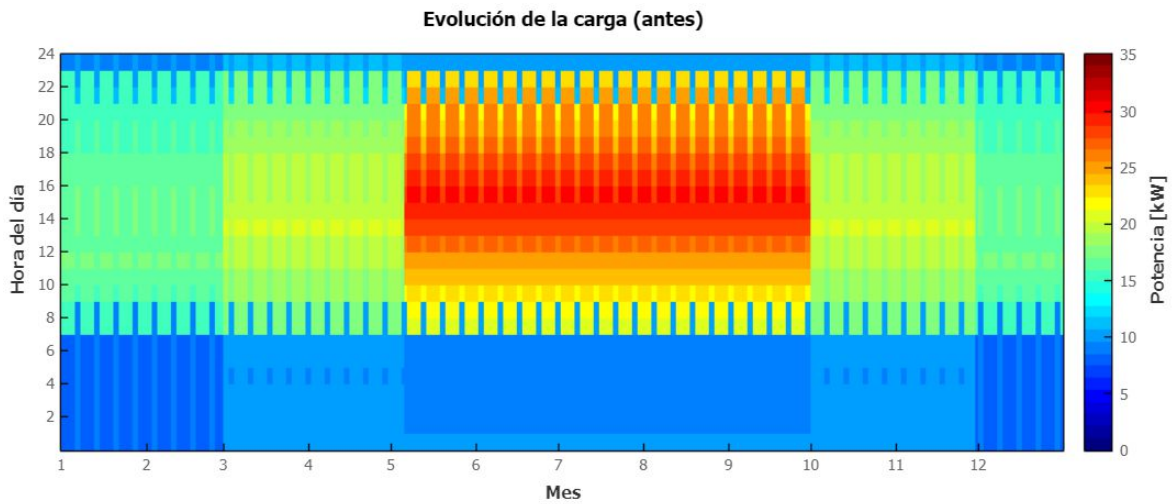


Imagen Anexo IV.15. Consumo de potencia eléctrica sin instalación fotovoltaica

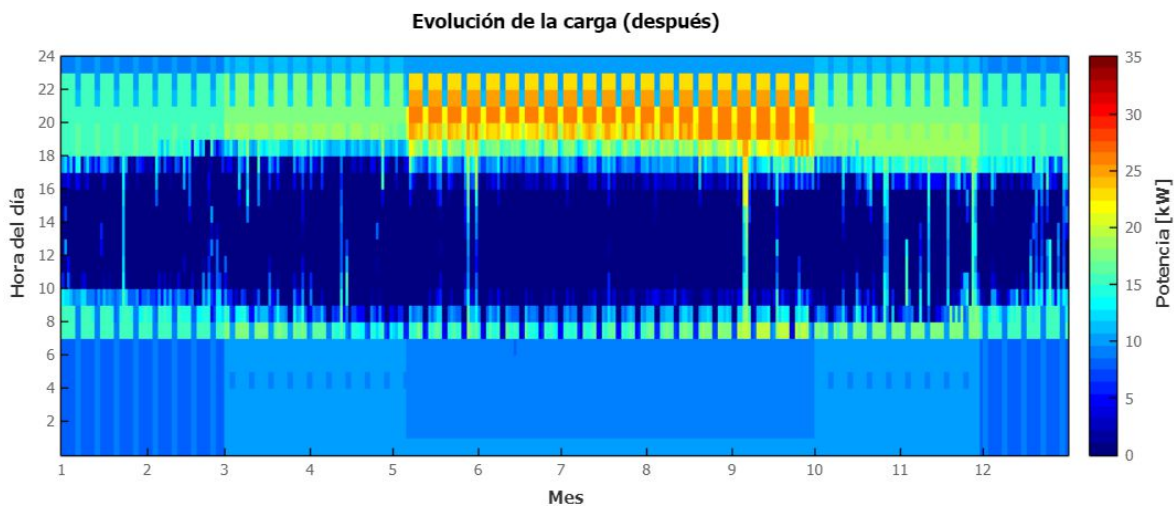
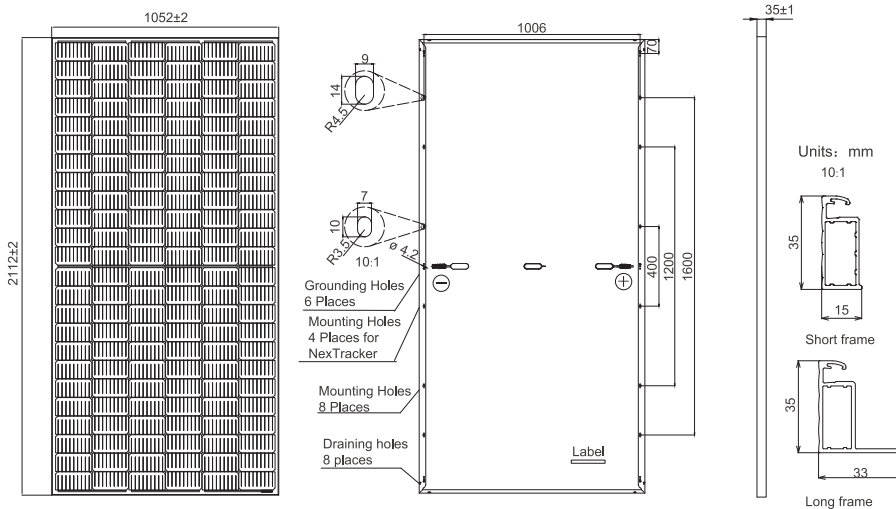


Imagen Anexo IV.16. Consumo de potencia eléctrica con instalación fotovoltaica

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	24.5kg
Dimensions	2112±2mm×1052±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	144 (6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	MC4-EVO2/ QC 4.10-35
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/pallet 682pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	JAM72S20 -470/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	445	450	455	460	465	470
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.56	49.70	49.85	50.01	50.15	50.31
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.21	41.52	41.82	42.13	42.43	42.69
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.32	11.36	11.41	11.45	11.49	11.53
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.80	10.84	10.88	10.92	10.96	11.01
Module Efficiency [%]	20.0	20.3	20.5	20.7	20.9	21.2
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α _{Isc})	+0.044%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β _{Voc})	-0.272%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ _{Pmp})	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

TYPE	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	JAM72S20 -470/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	336	340	344	348	352	355
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.65	46.90	47.15	47.38	47.61	47.84
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.95	39.19	39.44	39.68	39.90	40.10
Short Circuit Current(Isc) [A]	9.20	9.25	9.29	9.33	9.38	9.42
Max Power Current(Imp) [A]	8.64	8.68	8.72	8.76	8.81	8.86
NOCT	Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G					

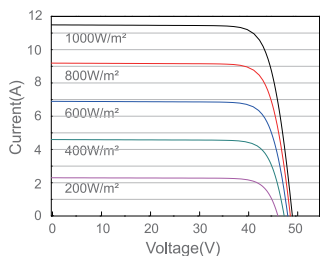
OPERATING CONDITIONS

Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse Rating	20A
Maximum Static Load, Front*	5400Pa(112 lb/ft ²)
Maximum Static Load, Back*	2400Pa(50 lb/ft ²)
NOCT	45±2°C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

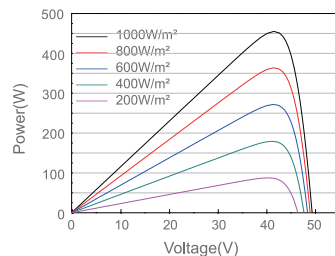
*For NexTracker installations ,Maximum Static Load, Front is 1800Pa while Maximum Static Load, Back is 1800Pa.

CHARACTERISTICS

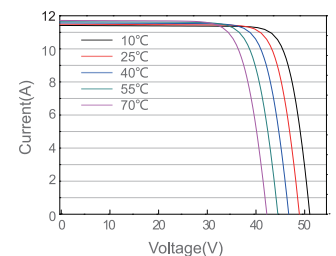
Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



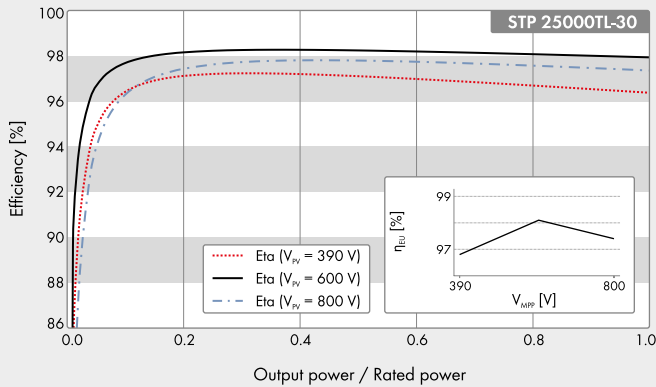
Power-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Efficiency Curve



Accessory



RS485 interface
DM-485CB-10



Power Control Module
PWCMOD-10



DC surge arrester Typ II,
inputs A and B
DCSPD KIT3-10



Multifunction relay
MFR01-10

● Standard features ○ Optional features – Not available
Data at nominal conditions
Status: 02/2021

Technical Data

Input (DC)

Max. generator power
DC rated power
Max. input voltage
MPP voltage range / rated input voltage
Min. input voltage / start input voltage
Max. input current input A / input B
Max. DC short-circuit current input A/input B
Number of independent MPP inputs / strings per MPP input

Output (AC)

Rated power (at 230 V, 50 Hz)
Max. AC apparent power
AC nominal voltage
AC voltage range
AC grid frequency / range
Rated power frequency / rated grid voltage
Max. output current / Rated output current
Power factor at rated power / Adjustable displacement power factor
THD
Feed-in phases / connection phases

Efficiency

Max. efficiency / European Efficiency

Protective devices

DC-side disconnection device
Ground fault monitoring / grid monitoring
DC surge arrester (Type II) can be integrated
DC reverse polarity protection / AC short-circuit current capability / galvanically isolated
All-pole sensitive residual-current monitoring unit
Protection class (according to IEC 62109-1) / overvoltage category (according to IEC 62109-1)

General data

Dimensions (W / H / D)
Weight
Operating temperature range
Noise emission (typical)
Self-consumption (at night)
Topology / cooling concept
Degree of protection (as per IEC 60529)
Climatic category (according to IEC 60721-3-4)
Maximum permissible value for relative humidity (non-condensing)

Features / function / Accessories

DC connection / AC connection
Display
Interface: RS485, Speedwire/Webconnect
Data interface: SMA Modbus / SunSpec Modbus
Multifunction relay / Power Control Module
Shade management SMA ShadeFix / Integrated Plant Control / Q on Demand 24/7
Off-Grid capable / SMA Fuel Save Controller compatible
Guarantee: 5 / 10 / 15 / 20 years
Certificates and permits (more available on request)

