

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
AUTOMÁTICA INDUSTRIAL



“PROYECTO DE INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA PARA DOTAR DE
SERVICIO ELÉCTRICO A UNA
EDIFICACIÓN AISLADA, CON APOYO DE
AEROGENERADOR, EN LA PARTIDA DE
FERRIOL – TÉRMINO MUNICIPAL DE
ELCHE”

TRABAJO DE FIN DE GRADO

JUNIO - 2025

AUTOR: Alejandro Rodríguez Fernández

DIRECTOR: Juan Manuel Sánchez Eugenio

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Agradecimientos

A lo largo de este proyecto y durante todo el trascurso del grado he contado con el apoyo y la confianza de personas que han sido clave en este proceso. Quiero agradecer, en primer lugar, a mi tutor, por su compromiso, sus orientaciones y por motivarme a seguir avanzando incluso en los momentos más complejos. También deseo reconocer a mi entorno más cercano, por estar siempre presente, por comprender las exigencias de esta etapa y por ofrecerme siempre una palabra de ánimo. Sin su respaldo constante, este trabajo no habría sido posible.



“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”



ÍNDICE

1. PLIEGO DE CONDICIONES	11
1.1 OBJETO	11
1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA	11
1.3 NORMATIVA DE APLICACIÓN	12
1.4 CONDICIONES LEGALES	14
1.4.1 CONDICIONES DE CARÁCTER FACULTATIVO	14
1.4.2 CONDICIONES ADMINISTRATIVAS	15
1.5 COMPONENTES Y MATERIALES UTILIZADOS EN LA INSTALACIÓN .	16
1.5.1 PANELES FOTOVOLTAICOS	16
1.5.2 AEROGENERADOR.....	17
1.5.3 INVERSOR	17
1.5.4 REGULADOR DE CARGA	17
1.5.5 BATERÍAS.....	18
1.5.6 SISTEMA DE AEROTERMIA.....	18
1.5.7 CABLEADO Y CANALIZACIONES.....	19
1.6 GARANTÍAS	19
1.6.1 TÉRMINOS ECONÓMICOS	19
1.6.2 ANULACIÓN DE LA GARANTÍA	20
1.6.3 MODO DE ACTUACIÓN	20
1.6.4 REPARACIONES	20
1.6.5 RIESGOS EXCLUIDOS	20
1.7 RECONOCIMIENTO, PRUEBAS Y ENSAYO DE LAS OBRAS.....	20
1.7.1 RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS	21
1.7.2 PRUEBAS Y ENSAYOS.....	21
2. MEMORIA.....	22
2.1 INTRODUCCIÓN.....	22
2.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	23
2.1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	23

2.1.3 UBICACIÓN Y ÁMBITO DE ACTUACIÓN	24
2.2 GENERALIDADES	24
2.2.1 MARCO NORMATIVO Y LEGAL APLICABLE	24
2.2.2 SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	24
2.2.2.1. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	24
2.2.2.2 FUNCIONAMIENTO DE LAS CÉLULAS SOLARES	25
2.2.2.3 TIPOS DE CÉLULAS FOTOVOLTAICAS.....	26
2.2.2.4. PARÁMETROS QUE DEFINEN UNA CÉLULA SOLAR	26
2.2.2.5 FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DE UNA CÉLULA FOTOVOLTAICA	27
2.2.2.6 COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	28
2.2.2.7 TIPOS DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS	32
2.2.3 SISTEMA DE ENERGÍA EÓLICA	33
2.2.3.1 ENERGÍA EÓLICA.....	33
2.2.3.2 FUNCIONAMIENTO DE UN AEROGENERADOR	33
2.2.3.3 TIPOS DE AEROGENERADORES	34
2.2.3.4 PARÁMETROS QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DE UN AEROGENERADOR.....	35
2.2.3.5 COMPONENTES DE UN AEROGENERADOR.....	35
2.2.3.6 TIPOS DE INSTALACIONES EÓLICAS	36
2.2.4 SISTEMA DE CALEFACCIÓN.....	37
2.2.4.1 TIPOS DE SISTEMAS DE CALEFACCIÓN	37
2.2.4.2 CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS	40
2.2.4.3 CONTROL Y GESTIÓN DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN	42
2.2.4.4 EFICIENCIA ENERGÉTICA	42
2.2.5 JUSTIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS.....	42
2.2.6 ANÁLISIS DE VIABILIDAD	43
2.2.7 ANÁLISIS DE IMPACTOS	44
2.3. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	44
2.3.1 CONSUMO ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA.....	44
2.3.2 DIMENSIONADO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA ENERGÉTICO	46
2.3.2.1 PANELES FOTOVOLTAICOS	47
2.3.2.2 REGULADOR DE CARGA SOLAR	48

