



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial
y Diseño Industrial

Proyecto instalación fotovoltaica colegio Lledó

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

AUTOR/A: Ugalde Wiernicki, Juan Cruz

Tutor/a: Tortajada Montañana, Ignacio

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

1.	MEMORIA.....	6
1.1	INTRODUCCIÓN.....	6
1.1.1	MOTIVACIÓN.....	6
1.1.2	JUSTIFICACIÓN.....	6
1.1.3	OBJETO DEL PROYECTO.....	6
1.2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	7
1.2.1	ANTECEDENTES.....	7
1.2.2	NORMATIVA QUE SE HA TENIDO EN CUENTA.....	8
1.2.2	DATOS DEL SOLICITANTE Y EMPLAZAMIENTO.....	8
1.2.2.1	TITULAR DE LA INSTALACIÓN.....	8
1.2.2.2	UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	9
1.3	ESTUDIOS PREVIOS.....	9
1.3.1	PREMISAS PARA EL CALCULO.....	9
1.3.2	ESTUDIO DE LOS CONSUMOS.....	9
1.3.3	Estudio de irradiación.....	11
1.3.4	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	11
1.3.4.1	ELECCIÓN DE LOS MODULOS FOTOVOLTAICOS.....	11
1.3.4.2	DIMENSIONADO.....	12
1.3.4.3	ELECCIÓN DEL INVERSOR.....	15
1.3.5	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	17
1.3.5.1	CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	18
1.3.6	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS.....	20
1.3.6.1	MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	20
1.3.6.2	INVERSORES.....	21
1.3.6.3	PROTECCIONES Y CABLEADO.....	24
1.4	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	25
1.4.1	SECCIONES DEL CABLEADO.....	25
1.4.2	PROTECCIONES.....	26
1.4.3	PUESTAS A TIERRA.....	28
1.4.4	CONTADORES.....	28
1.5	BALANCE ENERGÉTICO DE LA INSTALACIÓN.....	28
1.5.1	GCEM.....	29
1.5.2	POTENCIA PICO INSTALADA (PWP).....	29
1.5.3	PR (RENDIMIENTO GENERAL DE LA INSTALACIÓN).....	29

1.5.4 IRRAD. SOLAR DIARIA MEDIA MENSUAL SOBRE PLANO DEL PANEL FOTOVOLTAICO	32
1.5.5 PRODUCCIÓN ELECTRICIDAD	32
1.6 ESTRUCTURA SOPORTE	33
2 CÁLCULOS.....	34
2.1 CÁLCULOS DE LA CONEXIÓN GENERADOR-INVERSOR.....	34
2.1.1 GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	34
2.1.2 CÁLCULOS DE LAS SECCIONES DEL CABLEADO.....	35
2.1.3 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES	40
2.1.4 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS DE BAJA TENSIÓN.....	41
2.2 CÁLCULO ENERGÉTICOS	42
2.2.1 CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	42
2.3 DISTANCIA MÍNIMA ENTRE PLACAS	42
2.3 CÁLCULOS DE CARGAS SOBRE LA CUBIERTA	43
2.3.1 ACCIÓN DEL VIENTO	44
2.4 ESTUDIO AUTOCONSUMO.....	46
2.5 ESTUDIO ECONÓMICO.....	47
3 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	49
3.1 OBJETO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	49
3.2 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....	49
3.2.1 ANTECEDENTES	49
3.2.2 EMPLAZAMIENTO.....	50
3.2.3 TOPOGRAFÍA Y ENTORNO	50
3.2.4 INTERFERENCIA Y SERVICIOS AFECTADOS.....	50
3.2.5 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	50
3.2.6 PLAZO DE EJECUCIÓN	50
3.2.7 NÚMERO DE TRABAJADORES	50
3.2.8 CLIMATOLOGÍA DEL LUGAR	50
3.2.9 CENTROS SANITARIOS	51
3.3 TRABAJOS PREVIOS A LA REALIZACIÓN DE LA OBRA	51
3.4 SERVICIOS HIGIÉNICOS Y VESTUARIOS.....	51
3.5 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA A EJECUTAR, RIESGOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	52
3.5.1 INST. DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	53
3.5.2 INSTALACIÓN DE LOS INVERSORES.....	54
3.5.3 COLOCACIÓN Y CABLEADO DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS:	55
3.5.4 CONEXIONADO DE INVERSORES Y CUADROS ELÉCTRICOS	56

3.5.5	CONEXIÓN A RED DE LA INSTALACIÓN	57
3.5.6	INSTALACIÓN PROVISIONAL ELÉCTRICA	58
3.6	MAQUINARIA	60
3.6.1	MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS	60
3.6.1.1	PALA CARGADORA	60
3.6.1.2	RETROEXCAVADORA	61
3.6.1.3	PLATAFORMA ELEVADORA	62
3.6.1.4	CAMIÓN DE TRANSPORTE	64
3.6.1.5	MOTOVOLQUETE-DUMPER	65
3.6.1.6	CAMIÓN GRÚA O GRÚA AUTOPROPULSADA	66
3.6.1.7	MÁQUINAS, HERRAMIENTAS EN GENERAL	67
3.6.1.7.1	COMPRESOR	67
3.6.1.7.2	MARTILLO NEUMÁTICO	68
3.6.1.7.3	AMOLADORA ELECTRICA	70
3.6.1.7.4	VIBRADOR	70
3.6.1.7.5	SIERRA CIRCULAR	71
3.6.1.7.6	AMASADORA (HORMIGONERA)	72
3.6.1.7.7	HERRAMIENTAS MANUALES	73
3.7	MEDIOS AUXILIARES	73
3.8	DISPOCIONES COMUNES DE SEGURIDAD	74
3.8.1	COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES	74
3.8.2	SEÑALIZACIÓN	75
3.8.3	MANEJO MANUAL DE CARGAS	75
3.8.4	CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS	76
3.8.5	MÁQUINAS Y EQUIPOS DE TRABAJO	79
3.8.6	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	81
3.8.7	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	81
3.8.8	RIESGO GRAVE E INMINENTE	82
3.8.9	SERVICIOS HIGIÉNICOS, VESTUARIOS Y LOCALES DE DESCANSO Y PRIMEROS AUXILIOS	82
3.8.10	ESCALERAS MANUALES	83
3.8.11	VIGILANCIA DE LA SALUD	84
3.8.12	PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES	85
3.9	IDENTIFICACIÓN DEL AUTOR DE ESTE ESTUDIO BÁSICO	85
3.10	COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD	85
3.11	PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS EN OBRA	86

3.12	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	87
3.13	LIBRO DE INCIDENCIAS	87
4	PLIEGO DE CONDICIONES	88
4.1	CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA INSTALADORA	88
4.2	CALIDAD DE LOS MATERIALES	88
4.3	CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	88
4.4	CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	89
4.5	IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES	89
4.6	CANALIZACIONES.....	90
4.7	CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN	91
4.8	APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA	92
4.9	APARATOS DE PROTECCIÓN.....	92
4.9.1	CUADROS ELÉCTRICOS.....	92
4.9.2	INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS	93
4.9.3	FUSIBLES	94
4.9.4	INTERRUPTORES DIFERENCIALES	94
4.9.5	SECCIONADORES	96
4.9.6	MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE	96
4.9.7	ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS MÓDULOS.....	96
4.9.8	INVERSORES.....	97
4.10	ESTRUCTURA	98
4.11	NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	99
4.12	VERIFICACIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	99
4.13	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	100
4.13.1	MANTENIMIENTO.....	100
4.14	CONDICIONES DE SEGURIDAD.....	101
4.15	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	101
4.16	LIBRO DE ÓRDENES	101
4.17	LIBRO DE MANTENIMIENTO	101
5	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	102
5.1	ANTECEDENTES	102
5.2	ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA	102
5.3	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA.....	102
5.4	OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.....	102

5.5	MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA	102
5.6	PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	103
5.7	VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA.....	103
6	PRESUPUESTO	104
7	PLANOS.....	106

1. MEMORIA

1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 MOTIVACIÓN

En la actualidad, el cambio climático es uno de los grandes problemas a los que se enfrenta la sociedad. El aumento de la población, la continua sobreexplotación de los recursos y la escasez de estos, el aumento de las emisiones contaminantes son algunos de los diversos factores que existen por los cuales se debe evolucionar hacia un modelo más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

El uso de energías renovables juega un papel fundamental para el desarrollo de un sistema de generación más limpio, ya que permite generar energía de una forma más limpia y sostenible, evitando la generación de gases de efecto invernadero.

En España, la energía renovable ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, especialmente en la generación de energía eólica y solar. Según datos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, en 2020, las energías renovables representaron el 43,6% de la producción eléctrica en España, lo que supone un aumento del 6,5% respecto al año anterior. Además, España se ha comprometido a alcanzar el objetivo de energía renovable del 74% para 2030, lo que implica una importante inversión en nuevas tecnologías y en la modernización de las infraestructuras energéticas existentes. A pesar de los avances, todavía hay desafíos a superar, como la dependencia de los subsidios y la necesidad de desarrollar tecnologías más eficientes y competitivas en costes.

1.1.2 JUSTIFICACIÓN

El motivo principal del presente trabajo de fin de grado (TFG) es la finalización de los estudios del Grado en Ingeniería Mecánica perteneciente a la Escuela Técnica superior de Ingeniería del Diseño (ETSID), grado cursado en la Universitat Politècnica de València (UPV).

Desde el punto de vista académico el objetivo es sintetizar en un proyecto final los conocimientos obtenidos durante el grado para demostrar las capacidades y aptitudes desarrolladas durante la duración de este. De esta manera conseguir combinar conocimientos técnicos adquiridos en asignaturas como *Energía Solar Fotovoltaica*, los conocimientos económicos obtenidos en *Empresa* y sumando a todo esto un enfoque medioambiental aportado por *Tecnología Medioambiental*.

Desde el punto de vista laboral se tiene el mismo objetivo, aplicar los conocimientos obtenidos mediante la realización de prácticas laborales realizadas en el sector de las Instaladoras.

Ante la idea de evidenciar que se pueden transferir a la práctica los conocimientos teóricos y laborales obtenidos durante la formación académica nace el interés de realizar el presente Trabajo de Fin de Grado, de manera que se pueda demostrar la utilidad e implantación de estos.

1.1.3 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente TFG es definir, describir y calcular, tanto técnica como económicamente, la implementación de una instalación solar fotovoltaica en un centro educativo, a ejecutar de acuerdo con la legislación vigente, con el fin de realizar una

explotación mediante su ejecución y conseguir que las autoridades pertinentes por parte del Ministerio de Industria como de otros organismos oficiales de la administración.

El proyecto esta formado por la memoria descriptiva en la se justifica las soluciones adoptadas y, juntamente con los planos, anexos y pliego de condiciones, describe de forma inequívoca el objeto del Proyecto.

Se ha tenido como referente el cumplimiento de todos los trámites legales a que están sujetos este tipo de instalaciones con objeto de obtener los oportunos permisos y licencias antes los Organismos correspondientes.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.2.1 ANTECEDENTES

La energía solar fotovoltaica es una de las energías más viables para el futuro desde el punto de vista medioambiental. Presenta las siguientes ventajas:

- La fuente de energía es inagotable, o por lo menos lo seguirá siendo durante 4.500 millones de años aproximadamente.
- La fuente de energía no cuesta dinero, exceptuando la inversión destinada al montaje de la instalación y su mantenimiento.
- La fuente de energía es accesible en casi cualquier zona del planeta
- No existe contaminación atmosférica de ningún tipo. No se generan óxidos de nitrógeno ni de azufre, ni monóxidos de carbono ni CO₂. Por tanto, no contribuye al calentamiento global del planeta, ni a la lluvia ácida, etc.
- No existe contaminación del agua. Las transformaciones que sufre la energía no pasan por medio del calor y por tanto no se utiliza agua (ni ningún otro líquido) para transmitir dicha energía.
- No existe contaminación del suelo. No hay producción de residuos sólidos de ningún tipo.
- No existe contaminación acústica. No existen elementos de la instalación en constante movimiento que puedan generar vibraciones.
- La contaminación visual existente es cada vez menor, pues la integración de paneles solares como parte del cerramiento de los edificios es cada vez más extendida.

En contra de todas estas ventajas existen inconvenientes importantes para su utilización masiva de la energía solar fotovoltaica como producción de la electricidad:

- Las potencias obtenibles son bajas en comparación con la energía térmica, nuclear e incluso hidráulica.
- La vida útil de la instalación es notablemente limitada, unos 25 años.
- Durante la noche no es posible producir energía eléctrica.
- La eficiencia de las células solares es bastante limitada, un 17%.

La viabilidad económica, técnica y de legalización, queda establecida con la aprobación del RD 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. De todos modos, estos inconvenientes son potencialmente reducibles por medio de la investigación y avance de las tecnologías. Si en el futuro la escasez de recursos fósiles se agudiza todavía más, las energías renovables ganarán en viabilidad económica, pues ya no será tan barato producir energía a partir del petróleo.

No obstante, las energías renovables no han de ser concebidas como opuestas a las energías convencionales, sino como complementarias y cada vez con más peso. El intento de diversificación energética que está llevando a cabo el Estado tiene que entenderse como un aprendizaje para la instalación de centrales fotovoltaicas, pues no es aceptable que un país con tanto potencial en radiación solar no tenga experiencia en la producción de electricidad de origen fotovoltaico, cuando en cambio, países mucho más septentrionales como Alemania nos llevan años de ventaja en tecnología solar fotovoltaica.

1.2.2 NORMATIVA QUE SE HA TENIDO EN CUENTA

La realización de este Proyecto está sujeta a la siguiente reglamentación:

- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- RD 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 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- 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 661/2007, de 25 de mayo por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- RD 413/2014, de 6 de junio, regula la actividad 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.
- RD 614/2001, de 8 de junio, disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

1.2.2 DATOS DEL SOLICITANTE Y EMPLAZAMIENTO

1.2.2.1 TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El objetivo de este proyecto es establecer y justificar todos los datos que permitan la ejecución de la INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA de 137,34 kWp y 133 kW nominales PARA AUTOCONSUMO EN CUBIERTA DE EDIFICIO CORRESPONDIENTE A LA ACTIVIDAD DE COLEGIO INTERNACIONAL QUE LLEDÓ INTERNATIONAL SCHOOL S.L

1.2.2.2 UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La ubicación seleccionada para la instalación se encuentra sobre las cubiertas de dos naves propias del colegio AGORA LLEDO INTERNATIONAL SCHOOL, el cual desarrolla su actividad en LLEDÓ, COMUNIDAD VALENCIANA, ubicado en Camí Caminás, Nº175, 12004, Lledó, Comunidad Valenciana.

Ilustración 1: Ubicación



Fuente: Google earth (2023)

1.3 ESTUDIOS PREVIOS

1.3.1 PREMISAS PARA EL CALCULO

- Situación del colegio: ubicación
- Calendario y horario de apertura del colegio
- Facturas aportadas por el cliente

1.3.2 ESTUDIO DE LOS CONSUMOS

Se ha creado una tabla con los consumos aportados por el cliente:

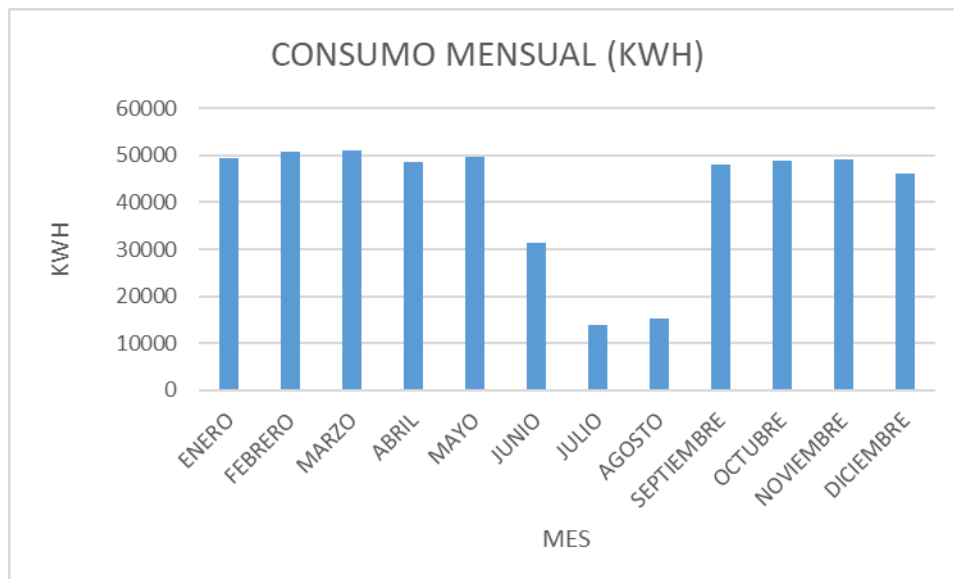
Tabla 1: Consumos mensuales

MES	CONSUMO (KWH)
ENERO	49279,85377
FEBRERO	50692,9263
MARZO	50997,67469
ABRIL	48681,73246
MAYO	49791,25021
JUNIO	31443,22732
JULIO	13777,8774
AGOSTO	15278,46203
SEPTIEMBRE	48063,99259
OCTUBRE	48722,05076
NOVIEMBRE	49162,16036
DICIEMBRE	46186,78713

Fuente: Elaboración propia

Se ha realizado una gráfica para obtener una mejor visualización de los consumos

Gráfica 1: Consumos mensuales



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la gráfica el consumo varía según el mes. Esta variación es ínfima si se comparan los meses de invierno entre sí, siendo la mayor diferencia en los meses de verano, debido al periodo vacacional del colegio. Al analizar los meses de verano, se observa que el consumo máximo se da en el periodo de septiembre a mayo, el mes de junio disminuye el consumo debido a que la mitad del mes no es calendario lectivo, mientras que agosto y julio son

vacacionales. La leve diferencia entre los meses de julio y agosto viene propiciada por las actividades extraescolares que se realizan en el mes de agosto. Como conclusión se obtiene que las diferencias significativas en los consumos se deben al calendario y no al uso de aparatos eléctricos como maquinarias de clima, luminarias o elementos electrónicos como ordenadores.

1.3.3 ESTUDIO DE IRRADIACIÓN

En este caso, el estudio de la irradiación se ha llevado a cabo usando la herramienta online Pvgys. Esta herramienta aporta los valores necesarios para realizar un estudio de irradiación a nivel de industria.

1.3.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.3.4.1 ELECCIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos seleccionados para la instalación son de la marca JASOLAR con una capacidad de 545 W por panel. La elección de este panel se basa en sus aptitudes técnicas.

A nivel técnico lleva implementado la tecnología monocristalina con células PERC 11BB de 144, que ofrecen una mejor producción, siendo superior su gestión del efecto de las sombras y mejor rendimiento térmico. Asimismo, las células partidas tienen la capacidad de reducir la cantidad, tamaño y temperatura de los puntos calientes presentes en los paneles solares. Las dimensiones de este panel fotovoltaico son 2.279 mm de longitud 1.134 mm de ancho y 35 de espesor, con un peso de 28.6 Kg por panel. Se trata de un módulo de alta calidad a nivel técnico, ya que presenta una eficiencia de hasta un 21,1%, lo que permite optimizar la generación de Kwh por unidad de superficie y, por ende, minimizar costos.

Tabla 2: Especificaciones técnicas de los módulos

Modelo	JAM72S30 545/MR
Potencia pico (Wp)	545
Tensión Vmpp (V)	41,8
Corriente Impp(A)	13,93
Tensión de circuito abierto Voc (V)	49,75
Corriente de cortocircuito Isc (A)	13,93
Eficiencia del modulo (%)	21,1
Tk(Pmpp;%/°C)	-0,35
Tk(Isc;%/°C)	0,045
Tk(Voc;%/°C)	-0,275

Fuente: Ja Solar (2023)

Los módulos seleccionados cumplen ciertas normas, entre las cuales se encuentran:

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001
- ISO 14001
- ISO 45001
- IEC 6294

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC 62941: 2019 Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Quality system for PV module manufacturing

1.3.4.2 DIMENSIONADO

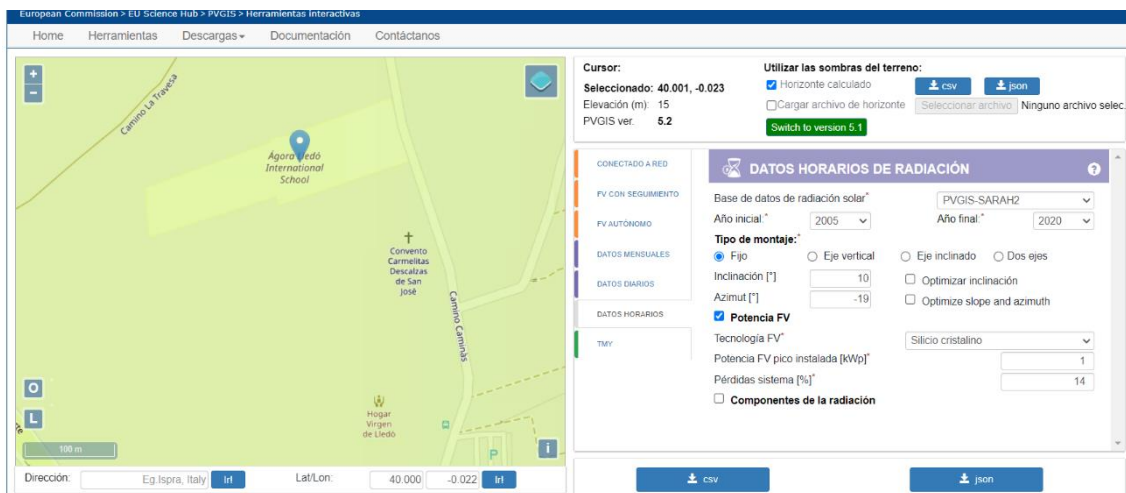
Para seleccionar los elementos tales como inversor, cuadros de protección y líneas, se necesita conocer la potencia pico y la nominal de la instalación.

Se debe determinar el número de paneles solares para obtener la potencia pico y nominal de la instalación. Se sabe que los paneles que se van a usar son de 545 W monocristalino perc.

Para comenzar se accede a la herramienta online PVGIS en la cual introduciendo datos como la inclinación, azimut, punto geográfico y potencia del panel, arroja ciertos valores de interés.

En primer lugar, se rellenan las opciones en el apartado datos horarios de radiación.

Ilustración 2: datos introducidos PVGIS



Fuente: PVGIS (2023)

A continuación, se descarga el documento csv, el cual aporta valores tales como las horas solares diarias, las horas de mayor radiación etc

Una vez obtenido el csv, se utiliza un Excel diseñado por la empresa que sirve para comparar diferentes escenarios.

En este caso, al ser un centro educativo, la mayoría del consumo se da en horario lectivo, de 8:00 a 18:00, aspecto a tener en cuenta. Por otra parte, una hora antes y 3 después de este periodo sigue concurriendo gente, pero en menor medida. El último periodo en el que se divide el consumo va de 21:00 a 7:00, tramo de tiempo en el que el consumo se debe a la maquinaria y luminarias indispensables.

Para dimensionar la instalación, se tiene en cuenta el tipo de suministro que tiene contratado el cliente, ya que dependiendo de este vendrá determinado el coste de la electricidad en cada periodo horario a lo largo del día.

Teniendo en cuenta que el cliente tiene la tarifa 6.1, se obtiene para cada hora de cada mes, la media consumida y por ende, el consumo de cada periodo en cada mes.

Tabla 4: comparación escenarios

Potencia Instalada (kWp)	120 kWp	137 kWp	150 kWp
Demanda (kWh)	502.059 kWp	502.059 kWp	502.059 kWp
Demanda diurna (kWh)	268.738 kWp	268.738 kWp	268.738 kWp
Producción (kWh)	169.066 kWh	193.017 kWh	211.332 kWh
Aprovechamiento (kWh)	158.289 kWh	176.320 kWh	185.777 kWh
% Aprov. / Producción	93,63%	91,35%	87,91%
% Aprov. / Demanda diurna	58,90%	65,61%	69,13%
TIR	31,94%	33,20%	31,46%

Fuente: Elaboración propia

Analizando los datos obtenidos, la opción seleccionada es la de 137KWp. Esto se debe a que está muy balanceada en cuanto al aprovechamiento comparado con la producción y la demanda, siendo ambos valores los valores entre medias de sus competidores.

Por otra parte, pese a que la opción de 120KWp tiene un mayor aprovechamiento de la producción, la opción de 137KWp aporta mayor energía y ofrece una producción igual al 100% del consumo. Este aspecto es importante ya que una vez se amortice la instalación, el gasto mensual de electricidad será menor con la de 137 KWp. Siguiendo con la comparativa, la instalación de 150 KWp tardaría más en amortizarse ya que aprovecha menos la energía consumida porque genera más cantidad de kWh, este hecho refleja que la instalación es menos óptima ya que una parte de la energía generada no se aprovecharía.