* Does not apply to all national appendices of EN 50438

Type designation

	Sunny Tripower 15000TL	Sunny Tripower 20000TL	Sunny Tripower 25000TL	
Max. generator power	27000 W _p	36000 W _p	45000 W _p	
DC rated power	15330 W	20440 W	25550 W	
Max. input voltage	1000 V	1000 V	1000 V	
MPP voltage range / rated input voltage	240 V to 800 V / 600 V	320 V to 800 V / 600 V	390 V to 800 V / 600 V	
Min. input voltage / start input voltage	150 V / 188 V	150 V / 188 V	150 V / 188 V	
Max. input current input A / input B	33 A / 33 A	33 A / 33 A	33 A / 33 A	
Max. DC short-circuit current input A/input B	43 A / 43 A	43 A / 43 A	43 A / 43 A	
Number of independent MPP inputs / strings per MPP input	2 / A:3; B:3	2 / A:3; B:3	2 / A:3; B:3	
Rated power (at 230 V, 50 Hz)	15000 W	20000 W	25000 W	
Max. AC apparent power	15000 VA	20000 VA	25000 VA	
AC nominal voltage		3 / N / PE; 220 V / 380 V 3 / N / PE; 230 V / 400 V 3 / N / PE; 240 V / 415 V		
AC voltage range		180 V to 280 V		
AC grid frequency / range		50 Hz / 44 Hz to 55 Hz 60 Hz / 54 Hz to 65 Hz		
Rated power frequency / rated grid voltage		50 Hz / 230 V		
Max. output current / Rated output current	29 A / 21.7 A	29 A / 29 A	36.2 A / 36.2 A	
Power factor at rated power / Adjustable displacement power factor		1 / 0 overexcited to 0 underexcited		
THD		≤ 3%		
Feed-in phases / connection phases		3 / 3		
Max. efficiency / European Efficiency	98.4% / 98.0%	98.4% / 98.0%	98.3% / 98.1%	
DC-side disconnection device		●		
Ground fault monitoring / grid monitoring		● / ●		
DC surge arrester (Type II) can be integrated		○		
DC reverse polarity protection / AC short-circuit current capability / galvanically isolated		● / ● / –		
All-pole sensitive residual-current monitoring unit		●		
Protection class (according to IEC 62109-1) / overvoltage category (according to IEC 62109-1)		I / AC: III; DC: II		
Dimensions (W / H / D)	661 / 682 / 264 mm (26.0 / 26.9 / 10.4 inch)			
Weight		61 kg (134.48 lb)		
Operating temperature range		–25 °C to +60 °C (–13 °F to +140 °F)		
Noise emission (typical)		51 dB(A)		
Self-consumption (at night)		1 W		
Topology / cooling concept		Transformerless / Opticool		
Degree of protection (as per IEC 60529)		IP65		
Climatic category (according to IEC 60721-3-4)		4K4H		
Maximum permissible value for relative humidity (non-condensing)		100%		
DC connection / AC connection		SUNCLIX / spring-cage terminal		
Display		○		
Interface: RS485, Speedwire/Webconnect		○ / ●		
Data interface: SMA Modbus / SunSpec Modbus		● / ●		
Multifunction relay / Power Control Module		○ / ○		
Shade management SMA ShadeFix / Integrated Plant Control / Q on Demand 24/7		● / ● / ●		
Off-Grid capable / SMA Fuel Save Controller compatible		● / ●		
Guarantee: 5 / 10 / 15 / 20 years		● / ○ / ○ / ○		
Certificates and permits (more available on request)		AS 4777, BDEW 2008, C10/11, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, CNS 15382, CNS 15426, DEWA 2.0, DK1, DK2, EN 50549-1, EN 50549-2, G99/1, EN 50438:2013*, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, IS 16221-1/2, IS 16169, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2:1, PEA 2013, NTS, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°7:2013, RfG compliant, SI4777, TOR generator, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VDE-AR-N 4110, VFR 2014		
Type designation	STP 15000TL-30	STP 20000TL-30	STP 25000TL-30	

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

INDICE

1	DATOS DE PARTIDA	3
	Datos de la propiedad	3
	Datos del representante	3
2	OBJETO DEL ESTUDIO.....	3
3	ESTABLECIMIENTO POSTERIOR DE UN PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA.....	3
4	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	4
	4.1 Plazo de ejecución estimado	4
	4.2 Número de trabajadores.....	4
	4.3 Relación de trabajos a realizar.....	4
5	RIESGOS MÁS FRECUENTES QUE DEBEN PREVERSE.....	4
6	MEDIDAS DE PREVENCIÓN.....	5
7	OTROS RIESGOS.....	9
8	SEÑALIZACIÓN.....	9
9	OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.....	9
	9.1. Constitución de un servicio de prevención	9
	9.2. Formación de los trabajadores.....	9
	9.3. Información en materia de prevención.....	10
	9.4. Vigilancia de la salud: reconocimientos médicos.....	10
	9.5. Trabajadores de empresas de trabajo temporal.....	10
	9.6. Coordinación de las labores empresariales	10
	9.7. Dotación de los medios de prevención y deber in vigilando del empresario	11
10	OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES.....	11
11	OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....	12
12	DOCUMENTACIÓN QUE SE DEBE CONSERVAR.....	12
13	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	12
14	INFRACCIONES ADMINISTRATIVAS.....	12
15	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD	13

1 DATOS DE PARTIDA

Datos de la propiedad

Promotor: INGESPORT, S.A.

Dirección: PASEO ANTONIO MACHADO 50

Población: MÁLAGA.

Provincia: MÁLAGA.

C.I.F.: A-84394808

Datos del representante

Promotor: INGESPORT, S.A.

Dirección: PASEO ANTONIO MACHADO 50

Población: MÁLAGA.

Provincia: MÁLAGA.

C.I.F.: A-84394808

2 OBJETO DEL ESTUDIO

El presente Estudio de Seguridad y Salud tiene como objeto servir de base para las empresas contratistas y cualesquiera otras que participen en la ejecución de las obras a que hace referencia el proyecto en el que se encuentra incluido este estudio, las lleven a efecto en las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo establecido en el R.D. 1627/97 de 24 de octubre.

3 ESTABLECIMIENTO POSTERIOR DE UN PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA.

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, debe servir de base para que las Empresas Constructoras, Contratistas y Subcontratistas y Trabajadores Autónomos que participen en las obras, antes del comienzo de la actividad en las mismas, puedan elaborar un Plan de Seguridad y salud tal como se indica en el articulado del Real Decreto citado en el punto anterior.

En dicho plan podrán modificarse algunos aspectos señalados en este Estudio con los requisitos que establece la mencionada normativa. El citado Plan de Seguridad y Salud es el que en definitiva permitirá conseguir y mantener las condiciones de trabajo necesarias para proteger la salud y la vida de los trabajadores durante el desarrollo de las obras que contempla este Estudio de Seguridad y Salud.

4 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.

4.1 Plazo de ejecución estimado

El plazo de ejecución se estima en 40 días.

4.2 Número de trabajadores.

Durante la ejecución de las obras se estima la presencia en las obras de 4 trabajadores aproximadamente, como máximo.

4.3 Relación de trabajos a realizar.

Las obras a ejecutar consisten en una instalación fotovoltaica conectada a red en la cubierta de una nave industrial.

5 RIESGOS MÁS FRECUENTES QUE DEBEN PREVERSE.

Sin perjuicio que en el posterior Plan de Seguridad y Salud, la empresa contratista deba estudiar los riesgos a los que estarán expuestos sus trabajadores, al menos deben tenerse en cuenta los siguientes:

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Desprendimientos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.
- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Inhalación de sustancias nocivas.
- Sobreexposición al sol.

6 MEDIDAS DE PREVENCIÓN

1.- Caída de altura

- Para el acceso a partes altas de la instalación se utilizarán andamios móviles siempre y cuando cumplan las siguientes características:
 - Deberá estar conformado con todos sus elementos y crucetas necesarias para darle a un sistema suficiente resistencia y solidez.
 - Contará con freno en las cuatro ruedas.
 - Se guardará la relación de estabilidad, lado menor altura como máximo 3:1
 - La base en la que se apoyan los trabajadores deberá cubrir todo el ancho del hueco de tal forma que no exista la posibilidad de caer.
 - Contará con barandilla resistente a 150 Kg. m.l. formada por rodapié de 15 cm., barra intermedia y barandilla a 90 cm.
 - La escalera de acceso será interior mediante trampilla
 - No se podrá trasladar trabajadores subidos al andamio.
 - En alturas superiores a 2 m. los trabajadores contarán con un sistema de sujeción a un punto de anclaje fijo previamente seleccionado.
 - En caso de no poder cumplirse lo anteriormente descrito, se utilizarán cestas sobre camión o plataformas elevadoras.
 - La entrada y salida del cubeto se realizarán siempre a través de escaleras, a tal efecto, una vez terminado el muro que delimita el cubeto, se realizarán de forma inmediata unas escaleras de acceso de 55 cm. de ancho como mínimo de peldañado de chapa estriada y con barandilla.
 - No se permitirá el uso de andamios improvisados sobre bidones, elementos cerámicos, etc.
- Las escaleras de mano que se utilicen cumplirán:
 - Deberán tener resistencia y elementos de apoyo necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída por rotura o desplazamiento de las mismas. En particular las escaleras de tijera dispondrán de elementos de seguridad que impidan su apertura al ser utilizadas.
 - Se utilizarán siempre en la forma y con limitaciones establecidas por el fabricante. no se emplearán escaleras de mano y en particular, escaleras de más de 5 metros de longitud, cuya resistencia no se tengan las garantías suficientes. Debe quedar prohibido el uso de escaleras improvisadas.
 - Antes de utilizar la escalera de mano, deberá asegurarse su estabilidad. la base de la escalera deberá quedar solidariamente asentada. en el caso de escaleras simples la parte superior se sujetará, si es necesario, al paramento sobre el que se apoya y cuando este no permita un apoyo estable se sujetará la mismo mediante abrazadera u otros dispositivos equivalentes.
 - Las escaleras de mano simples se colocarán en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal. Cuando se utilicen para acceder a lugares elevados sus largueros deberán prolongarse al menos 1 metro por encima de este.
 - El ascenso y descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán de frente a las mismas. Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del

trabajador, solo se efectuarán si se utiliza un cinturón de seguridad o se adoptan medidas alternativas. Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador. Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente. La escaleras de mano se revisarán periódicamente. Se prohíbe la utilización de escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de defectos.

- En los trabajos sobre la cubierta de la nave se cumplirán las siguientes condiciones:
 - El acceso a la cubierta se realizara mediante elementos seguros y en buen estado de conservación.
 - Se protegerá el perímetro de la cubierta frente a posibles caídas mediante elementos de protección colectiva (barandilla o andamios perimetrales) o individuales (arnés de seguridad).
 - Antes de subir a la cubierta se deberá garantizar la resistencia de esta. En caso necesario se dispondrán pasarelas sobre esta para la circulación de los trabajadores.

2.- Caída de personas al mismo nivel

- Para evitar las caídas de personas al mismo nivel se deberá:
 - Realizar los trabajos con unos niveles de iluminación suficientes, si no fuera suficiente con la luz natural, se preverá la disposición de iluminación adicional para la obra.
 - Asimismo se mantendrá el suelo libre de obstáculos, señalizándose una zona de acopios de materiales.
 - Se comprobará diariamente que los trabajadores utilizan calzado adecuado, en concreto no se permitirá el uso de zapatillas, zuecos, es decir, calzado que no sujete el talón o mantenga los dedos al aire.

3.-Caída de objetos.

- Para evitar la caída de objetos en manipulación se tendrá en cuenta lo siguiente:
 - Se utilizarán guantes de cuero certificados CE para trabajos mecánicos.
 - Se utilizarán en todo momento calzado de seguridad certificado CE de clase S1 como mínimo
 - Para trabajos en altura se utilizarán cinturones porta herramientas.

4.-Golpes por objetos o herramientas:

- Para evitar los accidentes producidos por las herramientas manuales se tendrá en cuenta que:
 - Cada trabajador contará con un juego de herramientas adecuada al trabajo que deba realizar y no permitirá el uso inadecuado de herramientas tal como utilización de destornilladores como punzones, palanquetas, etc.
 - Las herramientas que ofrezcan filos cortantes, como navajas, cuchillos, cúter, etc, contarán con una funda y siempre que se deje de utilizar se guardará en su funda.

5.-Golpes o contactos con elementos móviles de máquinas Para evitar estos riesgos se tendrá en cuenta que:

- Las máquinas que se utilicen, deberán contar con un marcado CE o certificado del cumplimiento del R.D. 1215/97 sobre instalaciones equipos y herramientas.
 - Se comprobará que se utilizan en la forma y manera recomendada por el fabricante.
 - Las personas que utilicen las máquinas auxiliares deberán estar autorizadas por el contratista.