2.3.2.3 AEROGENERADOR.....	49
2.3.2.4 BATERÍAS.....	50
2.3.2.5 INVERSOR HÍBRIDO	51
2.3.2.6 SISTEMA DE AEROTERMIA.....	52
2.4 DIMENSIONADO DEL CABLEADO Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN.....	53
2.4.1 TENSIONES DE TRABAJO Y CAÍDAS DE TENSIÓN.....	53
2.4.2 TIPOS DE CABLES UTILIZADOS.....	55
2.4.2.1 CÁLCULO DE SECCIÓN DEL CABLE.....	56
2.4.3 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN	64
2.4.3.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES.....	64
2.4.3.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.....	65
2.4.3.3. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....	65
2.4.3.4. PROTECCIONES EN LA INSTALACIÓN.....	65
2.4.3.5 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	66
2.5 DIMENSIONADO DE LA CALEFACCIÓN	66
2.5.1 CARGAS TÉRMICAS.....	67
3. PRESUPUESTO.....	72
4. ANEXOS.....	75
4.1 CÁLCULO DE PRODUCCIÓN VS CONSUMO.....	75
4.2 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	76
4.2.1 MEMORIA DESCRIPTIVA.....	76
4.2.1.1 OBJETO	76
4.2.1.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO.....	76
4.2.1.3 EMPLAZAMIENTO.....	77
4.2.1.4 CLIMATOLOGÍA	77
4.2.1.5 ACCESOS Y VALLADO.....	77
4.2.1.6 INTERVERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.....	77
4.2.1.7 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	78
4.2.1.8 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.....	78
4.2.1.9 VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES.....	78
4.2.2 ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN.....	78
4.2.2.1 OBRA CIVIL	79
4.2.2.2 MONTAJE	86

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

4.2.3 SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA	103
4.2.4 MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL	104
4.2.4.1 RECONOCIMIENTO MÉDICO	104
4.2.4.2 ASISTENCIA DE ACCIDENTADOS	105
4.2.5 PLIEGO DE CONDICIONES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD	105
4.2.6 CONCLUSIÓN	107
4.3 ESTUDIO BÁSICO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	107
4.3.1 OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO.....	107
4.3.2 MARCO NORMATIVO	108
4.3.3 AGENTES Y RESPONSABILIDADES	108
4.3.4 TIPOLOGÍA E IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS	109
4.3.5 PREVISIÓN DE CANTIDADES	109
4.3.6 MEDIDAS PARA LA SEGREGACIÓN Y MANEJO EN OBRA	109
4.3.7 TRANSPORTE Y DESTINO FINAL.....	110
4.3.8 REUTILIZACIÓN, RECICLAJE Y VALORIZACIÓN	110
4.3.9 PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO	111
4.3.10 CONDICIONES DE SALUD Y SEGURIDAD	111
4.3.11 CONCLUSIÓN	111
4.4 INFORME DE AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN.....	111
4.4.1 CONCLUSIÓN	113
4.5 FICHAS TÉCNICAS	114
5. BIBLIOGRAFÍA	115
6. PLANOS.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Funcionamiento del efecto fotovoltaico.	26
Figura 2. Tipos de paneles solares por tecnología.	27
Figura 3. Curva IV y punto de máxima potencia de célula solar.	28
Figura 4. Comportamiento regulador PWM.	30
Figura 5. Comportamiento regulador MPPT.	30
Figura 6. Instalación fotovoltaica aislada.	33
Figura 7. Instalación fotovoltaica conectada a red.	33
Figura 8. Tipos de aerogeneradores.	35
Figura 9. Partes de un aerogenerador.	37
Figura 10. Radiador de calor seco.	38
Figura 11. Radiador de calor fluido.	39
Figura 12. Suelo radiante eléctrico.	39
Figura 13. Sistema de aerotermia.	40
Figura 14. Sistema de geotermia.	40
Figura 15. Caldera eléctrica.	41
Tabla 1. Consumo energético diario de la vivienda	46
Figura 16. Panel fotovoltaico escogido.	48
Figura 16. Regulador de carga solar escogido.	49
Figura 17. Aerogenerador escogido.	50
Figura 18. Baterías escogidas.	51
Figura 19. Inversor escogido.	52
Figura 20. Sistema de aerotermia escogido.	53
Figura 21. Tipo de cable H1Z2Z2-K.	56
Figura 22. Tipo de cable RZ1-K.	56
Figura 23. Tabla ITC-BT-19.	57
Tabla 2. Cálculo de cargas térmicas en dormitorio 1.	68
Tabla 3. Cálculo de cargas térmicas en sala de componentes.	68
Tabla 4. Cálculo de cargas térmicas en salón comedor.	69
Tabla 5. Cálculo de cargas térmicas en dormitorio 2.	69
Tabla 6. Cálculo de cargas térmicas en dormitorio 3.	70