1.3.4.3 ELECCIÓN DEL INVERSOR

La mayoría de los dispositivos usados actualmente utilizan corriente alterna, mientras que los paneles fotovoltaicos generan corriente continua. Debido a este motivo, se instalan los inversores, unos dispositivos capaces de transformar la tensión de entrada de corriente continua en tensión de salida de corriente alterna, en todas sus modalidades.

Debido a las dimensiones energéticas de la instalación, se escogen dos inversores de diferentes potencias. Esta elección ayuda a proteger la instalación ya que si uno de los dos fallara, el otro seguiría produciendo corriente alterna, lo que cubriría cierto consumo eléctrico y produciría una menor cantidad de pérdidas económicas en lo que al periodo de reparación se refiere.

Los inversores seleccionados son de la marca Greenheiss, modelos GH-IT 100 9M y GH-IT 33 3M, de 100Kw y 33Kw respectivamente.

Ilustración 3: Inversores seleccionados



Fuente: Greenheiss (2023)

Teniendo en cuenta que la instalación es de 137 Kwh pico y la potencia de entrada que soportan es de 133 Kwh, la relación es de 1,03. Esta relación aporta un elevado índice de aumento respecto al dimensionado propuesto actual de la instalación, ya que según el fabricante podrían llegar a soportar 199,5 Kwh, lo que es beneficioso si se tienen en cuenta futuras ampliaciones.

Otro motivo a tener en cuenta es la elevada eficiencia con la que cuentan estos inversores, teniendo de máxima un 98.8% y 98.5% en el marco europeo.

Los inversores siguientes de menor potencia son de 75Kw respecto al de 100Kw y 25Kw respecto al de 33Kw. La principal diferencia se da entre el de 100Kw y el de 75Kw ya que se reduce en 3 MPPT, es decir, pasaría de 9 a 6 MPPT, lo que se traduce en el total de la instalación de 12 a 9 MPPTs. Esta reducción dificultaría el reparto de los módulos en los diferentes strings, aumentando el riesgo de sobrecargarlos o de pasar el límite de corriente y aumentar pérdidas por sobrecarga.

Los inversores seleccionados poseen una entrada mínima de corriente continua para su activación de 200V y una máxima de 1.100 V para cortocircuito, estos valores son los indicativos para la posterior elección de la cantidad de módulos por string y MPPT. Se instalará un número de módulos respetando los límites mencionados y optimizando la instalación para que la tensión de módulos encadenados ronde el 70% del límite máximo del inversor.

Otros aspectos a tener en cuenta en la elección es que este tipo de inversor permite la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, evitando el funcionamiento en isla, garantía de seguridad para los operarios de mantenimiento de la compañía eléctrica distribuidora. Además, incorpora un vigilante de aislamiento.

El fabricante certifica el cumplimiento de las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética, incorporando protección frente cortocircuitos en alterna, tensión y frecuencia fuera de rango, sobretensiones y perturbaciones en la red. Para el control de la instalación el inversor está dotado de encendido y apagado general y conexión-desconexión a la interfaz AC. El fabricante indica que el inversor cumple con las características eléctricas exigidas en el RD 1699/2011.

1.3.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Las obras/instalaciones a desarrollar son las necesarias para la instalación de generación eléctrica en la modalidad de Autoconsumo SIN Excedentes, con módulos solares fotovoltaicos. La instalación se realizará sobre la cubierta del colegio, donde ejerce su actividad de Educación, el solicitante en Lledó. La potencia a instalar es de 137.340 Wp constituida por 252 módulos solares de 545 Wp de potencia unitaria y por 2 inversores de 100.000 W y 33.000 W. La instalación se conectará al cuadro General de baja tensión.

Se instalará aprovechando la orientación de la cubierta hacia el sur y coplanar a la cubierta de chapa de la nave que se estima con una inclinación de 10º.

Tabla 5: Campo fotovoltaico

Modo de integración en el edificio	General
Orientación	Sur
Inclinación respecto a la horizontal	10º
Sistema soporte	Soporte coplanar sobre cubierta inclinada de chapa
Potencia pico (Wp)	137.340 Wp
Área ocupada por los módulos (m2)	716,00
Número total de módulos	252
*Subgenerador	
Potencia pico (Wp)	545
Tensión de circuito abierto (V)	48,75
Tensión punto de máxima potencia (V)	41,80
Intensidad punto de máxima potencia (A)	13,04
Intensidad de cortocircuito (A)	13,93
Número total de módulos	252

Fuente: Elaboración propia

Se utilizan 252 módulos JA Solar JAM72S30-545/MR de 545 Watt, que proporcionan 137.340 W de potencia pico. Inversor Greenheiss de 100 kW y 33 kW. El generador, produce una tensión en el punto potencia de 668,80 V, correspondiente a los 16 paneles en serie. Un generador tiene 12 ramas, 8 ramas de 16 módulos y 4 ramas de 15 módulos a cada uno de los MPPT del inversor y el otro generador tiene 4 ramas de 16 módulos a cada uno de los MPPT del inversor.

El inversor está ubicado en una sala de la nave junto al cuadro general de baja tensión, que recibe todo el cableado de los paneles que forman el generador. Éste transforma la corriente continua en corriente alterna de características compatibles con la red eléctrica.

Los paneles se conectan en serie sin que haya uniones de cables anteriores al cuadro, eliminando así los riesgos para operarios y para los elementos de la instalación en condiciones ambientales adversas. El cableado del generador al cuadro de continua se lleva mediante una bandeja metálica o tubo de PVC hasta la caja de protecciones DC o situada junto al inversor o directamente al inversor. De la salida del inversor en corriente alterna trifásica se conecta mediante una nueva protección al C.G.B.T. desde donde se verterá la energía producida al consumo.

La puesta a tierra se realiza conforme al artículo 15 del Real Decreto 1699/2011.

Se realizará la conexión al borne principal de tierra del edificio, diseñando únicamente la puesta a tierra común para los módulos fotovoltaicos, la carcasa del inversor y para la estructura metálica soporte de los módulos y la canalización metálica en su caso, de forma que la tensión de contacto admisible debida a la corriente diferencial no supere los 24 V en las masas de baja tensión.

La instalación de autoconsumo cumple las condiciones descritas en el apartado correspondiente de los documentos técnicos de i-DE:

- Está dentro del ámbito de aplicación del RD 1699/2011, generación no superior a 100 kW y misma persona jurídica para generación y consumo.
- Se propone el siguiente sistema:
 - Inversores con sistema de detección de funcionamiento en isla certificado de acuerdo UNE 206006 IN.
 - Sistema que evita el vertido de energía a la red certificado de acuerdo UNE 217011 IN.
- Dispone en Baja Tensión de las protecciones prescritas por el RD 1699/2011.

Las protecciones utilizadas son las que indica el Real Decreto 1699/2011 en su artículo 14.

1.3.5.1 CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

- Clasificación de la instalación según el artículo 11 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto)
 - ITC BT 040: INSTALACIÓN GENERADORA DE BAJA TENSIÓN
 - ITC BT 030: Local de características especiales: LOCAL MOJADO
- Justificación del cumplimiento de las prescripciones reglamentarias de aplicación (ITC-BT-030).

Las prescripciones especiales de aplicación para este tipo de local se establecen en la instrucción técnica complementaria ITC-BT-030 “Instalaciones en locales mojados” y en la Guía Técnica de Aplicación “Guía BT-30 Instalaciones en locales de características especiales”.

- **Canalizaciones.**

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua IPX4.

Según la citada Guía BT-30, en su apartado 2.1.2, el uso de bandejas en instalaciones a la intemperie se limitará a recintos de acceso restringido, salvo que estén situadas a una altura mínima de 2,5 metros sobre el nivel del suelo, cumpliéndose ambos requisitos en la instalación fotovoltaica en cubierta existente.

El cometido de las bandejas es el soporte y la conducción de cables. Sólo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta. Debido a que las bandejas no efectúan una función de protección, se recomienda la instalación de cables de tensión asignada 0,6/1 kV, como el cable RZ1-K(AS) según norma UNE 21123-4.

Se instalarán conductores aislados con cubierta de tensión asignada 1,5/1,5 Vdc, H1Z2Z2- K (cable solar) de 1x6 mm² en Bandeja Rejiband 65x100 mm, y tipo RZ1- K(AS) (norma UNE 21123-4) en el interior de canal perforada metálica galvanizada; ambas con resistencia mínima a la corrosión Clase 5. Los empalmes y/o derivaciones se realizarán en el interior de cajas con un grado de protección mínimo IPX4.

Todas las conexiones se realizarán en el interior de cajas de intemperie IP65, utilizando para la entrada y salida de los conductores, prensaestopas adecuados a dicha protección.

- **Aparamenta.**

Se instalarán los aparatos de mando y protección en el interior de cajas que les proporcionen un nivel de protección IPx4 o equivalente contra las proyecciones de agua.

Toda la aparamenta de protección (fusibles, interruptores automáticos y diferenciales) se instalarán en el interior de cajas de intemperie IP65.

- **Receptores.**

Los receptores estarán protegidos contra las proyecciones de agua IPX4. No serán de clase 0.

Los módulos fotovoltaicos disponen de calificación IP65 y clase de protección eléctrica II. Los inversores disponen de calificación IP65 y clase de protección eléctrica I.

1.3.6 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

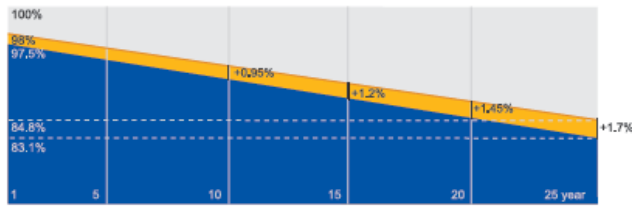
1.3.6.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO

Ilustración 4: Ficha técnica JASOLAR 545 MS

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation
Over 25 years



■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

Comprehensive Certificates

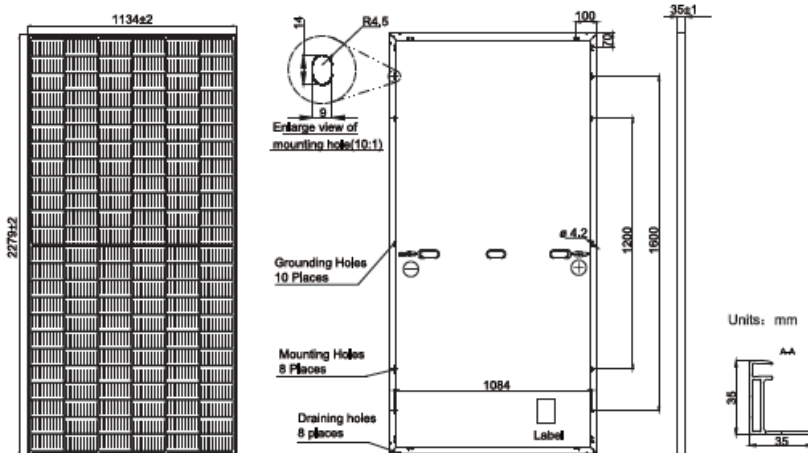
- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



JASOLAR

JAM72S30 525-550/MR Series

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	28.6kg±3%
Dimensions	2279±2mm×1134±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	144(6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/Pallet, 620pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

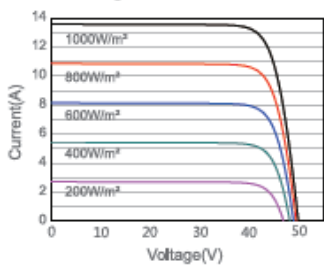
TYPE	JAM72S30 -525/MR	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR
Rated Maximum Power(P _{max}) [W]	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V]	49.15	49.30	49.45	49.60	49.75	49.90
Maximum Power Voltage(V _{mp}) [V]	41.15	41.31	41.47	41.64	41.80	41.96
Short Circuit Current(I _{sc}) [A]	13.65	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00
Maximum Power Current(I _{mp}) [A]	12.76	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11
Module Efficiency [%]	20.3	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3
Power Tolerance	0→+5W					
Temperature Coefficient of I _{sc} (α _{Isc})	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of V _{oc} (β _{Voc})	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of P _{max} (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.

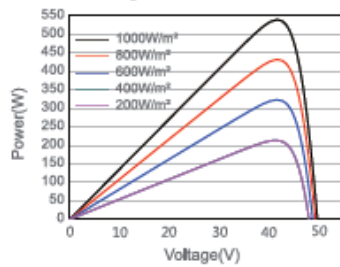
ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT							OPERATING CONDITIONS	
TYPE	JAM72S30 -525/MR	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR	Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Rated Max Power(Pmax) [W]	397	401	405	408	412	416	Operating Temperature	-40 °C ~+85 °C
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.05	46.18	46.31	46.43	46.55	46.68	Maximum Series Fuse Rating	25A
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.36	38.57	38.78	38.99	39.20	39.43	Maximum Static Load, Front*	5400Pa(112lb/ft²)
Short Circuit Current(Isc) [A]	10,97	11,01	11,05	11,09	11,13	11,17	Maximum Static Load, Back*	2400Pa(50lb/ft²)
Max Power Current(Imp) [A]	10.35	10.39	10.43	10.47	10.51	10.55	NOCT	45±2 °C
NOCT	Irradiance 800W/m², ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G						Safety Class	Class II
							Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

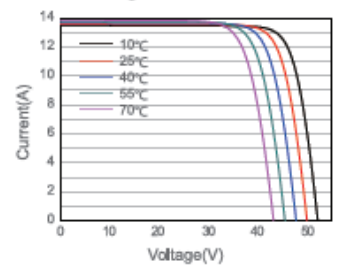
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Power-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Fuente: Ja solar (2023)

1.3.6.2 INVERSORES

Ilustración 5: Ficha tecnica inversores



Modelo	GH-IT 75 6M	GH-IT 100 9M	GH-IT 125 12M
Entrada FV (CC)			
Potencia máxima FV [kWp]	112.5	150	180
Tensión máxima CC [V]	1100		
Rango de tensión MPPT [V]	180-1000		
Tensión nominal CC [V]	600		
Tensión de arranque [V]	200		
Tensión mínima CC [V]	180		
Corriente máxima CC por MPPT [A]	6*30	9*30	12*30
Corr. máx. CC de cortocircuito por MPPT [A]	6*45	9*45	12*45
Número de MPPTs	6	9	12
Número de entradas CC por MPPT	2		
Interruptor CC	Integrado		
Salida red (CA)			
Potencia nominal de CA [kW]	75	100	125
Potencia salida máxima CA [kW]	82.5	110	125
Potencia aparente máxima de CA [kVA]	82.5	110	125
Corriente nominal de CA [A]	108.3	144.3	180.4
Corriente máxima de salida CA [A]	119.1	158.8	180.4
Tensión nominal de CA/rango [V]	230/400, 3L+N+PE /3L+PE		
Frecuencia de red / rango [Hz]	50, 60 / 44-55, 54-65		
Factor de potencia [cos ϕ]	0.8 capacitiva~0.8 inductiva		
Distorsión armónica total [THDi]	<3%		
Eficiencia			
Eficiencia máx.	98.8%		
Eficiencia europea	98.5%		

Modelo	GH-IT 25 3M ADVANCED	GH-IT 33 3M ADVANCED	GH-IT 40 4M ADVANCED	GH-IT 50 4M ADVANCED
Entrada FV (CC)				
Potencia máxima FV [kWp]	37.5	49.5	60	75
Tensión máxima CC [V]	1100			
Rango de tensión MPPT [V]	180-1000			
Tensión nominal CC [V]	600			
Tensión de arranque [V]	200			
Tensión mínima CC [V]	180			
Corriente máxima CC por MPPT [A]	3*32		4*32	
Corr. máx. CC de cortocircuito por MPPT [A]	3*38.4		4*38.4	
Número de MPPTs	3		4	
Número de entradas CC por MPPT	2			
Interruptor CC	Integrado			
Salida red (CA)				
Potencia nominal de CA [kW]	25	33	40	50
Potencia salida máxima CA [kW]	27.5	36.3	44	50
Potencia aparente máxima de CA [kVA]	27.5	36.3	44	50
Corriente nominal de CA [A]	36.2	47.8	58	72.5
Corriente máxima de salida CA [A]	41.7	55	66.7	75.8
Tensión nominal de CA/rango [V]	230/400, 3L+N+PE			
Frecuencia de red / rango [Hz]	50,60/44-55,54-65			
Factor de potencia [cos ϕ]	0.8 capacitiva~0.8 inductiva			
Distorsión armónica total [THDi]	<3%			

Modelo	GH-IT 25 3M ADVANCED	GH-IT 33 3M ADVANCED	GH-IT 40 4M ADVANCED	GH-IT 50 4M ADVANCED
Eficiencia				
Eficiencia máx.			98.8%	
Eficiencia europea			98.5%	
Protecciones				
Monitorización de corriente de strings FVs			Integrado	
Protección de cortocircuito de CA			Integrado	
Detección de resistencia de aislamiento de CC			Integrado	
Detección de resistencia de aislamiento de CA			Integrado	
Unidad de monitorización de corriente residual			Integrado	
Protección anti-isla			Integrado	
Protección contra sobretensiones de CA			Tipo III	
Protección contra sobretensiones de CC			Tipo II	
AFCI (Arc Fault Circuit Interrupter)			Opcional	
Interfaz del usuario				
Conector de AC			Bloque de terminales	
Conector de CC			MC4	
Interfaz del dispositivo			LED+APP(Bluetooth)	
Puertos de comunicación			RS232(USB) + RS485(RJ45)	
Modo de comunicación			Wi-Fi/Ethernet/4G	
Datos generales				
Tipología			Sin Transformador	
Consumo nocturno (W)			<0.6	
rango de temperatura de funcionamiento			-40°C a + 60°C	
Humedad ambiental			0~100% Sin Condensación	
Altitud de operación			4000m (>3000m reducción de potencia)	
Ruido (dBA)			<50	
Protección IP			IP65	
Montaje			Montaje en pared	
Método de refrigeración			Refrigeración por ventilador inteligente	
Dimensiones (AlxAnxPr) (mm)			473*659.4*240	
Peso (kg)		35.5	37	37.5
Garantía Standard (años)			10 (Standard)/15/20 (Opcional)	
Datos generales				
Normativa aplicable	RD1699:2011, UNE 206006 IN:2011, UNE 206007-1:2013 IN, UNE-EN 50549-1:2019, NTS V2.1 (Reglamento UE 2106/631), IEC 61727, IEC62116, IEC 61683, IEC60068-2			
Normativa de seguridad	IEC/EN62109-1/2			
EMC	EN61000-6-1/2/3/4			

Modelo	GH-IT 75 6M	GH-IT 100 9M	GH-IT 125 12M
Protecciones			
Monitorización de corriente de strings FVs		Integrado	
Detección de temperatura interna		Integrado	
Protección de cortocircuito de CA		Integrado	
Detección de resistencia de aislamiento de CC		Integrado	
Unidad de monitorización de corriente residual		Integrado	
Protección contra polaridad inversa CC		Integrado	
Protección anti-isla		Integrado	
Protección contra sobretensiones de CA		Tipo II	
Protección contra sobretensiones de CC		Tipo II	
Protección contra sobrecorriente de CA		Integrado	
Protección contra sobretensiones de CA		Integrado	
AFCI (Arc Fault Circuit Interrupter)		Opcional	
PID Recovery		Opcional	
Interfaz del usuario			
Conector de CC (FV)		MC4	
Conector de CA		terminales OT/DT (Sección max.mm ²)	
Interfaz del dispositivo		LED+APP (Bluetooth)	
Puertos de comunicación		RS232 + RS485	
Modo de comunicación		Wi-Fi/ Ethernet/ 4G / PLC (Opcional)	
Datos generales			
Tipología		Sin transformador	
Consumo nocturno [W]		< 2	
Rango de temperatura de funcionamiento		-30°C a + 60°C [de 45 °C a 60 °C con reducción de potencia]	
Humedad ambiental		0~100% Sin Condensación	
Altitud de operación		4000m (>3000m reducción de potencia)	
Ruido [dBA]		<60	
Protección IP		IP66	
Montaje		Montaje en pared	
Método de refrigeración		Refrigeración por ventilador inteligente	
Dimensiones [Al x An x Pr] [mm]		660*1045*364	
Peso [kg]		93	98
Garantía standard [años]		5 (Standard) /10/15/20/25 (Opcional)	
Normas y certificaciones			
Normativa aplicable		RD1699:2011, UNE 206006 IN:2011, UNE 206007-1:2013 IN, UNE-EN 50549-1:2019, NTS V2.1 (Reglamento UE 2106/631)	
Normativa de seguridad		IEC/EN62109-1/2	
EMC		EN61000-6-1/2/3/4	

Fuente: Greenheiss (2023)

1.3.6.3 PROTECCIONES Y CABLEADO

- Las protecciones cumplen con lo dispuesto en el artículo 14 del R.D. 1699/2011. De esta forma las protecciones que se realizan y los aparatos encargados de realizarlas son:
 - Protecciones frente sobreintensidades: sobrecargas y cortocircuitos
 - Interruptor automático general.
 - Interruptor magnetotérmico.

- Fusibles.
- Protección frente contactos directos e indirectos
 - Interruptor automático diferencial.
- Protección para la interconexión
 - Protección de máxima y mínima frecuencia.
 - Protección de máxima y mínima tensión.

La protección para la interconexión es posible introducirla dentro del inversor, según permite el artículo 14 del Real Decreto 1699/2011.

Los conductores de los cables son de cobre y aluminio, y sus secciones aseguran que la caída de tensión es inferior al 1,5% en la parte de continua y al 1,5% en la de alterna. Tensión nominal 1,5kV y 1kV y cumplen con UNE 21123.

El cableado de continua utilizado está formado por cables fabricados por *Top Cable: cable Top Solar H1Z2Z2-K (PV) (AS) de 1,5/1,5 Kv Vdc, de doble aislamiento y adecuado para uso a la intemperie.*

El cableado de alterna utilizado está formado por cables unipolares de cobre y aluminio fabricados por General Cable: *RV1K 0,6/1kV (Cca-s1b,d1,a1), de doble aislamiento y adecuado para uso a la intemperie.*

1.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.4.1 SECCIONES DEL CABLEADO

En estos cálculos se ha utilizado el Reglamento de Baja Tensión, los capítulos ITC-BT 06, ITC-BT 19, ITC-BT 40. En los dos primeras ITC se utilizan las tablas de corriente máxima admisible para cables de cobre. La ITC-BT 40, es para instalaciones generadoras de electricidad, y en ella se indica principalmente, que se debe diseñar la sección según criterio técnico para el 125% de corriente máxima 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.

CRITERIO TÉRMICO

La corriente que aparece I es la corriente calculada, teniendo en cuenta el factor de 1,4, para la corriente máxima del generador, un factor de corrección de exposición al sol de 0,90 y un factor de corrección de temperatura ambiente de 0,74 (para 70°C), de 0,81 (para 60°C) y de 0,87 (para 50°C), para cables de interconexión. Para la distribución mediante ramas se aplica factor de corrección de 0,50 por agrupación de 9 circuitos (máximo) en contacto mutuo. Para la distribución mediante la red trifásica se aplica un factor de corrección de temperatura ambiente de 0,87 (para 50°C). A continuación, se determinan las secciones, caídas de tensión y protecciones en corriente continua y alterna:

El cableado de continúa utilizado está formado por cables fabricados por *Top Cable: cable Top Solar H1Z2Z2-K (PV) (AS) de 1,5/1,5 Kv Vdc, de doble aislamiento y adecuado para uso a la intemperie.*

El cableado de continua está formado por cables unipolares de cobre con secciones iguales para el polo positivo y negativo. Las secciones para la parte de continua son las siguientes:

- Cables que incorporan los módulos: 4 mm²
- Cables que unen los generadores en paralelo al cuadro de continua: Generador de 16 paneles 6 mm²

El cableado de alterna utilizado está formado por cables unipolares de cobre y aluminio:

RZ1-K(AS) 0,6/1kV (Cca-s1b,d1,a1), de doble aislamiento y adecuado para uso a la intemperie.

Las secciones para la parte de alterna son las siguientes:

- Cables que unen el inversor 100 kW a unión con cable de inversor de 33 KW: Cu, 4x50 mm² + TT
- Cables que unen el inversor 33 kW a unión con cable de inversor de 10KW: Cu, 4x16 mm² + TT
- Cable que va desde unión de cables de inversores hasta C.G.B.T: Cu, 4x95mm² + TT

Cumpliendo lo prescrito en la ITC-BT-40 sobre las máximas caídas de tensión permitidas en las líneas de interconexión.