6.-Riesgos eléctricos

- Para evitar los riesgos eléctricos en los trabajos de electricidad deberán seguirse las siguientes reglas:
 - Durante el montaje de las líneas deberá asegurarse que no hay posibilidad alguna de que puedan entrar en tensión, realizando la conexión al cuadro en último lugar.
 - Antes de conectar al cuadro deberá cortarse la alimentación al mismo y asegurar el corte contra posibles reenganches y comprobar que en efecto no hay tensión en ninguna línea.
 - No obstante lo anterior, el trabajador deberá estar provisto de: Ropa de trabajo de algodón 100% cerrada hasta el cuello, casco certificado CE aislante de la electricidad, guantes aislantes de 1000 v, pantalla facial y alfombrilla aislante.
 - Las herramientas a utilizar deberán ser aisladas y estar certificadas CE
- En general para evitar los riesgos eléctricos los trabajadores deben:
 - Disponer de herramientas mecánicas con doble aislamiento.
 - Los terminales de los cables deberán poseer clavija y deberán ser enchufados en tomas adecuadas.
 - Antes de conectar una línea desde el cuadro deben asegurarse que ningún otro trabajador esta manipulando en la línea.

7.-Sobreesfuerzos.

Tal como se ha descrito anteriormente deberían contar con carretillas manuales o traspaletas para el manejo de cargas superiores a 25 Kg.

Igualmente los trabajadores deberán recibir información sobre la forma correcta de manejar las cargas.

8.-Inhalación de sustancias nocivas

De la utilización de elementos adhesivos se desprenden vapores.

Se deberán emplear protección de las vías respiratorias con filtro de media eficacia para partículas sólidas y líquidas contra vapores orgánicos cuando se empleen pegamentos.

No obstante, la contrata vigilará que los lugares de trabajo se encuentren ventilados en todo momento.

9.-Proyección de partículas

Como norma general, se deberá emplear gafas de montura universal en todo momento.

Riesgos de proyección de partículas, si hay que realizar tareas que puedan resultar proyecciones de partículas o esquirlas, tales como esmerilados, picados, cincelados, etc., se utilizará protección ocular y facial con marcado CE contra impactos a baja y alta energía, es decir gafas de montura universal y sobre estas una pantalla facial.

10.-Herramientas.

- Herramientas eléctricas.

Taladradora.

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.

- Herramientas de mano.

Cuerda de servicio

- Quemaduras físicas y químicas.
- Atrapamientos
- Sobreesfuerzos.
- Destornilladores, berbiquies
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.

Pelacables

- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Reglas, escuadras, cordeles, gafas, nivel, plomada

- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Tenazas, martillos, alicates

- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

11.- Materiales.

Cables, mangueras eléctricas y accesorios

- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.

7 OTROS RIESGOS.

Riesgo de incendio, aún no siendo previsible la posibilidad de un incendio durante el periodo de obras, se dispondrá de un extintor en la zona.

8 SEÑALIZACIÓN.

De acuerdo a lo especificado en el R.D. 485/97 sobre señalización de los lugares de trabajo, se dispondrán en las entradas de la obra señales de prohibido pasar personas no autorizadas y de obligación de utilización de guantes y calzado de seguridad.

9 OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.

En el ámbito de la Ley de prevención de riesgos laborales, el empresario debe garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

9.1. Constitución de un servicio de prevención

Según lo dispuesto en el Art. 30 de la Ley 31/95 sobre prevención de riesgos laborales, todas las empresas deberán haber constituido un servicio de prevención en alguna de las modalidades que se reflejan en la Norma, a tal efecto, la empresa subcontratista, antes del inicio de las obras, deberá aportar el nombramiento de trabajador encargado para la prevención o en su defecto el contrato con un Servicio de Prevención Ajeno.

Asimismo, antes de comenzar los trabajos, en aplicación del estudio de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo, en el que se analicen desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio en función de su propio sistema de ejecución de la obra, incluyendo las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica.

Este plan deberá ser presentado antes del comienzo de las obras para su aprobación por el coordinador de seguridad y salud en fase de proyecto.

9.2. Formación de los trabajadores

De acuerdo con lo especificado en el Art. 19 de la Ley 31/95 sobre prevención de riesgos laborales, los trabajadores, antes de comenzar los trabajos, deberán acreditar la formación sobre los riesgos específicos de su puesto de trabajo.

En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica suficiente y adecuada, en materia preventiva, tanto en el momento de su contratación, cualquiera que sea su modalidad o duración de ésta.

La formación deberá estar centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador, adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos y repetirse periódicamente, si fuera necesario. La formación se realizará en horas de trabajo.

9.3. Información en materia de prevención

Igualmente, en el cumplimiento del ART 18 de la Ley 31/95, los trabajadores deberán conocer los riesgos propios del lugar del trabajo en este sentido la promotora deberá informar al subcontratista de aquellos riesgos que puedan ser ocasionados debidos a las características concretas del centro de trabajo.

En cumplimiento del deber de protección, el empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud d los trabajadores en su trabajo, tanto aquellos que afecten a la empresa en su conjunto como a cada tipo de puesto de trabajo o función.
- Las medias y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos señalados en el apartado anterior.
- Las medidas adoptadas para prevención de emergencias.

9.4. Vigilancia de la salud: reconocimientos médicos

Los trabajadores que realicen trabajos en esta obra deberán acreditar haber pasado un reconocimiento médico pre-laboral o anual en su defecto, el cual debe certificar su aptitud para realizar las labores que le sean encomendadas, debiéndose conocer las limitaciones que puedan tener en el desarrollo de sus funciones. No se permitirá no utilizar los equipos de protección personal alegando alguna dolencia o enfermedad, en este caso los trabajadores serán excluidos temporalmente del trabajo.

9.5. Trabajadores de empresas de trabajo temporal

Debido a las características de la obra, entendemos que la actividad está recogida en el anexo I del R.D. 39/97 sobre Servicios de Prevención por lo que no se permitirá el trabajo a este tipo de trabajadores.

9.6. Coordinación de las labores empresariales

Según lo dispuesto en el Art.24 de la Ley 31/95, Cuando en un mismo centro de traba] o desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, estas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales. A tal fin, se establecerán los medios de coordinación que sean necesarios en cuanto a la protección y prevención de riesgos laborales y la información sobre los mismos a sus respectivos trabajadores.

El empresario titular del centro de trabajo adoptará las medidas necesarias para que aquellos otros empresarios que desarrollen actividades en su centro de trabajo reciban la información y las instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo v con las medidas de protección y prevención correspondientes, así como sobre las medidas de emergencia a aplicar. Para su traslado a los respectivos trabajadores.

Las empresas que contraten o subcontraten con otras la realización de obras o servicios correspondientes a la propia actividad se aquellas y que se desarrollen en sus centros de trabajo

deberán vigilar el cumplimiento por dichos contratistas y subcontratistas de la normativa de prevención de riesgos laborales.

Los contratistas y subcontratistas serán los responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente en su caso a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

9.7. Dotación de los medios de prevención y deber in vigilando del empresario

El empresario deberá adoptar las medidas de prevención descritas en este estudio de seguridad y salud así como en las descritas en sus evaluaciones de riesgos y planes de seguridad y salud particulares, sin que el coste de estas medidas pueda recaer en modo alguno sobre los trabajadores.

El empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo sean adecuados para el trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores.

Cuando la utilización de un equipo pueda representar un riesgo específico para la seguridad y salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que la utilización de los equipos de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización, que los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean efectuados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos. Asimismo, el empresario, los mandos intermedios, los encargados, los capataces, es decir cualquier persona con mando sobre otros con labores de vigilancia y cuidado, está obligado a conocer, cumplir y hacer cumplir de forma imperativa las normas de seguridad.

10 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES.

Los trabajadores con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario deberán:

- Usar adecuadamente las máquinas, aparatos, herramientas, y en general cualquier medio con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario de acuerdo a las instrucciones recibidas de este.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes
- Informar de inmediato acerca de cualquier situación, que a su juicio, entrañe un riesgo.
- Contribuir y cooperar en el cumplimiento de las obligaciones establecidas en materia de seguridad y salud.

El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales, tendrá consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el Art. 58.1. del Estatuto de los trabajadores.

11 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

12 DOCUMENTACIÓN QUE SE DEBE CONSERVAR.

- Apertura del centro de trabajo ante la Delegación de Trabajo.
- Planes de seguridad de las empresas subcontratadas.
- Resultado de los reconocimientos médicos de todos los trabajadores intervinientes en las obras.
- Documentación referente a los cursos recibidos por los trabajadores
- Documentación referente a la dotación a los trabajadores de los medios de protección personal.
- Sanciones impuestas a los trabajadores por incumplimientos de las medidas de prevención.
- Certificaciones de las máquinas y en su caso resultado de las Inspecciones Técnicas periódicas.
- Libro de incidencias.

13 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.

Cuando el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de las obras, o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa, observarse incumplimiento de las medidas de seguridad y salud previstas, advertirá al contratista de ello, dejando constancia en el libro d incidencias y en circunstancias de riesgo grave o inminente para la seguridad y salud d los traba] adores deberá disponer la paralización de los tajos.

Con independencia de lo anterior, el contratista deberá, en caso de riesgo grave e inminente paralizar los trabajos y disponer las medidas de seguridad necesarias debiendo reanudar la activada en tanto no se hayan dispuesto las citadas medidas.

14 INFRACCIONES ADMINISTRATIVAS.

Son infracciones administrativas entre otras:

- No comunicar la apertura del centro de trabajo a la Autoridad Laboral
- No elaborar un plan específico de seguridad e higiene en el trabajo
- No impartir formación a los trabajadores.
- No informar a los trabajadores sobre los riesgos a los que están expuestos.
- No tener formado o contratado un servicio de prevención de riesgos laborales.
- No adoptar cualesquiera otras medidas preventivas aplicables a las condiciones de ejecución de la normativa sobre prevención de riesgos laborales de las que se derive un riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores.

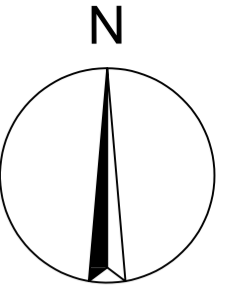
15 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD

PARTIDA	CANTIDA	PRECIO	TOTAL
CAP. 1. PROTECCIONES INDIVIDUALES (EPIS)			
Ud. Casco de seguridad homologado	4	2,50 €	10,00 €
Ud. Gafas anti-polvo y anti-impactos	4	14,00 €	56,00 €
Ud. Mono de trabajo	4	28,00 €	112,00 €
Ud. Guantes de cuero	4	5,00 €	20,00 €
Ud. Guantes dieléctricos	2	45,00 €	90,00 €
Ud. Instalación de línea de vida	1	269,00 €	269,00 €
Ud. Arnés y elementos de fijación	4	42,00 €	168,00 €
<i>Total capítulo:</i>			725,00 €
CAP. 2. PROTECCIONES COLECTIVAS			
Ud. Señal normalizada de STOP con soporte metálico incluida su colocación	4	30,00 €	120,00 €
Ud. Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico incluida su colocación	4	30,00 €	120,00 €
Ml. Cordón de balizamiento reflectante incluidos los soportes, la colocación y el desmontaje final (m)	120	2,20 €	264,00 €
Ud. Extintor polvo ABC 6 Kg	1	35,00 €	35,00 €
Ud. Extintor CO2 5 Kg	1	48,00 €	48,00 €
Mano de obra brigada seguridad	2	32,00 €	64,00 €
<i>Total capítulo:</i>			651,00 €
TOTAL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD			1.376,00 €

PLANOS

INDICE DE PLANOS

01. SITUACIÓN
02. EMPLAZAMIENTO
03. DISTRIBUCIÓN
04. REPLANTEO CUBIERTA 1
05. REPLANTEO CUBIERTA 2
06. STRINGS
07. CONEXIONES STRINGS
08. ESTRUCTURA SOPORTE
09. CONEXIÓN INVERSORES
10. ESQUEMA UNIFILAR