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Tabla 7. Cálculo de cargas térmicas en sala de estar 1.	70
Tabla 8. Cálculo de cargas térmicas en dormitorio 4.	70
Tabla 9. Cálculo de cargas térmicas en sala de estar 2.	71
Tabla 10. Cálculo de cargas térmicas en dormitorio 5.	71
Tabla 11. Cálculo de cargas térmicas en dormitorio 6.	72
Tabla 12. Resumen de pérdidas totales.	72
Tabla 13. Presupuesto.	75
Tabla 14. Comparación producción y consumo.	75
Tabla 15. Tabla de distancias de seguridad.	97
Tabla 16. Tabla de estudio de amortización.	113
Figura 24. Proximidad riesgo eléctrico.	98



1. PLIEGO DE CONDICIONES

1.1 OBJETO

El presente pliego de condiciones tiene como finalidad establecer los criterios técnicos fundamentales que deben cumplir las instalaciones de generación eléctrica mediante fuentes renovables en entornos aislados de la red, como es el caso del sistema proyectado para una vivienda unifamiliar en la partida rural de Ferriol, dentro del término municipal de Elche. Este documento servirá como referencia para proyectistas, instaladores y fabricantes de equipos, definiendo los estándares mínimos que deben observarse para asegurar la eficiencia, seguridad y durabilidad de la instalación.

La calidad final del sistema será evaluada tanto por su capacidad para suministrar energía de manera continua y eficiente, como por su adecuada integración en el entorno natural, atendiendo a criterios de sostenibilidad y respeto ambiental. Abarca todos los sistemas implicados, ya sean eléctricos, mecánicos o electrónicos, y establece los principios que deben regir tanto el diseño como la ejecución y explotación de la instalación. No obstante, se admite la adopción de soluciones tecnológicas diferentes a las estipuladas, siempre que estén debidamente justificadas por razones técnicas o por avances en el desarrollo tecnológico y no impliquen una merma en los niveles mínimos de calidad exigidos. Este pliego se alinea además con las políticas públicas de impulso a las energías renovables y puede considerarse complementario a las condiciones establecidas por programas de ayuda como los recogidos en el plan nacional de energías renovables.

1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA

La actuación que en este proyecto se detalla consiste en la ejecución de un sistema de generación de energía renovable, compuesto por una instalación híbrida de paneles solares fotovoltaicos y aerogenerador, sin conexión a la red eléctrica, en una vivienda unifamiliar ubicada en la partida rural de Ferriol, término municipal de Elche (Alicante).