1.4.2 PROTECCIONES

PARTE DC

- **CORTOCIRCUITOS Y SOBRECARGAS**
El cortocircuito que puede producirse en el generador no es peligroso para el cableado de la instalación, pues su valor excede muy poco del valor de la corriente en el punto de máxima potencia, pero sí es peligroso para el inversor. Para proteger el inversor de estos cortocircuitos se colocan fusibles en el positivo y negativo de cada uno de los subgeneradores con un seccionador por MPPT. La condición a cumplir por el fusible es que su tiempo de fusión sea inferior al admisible por el cable cuando circula por él la corriente de cortocircuito. Se eligen fusibles de 16A / 1000V gG.
- **CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.**
La resistencia de aislamiento de los paneles supone la primera protección frente a contactos directos e indirectos. La resistencia de aislamiento está asegurada por el aislamiento Clase II que poseen los módulos, cables y cajas de conexión. Para asegurar que dicha resistencia sigue siendo válida después de un fallo existen señales de peligro eléctrico en las cajas de conexión.

Integrado en el inversor, el controlador permanente de aislamiento detecta la aparición de un primer fallo cuando la resistencia de aislamiento sea inferior a un determinado valor.

El otro dispositivo de seguridad frente a contactos indirectos es el interruptor automático diferencial de 300 mA (*Interruptor automático + Relé Diferencial de 300mA + Bobina de disparo + Toroidal*), que evita que la tensión en cualquier masa de baja tensión sea superior a 24 V, habiendo diseñado la puesta a tierra de forma adecuada.

PARTE AC

● CORTOCIRCUITOS Y SOBRECARGAS

Según el Real Decreto 1699/2011 es necesario incluir un interruptor general no motorizado, que es un interruptor automático omnipolar con poder de corte superior a la corriente de cortocircuito indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión.

El interruptor automático escogido ha de tener una corriente nominal entre la corriente máxima de funcionamiento y la admisible por el cable para proteger frente a sobrecargas ($I_B < I_n < I_z$).

La corriente máxima de funcionamiento la determina la salida del inversor, en este caso son 158,8 A y 55 A. Con este criterio, se escogen dos interruptores automáticos de 4x160 A y 4x63 A de intensidad nominal y 10 kA de poder de corte.

Se colocará en la cabecera del cuadro de inversores, para el corte de la conexión desde el mismo, dos interruptores automáticos de 4x160 A y 4x63 A de intensidad nominal y 10 kA de poder de corte.

En el cuadro de alterna se colocará otro automático para la línea de 95mm², la intensidad de esta línea será la suma de las otras dos, es decir, 239,97 A, por lo que el interruptor automático será de 250^a.

Por lo que respecta a cortocircuitos, tienen un poder de corte superior al máximo cortocircuito que se puede producir en su emplazamiento, 7,36 kA,

● INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE LA INTERCONEXIÓN

El artículo 14 del Real Decreto 1699/2011 obliga a que se cumplan las siguientes condiciones cuando esta protección esté integrada en el inversor:

- Las funciones serán realizadas mediante un contactor cuyo rearme será automático, una vez se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red.
- El contactor gobernado normalmente por el inversor, podrá ser activado manualmente.
- El estado del contactor (on//off), deberá señalizarse con claridad en el frontal del equipo, en un lugar destacado.
- En caso de que no se utilicen las protecciones precintables para la interconexión de máxima y mínima tensión mencionadas en este artículo, el fabricante del inversor deberá certificar:

1. Los valores de tara de tensión.
2. Los valores de la tara de frecuencia.

3. El tipo y características de equipo utilizado internamente para la detección de fallos (modelo, marca, calibración, etc.).
 4. Que el inversor ha superado las pruebas correspondientes en cuanto a los límites establecidas de frecuencia y tensión.
- En caso de que las funciones de protección sean realizadas por un programa de *software* de control de operaciones, los precintos físicos serán sustituidos por certificación del fabricante del inversor, donde se mencione explícitamente que dicho programa no es accesible para el usuario de la instalación.

Los inversores utilizados cumplen con todas estas condiciones. La documentación necesaria se adjunta en el apartado de “Documentos”.

- TIPOLOGIA: Sin transformador de aislamiento.

1.4.3 PUESTAS A TIERRA

Según el artículo 15 del Real Decreto 1699/2011, la puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas ha de realizarse de forma que no altere la de la compañía eléctrica distribuidora, con el fin de no transmitir defectos a la misma.

Además, las masas de la instalación fotovoltaica están conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión. Tanto los módulos, la estructura soporte, como la carcasa de los inversores serán conectadas a una única toma a tierra para evitar diferencias de tensión peligrosas.

La puesta a tierra de las masas de baja tensión se realizará conectando el conductor principal de la mitad de la sección al borne principal de tierra del edificio.

Esta puesta a tierra se diseña para que la tensión de contacto admisible sea menor de 24 V. Se asigna corriente nominal del diferencial del interruptor 300/30 mA. La resistencia de puesta a tierra de las masas de baja tensión se escoge de menor de 24Ω , cumpliendo sobradamente, las tensiones de contacto de $9 V < 24 V$.

1.4.4 CONTADORES

El equipo de medida debe ser bidireccional al tratarse de un autoconsumo.

La instalación actual dispone de un contador trifásico bidireccional de entrada y salida, tipo-3 MI, según el R.D. 1110/2007.

El contador está instalado de forma que la intensidad correspondiente a la potencia máxima de la instalación fotovoltaica se encuentre entre el 50% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión del contador.

1.5 BALANCE ENERGÉTICO DE LA INSTALACIÓN

El cálculo de la energía producida a partir de la radiación solar incidente se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$E_p = \frac{G_a(\alpha, \beta) * P_{mp} * PR}{G_{CEM}} \text{ (kWh/día)}$$

Se debe pues determinar cada uno de los valores que toma esta ecuación en los cuatro términos de los que consta.

1.5.1 GCEM

Se trata de la irradiancia solar en “Condiciones Estándar de Medida” (CEM). Estas condiciones se utilizan universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y por su definición:

- $G_{CEM} = 1 \text{ kW/m}^2$

1.5.2 POTENCIA PICO INSTALADA (PWP)

La potencia pico del módulo fotovoltaico se define como la potencia capaz de entregar el módulo en unas condiciones de funcionamiento determinadas. Estas condiciones de funcionamiento se refieren a irradiancia solar, distribución espectral y temperatura de la célula. Los valores de estas magnitudes en condiciones CEM deben ser:

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

La potencia pico del generador es la suma de las potencias pico de los paneles que lo forman:

- Número de módulos conectados: 252 módulos
- Potencia pico unitaria: 545 Wp
- Potencia pico conectada: 137,34 kWp

1.5.3 PR (RENDIMIENTO GENERAL DE LA INSTALACIÓN)

Existen varios tipos de pérdidas energéticas en la transformación desde la energía de las ondas electromagnéticas del sol, radiación solar, hasta la energía eléctrica en corriente alterna trifásica. En general estas pérdidas se producen en el panel, en el inversor y en el cableado que une paneles, inversores y la red:

- En los módulos
 - Pérdidas por temperatura de las células de los módulos.
 - Pérdidas de potencia debido a la suciedad.
 - Pérdida de dispersión de parámetros entre módulos.
 - Pérdida de potencia por reflectancia angular espectral.
 - Pérdidas por orientación e inclinación.

- En los inversores
 - Pérdidas en la conversión DC/AC.
 - Pérdidas del sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPP).
 - Pérdidas en el umbral de arranque
- En el cableado
 - Pérdidas en el cableado de corriente continua.
 - Pérdidas en el cableado de corriente alterna.

El producto de todos los rendimientos asociados a estas pérdidas conforma el rendimiento general de la instalación o PR (*performance ratio*), indispensable para calcular la producción de electricidad.

PÉRDIDAS POR TEMPERATURA DE LAS CÉLULAS DE LOS PANELES

Las células fotovoltaicas varían su eficiencia en función de la temperatura de funcionamiento. Estas pérdidas son relativas a la temperatura a la que se define las CEM y dependen de la irradiancia solar, de la temperatura ambiente y de la TONC (*temperatura nominal de operación de las células*). Estas pérdidas se determinan según el rendimiento asociado como indica el Anexo I del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a red. Estos rendimientos se calculan para cada mes, pues los valores se determinan a partir de valores diarios medios mensuales de la irradiancia solar y de temperatura ambiente para los días característicos de cada mes. Los valores de rendimientos de temperatura de los módulos para cada mes son los siguientes:

Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dbre.
1	1	1	1	1	0.9944	0.9818	0.9804	0.9923	1	1	1

Los valores de la irradiancia solar sobre el plano del generador han sido extraídos de las bases de PVGIS. La fuente de valores de temperatura ambiente es también de este departamento. En el cálculo se emplean otras magnitudes que son detalladas en el apartado de cálculos.

PÉRDIDAS DE POTENCIA DEBIDO A SUCIEDAD

La acumulación de polvo sobre los módulos produce una reducción de la potencia y depende básicamente de la inclinación de éstos, cuando mayor es la inclinación menor es la cantidad de polvo acumulado. También depende de la forma de la envolvente del panel, pues si sobresale más, la acumulación será mayor. El valor de estas pérdidas es del 3% y se indica en la Tabla III del Anexo I del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones fotovoltaica conectadas a la red.

PÉRDIDAS POR DISPERSIÓN DE PARÁMETROS ENTRE MODULOS

Los módulos, aunque tienen unos valores de tensión y corriente de máxima potencia indicada por el fabricante, no son todos iguales y tienen unos valores de tensión y corriente que varían

según el panel. Según la Tabla III del Anexo I del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones fotovoltaica conectadas a red el valor a considerar es del 2%

PÉRDIDAS DE POTENCIA POR REFLECTANCIA ANGULAR ESPECTRAL

Son mayores en invierno que en verano y también cuando la latitud es mayor. Estas pérdidas son despreciables al mediodía solar y también cuando la radiación solar es medida con una célula calibrada de tecnología equivalente al módulo FV. Como la fuente de datos de radiación utilizada no mide con célula calibrada de tecnología equivalente al módulo FV no se desprecian las pérdidas, y su valor según la Tabla III del Anexo I del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones fotovoltaica conectadas a la red es del 2,8%.

PÉRDIDAS POR INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN DEL GENERADOR

Su cálculo se especifica en el Anexo II del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a red. El objetivo de este Anexo es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo con las pérdidas máximas permisibles por el Pliego de Condiciones Técnicas. Para nuestra instalación estas pérdidas no pueden pasar del 10% (caso general). Utilizando la fórmula de dicho anexo, para la latitud del generador de 39, 54º y para la inclinación de 15º, y para la orientación de 64º y -20º, se obtiene un valor de 2,5%.

PÉRDIDAS EN LA CONVERSIÓN DC/AC

Estas pérdidas son las asociadas al rendimiento que aparece en los catálogos de los inversores. El catálogo del inversor muestra que el rendimiento de éste depende de la potencia conectada del lado DC respecto a su potencia nominal de salida, e indica varios valores de rendimiento para cargas del 10, 30, 50 y 100% de carga. Para calcular el rendimiento del inversor conectado a los módulos se ha linealizado entre los puntos indicados de rendimiento para diversas cargas. Así se ha calculado un rendimiento para el tipo de inversor:

- $\eta = 0,953$

PÉRDIDAS DEL SISTEMA DE SEGUIMIENTO DEL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA (MPP)

El rendimiento de este sistema es de 0,958 valor característico de los sistemas de seguimiento y conversión basados en convertidores AC-LFR (Loss Free Resistor).

PÉRDIDAS EN EL UMBRAL DE ARRANQUE DEL INVERSOR

Los valores de estas pérdidas oscilan del 1% al 2%.

PÉRDIDAS EN EL CABLEADO

Las pérdidas de potencia son las producidas por efecto Joule. Considerando una potencia del campo para cada subgenerador (el cableado se realiza para cada uno de éstos) como la tensión de los módulos en serie por la corriente máxima, el cociente entre la expresión de las pérdidas de Joule y la potencia del subgenerador será el porcentaje de pérdidas.

Para el subgenerador más alejado el valor de las pérdidas estimadas en DC es 0,55 %.

Por la parte AC las operaciones son las mismas, pero la potencia a considerar es la de salida del inversor.

El valor de las pérdidas estimadas en AC es de 0,11%.

Después de este desglose donde se hace referencia y se hallan todos los tipos de pérdidas existentes en una instalación fotovoltaica, se está en disposición de calcular el rendimiento general de la instalación (PR) para cada mes.

PARA EL INVERSOR PROYECTADO

	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dbre.
PR	0,8205	0,8235	0,8113	0,7993	0,7839	0,7690	0,7608	0,7659	0,7757	0,7938	0,8081	0,8158

1.5.4 IRRAD. SOLAR DIARIA MEDIA MENSUAL SOBRE PLANO DEL PANEL FOTOVOLTAICO

La irradiación sobre el plano inclinado se calcula a partir de la horizontal, cuyo valor tiene que haber sido obtenido mediante medición. La base de datos utilizada es la de PVGIS.

Realizando todos los cálculos necesarios y que se detallan en la sección del proyecto dedicada a Cálculos se llega a los siguientes valores de irradiación solar diaria media mensual sobre plano del generador ($\beta = 10^\circ$):

$G_{\text{dim}}(0)$ (kWh/m ² día)	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dbre.
	2,39	3,33	4,47	5,69	6,72	7,45	7,32	6,35	5,03	3,70	2,60	2,16

Se ha elegido un valor de la inclinación de los paneles de 10° y -19° Sur.

$G_{\text{dim}}(\alpha, \beta)$ (kWh/m ² día)	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dbre.
	3,01	3,91	4,93	5,98	6,85	7,49	7,40	6,58	5,44	4,22	3,18	2,77

1.5.5 PRODUCCIÓN ELECTRICIDAD

Una vez se han determinado los términos de la ecuación ya se está en disposición de hallar cuantos kWh de electricidad se producirán al año. Para el inversor proyectado esto significa una producción anual de electricidad de 193.017 kWh

1.6 ESTRUCTURA SOPORTE

La elección de la estructura que se encarga de soportar los módulos fotovoltaicos depende de diferentes factores, como son la inclinación óptima dependiendo de su inclinación, la tipología de superficie en la cual serán colocados y su orientación. También hay que tener en cuenta las acciones que deberá soportar la estructura que porta la instalación, como son:

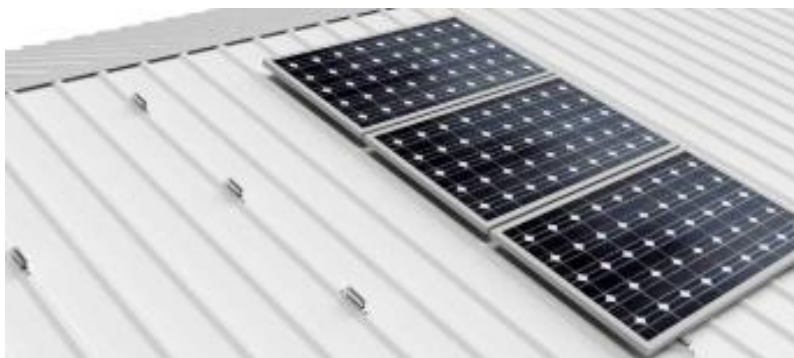
- Peso propio: peso de los elementos constructivos más el peso de los módulos.
- Cargas gravitatorias: nieve: para una inclinación de 10º.
- Carga de viento: instalación exterior.

Teniendo en cuenta lo anterior mencionado, se escoge una estructura coplanar, que aprovecha la inclinación y orientación del edificio adaptándose a estas. Esta elección es óptima ya que la cubierta es de tipo sándwich y el aluminio del soporte es bastante ligero. Como se ha comentado anteriormente este tipo de estructura se adapta a la inclinación y orientación de la cubierta, que son adecuadas ya que son 10º y -19º respectivamente. Estas cualidades ocasionan que dicha estructura sea la más económica.

La estructura escogida es de la marca Sunfer, tipo coplanar microrrail con fijación a chapa. Los materiales de esta estructura están fabricados íntegramente en aluminio de alta calidad, mientras que la tornillería y accesorios están creados en acero inoxidable. La aleación de la perfilera es EN AW 6005A T6, es una aleación de aluminio de alta resistencia. Este tipo de estructuras con estos materiales son estructuras fáciles y rápidas de instalar, ya que las uniones son a base de tornillería sin realizar soldaduras.

La elección de este tipo de estructura es meramente económico, ya que al ser microrrail es más barato que el rail completo. Uno de los requisitos es que los canales de la cubierta sean en vertical por lo que se cumple, otro requisito es que los vientos no sean excesivamente fuertes ya que al tener menor fijación y anclar las placas en pareja, la estructura placa-soporte aguanta menos. En este caso los vientos determinantes proceden del norte y la instalación se encuentra “protegida” debido al tipo de cubierta que tiene la edificación ya que es a dos aguas y con un pequeño muro en la separación de estas, por lo que a nivel de estructura está bien protegido. De igual manera el estudio de vientos se hará posteriormente para corroborar que cumple los requisitos técnicos.

Ilustración 6: Estructura coplanar



Fuente: Almacén Fotovoltaico (2023)

2 CÁLCULOS

2.1 CÁLCULOS DE LA CONEXIÓN GENERADOR-INVERSOR

2.1.1 GENERADOR FOTOVOLTAICO

Una vez seleccionado el módulo fotovoltaico que se va a utilizar y los inversores, se tiene que buscar la configuración más óptima acorde al número de MPPTs y la cantidad de paneles según sus características.

Para calcular la cantidad de módulos que conformarán cada string, se utilizan los límites de tensión mínima de arranque y tensión máxima de funcionamiento.

$$N^{\circ}\text{módulos-serie, mínimo} = \frac{200}{41.80} = 4,78; \text{Mínimo} = 5 \text{ módulos}$$

$$N^{\circ}\text{módulos-serie, máximo} = \frac{1000}{41.80} = 23,92; \text{Máximo} = 23 \text{ módulos-serie}$$

$$N^{\circ}\text{módulos-serie, máximo} = \frac{1100}{49.75} = 22,11; \text{Mínimo} = 22 \text{ módulos}$$

Para la aproximación de decimales a números enteros se utiliza la condición más restrictiva con el fin de aumentar la seguridad de la instalación, lo que nos da una variedad de selección de 5 módulos por string mínimo y 22 máximo.

Contamos con una instalación de 252 paneles, dividiendo este número entre la cantidad de strings disponibles (12), se obtiene una instalación de 21 módulos en serie por string. Esta configuración es válida ya que no supera el límite máximo de 22 módulo por string, pero se aproxima mucho. Como se ha comentado anteriormente, lo óptimo son strings cuyo voltaje ronde el 70% de la tensión máxima de inversor. Este resultado se consigue conectando strings en paralelo, opción válida en este caso ya que los inversores seleccionados aportan esta variante, pudiéndose conectar hasta dos strings en paralelo por MPPT. Para verificar esta condición hay que multiplicar la corriente máxima de funcionamiento del módulo por el número de strings por MPPT y compararla con la máxima de entrada del inversor:

$$I_{\text{MÁX}} = 13,04 \text{ A} \times 2 = 26,08 \text{ A}$$

Dado que la máxima corriente de entrada de los inversores son 32A y 30A cumplen ambos.

Esta variante de string se utiliza en algunos MPPT, ya que, en el caso de utilizarla en todos, quedaría un gran porcentaje de MPPT vacíos, lo que se traduciría en un peor rendimiento.

La configuración final es la siguiente:

Tabla 6: Configuración instalación

INVERSOR	MPPT	STRINGS	MÓDULOS
1	1	2	16
1	2	1	16
1	3	2	16
1	4	1	16
1	5	2	16
1	6	2	15
1	7	2	15
1	8	0	0
1	9	0	0
2	1	2	16
2	2	2	16

Fuente: Elaboración (2023)

2.1.2 CÁLCULOS DE LAS SECCIONES DEL CABLEADO

Para realizar el cálculo de las secciones del cableado, hay que dividir los tramos según el tipo de corriente que circula por dichos tramos, de esta manera se divide parte de alterna y parte de continua.

El tramo de continua es el que respecta al cableado que va desde las placas fotovoltaicas hasta el inversor y el tramo de alterna comprende desde la salida del inversor hasta el cuadro de alterna.

Una vez determinadas y diferenciadas las dos tipologías, se deben aplicar ciertos criterios por los cuales se determinará si la sección es apta o no. Se utilizarán dos criterios, el criterio térmico y el criterio de máxima caída de tensión.

Con la intensidad nominal, y a partir de la tabla correspondiente del REGLAMENTO DE BAJA TENSIÓN, según el tipo de cable, se ha elegido una sección tal que la intensidad admisible no supere la intensidad nominal. Una vez hecha la primera estimación de la sección se calculará la caída de tensión resultante y se verificará que cumple dicho criterio.

CRITERIO TÉRMICO

Este criterio se basa en el calentamiento de los hilos conductores, haciendo referencia a la máxima corriente que puede circular por un conductor de una sección determinada sin que se produzca una elevación peligrosa de su temperatura. Este criterio se rige por las indicaciones del REBT ITC-BT-19.

PARTE DC

El primer paso es obtener la I_{calculo} , esta intensidad será la que deberá soportar el conductor. Una vez obtenida, se utiliza la tabla 1 del ITC BT-19, que aporta la Intensidad máxima reglamentaria que puede conducir un cable según su recubrimiento, sección, ubicación, etc, que aporta la

sección que debe tener el conductor según dichas características y se verifica que la obtenida mediante la fórmula cumple.

Se emplea la siguiente fórmula:

$$I_{\text{calculo}} = \frac{I_{mp} * FM}{k}$$

Donde:

Imp: intensidad a máxima potencia

FM: Factor de mayoración por instalación generadora

Iz : Intensidad máxima intensidad admisible del conductor

K : factores de corrección

Para hallar la K se emplea la siguiente fórmula:

$$K = Ft \times Fs \times Fa$$

Donde:

Ft: Factor de temperatura (T=70°C)

Fs: Factor de exposición al sol

Fa: Factor de agrupamiento

$$K = 0,74 \times 0,90 \times 1,00 = 0,666$$

Una vez obtenida la K, se obtiene la I_{calculo} y se compara con la tabla.

Tabla 7: Selección sección cableado

			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes										
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
B		Conductores aislados en tubos ⁹⁾ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos ⁹⁾ en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ⁹⁾				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre ⁹⁾ Distancia a la pared no inferior a 0,3D ⁹⁾					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁹⁾ Distancia a la pared no inferior a D ⁹⁾						3x PVC			3x XLPE o EPR ¹⁾	
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁹⁾								3x PVC ¹⁾		3x XLPE o EPR
Cobre	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
	25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
	35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
	50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
	70				149	160	171	188	202	224	244	321
	95				180	194	207	230	245	271	296	391
120				208	225	240	267	284	314	348	455	
150				236	260	278	310	338	363	404	525	
185				268	297	317	354	386	415	464	601	
240				315	350	374	419	455	490	552	711	
300				360	404	423	484	524	565	640	821	

Fuente: Reglamento electrotécnico para baja tensión BOE (2023)

Cable Solar unipolar 1x4 mm² (incorporado en los módulos):

$$I_{\text{calculo}} = \frac{I_{\text{imp}} * FM}{k} = \frac{13,04 \text{ A} * 1,25}{0,666} = 24,47 \text{ A} \quad S = 4 \text{ mm}^2 \quad I_z = 45 \text{ A}$$

Se verifica que cumple el criterio térmico:

$$I_{\text{calculo}} = 24,47 \text{ A} \leq I_z = 45 \text{ A}$$

Cable Solar unipolar H1Z2Z2-K 1,5/1,5 Vdc 1x6 mm² en bandeja Rejiband:

$$I_{\text{calculo}} = \frac{I_{\text{imp}} * FM}{k} = \frac{13,04 \text{ A} * 1,25}{0,666} = 24,47 \text{ A} \quad S = 6 \text{ mm}^2 \quad I_z = 57 \text{ A}$$

Se verifica que cumple el criterio térmico

$$I_{calculo} = 24,47A \leq I_z = 57 A$$

PARTE AC

Para la parte de alterna, se determina la $I_{calculo}$ según las siguientes fórmulas:

Líneas trifásicas

$$I_{calculo} = \frac{P * \frac{FM}{K}}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi}$$

Líneas monofásicas

$$I_{calculo} = \frac{P * \frac{FM}{K}}{V * \cos \varphi}$$

Donde:

-P= Potencia vatios del inversor

-I= Intensidad en amperios

-V= Tensión en voltios

-Tensiones nominales

-Inversor Monofásico: 230 V

-Inversor Trifásico: 400 V

-Cos α = factor de potencia (tratándose de un inversor se toma 1)

-FM: Factor de mayoración por instalación generadora

-Iz: máxima intensidad admisible del conductor

-K: factores de corrección (en este caso K=1)

Tratándose de un inversor trifásico de 100 kWn, se obtiene:

$$I_{calculo} = \frac{P * \frac{FM}{K}}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi} = \frac{100000 * 1,25}{\sqrt{3} * 400 * 1} = 180,42 A \quad S = 50 \text{ mm}^2 \quad I_z = 188 A$$

Por lo que se cumple:

$$I_{calculo} = 180,42 A \leq I_z = 188 A$$

- Tratándose de un inversor trifásico de 33 kWn, se obtiene:

$$I_{calculo} = \frac{P * \frac{FM}{K}}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi} = \frac{33000 * 1,25}{\sqrt{3} * 400 * 1} = 59,53 A \quad S = 16 \text{ mm}^2 \quad I_z = 105 A$$

Por lo que se cumple:

$$I_{calculo} = 59,53 A \leq I_z = 105 A$$

- La línea de alimentación al cuadro de inversores para 133 kWn, se obtiene:

$$I_{calculo} = \frac{P * \frac{FM}{K}}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi} = \frac{133000 * 1,25}{\sqrt{3} * 400 * 1} = 239,97 A \quad S = 95 \text{ mm}^2 \quad I_z = 271 A$$

$$I_{calculo} = 239,97 A \leq I_z = 271 A$$

CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

Para el criterio de caída de tensión en continua se utiliza la siguiente fórmula:

$$\Delta(\%) = \frac{2 * R * I}{V} * 100 = \frac{2 * \rho * L}{V * S} * I * 100$$

Donde:

ρ = Resistividad eléctrica del conductor ($\Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$)

L = Longitud del conductor (m)

S = Sección del conductor (mm^2)

V = Tensión de línea (V)

I: Corriente de línea (A)

$$\Delta(\%) = \frac{2 * R * I}{V} * 100 = \frac{2 * 0,0175 * 22}{668,8 * 6} * 24,47 * 100 = 0,47 < 1,5 \% \text{ Cumple}$$

Para el cálculo de la caída de tensión en alterna se sigue el mismo procedimiento que en continua pero con diferente fórmula:

$$\Delta(\%) = \frac{\sqrt{3} * R * I}{V} * 100 = \frac{\rho * L}{V * S} * I * 100$$

$$\Delta(\%) = \frac{\sqrt{3} * R * I}{V} * 100 = \frac{\sqrt{3} * 0,0175 * 10}{400 * 50} * 180,42 * 100 = 0,27 < 1,5 \% \text{ Cumple}$$

$$\Delta(\%) = \frac{\sqrt{3} * R * I}{V} * 100 = \frac{\sqrt{3} * 0,0175 * 10}{400 * 16} * 59,53 * 100 = 0,28 < 1,5 \% \text{ Cumple}$$

$$\Delta(\%) = \frac{\sqrt{3} * R * I}{V} * 100 = \frac{\sqrt{3} * 0,0175 * 40}{400 * 95} * 239,97 * 100 = 0,77 < 1,5 \% \text{ Cumple}$$

Se observa que los cables de alterna de ambos inversores y su respectiva unión hacia el cuadro cumplen el criterio de caída de tensión. La caída de tensión acumulada máxima es de 1,04% < 1,5%

2.1.3 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES

CONTACTOS INDIRECTOS DC Y AC

La condición que debe cumplirse para proteger la instalación frente contactos indirectos es:
 $R_B \cdot I_{\Delta N} \leq U_{C\beta}$, según el Reglamento de Baja Tensión.