SITUACIÓN

P1

PROYECTO DE INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA DE 50KW EN CUBIERTA
PLANA DE GIMNASIO

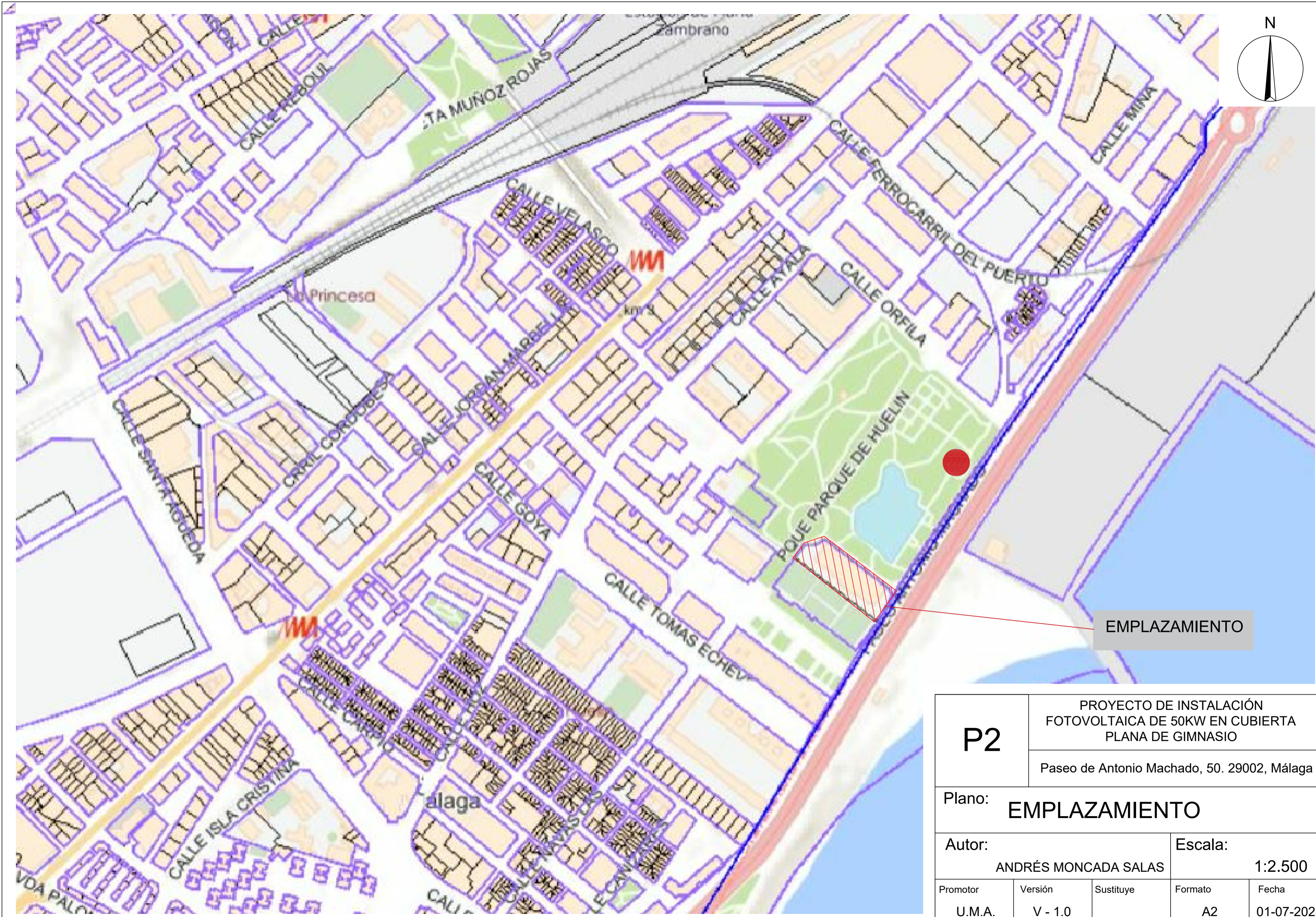
Paseo de Antonio Machado, 50. 29002, Málaga

Plano:
SITUACIÓN

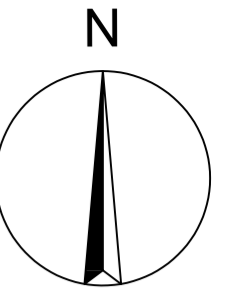
Autor:
ANDRÉS MONCADA SALAS

Escala:
1:10.000

Promotor	Versión	Sustituye	Formato	Fecha
U.M.A.	V - 1.0		A2	01-07-2023



P2	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 50KW EN CUBIERTA PLANA DE GIMNASIO			
	Paseo de Antonio Machado, 50. 29002, Málaga			
Plano:		EMPLAZAMIENTO		
Autor:		ANDRÉS MONCADA SALAS		Escala: 1:2.500
Promotor	Versión	Sustituye	Formato	Fecha
U.M.A.	V - 1.0		A2	01-07-2023



CUBIERTA 1

CUBIERTA 2

P3

PROYECTO DE INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA DE 50KW EN CUBIERTA
PLANA DE GIMNASIO

Paseo de Antonio Machado, 50. 29002, Málaga

Plano:

DISTRIBUCIÓN

Autor:

ANDRÉS MONCADA SALAS

Escala:

1:250

Promotor

Versión

Sustituye

Formato

Fecha

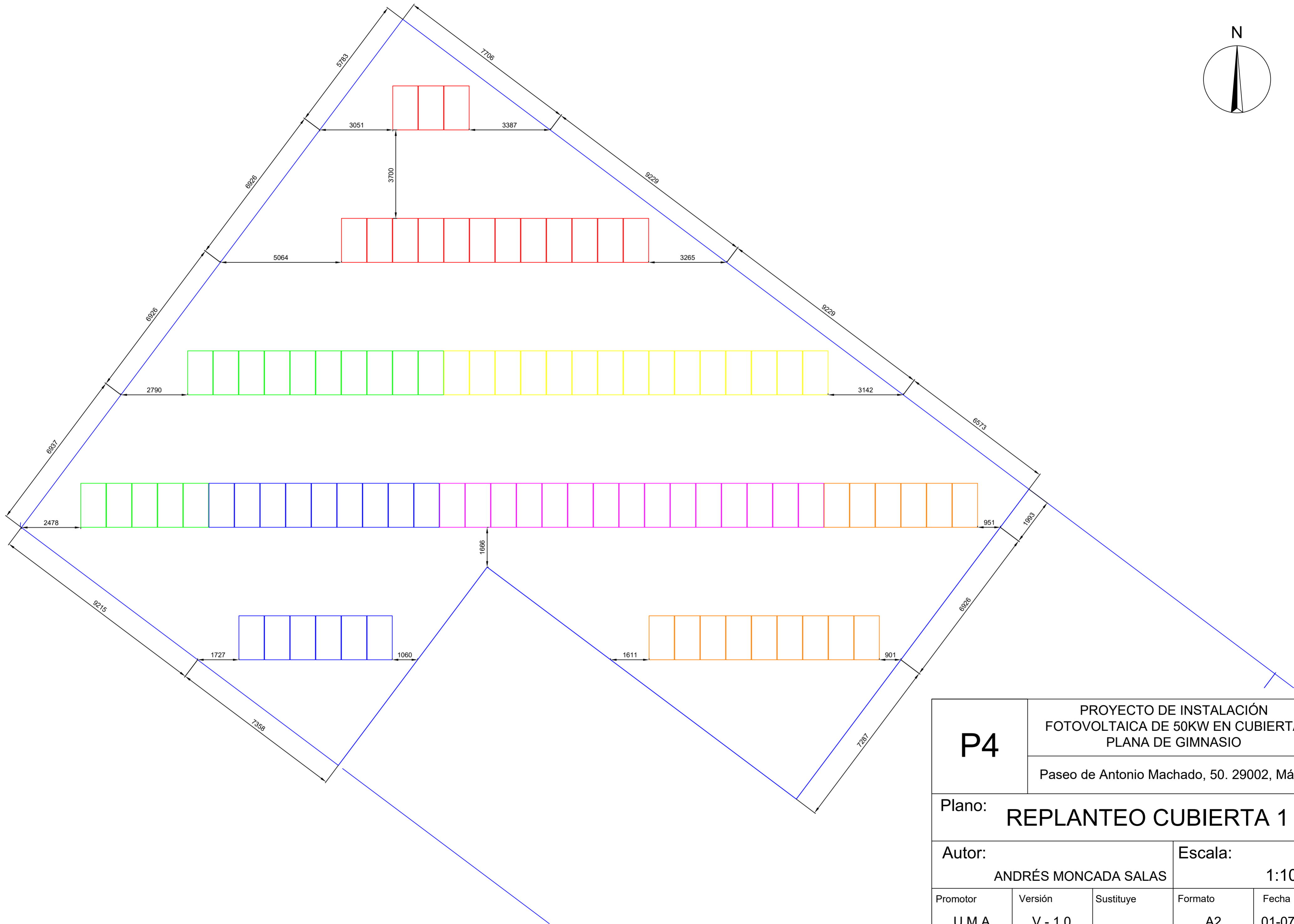
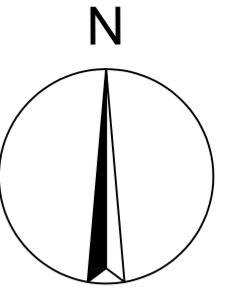
U.M.A.

V - 1.0

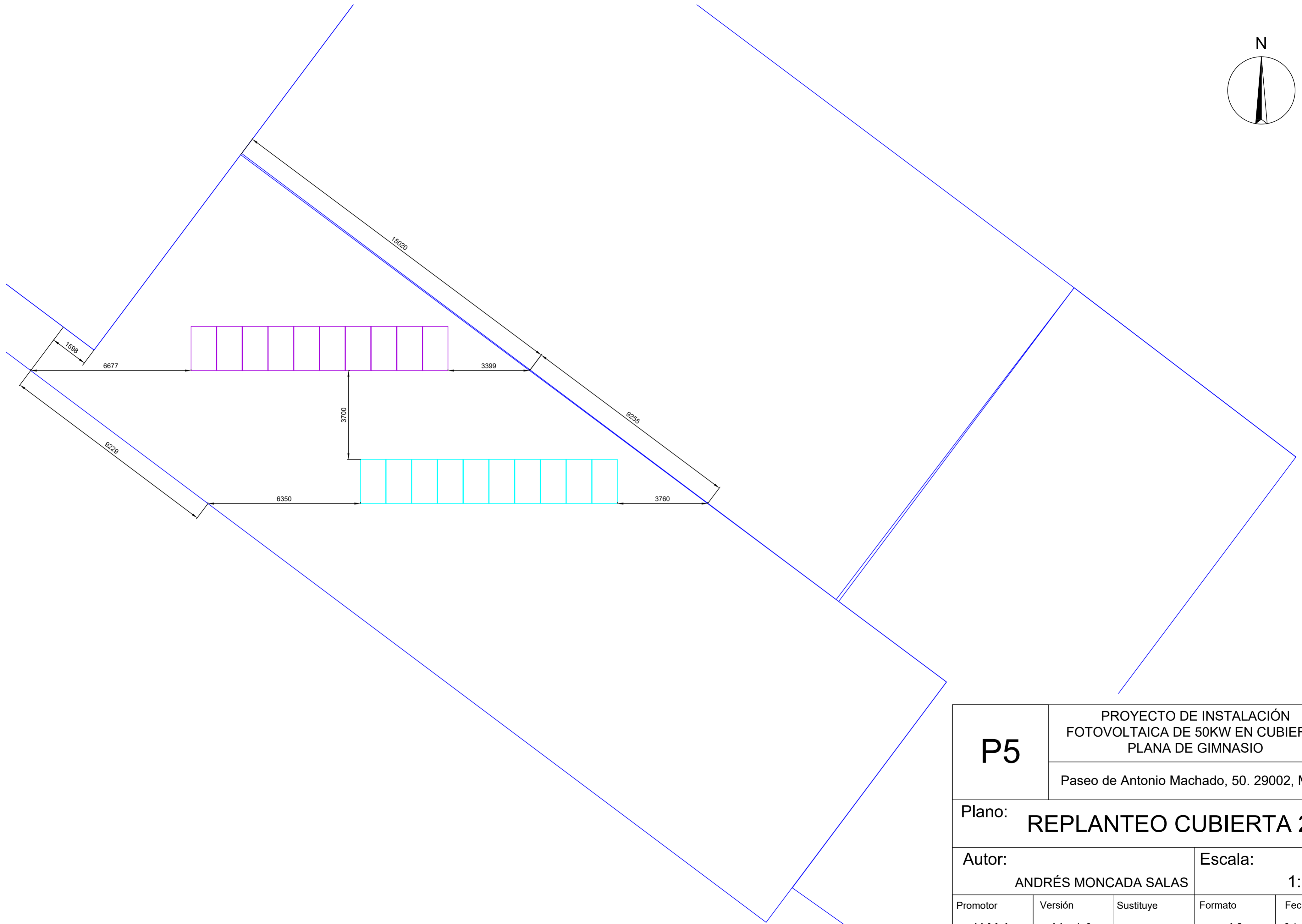
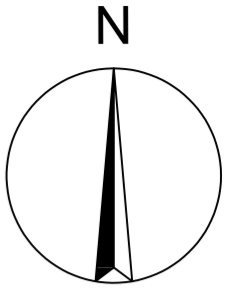
A2