La intervención tiene como finalidad dotar al inmueble de autosuficiencia energética, permitiendo cubrir la demanda eléctrica habitual mediante fuentes limpias y sostenibles, adecuadas al entorno y a las condiciones climatológicas de la zona.

La instalación fotovoltaica estará compuesta por un campo solar dimensionado para maximizar la captación solar durante todo el año, acompañado de un sistema de almacenamiento mediante baterías, inversores y equipos de regulación y control

1.3 NORMATIVA DE APLICACIÓN

Además de las especificaciones técnicas particulares recogidas en el presente pliego, será de aplicación general toda la normativa vigente que garantice la calidad, seguridad, durabilidad y funcionalidad de la instalación del sistema híbrido proyectado. A continuación, se enumeran las principales disposiciones legales, reglamentarias y técnicas que rigen este tipo de instalaciones, siendo de obligado cumplimiento en todas las fases del proyecto:

- Real Decreto 2019/1977, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Ley 82/1980, de 30 de diciembre, sobre conservación de energía.
- Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.
- Real Decreto 2366/1994, de 9 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica mediante fuentes renovables.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial.
- Decreto Ley 26/1996, de 9 de febrero, del Gobierno de Canarias, sobre simplificación administrativa en instalaciones eléctricas.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, que regula las condiciones administrativas y técnicas básicas de conexión a red de baja tensión para instalaciones solares.
- Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regulación del Sector Eléctrico Canario.
- Real Decreto 615/1998, de 17 de abril, relativo al régimen de ayudas del Plan de Ahorro y Eficiencia Energética.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Real Decreto 2018/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, residuos y cogeneración.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1995/2000, de 1 de diciembre, sobre regulación de las actividades de transporte, distribución, suministro y autorización de instalaciones eléctricas.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) e ITC-BT, especialmente:
 - ITC-BT-19: Instalaciones interiores o receptoras.
 - ITC-BT-40: Instalaciones generadoras de baja tensión.
- Ley 8/2005, de 21 de diciembre, de modificación de la Ley 11/1997 del Sector Eléctrico Canario.
- Real Decreto 1433/2002, de 27 de diciembre, sobre requisitos de medida en baja tensión para instalaciones en Régimen Especial.
- Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, sobre régimen jurídico y económico de la producción eléctrica en Régimen Especial.
- Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y gestión de sus residuos.
- Decreto Ley 141/2009, de 10 de noviembre, relativo a la ejecución y puesta en servicio de instalaciones eléctricas en Canarias.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución para instalaciones fotovoltaicas posteriores al RD 661/2007.
- Documento Básico HE del Código Técnico de la Edificación (Ahorro de Energía).
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red – IDAE, julio 2011.
- Ordenanzas municipales aplicables al término municipal de Elche.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Colección de normas UNE del REBT y otras normas UNE/EN/ISO/ANSI/DIN de aplicación obligatoria según el tipo de componente o sistema instalado.
- Cualquier otra normativa técnica específica que el proyectista considere de aplicación, en función de las características particulares del sistema.

Estas normas serán de obligado cumplimiento para todos los agentes implicados en la planificación, ejecución y puesta en marcha de la instalación, y su correcta aplicación garantizará el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad exigidos por la legislación vigente.

1.4 CONDICIONES LEGALES

El conjunto de documentos que conforman el presente proyecto constituye un contrato técnico que regula los derechos y obligaciones de todas las partes intervinientes, sirviendo como referencia en caso de conflicto durante la ejecución, supervisión o explotación de la instalación. Este contrato podrá ser formalizado como documento privado o público según convenga a las partes, y su contenido podrá ser objeto de modificaciones de mutuo acuerdo, siempre que dichas modificaciones mejoren o complementen lo establecido en este pliego, el cual formará parte integrante del contrato.

Cualquier discrepancia que surja en la interpretación de las condiciones del presente documento será resuelta, en primer lugar, por el ingeniero proyectista, como responsable técnico principal. En caso de no alcanzar acuerdo, intervendrá un técnico designado por el Colegio Oficial de Ingenieros de la zona correspondiente. Si persistieran los desacuerdos, se acudirá a los tribunales de justicia, a cuyas decisiones deberán someterse ambas partes.