- R_A = Resistencia de puesta a tierra, más la de los cables de protección de las masas.
- $I_{\Delta N}$ = Corriente diferencial – residual asignada
- U_C = Tensión de contacto límite convencional

CARCASA DEL INVERSOR / ESTRUCTURA SOPORTE DEL GENERADOR

$$R_A = R_1 + R_L = 30 \Omega$$

$$R_1 = 30 \Omega$$

$$R_L = 0,0175 * 22/6 = 0,064 \Omega$$

$$I_{\Delta N} = 300 \text{ mA} \rightarrow 30 * 0,3 = 9 \text{ V} < 24 \text{ V (Local Mojado)}$$

Por lo tanto, se colocará en el Interruptor Automático General, un *Relé Diferencial de 300 mA, bobina de disparo toroidal.*

Sobretensiones

En DC:

- Sobrecargas y cortocircuitos :

La condición que ha de cumplir el fusible es que su tiempo de fusión no supere al admisible por el cable.

Para la elección de los fusibles se tienen que tener en cuenta que serán diferentes según la sección del cable, la cual será diferente dependiendo del circuito y se tiene que cumplir: $I_b \leq I_N \leq I_z \leq I_R$ Además de: $V > 1,20 \times V_{OC-SERIE}$.

Por tanto, se colocan *Fusibles de 16A / 1000V gG* en todos los cables que unen los módulos en serie a las cajas de paralelos DC.

Interruptor General de corte en carga DC: se coloca *un Interruptor de Corte en Carga 1000V, Categoría de uso DC21* en la entrada del inversor

- Sobretensiones:

Descargador de sobretensión:

Tipo 2 / Clase II; V máx.1000 V; I mínima 12,5 kA;

I máxima 40 kA Colocados entre los bornes activos (+ y -) y tierra

En AC:

- Sobrecargas y cortocircuitos:

Para la protección contra sobrecargas y cortocircuitos se eligen *Interruptores Magnetotérmicos 4P CURVA C; IN = 160 A; PdC = 10kA >7,36 Ka*

Interruptores Magnetotérmicos 4P CURVA C; IN = 63 A; PdC = 10kA >7,36 Ka

Interruptores Magnetotérmicos 4P CURVA C; IN = 250 A; PdC = 10kA >7,36 Ka

Para el cálculo de la intensidad de corto circuito se ha estimado una derivación individual de sección 35 mm² y longitud 25m. Se verificará la adecuación de los datos y en su caso se recalculará.

Para la protección general contra sobrecargas y cortocircuitos se eligen *Interruptores Automáticos Magnetotérmicos:*

- Sobretensiones:

Descargador de sobretensión:

Tipo 2 / Clase II; Un = 400 V; In = 10 kA; I máxima = 20kA

Colocados entre las fases y neutro y entre neutro y tierra.

INTERRUPTOR FRONTERA DE COMPAÑÍA

Interruptor frontera de compañía: *No se proyecta, pte. condiciones compañía suministradora.*

Módulo para sistema inyección cero: *Se ajustan parámetros en el inversor para evitar el vertido.*

La instalación de autoconsumo cumple las condiciones descritas en el apartado

7.1 del MT 3.53.01 de Iberdrola:

1.- *Está dentro del ámbito de aplicación del RD 1699/2011, generación no superior a 100 kW y misma persona jurídica para generación y consumo.*

2.- *Se sustituyen las protecciones en alta tensión por un sistema que proporciona seguridad equivalente, compuesto por:*

- Inversores con sistema de detección de funcionamiento en isla certificado de acuerdo a UNE 206006 IN.

- Sistema que evita el vertido de energía a la red certificado de acuerdo a UNE 217001 IN.

3.- *Dispone en Baja Tensión de las protecciones prescritas por el RD 1699/2011.*

2.1.4 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS DE BAJA TENSIÓN

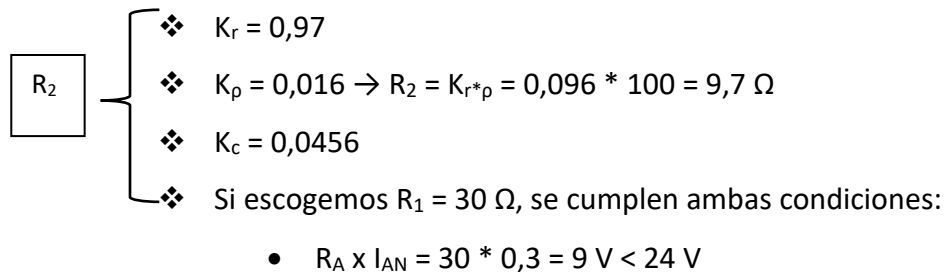
$$- U_{Cmax} = \frac{400}{\sqrt{3}} * \frac{R_1}{R_1 + R_2} \leq U_{Cadm}$$

- U_{Cadm} = Tensión de contacto admisible

- $U_{Cm\acute{a}x}$ = Tensi3n de contacto m\acute{a}xima
- R_1 = Resistencia puesta a tierra de las masas de baja tensi3n
- R_2 = Resistencia a tierra del neutro del transformador
- U_{Cadm} = Se halla de la curva de seguridad y es funci3n del tiempo de disparo de la protecci3n diferencial. En nuestro caso $T_{disp} = 0$ seg y de la curva $U_{Cadm} = 400$ V
- $U_{Cmax} = \frac{400}{\sqrt{3}} * \frac{R_1}{R_1 + R_2} \leq 400$ V

La otra condici3n a cumplir es que $R_A \times I_{AN} \leq 24$ V (para puesta a tierra de la estructura soporte)

- ❖ $R_A = R_1 + R_L = 30 \Omega$
- ❖ $R_2 = 9,7 \Omega \rightarrow$ Conductor cuadrado con picas en los v\acute{e}rtices de 2 m enterrado a 0,8 de profundidad



La puesta a tierra de las masas de baja tensi3n se realizar\acute{a} conectando el conductor principal de la mitad de la secci3n al borne principal de tierra del edificio.

2.2 C\c{A}LCULO ENERG\c{E}TICOS

2.2.1 C\c{A}LCULO DE LA PRODUCCI3N DE ENERG\c{I}A EL\c{E}CTRICA

La ecuaci3n que nos permite calcular la producci3n de energ\c{I}a el\c{e}ctrica a partir de la radiaci3n solar es la siguiente:

$$E_p = \frac{G_a(\alpha, \beta) * P_{mp} * PR}{G_{CEM}} \text{ (kWh/d\c{I}a)}$$

- ❖ $G_{dm}(\alpha, \beta)$ = Irradiaci3n Plano Inclinado (kWh/m²d\c{I}a)
- ❖ P_{mp} = Potencia pico generador (kWp)
- ❖ PR = Rendimiento general
- ❖ $G_{CEM} = 1$ kw/m²

Para los inversores esto significa una producci3n anual de electricidad 193.017 kWh.

2.3 DISTANCIA M\c{I}NIMA ENTRE PLACAS

Para determinar la distancia entre las filas de paneles, a fin de evitar sombras producidas

por la propia instalación, se utiliza el método indicado en el Pliego de Condiciones de instalaciones solares fotovoltaicas del IDAE:

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre filas de módulos o entre una fila y un obstáculo de altura h que pueda proyectar sombras, se recomienda que sea tal que se garanticen al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

En cualquier caso, d ha de ser como mínimo igual a $h * k$, siendo k un factor adimensional al que en este caso, se le asigna el valor $1/\tan(61^\circ - \text{latitud})$.

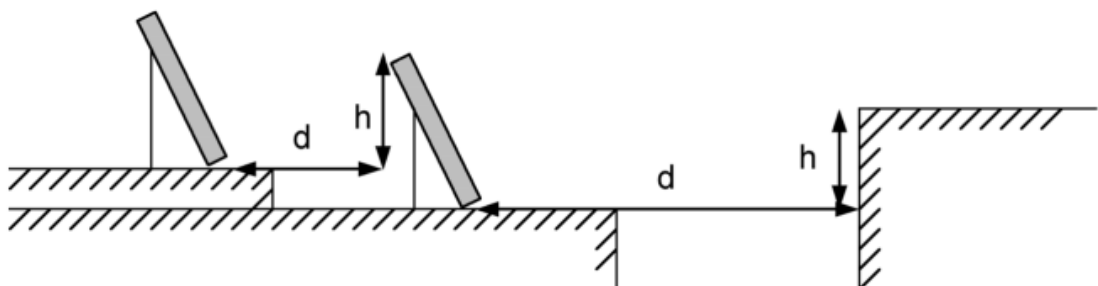
En la tabla 8 pueden verse algunos valores significativos del factor k , en función de la latitud del lugar.

Tabla 8: Valores factor K

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
K	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, la separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a $h * k$, siendo en este caso h la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la posterior, efectuándose todas las medidas con relación al plano que contiene las bases de los módulos.



Apreciablemente, el cálculo de la distancia generales suficientemente fiable, a fin de que se cumplan las condiciones requeridas.

El estudio de la distancia mínima entre placas en este caso no es necesario, ya que al montarse de manera coplanar, no se producen sombras y por ende, pueden colocarse unas junto a otras.

2.3 CÁLCULOS DE CARGAS SOBRE LA CUBIERTA

La estructura que soportará la instalación soportará las siguientes acciones:

- Peso propio: peso de los elementos constructivos más el peso de los módulos.
- Cargas gravitatorias: nieve: para una inclinación de 10°.
- Carga de viento: edificación cerrada.

La estructura escogida es coplanar a la cubierta.

SOBRECARGA CUBIERTA

Debido a que no disponemos de planos del edificio ni de su cálculo de sobrecargas, se ha estimado la sobre carga de uso mediante la norma básica de la Edificación, AE-88, por tratarse de un edificio de 1989.

De la Tabla colindate, uso del elemento A, azoteas accesibles solo para conservación, se obtiene una sobrecarga de uso de diseño 100kg/m²

El peso que aportemos con la estructura y paneles no deberá sobrepasar los 150kg/m².

- Módulo fotovoltaico: 28,6 kg
- Carga estructura: 22 kg/m²
- Nº Placas: 252 ud
- Superficie módulos: 2,584 m²

Si se calcula la carga en Kg/m², esta no supera el límite de 150 Kg/m².

Tabla 3.1 Sobrecargas de uso	
Uso del elemento	Sobrecarga kg/m ²
A. Azoteas	
Accesibles sólo para conservación	100
Accesibles sólo privadamente	150
Accesibles al público	Según su uso
B. Viviendas	
Habitaciones de viviendas	200
Escaleras y accesos públicos	300
Balcones volados	Según art. 3.5
C. Hoteles, hospitales, cárceles, etc.	
Zonas de dormitorio	200
Zonas públicas, escaleras, accesos	300
Locales de reunión y de espectáculo	500
Balcones volados	Según art. 3.5
D. Oficinas y comercios	
Locales privados	200
Oficinas públicas, tiendas	300
Galerías comerciales, escaleras y accesos	400
Locales de almacén	Según su uso
Balcones volados	Según art. 3.5

$$\frac{\text{Peso total}}{\text{Superficie}} = \frac{\text{Modulo fotovoltaico}}{\text{Superficie módulos}} + \text{Carga estructura} = \frac{28,6 \text{ Kg}}{2,584 \text{ m}^2} + 22 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} = 33,068 \text{ Kg/m}^2$$

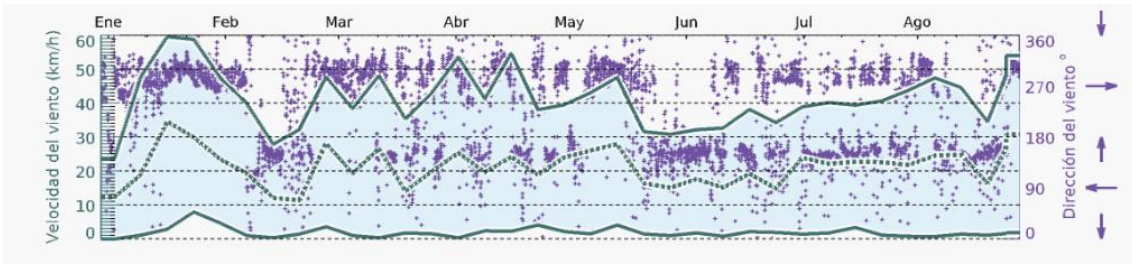
2.3.1 ACCIÓN DEL VIENTO

El viento es un factor importante ya que puede ser un inconveniente a la hora de elegir una estructura. Esto se debe a que si la estructura no es capaz de soportar los esfuerzo que pueda llegar a generar el viento, se podría ver dañada la estructura e incluso la cubierta en la que se coloque dicha estructura. Teniendo en cuenta esto, se realiza un breve estudio de la acción del viento en la estructura.

La orientación de los módulos determinará los vientos que pueden ser más desfavorables, en este caso al estar las placas orientadas hacia el sur, los vientos más desfavorables serán los provenientes del Norte.

Para analizar las rachas de viento de la zona se utiliza la herramienta online meteoblue, que aporta datos como la velocidad y la dirección de dichas rachas de viento. Para determinar estos datos se escoge el periodo del año 2022 completo.

Ilustración 7: Velocidad y dirección del viento



Fuente: Meteoblue (2023)

Se puede observar en la gráfica que la velocidad más alta registrada en el año 2022 es de 60 Km/h. Según el fabricante, los soportes utilizados son capaces de soportar vientos de hasta 150 km/h, por lo que supera con creces la velocidad máxima detectada en el periodo comprendido en el año 2022.

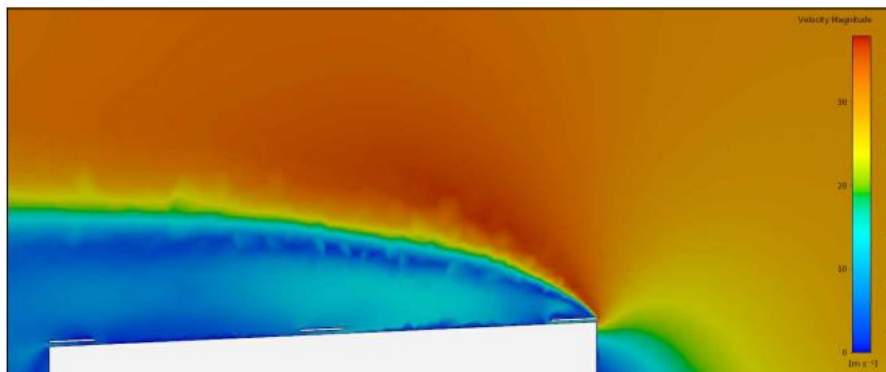
Tabla 9: Velocidades max. admisibles

☁ Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento							
☐ Para todos los módulos	1	2	3	4	5	6	nº de módulos
		150	150	150	150	150	150

Fuente: Sunfer (2023)

La ficha técnica aporta datos interesantes como puede ser el ejemplo de la estructura junto a un panel soportando vientos provenientes del norte.

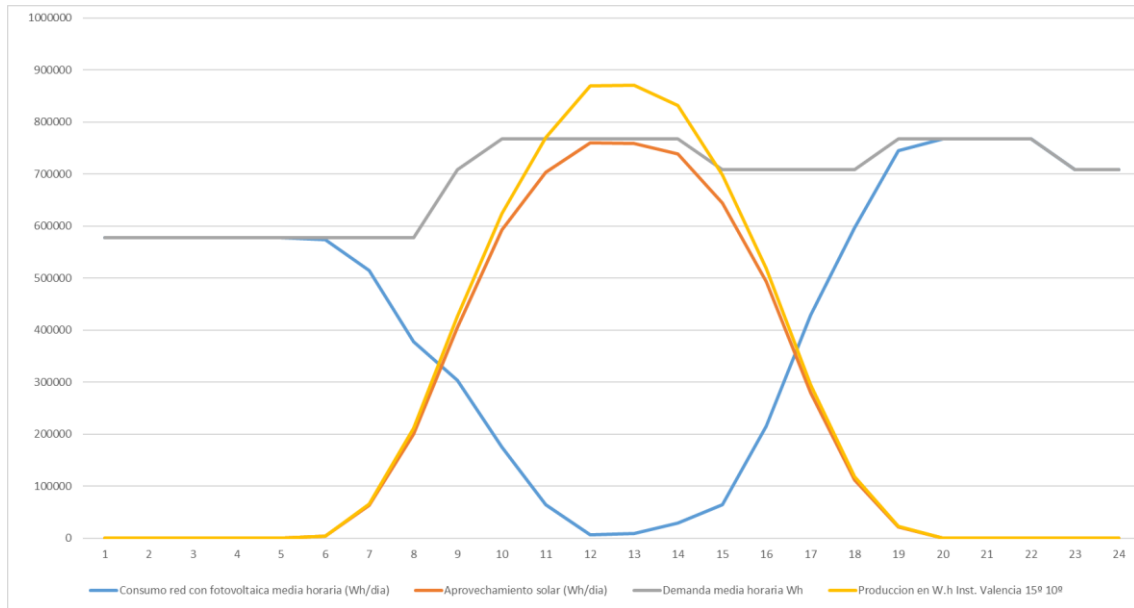
Tabla 10: Comportamiento ante vientos del norte



Fuente: Sunfer (2023)

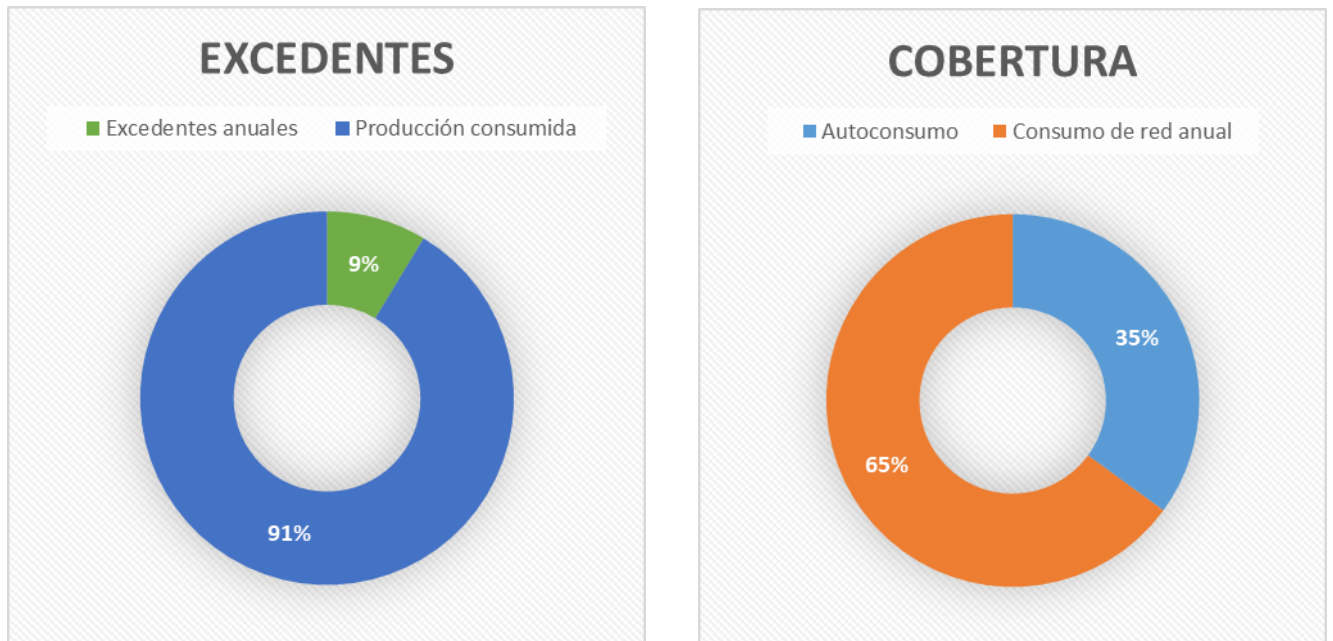
2.4 ESTUDIO AUTOCONSUMO

Gráfica 2: Comportamiento energético instalación



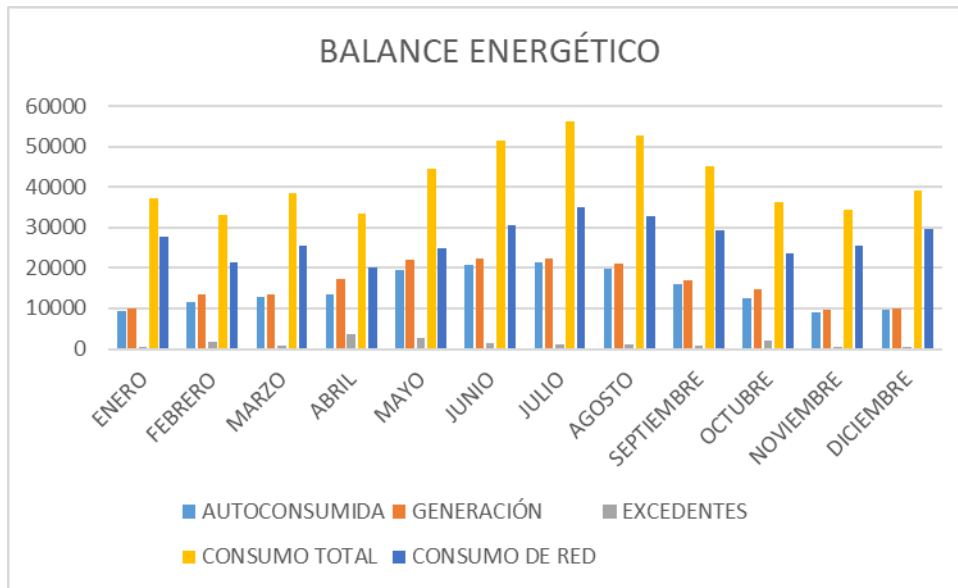
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 3: Excedentes y cobertura instalación



Fuente: elaboración propia

Gráfica 4: Balance energético mensual



Fuente: Elaboración propia

Se observa en la gráfica 4 como la energía producida procedente de la fotovoltaica no genera excedentes, por lo que toda la energía producida por la instalación es autoconsumida.