01-07-2023

34 m



P4	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 50KW EN CUBIERTA PLANA DE GIMNASIO			
	Paseo de Antonio Machado, 50. 29002, Málaga			
Plano:		REPLANTEO CUBIERTA 1		
Autor: ANDRÉS MONCADA SALAS			Escala: 1:100	
Promotor U.M.A.	Versión V - 1.0	Sustituye	Formato A2	Fecha 01-07-2023



P5

PROYECTO DE INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA DE 50KW EN CUBIERTA
PLANA DE GIMNASIO

Paseo de Antonio Machado, 50. 29002, Málaga

Plano: **REPLANTEO CUBIERTA 2**

Autor:
ANDRÉS MONCADA SALAS

Escala:
1:100

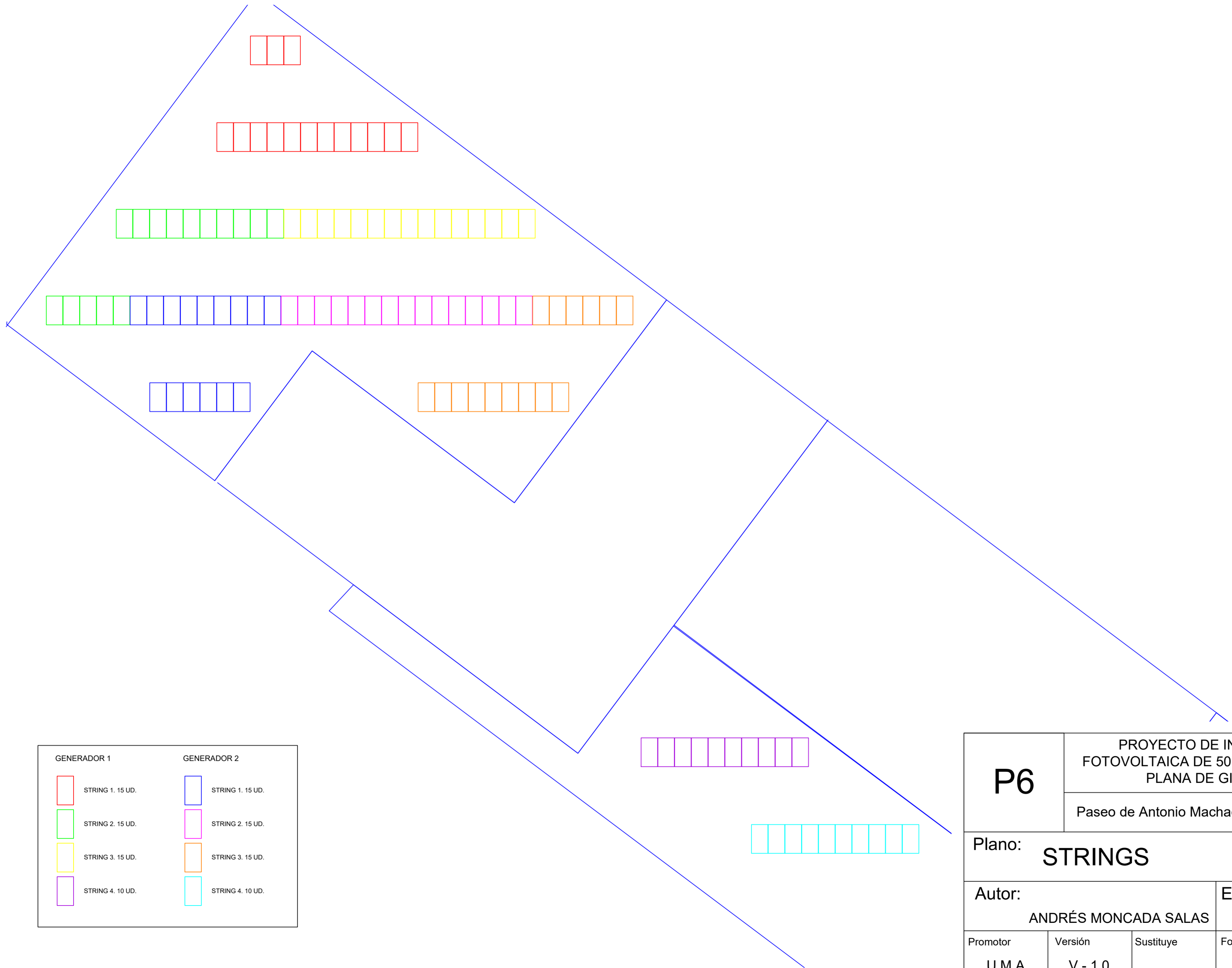
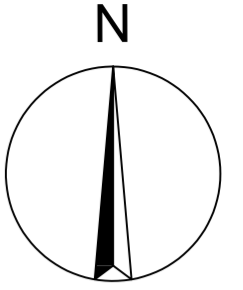
Promotor
U.M.A.

Versión
V - 1.0

Sustituye

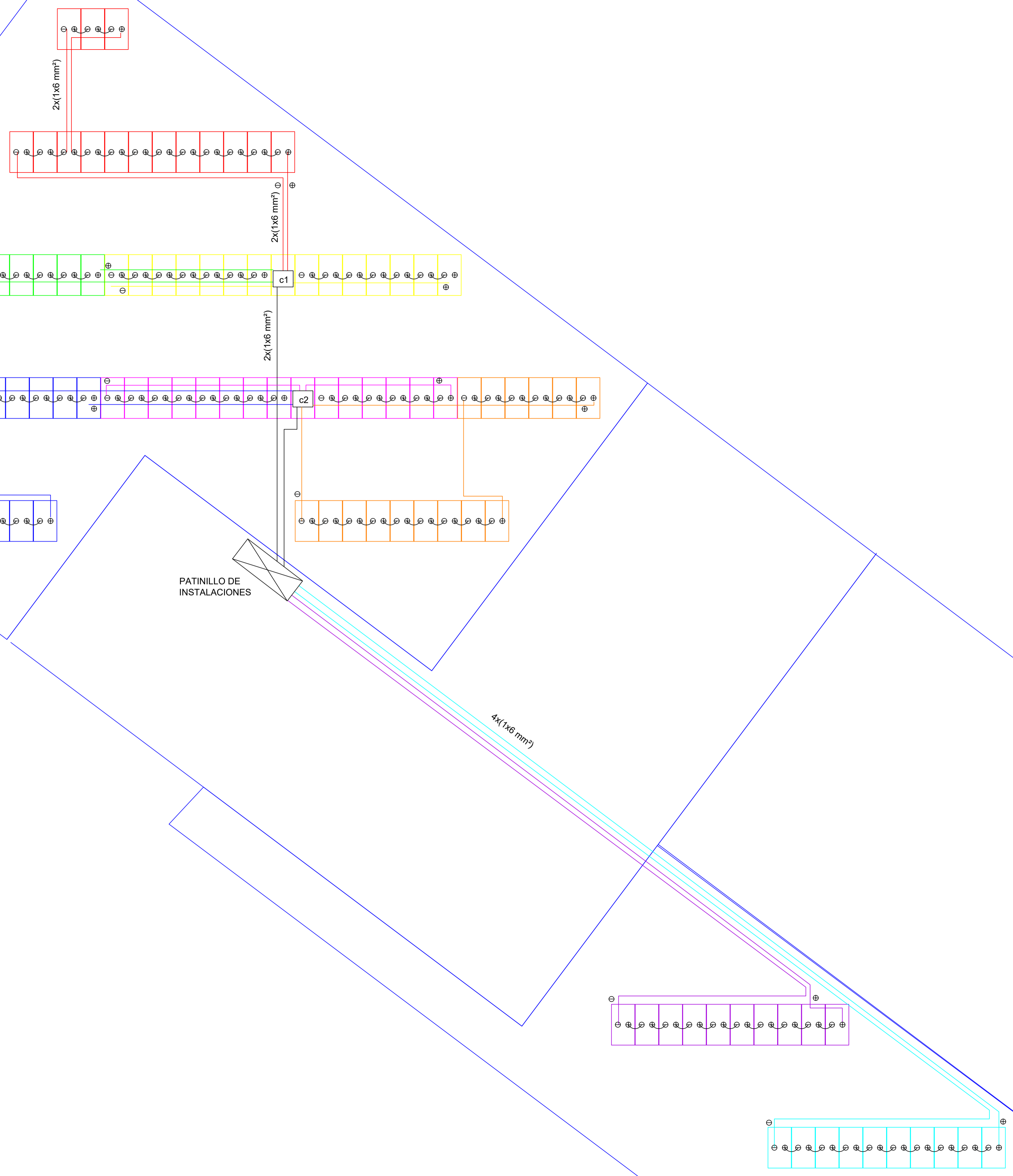
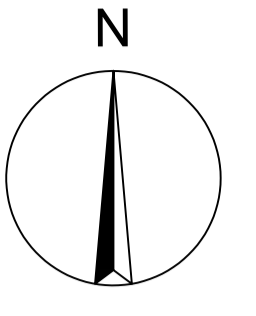
Formato
A2

Fecha
01-07-2023



GENERADOR 1		GENERADOR 2	
	STRING 1. 15 UD.		STRING 1. 15 UD.
	STRING 2. 15 UD.		STRING 2. 15 UD.
	STRING 3. 15 UD.		STRING 3. 15 UD.
	STRING 4. 10 UD.		STRING 4. 10 UD.