2.5 ESTUDIO ECONÓMICO

Para realizar el estudio económico se muestra el cálculo del retorno de la inversión, es decir, cual es el periodo en el que la inversión se rentabiliza. Para realizar este estudio se han tenido en cuenta los siguientes valores, tomados del año 0, año en el que se realiza la inversión, hasta el año 25, que es el año en el que habría que cambiar ciertos elementos según el fabricante:

- Beneficio por energía producida (€): Este valor se obtiene multiplicando la energía generada cada año con el precio de la energía dicho año. El valor de la energía que se toma de inicio es 0,2030 €/Kwh y va incrementado del orden de un 5% anual.
- Mantenimiento (€): Son los gastos anuales debidos al mantenimiento de la instalación. Comienzan siendo 2000€ y se van incrementando proporcionalmente al IPC.
- Ahorro neto (€): Es el valor obtenido de restarle al beneficio por energía producida los costes de mantenimiento.
- Payback (€): Este valor refleja el flujo de dinero cada año de manera acumulativa.

Tabla 11: Estudio economico instalación

	Beneficio por Energía producida	Mantemiento	Ahorro Neto	Pay Back
Año 0				-132700
Año 1	35799,48712	2000	33799,48712	-98900,51288
Año 2	37589,46148	2060	35529,46148	-63371,05139
Año 3	39468,93456	2122	37346,93456	-26024,11684
Año 4	41442,38128	2186	39256,38128	13232,26444
Año 5	43514,50035	2252	41262,50035	54494,76479
Año 6	45690,22536	2320	43370,22536	97864,99016
Año 7	47974,73663	2390	45584,73663	143449,7268
Año 8	50373,47346	2462	47911,47346	191361,2003
Año 9	52892,14714	2536	50356,14714	241717,3474
Año 10	55536,75449	2612	52924,75449	294642,1019
Año 11	58313,59222	2690	55623,59222	350265,6941
Año 12	61229,27183	2771	58458,27183	408723,9659
Año 13	64290,73542	2854	61436,73542	470160,7014
Año 14	67505,27219	2940	64565,27219	534725,9735
Año 15	70880,5358	3028	67852,5358	602578,5094
Año 16	74424,56259	3119	71305,56259	673884,0719
Año 17	78145,79072	3213	74932,79072	748816,8627
Año 18	82053,08026	3309	78744,08026	827560,9429
Año 19	86155,73427	3408	82747,73427	910308,6772
Año 20	90463,52098	3510	86953,52098	997262,1982
Año 21	94986,69703	3615	91371,69703	1088633,895
Año 22	99736,03189	3723	96013,03189	1184646,927
Año 23	104722,8335	3835	100887,8335	1285534,761
Año 24	109958,9752	3950	106008,9752	1391543,736
Año 25	115456,9239	4069	111387,9239	1502931,66

Fuente: elaboración propia

Tabla 12: Datos económicos instalación

Incremento Precio Energía	5,00%
IPC	3,00%
TIR	30,47%
VAN	1.495.339,16 €
Payback	3,7

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la tabla, estos son los valores utilizados como cambios anuales de incremento de precio de la energía e IPC. Se observa un payback, es decir, un retorno de la inversión, bastante reducido comparado con la vida útil de la instalación.

3 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

3.1 OBJETO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud establece, durante la ejecución y mantenimiento de esta instalación/obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores. Servirá para dar unas directrices básicas a la Empresa Contratista y Subcontratistas para elaborar el Plan de Seguridad y Salud y llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, y/o del Coordinador de Seguridad y Salud designado por la propiedad o promotor, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas. En concreto, será de obligado cumplimiento por el Contratista antes del comienzo de las Obras la redacción del Plan de Seguridad y Salud, para el sometimiento a la aprobación por el Coordinador de Seguridad y Salud.

3.2 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

3.2.1 ANTECEDENTES

Se procede a la redacción del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, por encargo DEL TITULAR MENCIONADO AL INICIO DE ESTE DOCUMENTO a fin de

describir y valorar las técnicas de prevención a utilizar en la ejecución de la obra que a continuación se describe:

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 137,34 kWp PARA AUTOCONSUMO SOBRE CUBIERTA INDICADA AL INICIO DEL DOCUMENTO

Así mismo se contemplan las preceptivas instalaciones de Higiene y Bienestar que utilizarán los trabajadores.

La elaboración de un Estudio de Seguridad y Salud será obligatoria en el caso de:

- ❖ Presupuesto de ejecución para contrata igual o superior a 451.000 Euros.
- ❖ Duración de la obra superior a 30 días laborables y presencia simultánea de más de 20 trabajadores en la obra suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra superior a 500.
- ❖ Obras túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En el resto de proyectos de obras no incluidos en el apartado anterior (como es nuestro caso), se tendrá que elaborar un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

3.2.2 EMPLAZAMIENTO

La obra/instalación motivo del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está ubicada en EL EMPLAZAMIENTO INDICADO AL INICIO DEL DOCUMENTO. La instalación se

realiza sobre LA CUBIERTA que se puede observar en los planos de situación y emplazamiento.

3.2.3 TOPOGRAFÍA Y ENTORNO

El terreno donde se encuentra la obra/instalación, tiene una topografía plana. El entorno es Urbano

El edificio sobre la que se van a instalar los paneles solares fotovoltaicos es un edificio de oficinas anexo a otras edificaciones de la misma tipología.

3.2.4 INTERFERENCIA Y SERVICIOS AFECTADOS

Las obras/instalaciones a desarrollar son las necesarias para la instalación de generación eléctrica en la modalidad de autoconsumo con paneles solares fotovoltaicos en cubierta de edificio, tal y como se describen en el apartado de la memoria del proyecto.

3.2.5 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

El presupuesto de ejecución por contrata es de *119.273,99 euros*.

3.2.6 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo estimado para la ejecución de la obra/instalación es de *cuatro semanas, (1) mes*.

3.2.7 NÚMERO DE TRABAJADORES

De acuerdo con el volumen de la obra y con su plazo de ejecución, se estima que el número máximo de trabajadores que pueden concurrir en la obra es de 6 trabajadores.

3.2.8 CLIMATOLOGÍA DEL LUGAR

El clima es mediterráneo, caracterizándose por tener veranos calurosos e inviernos suaves. Las lluvias son escasas aunque de carácter torrencial. Se producen frecuentemente rachas de viento con dirección predominante Este- Oeste

3.2.9 CENTROS SANITARIOS

La distancia al centro asistencial más próximo al lugar de ejecución de las obras es de unos 10 minutos en circulación rodada y condiciones normales de tráfico.

Es el siguiente:

Consultorio médico: CENTRO SALUD RAFALAFENA

Dirección: Carrer de Moncofa, 39, Castelló de la Plana, Comunidad Valenciana

El centro hospitalario más próximo se encuentra a unos 10 minutos en circulación rodada y condiciones normales de tráfico.

Es el siguiente:

Hospital: HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO DE CASTELLÓN

Dirección: Avenida de Benicassim, 128, Castellón, Comunidad Valenciana

3.3 TRABAJOS PREVIOS A LA REALIZACIÓN DE LA OBRA

Antes de la ejecución material del proyecto objeto de este estudio básico se han de tener en cuenta los siguientes trabajos:

- Delimitación de la zona de obras e instalaciones.

Se garantizará en todo momento la inaccesibilidad a toda persona ajena a la obra vallando la zona de actuación. Se mantendrán cerrados los accesos a la misma, señalizando adecuadamente dicha prohibición, así como el acceso de vehículos pesados y la existencia de obras. En la valla de obra, se colocará de forma visible la dirección del centro de urgencias y teléfono del mismo.

3.4 SERVICIOS HIGIÉNICOS Y VESTUARIOS

A. Instalaciones definitivas:

Se utilizarán las instalaciones existentes en el propio centro de trabajo de la empresa: aseos y comedor.

En función del número máximo de operarios que se pueden encontrar en fase de obra, en nuestro caso 6 trabajadores, serán necesarios los siguientes elementos sanitarios:

1 ducha y 1 espejo.

1 inodoro, "uno cada 25 trabajadores".

1 lavabo, "uno cada 10 trabajadores".

Complementados por los elementos auxiliares necesarios: toalleros, jaboneras, etc. Dispondrán de agua fría y caliente en duchas y lavabos.

B. Normas generales de conservación y limpieza:

Los suelos, paredes y techos, de los aseos, vestuarios y duchas, serán continuos, lisos e impermeables; enlucidos en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria; todos los elementos, tales como los grifos, desagües y alcachofas de ducha, estarán siempre en perfecto estado de funcionamiento y los armarios y bancos aptos para su utilización.

3.5 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA A EJECUTAR, RIESGOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

La secuencia de trabajos a realizar es la siguiente:

- Colocación de la estructura portante de los módulos fotovoltaicos.
- Colocación de inversores.
- Colocación de los módulos fotovoltaicos y cableado de los mismos.
- Conexión de los inversores y montaje de cuadro eléctrico.
- Conexión a red de la instalación.

Características de la cubierta:

La cubierta, que es la zona que va a ocupar la instalación de generación de electricidad en modalidad de autoconsumo con paneles solares fotovoltaicos objeto del presente proyecto, presentan las siguientes características:

- Cubierta a dos aguas: La estructura portante de la cubierta (pórticos y correas metálicas) y el material de cobertura, panel nervado tipo “sándwich” (chapa metálica por ambas caras y en su interior capa aislante térmica), ofrecen garantía de resistencia mecánica para permitir la permanencia y circulación de los trabajadores. Su inclinación en ambos faldones es de 4º; inclinación suave, pero hay que considerar que puede presentar un aspecto resbaladizo.

En cuanto al riesgo de caída de altura:

- la cubierta dispone de protección perimetral al superar los paneles de cerramiento vertical los aleros y bordes, excepto en la zona de cumbrera en la que se instalará barandilla de seguridad. En caso de no instalarse, se dispondrán líneas de anclaje de arneses de cable de acero “certificado”.

- la cubierta carece de elementos frágiles, como claraboyas y/o lucernarios.

- se dispone de medio de acceso fijo desde el exterior mediante escalera metálica peatonal.

Riesgos y medidas preventivas que habrá que adoptar y que serán tenidas en cuenta para la confección del Plan de Seguridad y Salud de la obra.

3.5.1 INST. DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Descripción de los trabajos:

El trabajo consiste en la colocación, sobre cubierta de edificio municipal, de las estructuras sobre las que van colocadas los módulos solares fotovoltaicos. Las piezas se colocan atornillándolas entre sí y a las correas de la estructura de la cubierta, según planos. Los perfiles metálicos son de aluminio, con un peso máximo de 1,25 kg/m no presentando bordes cortantes.

EQUIPOS DE TRABAJO UTILIZADOS:

Herramientas manuales: martillo, palanca, destornillador, etc. Herramientas eléctricas: atornillador de batería.

Riesgos más frecuentes:

Caídas desde altura

Caídas al mismo nivel

Caída de objetos

Golpes

Cortes en las manos

Medidas preventivas de seguridad:

Prohibido el trabajo en solitario.

Previamente, se asegurará que la zona de trabajo (cubierta) estará protegida de caídas a distinto nivel, mediante barandilla firme (150 kg/m) de 0,90 m de altura mínima, con listón intermedio y rodapié, en las zonas próximas a cumbrera y en aquellos laterales no protegidos por los paramentos de cerramiento verticales del edificio

En caso de no poder proceder a la colocación de la valla, los trabajadores deberán ir sujetos mediante amarre de seguridad en puntos de anclaje rígidos, sólidos, con dos puntos de amarre por trabajador y que permitan la libertad de movimientos. En el caso de utilizar este método, anteponiendo las protecciones individuales sobre las colectivas, deberá ser justificado.

Se guardará en todo momento un correcto orden y limpieza, retirando inmediatamente del suelo cualquier objeto punzante o peligroso.

El transporte manual de perfiles se realizará siempre con guantes y calzado de seguridad. Se recomienda que las piezas largas sean manejadas por dos operarios.

Se comprobará previamente la ausencia de redes eléctricas y canalizaciones de gas en las proximidades.

Protecciones personales:

Casco de seguridad

Gafas de seguridad cuando se utilice martillo Guantes de seguridad

Calzado de seguridad plantilla de acero y puntera metálica reforzada.

3.5.2 INSTALACIÓN DE LOS INVERSORES

Descripción de los trabajos:

Los inversores se transportan hasta el lugar de trabajo en camión-grúa autopropulsada, para su descarga y acopio en las zonas de la cubierta donde se van a instalar. Se colocan, atornillándolos, sobre una estructura metálica atornillada a la pared. Las piezas metálicas de soporte de los inversores tienen un peso máximo de 8,5 kg y no presentan aristas o bordes cortantes. Cada inversor pesa 84 kg, siendo su dimensión máxima de 73 cm.

EQUIPOS DE TRABAJO UTILIZADOS

Herramientas manuales Atornillador eléctrico de batería Escalera de mano

Riesgos más frecuentes:

Caídas al mismo nivel Caída de objetos Golpes Atropellos y golpes con vehículos

Medidas preventivas de seguridad:

El cableado de los inversores se realizará con guantes aislantes.

El cableado y conexión de los inversores sólo podrá ser realizado por personal cualificado para ello, en posesión del carné de instalador electricista.

Previamente a la realización de los trabajos, se verificará que la herramienta presenta un correcto estado, especialmente en lo relativo a su aislamiento, quedando prohibidas las reparaciones improvisadas por los operarios.

Prohibición de realizar estos trabajos en solitario. Se señalará el riesgo eléctrico en los inversores.

El manejo manual de los inversores para su colocación, se hará siempre por dos personas.

Se seguirá lo indicado en el punto 1.8.3. sobre manejo manual de cargas. Se seguirá lo indicado en el punto 1.8.4. sobre utilización de vehículos.

En todo momento seguirá las indicaciones recogidas en el apartado 1.8.10 sobre escaleras manuales.

Protecciones personales:

Casco

Calzado de seguridad con puntera y suela reforzada

Guantes de seguridad y aislantes.

3.5.3 COLOCACIÓN Y CABLEADO DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS:

Descripción de los trabajos:

Los módulos solares fotovoltaicos se transportan hasta el lugar de trabajo en camión-grúa autopropulsada, para su descarga y acopio en las zonas de la cubierta donde se van a instalar. Los módulos se colocan, uno a uno, sobre la estructura fija. Se colocan a mano, entre dos operarios y se fijan mediante abrazadera (omega) y tornillo con atornillador eléctrico de batería. Cada módulo pesa 23 kg y no presenta bordes cortantes. El cableado de los módulos se realizará con guantes aislantes. El cableado de los módulos se realiza a mano, conectando los cables que vienen preparados a tal efecto, de forma que no hace falta realizar empalmes (el cable viene preparado con terminales Multicontact) ni utilizar herramienta de ningún tipo. Los cables de salida de cada serie (string) de módulos se fijan, a mano, en la estructura mediante bridas. Por último, se colocan sobre bandejas metálicas (tipo Rejiband) dispuestas sobre la cubierta hasta los inversores, por donde discurre todo el cableado de continua, utilizando herramienta manual y eléctrica de batería.

EQUIPOS DE TRABAJO UTILIZADOS

Atornillador eléctrico de batería Herramienta manual

Herramienta eléctrica: taladro y atornillador de batería Escalera de mano

Riesgos más frecuentes:

Caídas desde altura

Caídas al mismo nivel

Caída de objetos

Golpes

Sobreesfuerzos

Medidas preventivas de seguridad:

Prohibido el trabajo en solitario.

Previamente, se asegurará que la zona de trabajo (cubierta) estará protegida de caídas a distinto nivel, mediante barandilla firme (150 kg/m) de 0,90 m de altura mínima, con listón intermedio y rodapié, en las zonas próximas a cumbre y en aquellos laterales no protegidos por los paramentos verticales del edificio.

En caso de no poder proceder a la colocación de la valla, los trabajadores deberán ir sujetos mediante amarre de seguridad en puntos de anclaje rígidos, sólidos, con dos puntos de amarre por trabajador y que permitan la libertad de movimientos. En el caso de utilizar este método, anteponiendo las protecciones individuales sobre las colectivas, deberá ser justificado.

El transporte manual de los módulos se realizará siempre por dos personas, con guantes y calzado de seguridad.

Previamente a la realización de los trabajos, se verificará que la herramienta presenta un correcto estado, quedando prohibidas las reparaciones improvisadas por los operarios.

Se seguirá lo indicado en el punto 1.8.3. sobre manejo manual de cargas. Se seguirá lo indicado en el punto 1.8.4. sobre utilización de vehículos.

Se seguirá lo indicado en el punto 1.8.10. sobre utilización de escaleras manuales.

Protecciones personales:

Casco de seguridad

Calzado de seguridad con puntera y suela reforzada

Guantes de seguridad

Gafas de seguridad

3.5.4 CONEXIONADO DE INVERSORES Y CUADROS ELÉCTRICOS

Descripción de los trabajos:

El trabajo consiste en realizar el cableado y las conexiones eléctricas de los cuadros eléctricos de la instalación, así como la conexión de los inversores entre sí y con el cableado de continua que viene de los módulos fotovoltaicos.

EQUIPOS DE TRABAJO UTILIZADOS

Herramientas manuales y eléctricas (de batería) propias de electricista Escalera de mano

Riesgos más frecuentes:

Caídas de personas al mismo o a distinto nivel.

Golpes y cortes por manejo de herramientas manuales. Caída de objetos

Lesiones por sobreesfuerzos y posturas forzadas continuadas.

Electrocución o quemaduras por maniobras de trabajo incorrectas o mal estado de la instalación

Incendios y explosiones

Medidas preventivas de seguridad:

El montaje sólo podrá ser efectuado por instalador autorizado. Corresponde a la Dirección Facultativa y/o al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra la verificación de dicha cualificación.

Prohibido trabajar en solitario.

Las herramientas eléctricas dispondrán de batería, no siendo necesaria su conexión a la ninguna toma eléctrica.

Se mantendrá el lugar de trabajo limpio y libre de obstáculos, realizando al menos una limpieza diaria, al final de la jornada. Si bien no existe un riesgo significativo de incendio o explosión, se tendrá especial cuidado de eliminar la presencia de materiales o sustancias inflamables, a fin de evitar riesgo de incendio y/o explosión.

Diariamente, y siempre antes de la realización de los trabajos, se realizará una inspección visual para comprobar que el estado de las herramientas, sus cables y conexiones es el adecuado. Se desecharán aquellas que presenten desperfectos tales como cables sueltos, elementos mal apretados, etc.

Se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto al manejo, revisiones, transporte y almacenamiento de herramientas eléctricas, equipos de trabajo y equipos de protección individual.

La iluminación no será inferior a 100 lux medidos a 2 m del suelo.

Se prohíbe el conexionado a los cuadros de suministro eléctrico sin la utilización de las clavijas adecuadas.

Las herramientas utilizadas estarán protegidas con material aislante normalizado contra contactos de energía eléctrica.

Las pruebas de tensión se anunciarán convenientemente para conocimiento de todo el personal.

Para la utilización de escaleras de mano, se seguirá lo indicado en el apartado 1.8.10.

Protecciones personales:

Botas de seguridad aislantes Guantes aislantes

Gafas de seguridad en la utilización de herramientas con riesgo de proyección de partículas, como taladro o martillo

3.5.5 CONEXIÓN A RED DE LA INSTALACIÓN

Descripción de los trabajos:

Los trabajos consisten en la conexión definitiva de la instalación a la red interior, en el cuadro general de baja tensión. Dichos trabajos sólo pueden realizarse por parte del instalador autorizado.

EQUIPOS DE TRABAJO UTILIZADOS

Herramientas manuales y eléctricas

Riesgos más frecuentes:

Caída de personas al mismo nivel

Cortes y golpes por manejo de herramientas manuales Golpes por herramientas manuales
Electrocución

Medidas preventivas de seguridad:

A pesar de la desconexión de la Red, estará prohibido realizar trabajos en instalaciones de media tensión, sin que se adopten las siguientes precauciones: Las "5 reglas de oro":

Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo.

Enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.

Reconocimiento de la ausencia de tensión.

Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.

Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

Se utilizarán alfombras aislantes, vainas o caperuzas aislantes, herramientas aislantes. Prohibido el trabajo en solitario.

Obligatorio el uso de guantes de seguridad en todo momento.

En todo caso queda prohibida esta clase de trabajos a personal que no esté especializado y autorizado. Corresponde a la Dirección Facultativa y/o al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra la verificación de dicha cualificación.

Protecciones personales:

Guantes aislantes Calzado de seguridad

Ropa de trabajo adecuada.

3.5.6 INSTALACIÓN PROVISIONAL ELÉCTRICA

Descripción de los trabajos:

En caso necesario, se utilizará la instalación eléctrica existente en el centro de trabajo, no siendo necesario solicitar un suministro eléctrico provisional de obra.

Se comprobará que los cuadros de mando y protección a los que pertenezcan los circuitos donde se conecten herramientas y/o maquinaria eléctrica, estén dotados de seccionador general de mando y corte automático omnipolar y

protección contra faltas a tierra, sobrecargas y cortocircuitos mediante interruptores magnetotérmicos y diferencial de 300 mA. Los cuadros estarán contruidos de forma que impidan el contacto de los elementos bajo tensión.

De estos cuadros saldrán los circuitos secundarios para la alimentación de las herramientas y/o maquinaria eléctrica o a las que se conectarán cuadros secundarios donde se conectarán las herramientas portátiles en los diferentes tajos. Estos cuadros serán de instalación móvil, según las instalaciones de la obra y cumplirán las condiciones exigidas para las instalaciones de intemperie, estando colocados estratégicamente, a fin de disminuir en lo posible el número de líneas y su longitud.

Riesgos más frecuentes:

Caídas del personal al mismo nivel por uso indebido de las escaleras.

Electrocuciones.

Cortes en extremidades superiores.

Medidas preventivas de seguridad:

Las conexiones se realizarán siempre sin tensión.

Las pruebas que se tengan que realizar con tensión, se harán después de comprobar el estado de la instalación eléctrica.

La herramienta manual se revisará con periodicidad para evitar cortes y golpes en su uso.

Cualquier parte de la instalación, se considera bajo tensión, mientras no se compruebe lo contrario con aparatos al efecto.

El tramo aéreo entre el cuadro general de protección y los cuadros para máquinas, será tensado con piezas especiales sobre apoyos; si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán cables fiables con una resistencia de rotura de 800 Kg, fijando a éstos el conductor con abrazaderas.

Los conductores si van por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos. Al atravesar zonas de paso estarán protegidas adecuadamente.

En las instalaciones de alumbrado estarán separados los circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, escaleras, almacenes, etc.

Los aparatos portátiles que sean necesarios emplear serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.

Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.

Estas derivaciones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.

Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,50 m del piso o suelo; las que se puedan alcanzar con facilidad estarán protegidas con una cubierta resistente.

Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté situado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.

Igualmente se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.

Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección.

Protecciones colectivas:

La zona de trabajo estará siempre limpia y ordenada, e iluminada adecuadamente.

Las escaleras estarán provistas de tirantes, para así delimitar su apertura cuando sean de tijera, y si son de mano, serán de madera con elementos antideslizantes en su base.

Se señalarán convenientemente las zonas donde se esté trabajando.

Protecciones personales:

Mono de trabajo.

Casco aislante homologado.

3.6 MAQUINARIA

3.6.1 MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

3.6.1.1 PALA CARGADORA

Riesgos más frecuentes:

Atropello y colisiones en maniobra de marcha atrás y giro.

Caída de materiales desde la cuchara.

Vuelco de la máquina.

Vibraciones.

Ruidos.

Polvo ambiental.

Caídas al subir o bajar de la máquina.

Contactos con líneas eléctricas.

Medidas preventivas:

Comprobación y conservación periódica de los elementos de la máquina.

Regado matapolvo.

Empleo de la máquina por personal autorizado y cualificado.

Estará prohibido transportar a personas en la máquina.

La batería quedará desconectada, la cuchara apoyada en el suelo y la llave de contacto no quedará puesta, siempre que la máquina finalice su trabajo por descanso u otra causa.

No permanecerá ninguna persona en el entorno de la máquina, cuando ésta se ponga en marcha para evitar riesgos por fallos en alguno de los sistemas de la máquina.

No se fumará durante la carga de combustibles, ni se comprobará con llama el llenado del depósito.

Se considerarán las características del terreno donde actúa la máquina para evitar accidentes por giros incontrolados al bloquearse un neumático.

La máquina llevará cabina antivuelco para evitar, en caso de vuelco de la máquina, un grave riesgo para el personal.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar riesgos de caídas.

Protecciones colectivas:

Estará prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.

Señalización del recorrido.

Protecciones personales:

El operador llevará en todo momento:

Ropa de trabajo adecuada

Casco de seguridad homologado.

Botas antideslizantes.

Gafas de protección contra el polvo en tiempo seco.

Asiento anatómico.

Protectores auditivos.

3.6.1.2 RETROEXCAVADORA

Riesgos más frecuentes:

Vuelcos por hundimiento del terreno.

Golpes a personas o cosas en el movimiento de giro.

El resto similar a los de la pala cargadora.

Medidas preventivas:

No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.

La intención de moverse se indicará con el claxon (por ejemplo, dos pitidos para andar hacia delante y tres hacia atrás).

El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y la puesta de marcha contraria al sentido de la pendiente.

El personal de la obra estará fuera del radio de acción de la máquina, para evitar atropellos y golpes durante los movimientos de ésta, o por algún giro imprevisto al bloquearse una oruga.

Al circular, lo hará con la cuchara plegada.

Al finalizar el trabajo de la máquina, la cuchara quedará apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina, si la parada es prolongada se desconectará la batería y se retirará la llave de contacto.

Durante la excavación del terreno, la máquina estará calzada al terreno mediante sus zapatas hidráulicas.

Manejo por personal especializado.

El plan de avance de la excavación se realizará según los planos.

Protecciones colectivas:

No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.

Al descender por la rampa, el brazo de la cuchara estará situado en la parte trasera de la máquina.

Protecciones personales:

El operador llevará en todo momento:

Casco de seguridad homologado.

Ropa de trabajo adecuada.

Botas antideslizantes.

Limpiará el barro adherido al calzado, para que no resbalen los pies sobre los pedales.

3.6.1.3 PLATAFORMA ELEVADORA

No se utilizará en esta obra la "Plataforma elevadora" para transportar el material hasta la cubierta.

La plataforma elevadora ofrece, al mismo tiempo, un sistema de elevación de personas y de plataforma de trabajo, de esta forma, evita la necesidad de utilizar otros medios auxiliares o de cualquier tipo de maquinaria de elevación.

Siguiendo las especificaciones del fabricante, tienen la posibilidad de transportar/elevar personas, tanto horizontal como verticalmente, y levantar la carga máxima establecida para la misma.

Riesgos más frecuentes:

Atropello de personas. Vuelcos.

Colisiones. Atrapamientos.

Choque contra objetos o partes salientes del edificio. Vibraciones.

Ruido ambiental.

Caídas al subir o bajar de la plataforma. Contactos con energía eléctrica.

Quemaduras durante el mantenimiento. Sobreesfuerzos.

Medidas preventivas:

Normas de manejo:

La manipulación de cargas debería efectuarse guardando siempre la relación dada por el fabricante entre la carga máxima y la altura a la que se ha de transportar y descargar.

La circulación de la máquina para variar de posición deberá hacerse sin carga.

-Inspecciones previas a la puesta en marcha y conducción:

Antes de iniciar la jornada el conductor debe realizar una inspección de la plataforma que contemple los puntos siguientes:

- a) Ruedas (banda de rodaje, presión, etc.).
- b) Fijación y estado de los brazos.
- c) Inexistencia de fugas en el circuito hidráulico.
- d) Niveles de aceites diversos.

- e) Mandos en servicio.
- f) Protectores y dispositivos de seguridad.
- g) Frenos.
- h) Embrague, Dirección, etc.
- i) Avisadores acústicos y luces.

En caso de detectar alguna deficiencia deberá comunicarse al servicio de mantenimiento y no utilizarse hasta que no se haya reparado.

Toda plataforma en la que se detecte alguna deficiencia o se encuentre averiada deberá quedar claramente fuera de uso advirtiéndolo mediante señalización. Tal medida tiene especial importancia cuando la empresa realiza trabajo a turnos.

-Normas generales de conducción y circulación:

Se dan las siguientes reglas genéricas a aplicar por parte del operador de la plataforma en la jornada de trabajo:

- a) No operar con ella personas no autorizadas.
- b) No permitir que suba ninguna persona en la plataforma sin tener conocimiento de los riesgos que entraña.
- c) Mirar siempre en la dirección de avance y mantener la vista en el camino que recorre durante la elevación de la plataforma.
- d) Evitar paradas y arranques bruscos y virajes rápidos.
- e) Transportar únicamente personas con la carga máxima establecida y preparada correctamente.
- f) Asegurarse que no chocará con techos, conductos, etc. por razón de altura.
- g) Cuando el operador abandona su carretilla debe asegurarse de que las palancas están en punto muerto, motor parado, frenos echados, llave de contacto sacada o la toma de batería retirada. Si está la carretilla en pendiente se calzarán las ruedas.
- h) No guardar carburante ni trapos engrasados en la plataforma elevadora, se puede prender fuego.
- i) Vigilar constantemente la presión de los neumáticos.
- ñ) Tomar toda clase de precauciones al maniobrar con la plataforma elevadora.

E quipos de protección individual:

Casco de seguridad.

Ropa de trabajo.

Guantes de cuero.

Calzado antideslizante.

Ropa de abrigo (en tiempo frío).

3.6.1.4 CAMIÓN DE TRANSPORTE

Se entiende como tal aquel que entrega en la obra los materiales de construcción, bien apilados o bien paletizados. Estos vehículos suelen estar dotados de una pequeña grúa tras la cabina con la que se procede a la descarga de la caja.

En el caso de no existir grúa sobre el camión, la descarga se efectuará por otro procedimiento (a hombre, o por medio de otro elemento elevador).

Riesgos más frecuentes:

Atropello de personas.

Choque contra otros vehículos.

Vuelco del camión.

Caída de personas.

Atrapamientos.

Protecciones colectivas:

Deberán ser conducidos por personas expertas en el manejo del mismo y en posesión del correspondiente Permiso de Circulación.

El acceso, salida y circulación por la obra se realizará por los lugares señalados.

Todo camión deberá estar en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.

Antes de iniciar las maniobras de descarga además de haber sido puesto el freno de mano, se instalarán calzos de inmovilización de las ruedas.

Las maniobras de posición correcta y de descarga serán dirigidas por un señalista.

El ascenso y descenso de la caja del camión se realizará mediante escalerillas metálicas prefabricadas, dotadas de ganchos de inmovilización.

Nadie permanecerá en las proximidades del camión, en el momento de realizar éstas maniobras.

Protecciones personales:

En ayuda a descarga y maniobra:

Casco de seguridad.

Botas de seguridad.

Guantes de cuero.

Salva hombros y cara de cuero.

Mono de trabajo. Para el conductor:

Si desea abandonar la cabina se le hará entrega de un casco de seguridad.

3.6.1.5 *MOTOVOLQUETE-DUMPER*

Es un vehículo destinado al transporte de poco volumen, muy versátil y rápido.

Riesgos más frecuentes:

Vuelco del vehículo.

Atropello.

Caída de personas.

Golpes por la manivela de puesta en marcha.

Choques.

Vibraciones.

Protecciones colectivas:

El personal encargado de la conducción del dumper será especialista en el manejo de este vehículo.

Antes de comenzar a trabajar se comprobará la presión de los neumáticos, pues es fundamental para la estabilidad de esta máquina, así mismo se revisará el estado de los frenos.

No cargar el cubilote por encima de la carga máxima en él grabada.

No se transportará personal en el dumper.

Se evitará descargar al borde de cortes del terreno si ante éstos no existe instalado un tope final de recorrido.

Se señalarán los caminos y direcciones que deban ser recorridos por los dumpers.

Es obligatorio no exceder la velocidad de los 20 Km/h, tanto en el interior como en el exterior de la obra.

Si el dumper ha de circular por vías urbanas, deberá ser conducido por persona provista del carnet de conducir de la clase B.

Si debe remontar pendientes con el cubilote cargado, lo hará marcha atrás, pues conserva mejor la estabilidad.

Se prohíbe el transporte de piezas (puntales, tablones, etc.) que sobresalgan lateralmente del cubilote del dumper.

Protecciones personales:

Casco de seguridad.

Botas de seguridad.

Cinturón elástico antivibratorio.

Mono de trabajo.

Traje impermeable para tiempo lluvioso.

Deben entenderse estas prendas de protección como obligatorias para el conductor del dumper.

3.6.1.6 CAMIÓN GRÚA O GRÚA AUTOPROPULSADA

Se debe considerar a la hora de prevenir los posibles riesgos, que la grúa autopropulsada permanecerá en obra un tiempo relativamente corto, el necesario para descarga y acopio de los materiales sobre las zonas de la cubierta donde van a ser instalados (principalmente módulos solares fotovoltaicos e inversores), por lo que las medidas generales de seguridad serán de tipo no permanente.

Riesgos más frecuentes:

-Similares a los de camión basculante

Desplome de la carga.

Golpes por la carga a paramentos.

Vuelco del vehículo.

Vuelco del vehículo por pérdida del equilibrio durante el transporte de cargas.

Atrapamiento del vehículo.

Atropello de personas.

Caída de personas desde la caja o la cabina.

Choques entre vehículos.

Riesgos derivados de la circulación automovilística.

Medidas preventivas:

Calzar el camión antes de cargas o descargas.

El manejo de la grúa lo efectuará un especialista.

Los ganchos de cuelgue dispondrán de pestillo de seguridad.

No cargar el brazo de la grúa superando la carga máxima indicada por el fabricante.

La carga suspendida será siempre vista por el gruista o guiado en su defecto por un señalista específico.

Se prohíbe realizar suspensión de cargas lateral cuando la inclinación de apoyo del camión pueda producir un vuelco.

Las cargas suspendidas se guiarán mediante cabos de gobierno.

Se prohíbe la estancia de personas en el radio de acción de la grúa.

No realizar arrastres de la carga, ni tirones sesgados.

El resto de las medidas serán similares a las de camión basculante.

Protecciones colectivas:

Las grúas subcontratadas estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y funcionamiento. Esta circunstancia será demostrada documentalmente.

Los conductores de las grúas serán especialistas de probada presteza.

Se procurará que las rampas de acceso a los tajos sean uniformes y que no superen el 20% de pendiente.

Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento de la grúa autopropulsada a una distancia inferior a los 2 m del borde de las zanjas. En caso de ser necesaria una aproximación inferior a la citada, se deberá entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento.

Las maniobras de transporte a gancho de grúa serán guiadas por un capataz.

Las cargas suspendidas serán controladas mediante cabos por un mínimo de dos hombres para evitar balanceos y posibles movimientos incontrolados.

Se prohíbe izar cargas sin antes haber instalado los calzos hidráulicos de apoyo.

El gancho estará dotado de pestillo de seguridad.

Se vigilará constantemente las variaciones posibles por fallo del firme durante las operaciones de carga y transporte de cargas suspendidas.

Se prohíbe izar la grúa por encima de las balizas de señalamiento del riesgo de contacto con líneas eléctricas aéreas.

Protecciones personales:

Botas de seguridad.

Casco de seguridad.

Guantes de cuero.

Mono de trabajo.

Estas prendas de protección serán exigibles al conductor cuando abandone la cabina.

Gafas antipolvo, si es necesario.

Guantes de cuero.

Cinturón de seguridad, en todo momento anclado a un punto sólido, pero en ningún caso a la propia máquina.

3.6.1.7 MÁQUINAS, HERRAMIENTAS EN GENERAL

3.6.1.7.1 COMPRESOR

Aparato destinado a la producción de aire comprimido para accionamiento de otras máquinas o herramientas.

Riesgos más frecuentes:

Durante el transporte interno:

- Vuelco.
- Atrapamiento de personas.
- Caída por terraplén.
- Otros.

En servicio:

- Ruido.
- Rotura de la manguera de presión.
- Excavaciones tóxicas del motor.
- Atrapamiento durante el mantenimiento.
- Otros.

Protecciones colectivas:

La ubicación de los compresores no se realizará a distancias inferior a 2 m del borde de coronación de cortes y taludes.

El compresor debe quedar en estación con las ruedas inmovilizadas mediante tacos antideslizantes.

El compresor a utilizar será de los llamados “silenciosos” para disminuir la contaminación acústica.

Las carcasas protectoras de los compresores estarán siempre en posición de cerradas en prevención de posibles atrapamientos y ruido.

La zona donde se estacione el compresor quedará acordonada en un radio de 3 m en su entorno, instalándose la señal de “uso obligatorio de protectores auditivos” para sobrepasarla.

Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado.

Las mangueras a utilizar estarán en perfecto estado, sin cortes ni grietas que puedan ocasionar un reventón.

El empalme de mangueras se realizará mediante racores de presión.

Protecciones personales:

Casco de seguridad con protectores auditivos.

Protectores auditivos.

Taponcillos auditivos.

Botas de seguridad.

Guantes de goma o PVC.

Guantes de cuero.

Mono de trabajo.

3.6.1.7.2 MARTILLO NEUMÁTICO

Máquina accionada por aire comprimido para taladrar o romper.

Riesgos más frecuentes:

Vibraciones en miembros y órganos internos.

Ruido puntual.

Ruido ambiental.

Polvo ambiental.

Sobreesfuerzos.

Rotura de manguera bajo presión.

Contactos con la energía eléctrica (líneas enterradas).

Los derivados del lugar de trabajo: caídas a distinto nivel; derrumbamiento del objeto o terreno que se trata con el martillo.

Los derivados de los trabajos y maquinaria de su entorno.

Protecciones colectivas:

Cada tajo con martillos estará trabajando con dos cuadrillas que se turnarán cada hora.

Los trabajadores, que continuamente estén trabajando con martillos neumáticos, serán sometidos a examen médico mensual para la detección de posibles alteraciones.

En el acceso a un tajo con martillos se instalarán sobre pies derechos señales de "Obligación de protección auditiva", "Obligatorio el uso de gafas antiproyecciones" y "Obligatorio el uso de mascarillas de respiración".

Se prohíbe el uso del martillo neumático en excavaciones con presencia de líneas eléctricas a partir de ser encontrada la "banda" o "señalización de aviso".

Se comprobará el correcto estado de la manguera y de sus conexiones.

No se abandonará nunca el martillo conectado al circuito de presión.

Protecciones personales:

Casco de seguridad con protecciones auditivas.

Protecciones auditivas.

Taponcillos auditivos.

Mandil de cuero.

Manguitos de cuero.

Polainas de cuero.

Gafas antiproyecciones.

Mascarilla antipolvo con filtro recambiable.

Botas de seguridad.

Mono de trabajo.

Faja elástica de protección de cintura.

Muñequeras elásticas.

3.6.1.7.3 AMOLADORA ELECTRICA

A. Riesgos más frecuentes:

- Proyección de partículas y polvo.
- Descarga eléctrica.
- Rotura de disco.
- Cortes y amputaciones.

B. Medidas preventivas:

- La máquina tendrá en todo momento colocada la protección del disco y la transmisión.
- Antes de comenzar el trabajo se comprobará el estado del disco, si éste estuviera desgastado o resquebrajado se procedería inmediatamente a su sustitución.
- La pieza a cortar no deberá presionarse contra el disco, de forma que pueda bloquear éste. Así mismo, la pieza no presionará al disco oblicuamente o por el lateral.

C. Protecciones colectivas:

- La máquina estará colocada en zonas que no sean de paso y además bien ventiladas si el tipo de corte no es bajo chorro de agua.
- Conservación adecuada de la alimentación eléctrica.

D. Protecciones personales:

- Casco homologado.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla con filtro y gafas antipartículas.
- Calzado con suela de goma.

3.6.1.7.4 VIBRADOR

A. Riesgos más frecuentes:

- Descargas eléctricas.
- Caída en alturas.
- Salpicaduras de lechada en ojos.

B. Medidas preventivas:

- La operación de vibrador, se realizará siempre desde una posición estable.

- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida si discurre por zonas de paso.

C. Protecciones colectivas:

- Las mismas que para la amoladora eléctrica.

D. Protecciones personales:

- Casco homologado.
- Botas de goma.
- Guantes dieléctricos.
- Gafas para protección contra las salpicaduras.

3.6.1.7.5 SIERRA CIRCULAR

Máquina de gran utilidad y versatilidad en obra. Estudiaremos conjuntamente sus dos variedades: “Sierra circular para madera” y “Sierra circular para material elástico”.

A. Riesgos más frecuentes:

- Corte y amputaciones en extremidades superiores.
- Descargas eléctricas.
- Rotura de disco.
- Proyección de partículas.
- Incendios.

B. Medidas preventivas:

- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos por los órganos móviles, y cuchillo divisor de corte, empujador de la pieza a cortar y guía, interruptor estanco y toma de tierra.
- Se controlará el estado de los dientes del disco, así como la estructura de éste, disponiendo de discos de repuesto en el almacén.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas en evitación de incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.
- Se prohíbe suspender la mesa de corte por la grúa torre en períodos de inactividad.

C. Protecciones colectivas:

- Zonas acotadas para la máquina, instalada en lugar libre de circulación.
- Extintor manual de polvo químico antibrasa, junto al puesto de trabajo.
- Prohibido utilizar a personas no autorizadas, indicado en rótulos bien visibles.

- D. Protecciones personales:
- Casco homologado de seguridad.
 - Guantes de cuero.
 - Gafas de protección contra la proyección de partículas de madera.
 - Calzado con plantilla anticlavo.
 - Mascarilla antipolvo.
 - Mono de trabajo.

3.6.1.7.6 AMASADORA (HORMIGONERA)

- A. Riesgos más frecuentes:
- Descargas eléctricas.
 - Atrapamientos por órganos móviles.
 - Vuelcos y atropellos al cambiarla de emplazamiento.
- B. Medidas preventivas:
- La máquina estará situada en superficie llana y consistente.
 - Las partes móviles y de transmisión estarán protegidas con carcasa.
 - Bajo ningún concepto se introducirá el brazo en el tambor, cuando funciona la máquina.
 - Poseerán toma de tierra sin son eléctricas, al cuadro general y botonera estanca.
- C. Protecciones colectivas:
- Zona de trabajo claramente delimitada.
 - Correcta conservación de la alimentación eléctrica.
 - Prohibido utilizar por personas no autorizadas, indicado en zona bien visible.
- D. Protecciones personales:
- Casco homologado de seguridad.
 - Mono de trabajo.
 - Guantes de goma.
 - Botas de goma.
 - Mascarilla antipolvo.

3.6.1.7.7 HERRAMIENTAS MANUALES

En este grupo incluimos las siguientes: taladro, percutor, martillo, rotativo, pistola clavadora, lijadora, disco radial.

A. Riesgos más frecuentes:

- Descargas eléctricas.
- Proyección de partículas.
- Caídas en alturas.
- Ambiente ruidoso.
- Explosiones e incendios.
- Cortes en extremidades.

B. Medidas preventivas:

- Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- El personal que utilice estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.
- Las herramientas serán revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- La desconexión de las herramientas no se hará con un tirón brusco.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe; si hubiese necesidad de emplear las mangueras de extensión, éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los trabajos con estas herramientas se harán en posición estable.

C. Protecciones colectivas:

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Las mangueras de alimentación o herramientas estarán en buen uso.
- Los huecos estarán protegidos con barandillas.

D. Protecciones personales:

- Casco de seguridad homologado.
- Guantes de cuero.
- Protecciones auditivas y oculares en el empleo de pistola clavadora.
- Cinturón de seguridad para trabajos de altura.

3.7 MEDIOS AUXILIARES

Descripción de los medios auxiliares:

Escaleras empleadas en la obra por diferentes oficios, destacando dos tipos:

- Escaleras fijas. Se dispone de escalera metálica peatonal de acceso a la cubierta desde el suelo de la parcela, formada por peldaños, mesetas y barandilla lateral.
- Escalera de mano, serán de dos tipos: metálicas y de madera, para trabajos en alturas pequeñas y de poco tiempo, o para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.

3.8 DISPOSICIONES COMUNES DE SEGURIDAD

No se han detectado riesgos significativos relativos a: exposición a ruido, exposición a agentes físicos o químicos y riesgo de incendio o explosión. No obstante, cada Contratista y Subcontratista informará a la dirección de:

- Los niveles de ruido que emitan sus equipos de trabajo, en que caso de que se sobrepasen los valores recogidos en el Real Decreto 286/2006.
- Los productos y preparados químicos que utilice, adjuntando su ficha de seguridad.

En el caso de que se utilicen o almacenen materiales, equipos o sustancias fácilmente inflamables se realizará siguiendo la normativa que les sea de aplicación. En cualquier caso, no se almacenarán productos combustibles junto a productos comburentes.

Previamente a la realización de los trabajos, se informará a los trabajadores del trazado de los circuitos eléctricos y de suministros.

Se prohíbe fumar en todos los trabajos que comprende la obra.

3.8.1 COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES

El Contratista principal adoptará las medidas necesarias para que los contratistas y subcontratistas que desarrollen las diferentes actividades previstas en este Estudio Básico reciban la información y las instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el lugar de trabajo, o por la utilización de instalaciones y servicios comunes de obra. También se proporcionará información e instrucciones en el caso de utilizar equipos de trabajo pertenecientes al contratista principal.

Igualmente, los diferentes contratistas y subcontratistas presentes deberán informar, con carácter previo a la realización de los trabajos, de los riesgos derivados de la realización de las diferentes tareas y de la utilización de sus máquinas y equipos de trabajo.

Los deberes de cooperación y de información e instrucción recogidos en este apartado serán de aplicación respecto de los trabajadores autónomos que desarrollen actividades en el centro de trabajo.

La organización de las tareas de coordinación de actividades empresariales referidas en los párrafos anteriores corresponderá al Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

El contratista principal también proporcionará a los contratistas y subcontratistas presentes las medidas de emergencia y evacuación a aplicar, que deberán ser conocidas por éstos con carácter previo a la realización de los trabajos.

Las empresas que contraten o subcontraten con otras la realización de obras o servicios correspondientes a la propia actividad de aquéllas y que se desarrollen en el centro de trabajo deberán vigilar el cumplimiento por dichos contratistas y subcontratistas de la normativa de prevención de riesgos laborales.

3.8.2 SEÑALIZACIÓN

Se señalarán los lugares de trabajo, conforme al Real Decreto 486/1997, como mínimo:

- Ubicación de medios de extinción y botiquín.
- Vías de evacuación.
- Obligación del uso de Equipos de Protección Individual, de acuerdo con lo descrito en el apartado 6.
- Entrada y salida de vehículos.
- Riesgo eléctrico.
- Cualquier otro riesgo derivado de lo descrito en el apartado 6 de esta memoria, o de los Planes de Seguridad y Salud que entreguen las diferentes contratistas y subcontratistas.

Se podrá utilizar la señalización ya existente en el centro de trabajo.

3.8.3 MANEJO MANUAL DE CARGAS

Para el manejo manual de cargas se observarán las siguientes normas en todos los trabajos: Todos los trabajadores habrán recibido, por parte de su empresario, la formación e información necesarias para el manejo manual de cargas, específicamente para desarrollar las tareas propias de su puesto de trabajo. Corresponde al coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra la verificación de dicha formación.

Antes de proceder a manipular un objeto considerado en principio como pesado, el operario debe tener en cuenta una serie de aspectos como: peso, repetitividad, necesidad de ayuda, presencia de aristas o bordes afilados, dificultad del agarre, presencia de rebabas, distancia a recorrer, limpieza existente en el lugar de trabajo.

Aproximarse a la carga.

Asegurar un buen apoyo de los pies manteniéndolos separados.

Mantener la espalda recta. Doblar las rodillas, no la espalda, sin alterar de este modo el centro de gravedad del cuerpo.

Utilizar los músculos más fuertes y mejor preparados (piernas y brazos). Mantener la carga tan próxima al cuerpo como sea posible “abrazando” el peso, pues aumenta mucho la capacidad de levantamiento. Llevar la carga equilibrada, levantándola gradualmente y sin sacudidas.

Utilizar siempre que sea necesario elementos auxiliares tales como cinchas o mochilas.

El peso máximo que se recomienda no sobrepasar es de 25 kg. Para pesos superiores, el empresario proporcionará equipos mecánicos adecuados como carritos, carretillas, etc.

En postura sentado y siempre que sea en una zona próxima al tronco, no se manipularán cargas de más de 5 kg.

Se debe evitar manipular cargas a nivel del suelo o por encima del nivel de los hombros y hacer giros e inclinaciones del tronco.

No se deberían manejar cargas por encima de 175 cm.

No girar nunca la cintura cuando se tenga una carga entre las manos. Se debe pivotar sobre los pies evitando el giro del tronco.

El levantamiento y transporte de cargas, empujar carretillas, contenedores, etc., deberá hacerse sin brusquedades y evitando siempre el encorvamiento de la espalda.

Se debe realizar el manejo por más de una persona cuando el objeto sea voluminoso, independientemente de su peso, pero dificulte la visibilidad; o cuando el objeto sea largo, dificultando su transporte, como en el caso de perfiles metálicos de más de 2 m.

Es obligatorio el uso de guantes de seguridad y calzado de seguridad con suela y puntera reforzada.