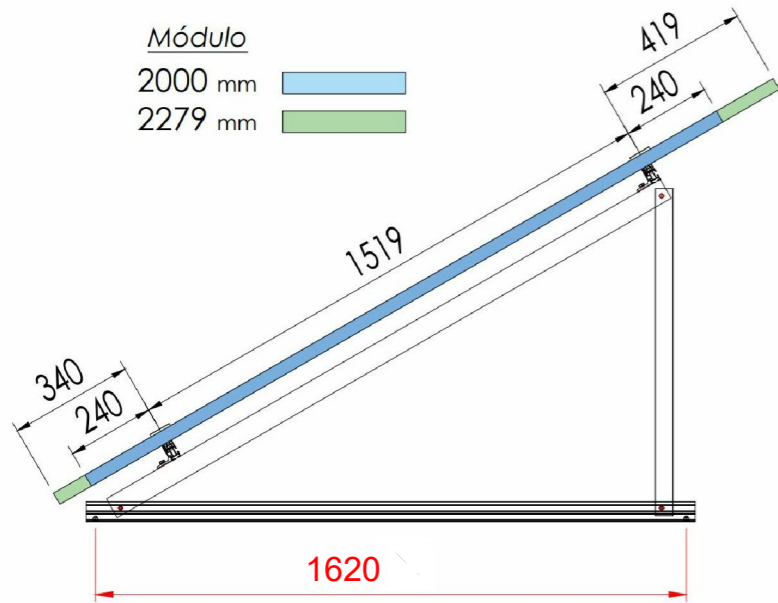
P6	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 50KW EN CUBIERTA PLANA DE GIMNASIO			
	Paseo de Antonio Machado, 50. 29002, Málaga			
Plano:		STRINGS		
Autor: ANDRÉS MONCADA SALAS			Escala: S/E	
Promotor U.M.A.	Versión V - 1.0	Sustituye	Formato A2	Fecha 01-07-2023



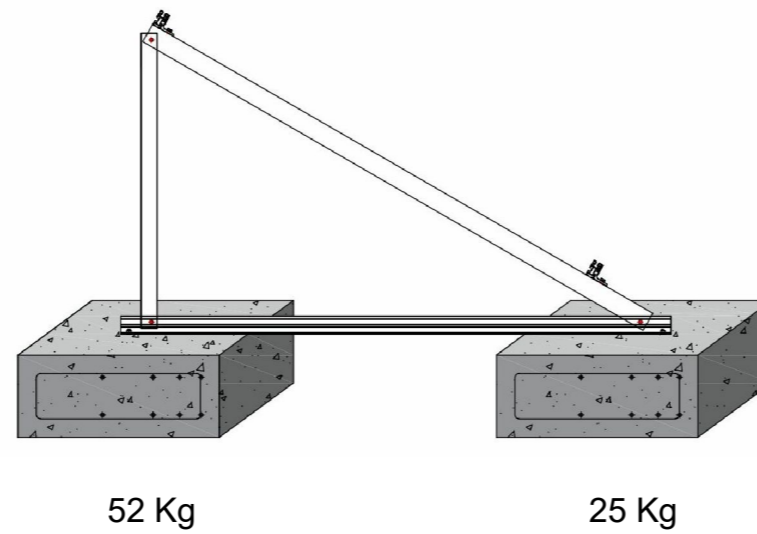
IMPORTANTE:
LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS SE
DISPONDRÁN EN CANALES CON
TAPA SEPARADAS AL MENOS 5
CM DE LA CUBIERTA

P7	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 50KW EN CUBIERTA PLANA DE GIMNASIO				
	Paseo de Antonio Machado, 50. 29002, Málaga				
Plano:		CONEXION DE STRINGS			
Autor:		ANDRÉS MONCADA SALAS		Escala:	1:100
Promotor	Versión	Sustituye	Formato	Fecha	
U.M.A.	V - 1.0		A1	01-07-2023	

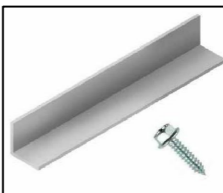
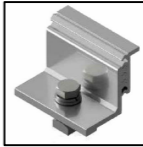




PERFIL DE MONTAJE



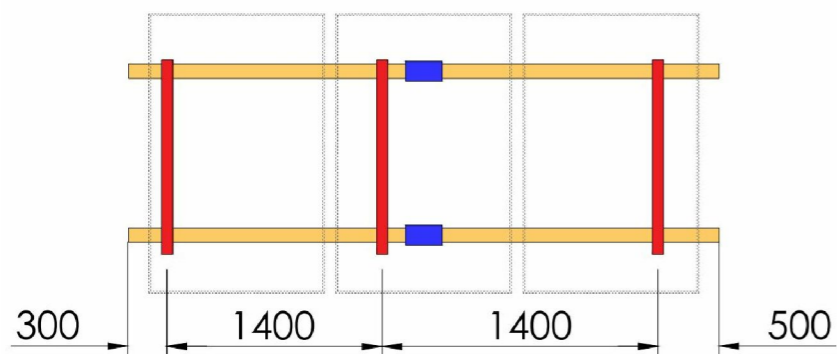
LASTRE DE ESTRUCTURA



DESPIECE DE ESTRUCTURA

- S08 x 2 
- S10 x 4 
- S11 x 4 
- TR11V x 3 
- UG1 x 2 
- G1-1800 x 4 

DESPIECE ESTRUCTURA



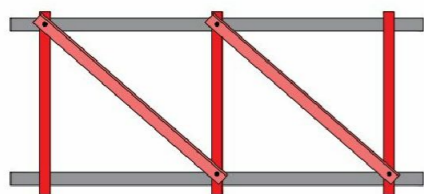
LEYENDA ESTRUCTURA

- TR11V 
- Perfil G1 - 1800 
- UG1 

PAR DE APRIETE TORNILLERÍA

Tornillo Prensor	7 Nm
Tornillo M8 hexagonal	20 Nm
Tornillo M10 hexagonal	40 Nm
Tornillo m6.3 hexagonal	10 Nm
Tornillo m4.2 hexagonal	6 Nm

ARIOSTRAMIENTO



<h1>P8</h1>	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 50KW EN CUBIERTA PLANA DE GIMNASIO			
	Paseo de Antonio Machado, 50. 29002, Málaga			
Plano:		<h2>ESTRUCTURA SOPORTE</h2>		
Autor:			Escala:	
ANDRÉS MONCADA SALAS			S/E	
Promotor	Versión	Sustituye	Formato	Fecha
U.M.A.	V - 1.0		A3	01-07-2023

PLIEGO DE CONDICIONES

INDICE

1	DATOS DE PARTIDA	4
	Datos de la propiedad	4
	Datos del representante	4
2	OBJETO	4
3	CONDICIONES GENERALES	5
3.1	Reglamento y Normativa	5
3.2	Documentos del proyecto	7
3.3	Alcance de los trabajos.....	7
3.4	Obligaciones y Responsabilidades de partes vinculantes	8
3.4.1	Obligaciones y responsabilidades de la dirección técnica	8
3.4.2	Obligaciones y responsabilidades del Contratista.....	8
3.4.3	Obligaciones y responsabilidades del Coordinador de Seguridad y Salud.....	10
3.4.4	Obligaciones y responsabilidades del Propietario	10
4	CONDICIONES PARTICULARES	11
4.1	Condiciones de Diseño	11
4.1.1	Diseño del generador fotovoltaico.....	11
4.1.2	Diseño del sistema de monitorización	12
4.2	Componentes y Materiales	12
4.2.1	Generalidades	12
4.2.2	Sistemas generadores fotovoltaicos	13
4.2.3	Estructura soporte.....	13
4.2.4	Inversores	14
4.2.5	Cableado.....	16
4.2.6	Conexión a red y medida.....	16
4.2.7	Protecciones	16
4.2.8	Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas	16
4.2.9	Armónicos y compatibilidad electromagnética.....	16
4.3	Recepción y pruebas	17
5	CONDICIONES ADMINISTRATIVAS.....	18
5.1	Generalidades	18
5.2	Criterios de medición	18
5.3	Criterios de valoración	18
5.4	Criterios para el acopio de materiales	19

6	EJECUCIÓN Y CONTROL DE OBRAS.....	19
6.1	Obras que comprende el proyecto	19
6.2	Inicio de obras	20
7	TÉRMINOS. RECEPCIÓN Y DISPOSICIONES	20
7.1	Generalidades	20
7.2	Reglamentación.....	20

1 DATOS DE PARTIDA

Datos de la propiedad

Promotor: INGESPORT, S.A.

Dirección: PASEO ANTONIO MACHADO 50

Población: MÁLAGA.

Provincia: MÁLAGA.

C.I.F.: A-84394808

Datos del representante

Promotor: INGESPORT, S.A.

Dirección: PASEO ANTONIO MACHADO 50

Población: MÁLAGA.

Provincia: MÁLAGA.

C.I.F.: A-84394808

2 OBJETO

El presente pliego General de Condiciones tiene por objeto fijar las condiciones particulares de los materiales, métodos y equipos de trabajo para la obra de Instalación Fotovoltaica en el edificio de uso recreativo (centro deportivo) en Paseo Marítimo Antonio Machado 50 de Málaga., así como la enumeración de la normativa legal a las que se ha de ajustar la instalación en cuestión, para la ejecución del Proyecto que se complementa con las especificaciones técnicas incluidas en cada anexo de la memoria descriptiva.

Además se establece en el presente pliego los criterios y medios con los que se pueden estimar y valorar las obras a realizar, así como el periodo de ejecución, la fecha de inicio y de recepción de la obra.

3 CONDICIONES GENERALES

3.1 Reglamento y Normativa

La legislación a tener en cuenta en el siguiente proyecto será:

Real Decreto Ley 29-2021, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables.

Orden TED/1247/2021, de 15 de noviembre, por la que se modifica, para la implementación de coeficientes de reparto variables en autoconsumo colectivo, el anexo I del Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Instrucción Conjunta 1/2021 de la Dirección General de Energía de la Consejería de Hacienda y Financiación Europea y de la Dirección General de Calidad Ambiental y Cambio Climático de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, sobre tramitación coordinada de los procedimientos de autorizaciones administrativas de las instalaciones de energía eléctrica, competencia de la comunidad autónoma de Andalucía, que se encuentren sometidas a autorización ambiental unificada

Resolución de 5 de marzo de 2020, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueba el formulario de comunicación de instalaciones existentes de autoconsumo de conformidad al Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.

Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Resolución de 26 de marzo de 2018, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se modifica la Instrucción Técnica Componentes (ITC-FV-04) de la Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas.

Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

Instrucción 1/2016 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre tramitación y resolución de los procedimientos de autorización de las instalaciones de energía eléctrica competencia de la comunidad autonómica de Andalucía.

Real Decreto 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.

Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

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 1544/2011, de 31 de octubre, por el que se establecen los peajes de acceso a las redes.

ORDEN de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas

Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

INSTRUCCION de 12 de mayo de 2006, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, complementaria de la Instrucción de 21 enero de 2004.sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red.

RESOLUCION de 23 de febrero de 2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se establecen normas complementarias para la conexión de determinadas instalaciones generadoras de energía eléctrica en régimen especial y agrupaciones de las mismas a las redes de distribución en baja tensión.

RESOLUCION de 5 de mayo de 2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueban las Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad de la empresa distribuidora de energía eléctrica, Endesa Distribución, SLU, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

INSTRUCCION de 21 de enero de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para la 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.

Guía Técnica de aplicación GUIA-BT-40, sobre instalaciones generadoras de baja tensión del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, de septiembre de 2013.

Guía Técnica de aplicación GUIA-BT-ANEXO 4, sobre la verificación de las instalaciones eléctricas, del ministerio de Ciencia y Tecnología, de septiembre de 2003.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

LEY 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.

3.2 Documentos del proyecto

Los documentos que la Promotora entregue al Contratista o, en su defecto, el Propietario, pueden tener un valor contractual o meramente informativo. Los documentos que quedan incorporados al Contrato como documentos contractuales, son los siguientes:

- Memoria descriptiva
- Planos
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares
- Mediciones y Presupuesto
- Estudio de Seguridad y Salud

La inclusión en el contrato de las cubriciones y mediciones no implica necesariamente su exactitud respecto a la realidad.

Los datos sobre procedencia de materiales, condiciones locales, de maquinaria, de justificación de precios y, en general, todos los que hayan podido incluirse en la Memoria del presente Proyecto, son documentos informativos para la promotora. Por lo tanto, el Propietario podrá tener conocimiento de ellos, si así lo estima adecuado la citada Promotora, pero en ningún modo podrá basarse en cualquier error u omisión en los mismos, como argumento para la obtención de modificaciones o reformados de precios o de obra.

3.3 Alcance de los trabajos

El Propietario deberá abonar o suministrar al instalador autorizado todos los equipos y materiales indicados en los planos de acuerdo en número, características, tipos y dimensiones definidos en las mediciones y en los cuadros de características de los planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre planos y mediciones, prevalecerá lo que esté indicado en los planos. En caso de discrepancias de calidades, este documento tendrá prelación sobre cualquier otro.

Los materiales y equipos suministrados deberán ser nuevos y de oferta incluirá el transporte materiales, descarga y reparto al lugar de la obra.

El Propietario suministrará también los servicios de un técnico competente que estará a cargo de la instalación y será responsable ante la Dirección Facultativa de la actuación de los técnicos y/u operarios que llevarán a cabo la obra en cuestión.