3.8.4 CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS

Los vehículos que se van a utilizar en la obra son:

- Pala cargadora Retroexcavadora
- Camión basculante para transporte de tierras o escombros a vertedero Camión hormigonera
- Camión de transporte para carga/descarga de material y equipos de trabajo. Motovolquete Dumper
- Camión grúa o grúa autopropulsada

RIESGOS PREVISIBLES:

- Caídas al mismo nivel, al entrar y salir del vehículo Exposición a vibraciones
- Incendio y explosión al realizar tareas de mantenimiento de la máquina
- Contactos eléctricos al realizar tareas de mantenimiento de la máquina
- Golpes y cortes al realizar tareas de mantenimiento de la máquina
- Atropellos
- Colisiones

MEDIDAS PREVENTIVAS:

Los vehículos utilizados deberán disponer de:

- Cabina antivuelco complementada con cinturón de seguridad que mantenga al conductor fijo al asiento. Deberá proteger contra la inhalación de polvo producido incluso por el trabajo, contra la sordera producida por el ruido de la máquina, e ir dotada de asiento anatómico.
- Faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso (los vehículos utilizados para movimiento de tierras), retrovisores en ambos lados.
- Extintor portátil de polvo polivalente.

Normas de seguridad generales para los conductores:

- Se precisa conocer las reglas y recomendaciones que aconseja el contratista de la obra. Así mismo deben seguirse las recomendaciones especiales que realice el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- Sólo podrán manejar los vehículos aquellos operarios que dispongan de permiso de conducción y hayan recibido la formación específica necesaria por parte de su empresario.
- Antes de poner el motor en marcha se deberán realizar una inspección del vehículo, o una serie de controles de acuerdo con el manual del constructor de la máquina; cualquier anomalía que se observe se anotará en un registro de observaciones y se comunicará al taller mecánico de mantenimiento.
- Los exámenes deben renovarse todas las veces que sean necesarias y fundamentalmente cuando haya habido un fallo en el material, en la máquina, en los dispositivos de seguridad habiendo producido o no un accidente.
- No ingerir bebidas alcohólicas antes y durante el trabajo.
- -No tomar medicamentos sin prescripción facultativa, especialmente tranquilizantes. Si, por prescripción facultativa, se deben tomar medicamentos que no sean compatibles con el manejo del vehículo, se comunicará dicha circunstancia al empresario, que lo sustituirá por otro conductor.
- Los vehículos no se utilizarán para otro fin a aquél al que estén destinados, especialmente en lo concerniente al manejo de cargas y al movimiento de tierras.
- No transportar a nadie en la cuchara/horquilla
- No realizar carreras, ni bromas a los demás trabajadores.
- Cuando alguien debe guiar al maquinista, éste no lo perderá nunca de vista.
- No dejar nunca que ayudantes y trabajadores ajenos a la empresa toquen los mandos, salvo autorización expresa del empresario, que deberá tener en cuenta la formación de dichos trabajadores.
- Encender los faros al comienzo y final del día para ver y ser visto.
- No se deben utilizar ropas de trabajo sueltas que puedan ser atrapadas por elementos en movimiento. Eventualmente, cuando las condiciones atmosféricas lo aconsejen y el puesto de mando carezca de cabina, el conductor deberá llevar ropa que le proteja de la lluvia.
- Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

El terreno donde se realizan las obras es llano y sin irregularidades, por lo que no se ha apreciado un riesgo significativo de vuelco durante los trabajos.

Normas de seguridad en la realización de trabajos auxiliares en la máquina: Cambios del equipo de trabajo:

- Elegir un emplazamiento llano y bien despejado.
- Las piezas desmontadas se evacuarán del lugar de trabajo.
- Seguir escrupulosamente las indicaciones del constructor.
- Antes de desconectar los circuitos hidráulicos, bajar la presión de los mismos.
- Para el manejo de las piezas utilizar guantes. Averías en la zona de trabajo:
- Bajar el equipo al suelo, parar el motor y colocar el freno, siempre que esto sea posible.
- Colocar las señales adecuadas indicando la avería de la máquina.
- Si se para el motor, parar inmediatamente la máquina, ya que se corre el riesgo de quedarse sin frenos ni dirección.
- Para cualquier avería releer el manual del constructor. No hacerse remolcar nunca para poner el motor en marcha.
- Para cambiar un neumático, colocar una base firme para subir la máquina.

Mantenimiento de los neumáticos:

- Para cambiar una rueda, colocar los estabilizadores.
- Utilizar siempre una caja de inflado, cuando la rueda no está sobre la máquina.
- Cuando se esté inflando una rueda no permanecer enfrente de la misma, sino en el lateral.
- No cortar ni soldar encima de una llanta con el neumático inflado. Mantenimiento en la zona de trabajo:
- Colocar la máquina en terreno llano. Bloquear las ruedas o las cadenas.
- Desconectar la batería para impedir un arranque súbito de la máquina.
- No colocar nunca una pieza metálica encima de los bornes de la batería.
- Utilizar un medidor de carga para verificar la batería.
- No utilizar nunca un mechero o cerillas para ver dentro del motor.
- Aprender a utilizar los extintores.
- Conservar la máquina en buen estado de limpieza. Repostaje:
- Realizar dicha tarea con el motor parado.
- No se debe fumar, ni tener fuentes de calor cercanas al vehículo.
- Debe asegurarse una buena conducción a tierra de los equipos utilizados, a fin de evitar la aparición de cargas electrostáticas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL OBLIGATORIOS

- Botas de seguridad antideslizantes con puntera y suela reforzadas.

- Protección de los oídos: cuando el nivel de ruido sobrepase el margen de seguridad establecido, siguiendo las instrucciones del fabricante o la evaluación realizada por el empresario propietario del vehículo.
- Guantes: El conductor deberá disponer de guantes adecuados para posibles emergencias de conservación durante el trabajo.

3.8.5 MÁQUINAS Y EQUIPOS DE TRABAJO

Toda máquina deberá llevar marcado CE en lugar visible.

Toda máquina llevará un manual de instrucciones en el que se indique, como mínimo, lo siguiente:

- El recordatorio de las indicaciones establecidas para el marcado, con excepción del número de serie, completadas, en su caso, por las indicaciones que permitan facilitar el mantenimiento (por ejemplo, dirección del importador, de los reparadores, etc.).
- Las condiciones previstas de utilización.
- El o los puestos de trabajo que puedan ocupar los operadores.
- Las instrucciones para que puedan efectuarse sin riesgo.
- La puesta en servicio.
- La utilización.
- La manutención, con la indicación de la masa de la máquina y sus diversos elementos cuando, de forma regular, deban transportarse por separado.
- La instalación.
- El montaje, el desmontaje.
- El reglaje.
- El mantenimiento (conservación y reparación).
- Si fuera necesario, las características básicas de las herramientas que puedan acoplarse a la máquina.
- En su caso, instrucciones de aprendizaje.

Si fuere necesario, en el manual se advertirán las contraindicaciones de uso. El fabricante o su representante establecido en la Comunidad Europea elaborará el manual de instrucciones, que estará redactado en una de las lenguas comunitarias. En el momento de su entrada en servicio, toda máquina deberá ir acompañada de una traducción del manual al menos en castellano y del manual original. Esta traducción la realizará, ya sea el fabricante o su representante establecido en la Unión Europea, ya sea quien introduzca la máquina en la zona lingüística de que se trate. No obstante, el manual de mantenimiento destinado al personal especializado que dependa del fabricante o de su representante establecido en la Comunidad Europea podrá redactarse en una sola de las lenguas comunitarias que comprenda dicho personal.

El manual de instrucciones incluirá los planos y esquemas necesarios para poner en servicio, conservar, inspeccionar, comprobar el buen funcionamiento y, si fuera necesario, reparar la máquina y cualquier otra instrucción pertinente, en particular, en materia de seguridad.

La documentación técnica que describa la máquina proporcionará datos relativos a la emisión de ruido aéreo y, para las máquinas portátiles o guiadas a mano, las informaciones relativas a las vibraciones.

En el manual de instrucciones se darán las siguientes indicaciones sobre el ruido aéreo emitido por la máquina (valor real o valor calculado partiendo de la medición efectuada en una máquina idéntica):

- El nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A en los puestos de trabajo, cuando supere los 70 dB (A); si este nivel fuera inferior o igual a 70 dB (A), deberá mencionarse.
- El valor máximo de la presión acústica instantánea ponderada C, cuando supere los 63 Pa (130 dB con relación a 20 uPa).
- El nivel de potencia acústica emitido por la máquina, si el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A supera, en los puestos de trabajo, los 85 dB (A).

Equipos de trabajo

El contratista o subcontratista y el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra adoptarán las medidas necesarias para que aquellos equipos de trabajo cuya seguridad dependa de sus condiciones de instalación se sometan a una comprobación inicial, tras su instalación y antes de la puesta en marcha por primera vez, y a una nueva comprobación después de cada montaje en un nuevo lugar o emplazamiento, con objeto de asegurar la correcta instalación y el buen funcionamiento de los equipos.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que aquellos equipos de trabajo sometidos a influencias susceptibles de ocasionar deterioros que puedan generar situaciones peligrosas estén sujetos a comprobaciones y, en su caso, pruebas de carácter periódico, con objeto de asegurar el cumplimiento de las disposiciones de seguridad y de salud y de remediar a tiempo dichos deterioros. Igualmente, se deberán realizar comprobaciones adicionales de tales equipos cada vez que se produzcan acontecimientos excepcionales, tales como transformaciones, consecuencias perjudiciales para la seguridad, siguiendo las instrucciones del coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Las comprobaciones serán efectuadas por personal competente. Los resultados de las comprobaciones deberán documentarse y estar a disposición de la autoridad laboral.

Cuando los equipos de trabajo se empleen fuera de la empresa deberán ir acompañados de una prueba material de la realización de la última comprobación.

Los resultados de las comprobaciones podrán ser exigidos requeridos por el resto de contratistas y subcontratistas presentes en la obra, así como por la dirección facultativa y por el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Los requisitos y condiciones de las comprobaciones de los equipos de trabajo se ajustarán a lo dispuesto en la normativa específica que les sea de aplicación.

La documentación informativa facilitada por el fabricante estará a disposición de los trabajadores.

Esta información podrá ser requerida por el resto de contratistas y subcontratistas presentes en la obra, así como por sus trabajadores, por la dirección facultativa y por el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Igualmente, se informará a los trabajadores sobre la necesidad de prestar atención a los riesgos derivados de los equipos de trabajo presentes en su entorno de trabajo inmediato, o de las modificaciones introducidas en los mismos, aun cuando no los utilicen directamente.

En cualquier caso, se deberán utilizar únicamente equipos que satisfagan:

- Cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.
- Lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, y en el Real Decreto 2177/2004.

3.8.6 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los equipos de protección individual que se relacionan en este Estudio Básico proporcionarán una protección eficaz frente a los riesgos que motivan su uso, sin suponer por sí mismos u ocasionar riesgos adicionales ni molestias innecesarias. Corresponde al contratista o subcontratista, al elaborar su respectivo Plan de Seguridad y Salud, definir el tipo y grado exacto de protección de los mismos, conforme a la reglamentación técnica vigente.

A tal fin deberán:

- Responder a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas y el estado de salud del trabajador.
- Adecuarse al portador, tras los ajustes necesarios.
- En caso de riesgos múltiples que exijan la utilización simultánea de varios equipos de protección individual, éstos deberán ser compatibles entre sí y mantener su eficacia en relación con el riesgo o riesgos correspondientes.
- En cualquier caso, los equipos de protección individual deberán reunir los requisitos establecidos en cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación, en particular en lo relativo a su diseño y fabricación.

La utilización, el almacenamiento, el mantenimiento, la limpieza, la desinfección cuando proceda, y la reparación de los equipos de protección individual deberán efectuarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Salvo en casos particulares excepcionales, definidos explícitamente por el contratista o subcontratista al elaborar sus respectivo Plan de Seguridad y Salud, los equipos de protección individual sólo podrán utilizarse para los usos previstos.

3.8.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica de obra será la propia del centro de trabajo, que cumple con la normativa vigente. En todo caso, se asegurará que habrá interruptores automáticos instalados en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución, así como en las de alimentación a las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico, los circuitos generales estarán igualmente protegidos con interruptores automáticos o magnetotérmicos. Todos los

circuitos eléctricos se protegerán así mismo mediante disyuntores diferenciales, de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA. (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria.

30 mA. (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad. 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.

El alumbrado portátil se alimentará a 24 V mediante transformadores de seguridad, preferentemente con separación de circuitos.

3.8.8 RIESGO GRAVE E INMINENTE

Cuando los trabajadores estén o puedan estar expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas o que, en su caso, deban adoptarse en materia de protección.
- Adoptar las medidas y dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y, si fuera necesario, abandonar de inmediato el lugar de trabajo. En este supuesto no podrá exigirse a los trabajadores que reanuden su actividad mientras persista el peligro, salvo excepción debidamente justificada por razones de seguridad y determinada reglamentariamente.
- Disponer lo necesario para que el trabajador que no pudiera ponerse en contacto con su superior jerárquico, ante una situación de peligro grave e inminente para su seguridad, la de otros trabajadores o la de terceros a la empresa, esté en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

El trabajador tendrá derecho a interrumpir su actividad y abandonar el lugar de trabajo, en caso necesario, cuando considere que dicha actividad entraña un riesgo grave e inminente para su vida o su salud. En tal caso, actuará según los procedimientos a seguir en caso de emergencia, que le habrán sido proporcionados previamente a la incorporación a su trabajo.

En cuanto a la paralización de trabajos, la decisión se tomará a través de los representantes de los trabajadores; el procedimiento será el recogido en el artículo 21 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

3.8.9 SERVICIOS HIGIÉNICOS, VESTUARIOS Y LOCALES DE DESCANSO Y PRIMEROS AUXILIOS

Dado el número máximo de trabajadores (10) que permanecerán en la obra, y de la naturaleza de los trabajos, se dispondrá de:

1 retrete

1 lavabo

1 urinario

Las instalaciones mencionadas estarán dotadas de 1 espejo por cada lavabo, 1 secamanos de celulosa o eléctrico, portarrollos para papel higiénico, papel higiénico, jabonera dosificadora y recipiente para recogida de celulosa sanitaria. El centro de trabajo dispone de estas instalaciones, por lo que serán las utilizadas por los trabajadores.

Debido al número de trabajadores y las características de los trabajos, no es necesario disponer de local de primeros auxilios. Sí se dispondrá, en lugar protegido debidamente señalizado, de botiquín, cuyo contenido mínimo será:

- Algodón hidrófilo.
- Esparadrapo de diferentes tamaños.
- Apósitos adhesivos.
- Vendas de diferentes tamaños.
- Tiras de sutura por aproximación.
- Gasas estériles.
- Agua oxigenada.
- Alcohol.
- Desinfectante.
- Pomada antihistamínica para picaduras.
- Pomada antiinflamatoria.
- Paracetamol.
- Ácido acetilsalicílico.
- Guantes desechables.
- Tijeras.
- Pinzas.
- Banda elástica para torniquetes.

El material de primeros auxilios se revisará periódicamente y se repondrá tan pronto caduque o sea utilizado, el responsable será el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

El centro de trabajo dispone de botiquín, que será el utilizado por los trabajadores en caso necesario.

Igualmente, se dispondrá en lugar visible de información en la que se haga constar el centro sanitario más próximo a la obra así como el recorrido más recomendable para acceder al mismo, y cuantos teléfonos sean necesarios en caso de urgencia.

3.8.10 ESCALERAS MANUALES

RIESGOS PREVISIBLES:

Caídas al mismo y a distinto nivel Caída de objetos Golpes y cortes

Sobreesfuerzos y atrapamientos con la carga. Se seguirán las siguientes normas de seguridad: Las escaleras de mano se colocarán de forma que su estabilidad durante su utilización esté asegurada. Los puntos de apoyo de las escaleras de mano deberán asentarse sólidamente sobre un soporte de dimensiones adecuadas y estables, resistentes e inmóviles, de forma que los travesaños queden en posición horizontal. Las escaleras suspendidas se fijarán de forma segura y, excepto las de cuerda, de manera que no puedan desplazarse y se eviten los movimientos de balanceo.

Se impedirá el deslizamiento de los pies de las escaleras de mano durante su utilización, ya sea mediante la fijación de la parte superior o inferior de los largueros, ya sea mediante cualquier dispositivo antideslizante o cualquier otra solución de eficacia equivalente.

Las escaleras de mano para fines de acceso deberán tener la longitud necesaria para sobresalir al menos un metro del plano de trabajo al que se accede. Las escaleras compuestas de varios elementos adaptables o extensibles deberán utilizarse de forma que la inmovilización recíproca de los distintos elementos esté asegurada. Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal.

Prohibición de utilizar escaleras con ruedas.

El ascenso, el descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán de frente a éstas. Las escaleras de mano deberán utilizarse de forma que los trabajadores puedan tener en todo momento un punto de apoyo y de sujeción seguros.

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, sólo se efectuarán si se utiliza un equipo de protección individual antiácidas o se adoptan otras medidas de protección alternativas.

El transporte a mano de una carga por una escalera de mano se hará de modo que ello no impida una sujeción segura. Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador. En todo caso, se seguirán las instrucciones del apartado 4.6.

Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.

No se emplearán escaleras de mano sobre cuya resistencia no se tengan garantías. Queda prohibido el uso de escaleras de mano de construcción improvisada, así como las de madera pintadas.

Las escaleras de mano se revisarán periódicamente.

3.8.11 VIGILANCIA DE LA SALUD

En virtud de la Ley de Prevención los Reconocimientos Médicos son la justificación de los controles realizados sobre el estado de la salud de los trabajadores. Los reconocimientos médicos deben respetar el carácter de confidencialidad de los resultados obtenidos. Cada contrata será responsable de la vigilancia y salud de sus trabajadores, en los términos establecidos por la normativa vigente. Es necesario señalar que los resultados obtenidos de la vigilancia y salud deben tener un uso adecuado:

- Los datos de vigilancia y salud no podrán ser usados con fines discriminatorios ni en perjuicio del trabajador
- El acceso a la información médica de carácter personal se limitará al personal sanitario y a las autoridades sanitarias sin que pueda facilitarse al empresario o a otras personas sin el consentimiento expreso del trabajador.
- El empresario y las personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención serán informadas de las conclusiones que se deriven de los reconocimientos efectuados en relación con la aptitud del trabajador para el desempeño del puesto de trabajo o la adaptación de medidas correctoras.

3.8.12 PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES

En el caso de la existencia de trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean especialmente sensibles a los riesgos derivados del trabajo, sus respectivos empresarios informarán de las medidas preventivas especiales a adoptar en relación a los mismos, respetando, en todo caso, el derecho a la intimidad de dichos trabajadores.

Corresponde al Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra el cumplimiento de dichas medidas, en su caso.

3.9 IDENTIFICACIÓN DEL AUTOR DE ESTE ESTUDIO BÁSICO

El Autor de este Estudio Básico de Seguridad y Salud es el mismo que el del proyecto.

3.10 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará a un Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que podrá recaer en la misma persona que redacte el Proyecto. El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad: Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultáneamente o sucesivamente.

Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.

- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de Coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.

3.11 PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS EN OBRA

Se aplicará por parte de cada Contratista lo establecido en el artículo séptimo “Coordinación de actividades empresariales en las obras de construcción” de la Ley 54/2003 de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Según dicho artículo se establece que:

- Lo dispuesto en el art. 32 bis de la Ley de Prevención de Riesgos laborales es aplicable a las obras de construcción del presente proyecto, ya que para dichas obras aplica el

R.D. 1627/1997. Por tanto, la preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.

- La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales según se definen en el R.D. 1627/1997.

- La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de lo incluido en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud del contratista y comprobar la eficacia de las medidas incluidas en este.

- Se consideran recursos preventivos, a los que el contratista podrá asignar la presencia, los siguientes:

-Uno o varios trabajadores designados de la empresa

-Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa

-Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa

- El contratista podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos a realizar por la empresa en el emplazamiento y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico. En este supuesto, tales trabajadores deberán mantener la necesaria colaboración con los recursos preventivos del contratista.

- Los recursos preventivos deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia (periodo de ejecución de los trabajos considerados como riesgo especial).

3.12 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

En aplicación del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra, elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra. El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud. El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución. Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos. La

modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución. Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc., podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

3.13 LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto. El libro de incidencias será facilitado por:

a) El Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen en el apartado 1. Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de este.

4 PLIEGO DE CONDICIONES

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA INSTALADORA

Las instalaciones eléctricas de baja tensión serán ejecutadas por la empresa instaladora autorizada, contando para ello con instalador Autorizado en Baja Tensión, autorizado para el ejercicio de la actividad según lo establecido en la correspondiente Instrucción Técnica Complementaria del R.E.B.T., sin perjuicio de su posible proyecto y dirección de obra por técnicos titulados pertenecientes a dicha empresa instaladora.

4.2 CALIDAD DE LOS MATERIALES

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

4.3 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

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 de CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5% y los de la parte de CA para que la caída de tensión sea inferior del 2% teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a las cajas de conexiones.

Se incluirá toda la longitud del 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.

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Presupuesto.

El tipo de cable que se empleará será RV-K 0,6/1 kV, cuyas características técnicas son las que se muestran a continuación:

Flama: No propagador de llama, UNE-20432.1 (IEC-332.1) Conductor de Cu: Clase 5
Aislamiento: XLPE Cubierta: PVC

Temperatura máxima de utilización: 90 °C Características constructivas: UNE-21 123 (P-2)

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98% al 100%. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: a una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorhídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

Para la selección de la sección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada generador fotovoltaico, partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC- BT44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión para la parte de continua no podrá ser superior al 1.5% y para la parte de alterna no podrá ser superior al 1.5%.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT- 07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

4.4 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima a la fijada en la tabla 2 de la ITC-BT- 18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente.

4.5 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Para la identificación de los conductores en la parte de corriente continua se

marcarán de forma permanente el positivo de color Rojo y el negativo de color Azul, los colores de los recubrimientos serán Azul para el neutro, Marrón, Gris o Negro para las fases y Amarillo- Verde para los de protección.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

4.6 CANALIZACIONES

Los tubos protectores pueden ser:

Tubo y accesorios metálicos

Tubo y accesorios no metálicos

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

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

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

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

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

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086- 2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior. El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

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

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas en ITCBT-21.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas en ITC-BT-21.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para

instalaciones ordinarias serán las señaladas en ITC-BT-21.

Los tubos en canalizaciones enterradas presentarán las características señaladas en ITC-BT-21.

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

En general, para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrá en cuenta lo dictado en ITC-BT-21.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como “canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas”. En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc., siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales tendrán unas características mínimas señaladas en apartado 3 de ITC-BT-21.

En bandeja o soporte de bandejas, sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta, unipolares o multipolares según norma UNE 20.460-5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión.

La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc. tendrán la misma calidad que la bandeja.

La bandeja y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm. y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

4.7 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de

material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuerca y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

4.8 APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

Las únicas maniobras posibles en las centrales solares fotovoltaicas son las de puesta en marcha y parada de los Inversores que forman el generador fotovoltaico.

Para gobierno y maniobra de cada uno de los inversores que se instalen, se dispondrán además de los correspondientes elementos de protección, elementos de seccionamiento en la parte de corriente continua y un interruptor de corte en la parte de corriente alterna que garanticen la ausencia de tensión en bornas de cada inversor.

4.9 APARATOS DE PROTECCIÓN

4.9.1 CUADROS ELÉCTRICOS

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas

admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso, nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.

El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones

4.9.2 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

En el punto de interconexión, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar.

En la salida de generación de corriente alterna de cada uno de los inversores instalados se colocarán dispositivos de protección contra sobreintensidades adecuados a las intensidades nominales que marca el fabricante del inversor.

La protección contra sobrecargas para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

4.9.3 FUSIBLES

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad de ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente.

Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

4.9.4 INTERRUPTORES DIFERENCIALES

La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas: Protección por aislamiento de las partes activas: Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes:

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si

se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- Bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- Bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- Bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual:

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º.- La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$R_a \times I_a \leq U$ donde:

R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección

de masas.

la es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial residual asignada.

U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

4.9.5 SECCIONADORES

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

4.9.6 MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo.

Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

4.9.7 ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS MÓDULOS

La totalidad de los elementos que conforman la Instalación Solar Fotovoltaica, así como todos los utilizados en su instalación, montaje y mantenimiento, cumplirán con lo especificado en el Pliego de Condiciones.

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61265 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 claramente visible e indeleble el modelo y nombre del logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

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

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.

4.9.8 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 generador.
- 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 a:

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

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

Cada inversor incorporará, 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 los picos de magnitud un 30% superior a las CEM durante periodos 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 medios incluyendo el transformador de salida, si le hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 KW, y del 90% al 92% para inversores mayores de 5KW.
- 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° y 40°C de temperatura y entre 0% y 85% de humedad relativa.

4.10 ESTRUCTURA

La estructura para el soporte de los módulos se realizará en aluminio-magnesio y se fijará en el tejado del titular. Toda la tornillería será de acero inoxidable, según normativa MV-106.

Las partes metálicas de la estructura estarán conectadas a la toma de tierra de la instalación.