3.4 Obligaciones y Responsabilidades de partes vinculantes

3.4.1 Obligaciones y responsabilidades de la dirección técnica

- **Trabajos defectuosos**

En el caso de que el Director de la obra encontrase razones fundadas para creer en la existencia de defectos en la obra ejecutada, ordenará efectuar, en cualquier momento y previo a la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para el reconocimiento de aquellos.

- **Inalterabilidad del proyecto**

El proyecto (y anexos si los hubiere) será inalterable salvo que la dirección técnica renuncie expresamente a dicho proyecto, o fuera rescindido el convenio de prestación de servicios, en los términos y condiciones legalmente establecidos.

- **Inspección y medidas previas al montaje**

Antes de comenzar los trabajos de montaje, la empresa instaladora deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conductores. En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en los planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la normativa vigente, la empresa instaladora deberá notificar las anomalías a la dirección de obra para las oportunas rectificaciones.

3.4.2 Obligaciones y responsabilidades del Contratista

- **Definición**

Se entiende por contratista la parte contratante obligada a ejecutar la obra. El Contratista estará obligado a redactar un plan completo de Seguridad e Higiene específico para la presente obra, conformado y que cumplan las disposiciones vigentes, no eximiéndole el incumplimiento o los defectos del mismo de las responsabilidades de todo género que se deriven. Dicho plan será acordado por el Coordinador de Seguridad y Salud.

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, en el transcurso de ejecución de los trabajos de la obra, el Contratista atenderá a lo dispuesto a este respecto en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad ni la Dirección Facultativa, por responsabilidad en cualquier aspecto.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran, tanto en la propia obra como en las edificaciones contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en los trabajos de ejecución de la obra, cuando a ello hubiera lugar (todo ello en base a la legislación vigente).

La Normativa de obligado cumplimiento para el Contratista queda contemplada en el último apartado de esta parte del Pliego.

- **Personal**

El nivel técnico y la experiencia del personal aportado por el contratista serán adecuados, en cada caso, a las funciones que le hayan sido encomendadas.

- **Conocimiento y modificación del proyecto**

El contratista deberá conocer el Proyecto en todos sus documentos, solicitando en caso necesario todas las aclaraciones que estime oportunas para la correcta interpretación de los mismos en la ejecución de la obra. Podrá proponer todas las modificaciones constructivas que crea adecuadas a la consideración del Director de obra, pudiendo llevarlas a cabo con la autorización por escrito de éste.

- **Oficina en la obra**

El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado (o suministrará la Propiedad en las instalaciones existentes), en el que se puedan consultar los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución completo
- La Licencia de obras
- El Libro de Órdenes y Asistencias
- El Plan de Seguridad e Higiene
- El Libro de Incidencias
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Dispondrá además el Constructor de una oficina o espacio de trabajo habilitado para la Dirección Facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

- **Replanteo**

El Constructor (u otro) iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se incluirán dentro de la oferta del contratista.

El constructor someterá el replanteo a la aprobación del director técnico, una vez que este haya dado su conformidad, éste preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el director técnico.

- **Responsabilidades**

El contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y, por consiguiente, de los defectos que, bien por la mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados, pudieran existir. También será responsable de aquellas partes de la obra que subcontrate, siempre con constructores legalmente capacitados.

- **Materiales y equipo**

El contratista aportará los materiales y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la obra en su debido orden de trabajos. Estará obligado a realizar con sus medios, materiales y personal, cuanto disponga la Dirección Facultativa en orden a la seguridad y buena marcha de la obra.

- **Limpieza de la obra**

Es obligación del Constructor u otro mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

3.4.3 Obligaciones y responsabilidades del Coordinador de Seguridad y Salud

- **Seguridad e higiene en la obra**

El Contratista asumirá las responsabilidades de Coordinador de Seguridad y Salud, cuidando que las obras se realicen de acuerdo a las prescripciones establecidas en la Ley 31/95 y reglamentos que la desarrollan.

Asimismo, el Contratista será el responsable de los accidentes que pudieran producirse en el desarrollo de la obra por impericia o descuido, y de los daños que por la misma causa pueda ocasionar a terceros.

En el caso de que por simplicidad de la obra no aparezca la figura del Contratista, asumirá el citado cargo el Director de la obra.

3.4.4 Obligaciones y responsabilidades del Propietario

- **Desarrollo técnico**

La Propiedad podrá exigir de la Dirección Facultativa el desarrollo técnico adecuado del Proyecto y de su ejecución material, dentro de las limitaciones legales existentes.

- **Personal**

El nivel técnico y la experiencia del personal aportado por el contratista serán adecuados, en cada caso, a las funciones que le hayan sido encomendadas.

- **Interrupción de las obras**

La Propiedad podrá desistir en cualquier momento de la ejecución de las obras de acuerdo con lo establecido en el Código Civil, sin perjuicio de las indemnizaciones que, en su caso, deba satisfacer.

- **Cumplimiento de la normativa urbanística**

De acuerdo con lo establecido por la ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, la propiedad estará obligada al cumplimiento de todas las disposiciones sobre ordenación urbana vigentes, no pudiendo comenzarse las obras sin tener concedida la correspondiente licencia de los organismos competentes. Deberá comunicar a la Dirección Facultativa dicha concesión, pues de lo

contrario, ésta podrá paralizar las obras, siendo la Propiedad la única responsable de los perjuicios que pudieran derivarse.

- **Actuación en la ejecución de la obra**

La Propiedad se abstendrá de ordenar la ejecución de obra alguna o la introducción de modificaciones sin la autorización de la Dirección Facultativa, así como a dar a la Obra un uso distinto para el que fue proyectada, dado que dicha modificación pudiera afectar a la seguridad del edificio por no estar prevista en las condiciones de encargo del Proyecto.

- **Honorarios**

El propietario está obligado a satisfacer en el momento oportuno todos los honorarios que se hayan contratado con la Dirección Facultativa.

4 CONDICIONES PARTICULARES

4.1 Condiciones de Diseño

4.1.1 Diseño del generador fotovoltaico

El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado 4.2.2.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

En cuanto a la orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla. Se tendrán en cuenta tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica. En todos los casos, no deberá superar los límites, que a continuación se presenta, de pérdidas de orientación e inclinación, sombras, y las pérdidas totales.

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

En casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con lo comentado anteriormente por razones justificadas, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la Memoria de Solicitud y reservándose el IDAE su aprobación.

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas, de orientación e inclinación y sombras. En el caso que exista más de una fila de módulos, se deberá calcular la distancia mínima entre ellas para evitar pérdidas de sombra.

4.1.2 Diseño del sistema de monitorización

El sistema de monitorización, cuando se instale de acuerdo a las especificaciones de la memoria y sus anexos, proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 KWp.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 KW.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible al usuario.

4.2 Componentes y Materiales

4.2.1 Generalidades

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

En la Memoria de Diseño o Proyecto se resaltarán los cambios que hubieran podido producirse respecto a la Memoria de Solicitud, y el motivo de los mismos. Además, se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

4.2.2 Sistemas generadores fotovoltaicos

Todos los módulos deberán satisfacer las 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 e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

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 IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

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 $\pm 10\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o 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, se instalarán 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.

4.2.3 Estructura soporte

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones que se comenta a continuación. En caso contrario, se deberá incluir en la Memoria de Solicitud y de Diseño o Proyecto un apartado justificativo de los puntos objeto de incumplimiento y su aceptación deberá contar con la aprobación expresa del IDEA. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por la NBE y demás normas aplicables.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación del Código Técnico de la Edificación, así como las recomendaciones de la normativa básica de la edificación NBE-AE-88.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo del módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias de las Normas Básicas de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

4.2.4 Inversores

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generado.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superior a las CEM. Además soportará picos de magnitud un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

Los valores de eficiencia al 25% y 100% de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85% y 88% respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5KW, y del 90% al 92% para inversores mayores de 5 KW.

El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5% de su potencia nominal.

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

A partir de potencias mayores del 10% de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0°C y 40°C de temperatura y entre 0% y 85% de humedad relativa.

4.2.5 Cableado

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a 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% teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

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.

4.2.6 Conexión a red y medida

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en 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.

4.2.7 Protecciones

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en 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

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

4.2.8 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en 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.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Solicitud y de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

4.2.9 Armónicos y compatibilidad electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en 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.

4.3 Recepción y pruebas

El instalador entregará al usuario un documento-albarán 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.

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 Técnico, 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.

Determinación de la potencia instalada.

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 Pliego de Condiciones Técnico.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a un vertedero.

Durante este período el suministrador, 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 será de 8 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.

5 CONDICIONES ADMINISTRATIVAS

5.1 Generalidades

Se exigirá al Propietario una fianza del 10% del presupuesto de ejecución de las obras contratadas que se fije en el Contrato, que le será devuelto una vez finalizado el plazo de garantía, previo informe favorable de la Dirección Facultativa.

Toda la obra se ejecutará con estricta sujeción al proyecto que sirve de base a la Contrata, a este Pliego de Condiciones y a las órdenes e instrucciones que se dicten por el Director de obra. El orden de los trabajos será fijado por ellos, señalándose los plazos prudentiales para la buena marcha de las obras.

El Propietario deberá abonar el importe de todos los trabajos ejecutados, previa medición realizada conjuntamente por éste y la Dirección Facultativa, siempre que aquellos se hayan realizado de acuerdo con el Proyecto y las Condiciones Generales y Particulares que rijan en la ejecución de la obra.

El precio de contrata es el que comprende el coste total de obra.

5.2 Criterios de medición

- Partidas

Se seguirán los mismos criterios que figuran en las hojas de estado de mediciones.

- Partidas no contenidas

Se efectuará su medición, salvo pacto en contrario, según figura en el Pliego General de Condiciones.

- Partidas alzadas

Su precio se fijará a partir de la medición correspondiente y precio contratado o con la justificación de mano de obra y materiales utilizados.

5.3 Criterios de valoración

- Precios contratados

Se ajustarán a los proporcionados por el Contratista en la oferta.

- Precios contradictorios

De acuerdo con el Pliego General de Condiciones, aquellos precios de trabajos que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre la Dirección Facultativa y el Propietario, presentándolos éste de modo descompuesto y siendo necesaria su aprobación para la posterior ejecución en obra.

- Indemnizaciones por retraso

El importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de la obra se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra. Este tanto por mil será aprobado entre las partes del Propietario, Dirección Facultativa y Contrata.

- Revisiones de precios

Habrá lugar a revisión de precios cuando así lo contemple el Contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista.

- Valoración y abono de trabajos

Según la modalidad elegida para la contratación de la obra y salvo que el pliego particular de condiciones económicas se acuerde otra cosa, pudiéndose efectuar dicho abono de la siguiente forma:

- Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cantidad previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja ejecutada por el adjudicatario.
- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Se abonará la cantidad fijada de antemano, pudiendo variar únicamente el número de unidades de obra.
- Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del director técnico.
- Por lista de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente pliego de condiciones determina.
- Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

El criterio elegido será redactado y firmado entre el Propietario, Dirección Facultativa y Contrata.

5.4 Criterios para el acopio de materiales

Todos los materiales y, en general, todas las unidades de obra que intervengan en la construcción del presente proyecto, habrán de reunir las condiciones exigidas por el Pliego de Condiciones y demás Normativa vigente que serán interpretadas en cualquier caso por el director de la obra, por lo que el mismo podrá rechazar material o unidad de obra que no reúna las condiciones exigidas.

6 EJECUCIÓN Y CONTROL DE OBRAS

6.1 Obras que comprende el proyecto

Las Obras regladas por el presente Pliego están descritas en la Memoria y definidas en los Planos y demás documentos del Proyecto.

Las disposiciones de carácter general de este Pliego quedarán asimismo vigentes para las unidades de obra que, como consecuencia de nuevas necesidades, imprevistos o modificaciones del Proyecto, fuese necesario ejecutar y no estuvieran incluidas en los documentos del mismo.

6.2 Inicio de obras

El adjudicatario deberá dar comienzo a las obras dentro de los quince días siguientes a la fecha de la adjudicación definitiva a su favor, dando cuenta de oficio a la Dirección Técnica, del día que se propone inaugurar los trabajos, quien acusará recibo.

Las obras deberán quedar total y absolutamente terminadas en el plazo que se fije en la adjudicación a contar desde igual fecha que en el caso anterior. No se considerará motivo de demora de las obras la posible falta de mano de obra o dificultades en la entrega de los materiales.

7 TÉRMINOS. RECEPCIÓN Y DISPOSICIONES

7.1 Generalidades

El director de la obra comunicará a la propiedad de la proximidad de su terminación, para acordar la fecha para el acto de recepción provisional. Ésta se realizará con la intervención de un técnico designado por la propiedad del constructor y del director de la obra. También se convocará a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas. Desde esta fecha comenzará el plazo de garantía si la obra se hallase en estado de ser admitida, y seguidamente con los técnicos de la dirección facultativa extenderán el correspondiente Certificado Final de Obra. Al realizarse la recepción provisional de la obra, deberá presentar el contratista las pertinentes autorizaciones de los organismos oficiales de la provincia para el uso y puesta en marcha de la instalación que así lo requiera.

Si se encuentran las obras ejecutadas en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, la Dirección Facultativa las dará por recibidas y se entregarán al uso de la propiedad, tras la firma de la correspondiente acta. Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar así en el acta y el director de las mismas señalará los defectos observados y detallará las instrucciones precisas, fijando un plazo para remediar aquéllos. Si transcurrido dicho plazo el contratista no lo hubiera efectuado, podrá concedérsele otro nuevo plazo improrrogable o declarar resuelto el contrato.

7.2 Reglamentación

Se atenderá a la siguiente normativa:

- Ley 7/07 y reglamentos que la desarrollan
- Ley 31/95 y reglamentos que la desarrollan
- Plan General Urbanístico del lugar
- Ordenanzas Municipales
- Artículos aplicables del Código Civil y Penal

En Málaga, a 1 de Julio de 2.023

MEDICIONES

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

50 KW

Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
01	Capítulo		TRABAJOS PREVIOS	1	310,00	310,00
01.01	Partida		Preparación de cubierta	1,00	310,00	310,00
01.01.01	Partida	pa	Trabajos de limpieza previos a la instalación consistente en barrido general de la superficie de cubierta a instalar, desplazamiento de equipos y sistemas preinstalados y desvío de cableado y canalizaciones existentes que puedan causar interferencia en la instalación fotovoltaica.	2,000	155,00	310,00
			01.01	1,00	310,00	310,00
02	Capítulo		EQUIPOS GENERADORES	1	35.818,19	35.818,19
02.01	Partida		Generador fotovoltaico	1,00	27.611,51	27.611,51
02.01.01	Partida	ud	Modulo fotovoltaico marca Shangai JA Solar, con tensión a potencia máxima:460W, tensión en punto de máxima potencia 50,01 y corriente de 11,45 A. Dimensiones de 2112x1052 mm. y peso de 24,7 kg. Incluido medios de elevación a cubierta, reparto y ensamblaje sobre estructura, así como elementos de fijación y conexionado. Totalmente montado y probado.	110,000	195,00	21.450,00
02.01.02	Partida	ud	Estructura soporte Sunfer para 110 paneles distribuidos según planos, formada por perfiles y tornillería de acero inoxidable, preensamblados, con inclinación a 30º. con fijaciones laterales de los módulos a la estructura, ratreles y tirantas diagonales de rigidización. Agrupación para 3 paneles y accesorios para paneles laterales a final de string, con anclaje a lastres de hormigón, incluido transporte y medios de elevación y reparto en cubierta.	35,000	138,00	4.830,00
02.01.03	Partida	ud	Lastradas de hormigón prefabricado de planta rectangular para anclaje trasero de estructura, peso 52 Kg. Incluido transporte, elevación y reparto en cubierta.	47,000	16,42	771,74
02.01.03	Partida	ud	Lastradas de hormigón prefabricado de planta rectangular para anclaje delantero de estructura, peso 25 Kg. Incluido transporte, elevación y reparto en cubierta.	47,000	11,91	559,77
			02.01	1,00	27.611,51	27.611,51
02.02	Partida		Inversores	1,00	8.056,66	8.056,66
02.02.01	Partida	ud	Inversores marca SMA, modelo Sunny Tripower 25000TL-30 de 25 KW de potencia nominal en corriente alterna, salida de 230-400V y 50 Hz (44-55), rango de tensión en continua 150-188 V, tensión máxima de trabajo 1000 V, grado de protección IP65, rendimiento máximo 98,3-98,1%. Dimensiones 661x682x264 mm. y 61 kg, modelo con display de seguimiento. Incluido conexión, montaje y pruebas. Equipo totalmente instalado v funcionando.	2,000	4.028,33	8.056,66
			02.02	1,00	8.056,66	8.056,66
02.03	Partida		Monitorización y control	1,00	150,02	150,02
02.03.01	Partida	ud	Monitorización y control de la producción, consistente en un software con: -Supervisión del inversor -Supervisión del contador -Supervisión de magnetotérmico y diferencial -Módulos de alarmas con envío de SMS -Tarjeta en un PC para activar alarmas -Hubs y hardware -Teminal celular PC Industrial con monitor, licencia de Windows, SQL server. /p,p de medios auxiliares, piezas especiales, elementos de fijación,totalmente montada y funcionando según planos,pliego de condiciones y normativa vigente.	1,000	150,02	150,02

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

50 KW

Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
02.03				1,00	150,02	150,02
03	Capítulo		INSTALACIÓN ELÉCTRICA	1	7.112,13	7.112,13
03.01	Partida		Conducciones eléctricas BT	1,00	928,05	928,05
03.01.01	Partida	ml	Cable tipo RV-K 0,6/1 KV 1x6 mm ² ; instalación aérea bajo bandeja, desde los módulos fotovoltaicos hasta las cajas de conexión de CC. Colores rojo o negro, con clavijas de	372,750	1,03	383,93
03.01.02	Partida	ml	Red de tierra equipotencial, formada por 50 m de cable de cobre desnudo de 35mm ² .Uniendo estructura de paneles, chapa de inversor, con la red de tierra general del edificio,i/p.p de medios auxiliares, piezas especiales,elementos de fijación,totalmente montada y funcionando según planos, pliego de condiciones y normativa vigente.	50,000	3,30	165,00
03.01.03	Partida	ud	Pica de toma a tierra y arqueta	1,000	6,31	100,00
03.01.04	Partida	ml	Cable tipo RV-K 0,6/1 KV 5x6 mm ² ; libre de halógenos, baja emisión de humos, instalación interior bajo canal de pvc superficial registrable, para conexión de inversores a cuadro principal de protecciones. Totalmente instalado y conectado.	40,000	5,64	225,60
03.01.05	Partida	ml	Cable de bus de comunicación para RS-485 apantallado categoría 5 o superior, interconexión analizador-inversor, recorrido por canaleta, climpado en ambos extremos con clavija estándar, sin empalmes, incluido pruebas de comunicación. Totalmente instalado y conectado.	24,000	2,23	53,52
03.01				1,00	928,05	928,05
03.02	Partida		Protecciones eléctricas	68,20	1.811,05	2.870,54
03.02.01	Partida	ud	Cuadro de conexión de de CC incluye: -Caja estanca IP65 de polietileno resistente en intemperie -6 portafusibles y fusibles de 6A -Bornero de conexiones -Desconector para protección de sobre tensiones de origen atmosférico (Varistor) de 1000V inclusoi/p.p de medios auxiliares, piezas especiales,elementos de fijación,totalmente montada y funcionando según planos, pliego de condiciones y normativa vigente.	2,000	392,41	784,82
03.02.02	Partida	ud	Cuadro de conexión de de CC incluye: -Caja estanca IP65 de polietileno resistente en intemperie -2 portafusibles y fusibles de 6A -Bornero de conexiones -Desconector para protección de sobre tensiones de origen atmosférico (Varistor) de 1000V inclusoi/p.p de medios auxiliares, piezas especiales,elementos de fijación,totalmente montada y funcionando según planos, pliego de condiciones y normativa vigente.	2,000	281,42	562,84
03.02.03	Partida	ud	Interruptor automático magnetotérmico de 40 A de intensidad nominal de 6kA de poer de corte, curva C, tetrapolar (4P), 4 módulos de tamaño, motaje sobre carril DIN en cuadro existente, , inclusoi/p.p de medios auxiliares, piezas especiales,elementos de fijación, totalmente montado y funcionando.	2,000	17,76	35,52
03.02.03	Partida	ud	Interruptor automático diferencia clase A superinmunizado para corriente residual alterna y pulsante, de 63 A de intensidad nominal y 6kA de poder de corte, 300 mA de sensibilidad de derivación de corriente, tetrapolar (4P), 4 módulos de tamaño, motaje sobre carril DIN en cuadro existente, , inclusoi/p.p de medios auxiliares, piezas especiales,elementos de fijación, totalmente montado v funcionando.	1,000	43,87	43,87

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

50 KW

Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
03.02.04	Partida	ud	Modulo analizador de red, con pantalla digital y botonera de control, modelo Circutor EDMk- ITF-Cs-RS485 o similar, incluido anillos tóricos y trafos de intensidad para analizar consumos de red, conexión con bus de comunicación a inversores. i/p.p de medios auxiliares, piezas especiales, elementos de fijación, totalmente montada y funcionando.	1,000	384,00	384,00
			03.02	1,00	1.811,05	1.811,05
03.03	Partida		Canalizaciones	1,00	3.313,54	3.313,54
03.03.01	Partida	ml	Canal metálica de chapa galvanizada de 150x50mm, ventilada y con tapa, soportes verticales atornillados y extremo engomado y verticales en petos de cubierta, herrajes de regulación y nivelación para disposición sobre cubierta plana. P/p de replanteo e instalación, pequeñas piezas para curvas y cambios horizontal/vertical de trazado. Unidad totalmente instalada.	68,200	42,09	2.870,54
03.03.02	Partida	ml	Canal de PVC con tapa de montaje superficial para interiores, de 100x50mm, separación interior para hilo de potencia y datos, color blanco, para trazado por pared o falso techo, recorrido desde inversores a cuadro de protección, incluido piezas especiales de esquinas y ángulos, pequeño material para fijación y nivelación. Unidad instalada v terminada.	20,000	22,15	443,00
			03.03	1,00	3.313,54	3.313,54
04	Capítulo		AYUDAS A ALBAÑILERÍA	1	63,99	63,99
04.01	Partida		Trabajos en cubierta	1,00	63,99	63,99
04.01.01	Partida	ud	Pasos de cables por muros y patinillos de instalaciones existentes, cierre de huecos mediante espuma expansiva de poliuretano.	1,000	41,93	41,93
04.01.02	Partida	ud	Apertura de huecos en placas de falso techo existentes para el paso de canal de pvc, recortes y trabajos necesarios para la instalación interior de la canalización eléctrica.	1,000	22,06	22,06
			04.01	1,00	63,99	63,99
05	Capítulo		GESTIÓN ADMINISTRATIVA	1	3.876,00	3.876,00
05.01	Partida		Dirección facultativa y tramitaciones administrativas.	1,00	2.500,00	2.500,00
05.01.01	Partida	ud	Dirección de obra, visitas técnicas para el control y seguimiento de la obra. Realización de boletines eléctricos y la legalización de la instalación. Pruebas de megado de cables, de resistecnia de tierras y de los inversores, Pruebas finales de toda la instalación, Pruebas en isla.	1,000	2.500,00	2.500,00
			05.01	1,00	2.500,00	2.500,00
05.02	Partida		Seguridad y Salud. Prevención	1,00	1.376,00	1.376,00
05.02.01	Partida	ud	Partida de equipación completa de seguridad y salud en el trabajo descrita en la memoria correspondiente compuesta por protecciones colectivas e individuales.	1,000	1.376,00	1.376,00
			05.02	1,00	1.376,00	1.376,00
			TOTAL	1	47.180,31	47.180,31

En Málaga, a 1 de julio de 2.023