Con ella se le dará al campo fotovoltaico una inclinación adecuada respecto de la horizontal para optimizar el rendimiento del mismo en función de la latitud del emplazamiento, en este caso esa inclinación será de 30º aproximadamente. Por la misma razón la orientación del campo será Sur sin ninguna desviación. Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En caso contrario se deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por el CTE y demás normas aplicables.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas de viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación.

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 produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de 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.

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.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos sobre la cubierta sin superar el límite de sombras indicado en el punto 4.1.2 del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

La estructura soporte será calculada según la norma CTE para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

4.11 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en el Reglamento Electrotécnico para B.T., así como las correspondientes Normas y disposiciones vigentes relativas a su fabricación y control industrial o en su defecto, las Normas UNE, especificadas para cada uno de ellos.

Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando sus características aparentes.

4.12 VERIFICACIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Se efectuarán las pruebas específicas necesarias, así como los diferentes controles que a continuación se relacionan:

- Funcionamiento del interruptor diferencial
 - ❖ Puesta la instalación interior en tensión, accionar el botón de prueba estando el aparato en posición de cerrado.
 - ❖ Puesta la instalación interior en tensión, conectar en una base para toma de corriente el conductor de fase con el de protección a través de una lámpara aconsejable de 25 W. incandescente, deberá actuar el diferencial.

- Funcionamiento del pequeño interruptor automático
 - ❖ Abierto el pequeño interruptor automático, conectar, mediante un puente, los alvéolos de fase y neutro en la base de toma de corriente más alejada del Cuadro General de Distribución.
 - ❖ A continuación, se cierra el pequeño interruptor automático, realizando esta operación en los distintos circuitos y líneas derivadas, deberá actuar en cada uno de ellos el correspondiente PIA.
- Corriente de fuga
 - ❖ Cerrando el interruptor diferencial y con tensión en los circuitos, se conectarán los receptores uno por uno, durante un tiempo no inferior a 5 minutos, durante los que no deberá actuar el interruptor diferencial.
- Pruebas de puesta en marcha
 - ❖ Se realizarán las pruebas y verificaciones que marca el P.C.T. IDAE 2002 en diferentes momentos del día poniendo especial atención al cumplimiento de las protecciones de funcionamiento en Isla y el tiempo de rearme de las protecciones incluidas en los Inversores.

4.13 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

4.13.1 MANTENIMIENTO

De acuerdo a lo exigido en el P.C.T. IDAE 2002, se realizarán como mínimo 2 revisiones anuales completas de todos los elementos que componen la Central Solar Fotovoltaica. El mantenimiento será realizado por una Empresa Instaladora que haya estado acreditada por IDAE para realizar y mantener Instalaciones Fotovoltaicas.

Independientemente de las anteriores labores de mantenimiento se realizarán los siguientes trabajos:

- CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN:

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos indirectos y directos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protege.

- INSTALACIÓN INTERIOR:

Cada cinco años se comprobará el aislamiento de la instalación interior, que entre cada conductor de tierra y entre cada dos conductores, no deberá ser inferior de 250.000 Ohmios.

- PUESTA A TIERRA:

Cada dos años y en la época en que el terreno esté más seco, se medirá la resistencia tierra y se comprobará que no sobrepase el valor prefijado, así mismo se comprobará, mediante inspección visual, el estado frente a la corrosión de la conexión de la barra de puesta a tierra, con la arqueta y la continuidad de la línea que las une.

En cada uno de los tres puntos se reparan los defectos encontrados, haciéndose las comprobaciones específicas por instalador autorizado por la Consejería de Industria.

4.14 CONDICIONES DE SEGURIDAD

Durante la fase de realización de la instalación, así como durante el mantenimiento de la misma, los trabajos se efectuarán sin tensión en las líneas, verificándose esta circunstancia mediante un comprobador de tensión.

En el lugar de trabajo se encontrarán siempre un mínimo de dos operarios, utilizándose herramientas aisladas y guantes aislantes. Cuando sea preciso el uso de aparatos o herramientas eléctricas, éstas deberán de estar dotadas de aislamiento clase II (como mínimo).

Se cumplirán todas las disposiciones generales que le sean de aplicación de la legislación vigente.

4.15 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Al finalizar la instalación, el técnico autor del proyecto de instalación, emitirá un certificado donde se acredite que toda la instalación se ha realizado de acuerdo con el correspondiente proyecto.

Igualmente, si se hubiera realizado alguna modificación, por razones que el técnico responsable hubiere considerado oportunas sobre el proyecto original, éste lo hará constar mediante certificado. Todo ello de acuerdo con los modelos en vigor que dictamine la Dirección General de Industria, Energía y Minas.

4.16 LIBRO DE ÓRDENES

Durante la ejecución de la presente instalación, el técnico director de la instalación, llevará un libro de órdenes debidamente registrado, donde anotará las órdenes y observaciones realizadas al instalador durante las preceptivas visitas de supervisión efectuadas a la instalación durante su ejecución.

Con lo expuesto y a la vista de los planos que se acompañan, considera el técnico que suscribe haber descrito las instalaciones de referencia.

4.17 LIBRO DE MANTENIMIENTO

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

5 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

5.1 ANTECEDENTES

Se prescribe el presente Estudio de Gestión de Residuos, como anejo al presente proyecto, con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

El presente estudio se redacta por encargo expreso del Peticionario indicado al principio del presente documento y se basa en la información técnica por él proporcionada. Su objeto es servir de referencia para que el Constructor redacte y presente al Promotor un Plan de Gestión de Residuos en el que se detalle la forma en que la empresa constructora llevará a cabo las obligaciones que le incumben en relación con los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en cumplimiento del Artículo 5 del citado Real Decreto.

Dicho Plan de Gestión de Residuos, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por el Promotor, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

5.2 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

Se estima que no hay generación de residuos en la instalación.

5.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA

En el apartado anterior se estima que no se generarán residuos de naturaleza no peligrosa.

No se considera necesario tomar mayores medidas para la prevención de residuos de obra.

5.4 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

No se prevén residuos por lo que tampoco actividades de valorización de los residuos de construcción y demolición generados en la obra definida en el presente proyecto.

5.5 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA

No existen residuos de obra, dado que las cantidades de residuos de construcción y demolición estimadas para la obra objeto del presente proyecto son inferiores a las asignadas a las fracciones indicadas en el punto 5 del artículo 5 del RD 105/2008, no será obligatorio separar los residuos por fracciones.

5.6 PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar, por parte del contratista, la realización de una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

En la contratación de la gestión de los RCDs se deberá asegurar que los destinos finales (Planta de reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de reciclaje de plásticos y/o madera...) sean centros autorizados. Así mismo el Constructor deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un control documental, de modo que los transportistas y los gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.

Se deberá aportar evidencia documental del destino final para aquellos RCDs (tierras, pétreos...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración.

Los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...) serán gestionados de acuerdo con los preceptos marcados por la legislación vigente y las autoridades municipales.

5.7 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA

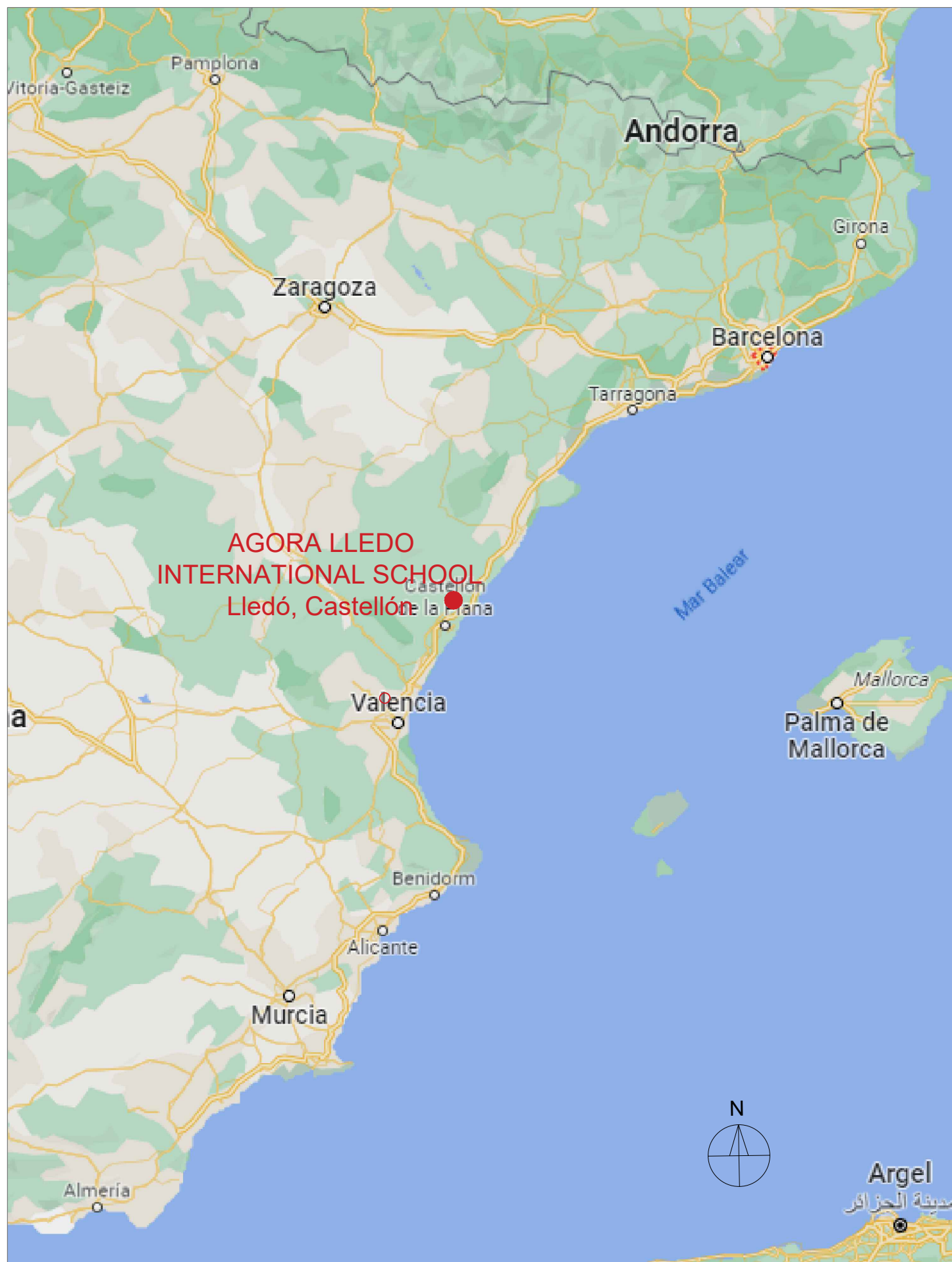
El coste previsto para la manipulación y el transporte de los residuos de construcción y demolición de la obra descrita en el presente proyecto está incluido en cada uno de los costes de las unidades y partidas de obra, al haberse considerado dentro de los costes indirectos de éstas.

6 PRESUPUESTO

CAPITULO 09 LLEDÓ INTERNATIONAL SCHOOL, SL - VALENCIA						
E07203700057	Panel Solar Fotovoltaico Monocristalino 540Wp	Suministro e instalación de panel solar fotovoltaico monocristalino de 545 Wp, marca JA-Solar o equivalente, modelo JAM72S30-545 545 Wp Mono-facial, 12 años de garantía de producto y 25 años de garantía de depreciación de la producción lineal. De dimensiones 2.279x1.134x35 mm y 28,6 kg de peso. Incluso portes y medios de elevación	252		252,00	
					252,00	249,25 62.811,00
E072037000441	Estructura coplanar para panel	Suministro e instalación de estructura coplanar para panel solar fotovoltaico con una inclinación máxima de 20º marca Picos o equivalente modelo Picos 4.0, incluyendo estructura, tornillería, lastres, calzos de goma para apoyos, elementos de fijación del panel.	252		252,00	
					252,00	153,46 38.671,92
E0720370013	ml Línea Solar Cu PV H1Z222-K 1x6mm2 (rojo-negro)	Suministro e instalación de línea solar Cu PV H1Z222-K 1x6mm2 (rojo-negro)				
	Nave	1 25,00 12,00 4,00			1.200,00	
					1.200,00	1,07 1.284,00
E0720370016	ml Bandeja metálica perforada 200x100mm	Suministro e instalación de bandeja de chapa metálica perforada 200x100 mm para instalación, con parte proporcional de tapa en acometida al cuadro.				
	Nave	1 1,00 25,00			25,00	
					25,00	35,16 879,00
E0720370012	ud Juego de conectores MC4, par M.H.1500V IP 67	Suministro e instalación de juego de conectores MC4, par M.H.1500V IP 67				
	Nave	24 2,00			48,00	
					48,00	1,20 57,60
E0720370009	ud Cuadro de Continua	Suministro e instalación de cuadro de continua para inversor de 100 kW con 16 entradas e inversor De 33 kW con 4 entradas. Edificio de formación	2		2,00	
					2,00	772,80 1.545,60
E0720370007	ud Inversor	Suministro e instalación de inversor de 33 kW y 100 kW, marca Green Heiss, con un rendimiento del 98,5%. Totalmente conexionado, probado y en funcionamiento, incluso bus de datos hasta toma ethernet. Edificio Formación	2		2,00	
					2,00	3.972,22 7.944,44
E0720370082	ml Línea	Suministro e instalación en bandeja o bajo tubo de línea. Incluso pequeño material de fijación, terminales, etc. totalmente conexionada.				
	Nave	1 12,00			12,00	
					12,00	25,02 300,24
E0720370011	ud Sensor de energía	Suministro e instalación de sensor de energía para gestión y control de la energía producida y verificación, incluso toroidales de núcleo abierto 3000/5 y Datamanager WLAN para la comunicación. Total-				

	mente conectados, con parte proporcional de cableado entre elementos y bus de datos hasta toma ethernet				
	Nave	1	1,00		
				1,00	871,70 871,70
E0720370014	ud Puesta a tierra Inst. Fotovoltaica				
	Puesta a tierra para instalación fotovoltaica formada por 3 piquetas de acero cobreado 2m, cable de cobre desnudo 35mm2, seccionador de tierra, cable de tierra aislado 750V 25mm2 hasta cuadro de alterna. Incluso ayudas de albañilería y canalización.				
	Nave	1	1,00		
				1,00	299,00 299,00
E0720370015	mli Conductor de puesta a tierra Cu 6mm2				
	Suministro e instalación de conductor de puesta a tierra Cu 1x6mm2	1	546,00	546,00	
				546,00	1,07 584,22
E0720370018	ud Proyecto, OCA, Apertura de Centro de Trabajo, Licencias, etc.				
	Elaboración de proyecto, inspeccion inicial de la instalación por organismo de control, apertura de centro de trabajo, plan de seguridad y salud, apertura de expediente en compañía para vertido energía, solicitud de licencia de obras, gestión de residuos y resto de trámites administrativos y técnicos. No incluidas tasas, impuestos y trabajos que la compañía suministradora considere necesario para adaptar la instalación de enlace a vertido.	1	1,00		
				1,00	2.070,00 2.070,00
E0720370057	FA Medios de elevación				
	Medios de elevación para montaje en cubiertas de instalación fotovoltaica.	1	1,00		
				1,00	1.955,00 1.955,00
TOTAL CAPÍTULO 09 LLEDÓ INTERNATIONAL SCHOOL, SL - VALENCIA.....					119.273,72
TOTAL.....					119.273,72

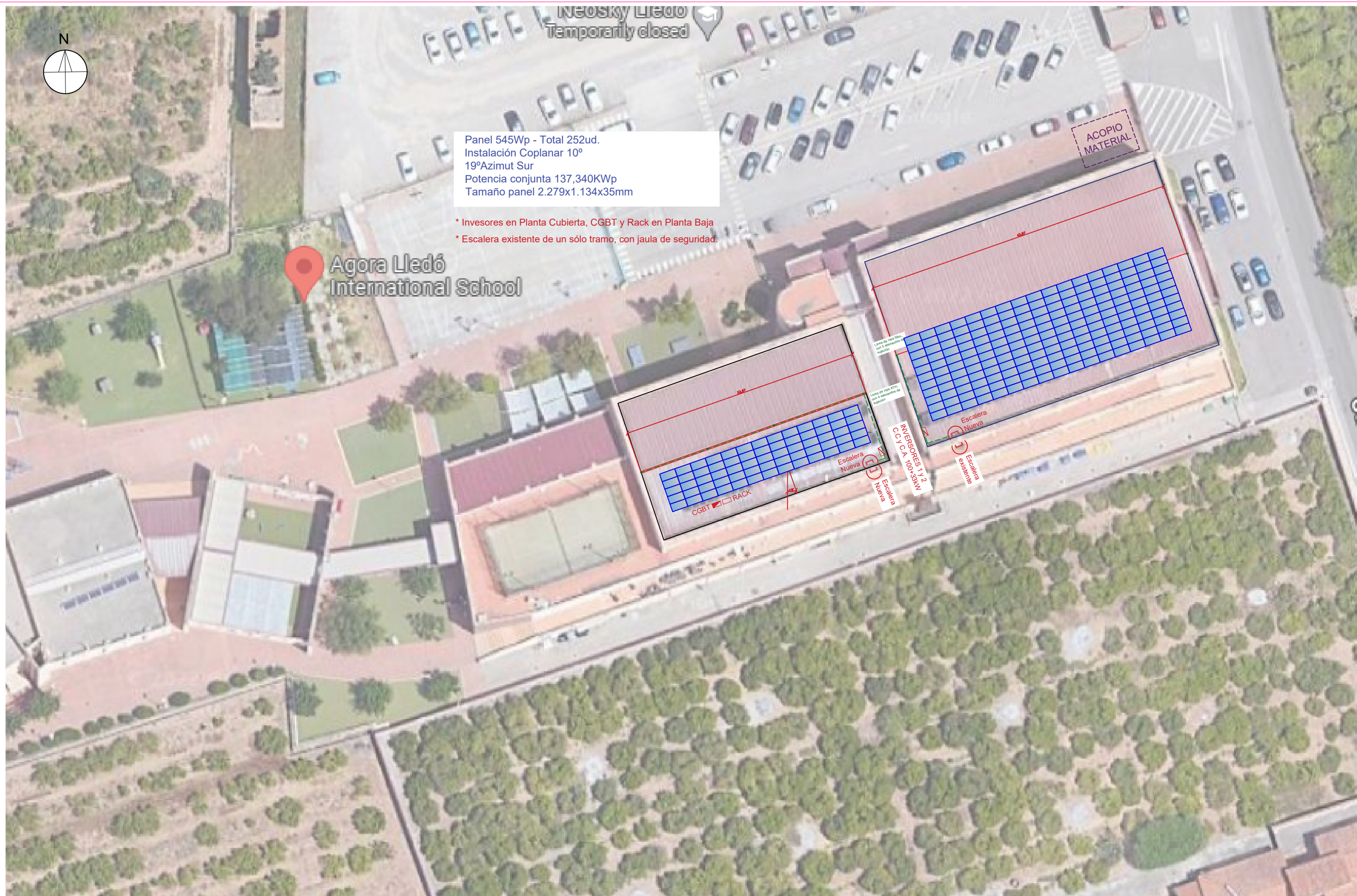
7 PLANOS



EMPLAZAMIENTO
Escala 1:5.000

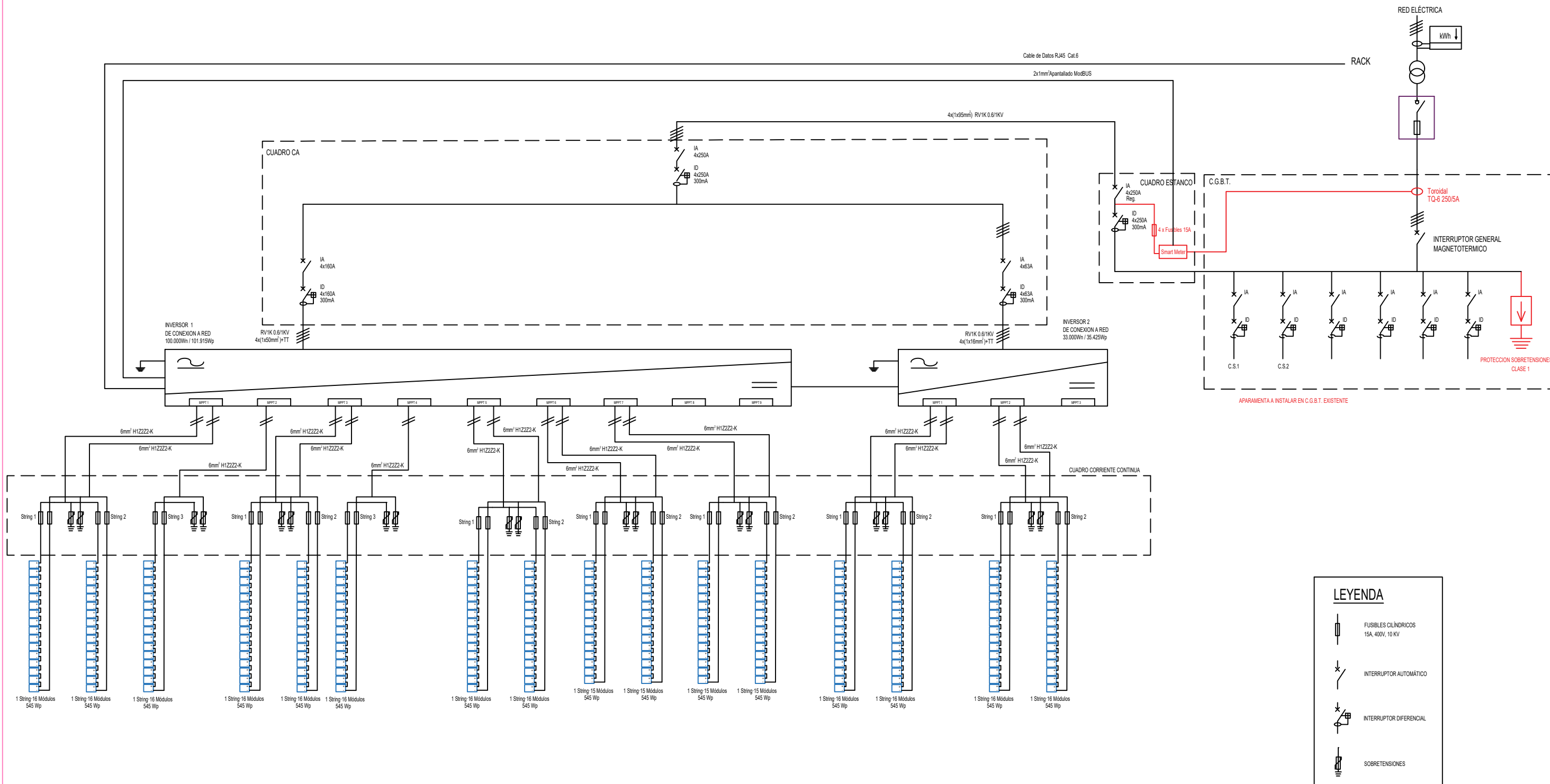
ACTUACIÓN PARA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 137,34 KW_p SOBRE CUBIERTAS DIFERENTES DEL CENTRO EDUCATIVO LLEDÓ INTERNATIONAL SCHOOL, CASTELLÓN.

CLIENTE:	LLEDÓ INTERNATIONAL SCHOOL, SL	DIRECCIÓN:	FECHA:	17-01-2023	TÍTULO PLANO:	PLANO:
CALCULADO POR:		FIRMADO:	ESCALA:	SE	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	01
REVISADO POR:			PLANTA:	-		



ACTUACIÓN PARA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 137,340 KW_p SOBRE CUBIERTAS DIFERENTES DEL CENTRO EDUCATIVO LLEDÓ INTERNATIONAL SCHOOL, CASTELLÓN.

CLIENTE:	LLEDÓ INTERNATIONAL SCHOOL, SL	DIRECCIÓN:	FECHA:	21-04-2023	TÍTULO PLANO:	PLANO:
CALCULADO POR:	FIRMADO:	CAMINO CAMINAS 175, CASTELLON DE LA PLANA 12003, CASTELLÓN	ESCALA:	1:500	EQUIPAMIENTO FV545, PLANTA CUBIERTA EDIFICIO	02
REVISADO POR:			PLANTA:	PC		



ACTUACIÓN PARA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 137,340 KW_p SOBRE CUBIERTAS DIFERENTES DEL CENTRO EDUCATIVO LLEDÓ INTERNATIONAL SCHOOL, CASTELLÓN.

CLIENTE:	LLEDÓ INTERNATIONAL SCHOOL, SL	DIRECCIÓN:	CAMINO CAMINAS 175, CASTELLON DE LA PLANA 12003, CASTELLÓN	FECHA:	31-07-2023	TÍTULO PLANO:	EQUIPAMIENTO FV545, ESQUEMA UNIFILAR	PLANO:	03
CALCULADO POR:		FIRMADO:		ESCALA:	SIN				
REVISADO POR:				PLANTA:	-				