1.4.1 CONDICIONES DE CARÁCTER FACULTATIVO

En esta sección se detallan los distintos agentes que intervendrán en el desarrollo del proyecto desde su fase de diseño hasta la ejecución y mantenimiento. Cada uno de ellos desempeñarán un papel fundamental en el cumplimiento de los objetivos del proyecto y en la garantía de calidad, seguridad y legalidad. La correcta definición de sus responsabilidades y obligaciones resulta esencial para el buen funcionamiento del conjunto de la instalación y para prevenir posibles conflictos durante su ciclo de vida.

Titular de la instalación: el titular es responsable de promover el proyecto y de cumplir con todos los requisitos administrativos y técnicos. Deberá disponer del punto de conexión, los permisos de ocupación del suelo, y podrá actuar directamente o mediante representación acreditada. Está obligado a facilitar la documentación necesaria al proyectista, obtener licencias, contratar seguros y suscribir el acta de recepción.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Ingeniero proyectista: es el técnico responsable de la redacción del proyecto. Debe estar legalmente habilitado para ejercer, ya sea como persona física o como parte de una empresa registrada. Su responsabilidad incluye definir el diseño técnico conforme a la normativa, especificar materiales, justificar cálculos y garantizar que el proyecto cumpla todos los requisitos legales y de seguridad. También facilita la documentación necesaria para licencias y contratación.

Dirección facultativa: responsable de la correcta ejecución de la obra conforme al proyecto. Supervisa materiales, equipos y procesos, y aprueba posibles modificaciones durante la obra. Además, certifica el inicio y la finalización, así como las fases parciales. No responde de plazos ni costes, pero sí de la integridad técnica y de la seguridad en obra.

Empresa constructora: debe estar registrada legalmente y asumir la ejecución de la obra bajo contrato. Es responsable de cumplir con el proyecto, asignar recursos adecuados, designar un jefe de obra capacitado y firmar los documentos oficiales (acta de replanteo, de recepción, etc.). También puede subcontratar partes específicas bajo condiciones contractuales. Debe colaborar con la dirección facultativa y el coordinador de Seguridad y Salud.

Director de proyectos: actúa como gestor organizativo de recursos y plazos. No asume responsabilidades técnicas ni legales directas del proyecto, pero garantiza su coordinación y planificación interna.

Empresa mantenedora: si el titular no cuenta con medios propios para mantener la instalación, debe contratar una empresa especializada, registrada y con un técnico responsable de mantenimiento asignado.

Agentes varios:

- **Trabajador autónomo:** Ejecuta trabajos específicos y asume responsabilidades contractuales.
- **Subcontratas:** Ejecutan partes de la obra bajo responsabilidad del contratista principal.
- **Consultoras:** Aportan conocimientos técnicos especializados.
- **Entidades financieras:** Financian la ejecución del proyecto.
- **Entidades aseguradoras:** Cubren riesgos materiales o personales de la instalación.
- **Colegios profesionales:** Asesoran en cuestiones técnicas, fiscales y visados.
- **Coordinadores de Seguridad y Salud:** Técnicos que velan por el cumplimiento de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante las fases de proyecto y obra.

1.4.2 CONDICIONES ADMINISTRATIVAS

Para la legalización y puesta en marcha de una instalación generadora fotovoltaica con apoyo de aerogenerador, los principales trámites administrativos incluyen:

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Obtención de la licencia de obra en el ayuntamiento correspondiente.
- Alta en hacienda mediante el modelo 036.
- Solicitud del acta de puesta en servicio, acompañada del boletín de instalación emitido por empresa instaladora autorizada.
- Verificaciones por parte de la empresa distribuidora, que incluyen:
 - Conexión provisional.
 - Fase de pruebas.
 - Conexión definitiva.

Estas comprobaciones se realizarán conforme a lo dispuesto en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-40 del REBT.

1.5 COMPONENTES Y MATERIALES UTILIZADOS EN LA INSTALACIÓN

Todos los equipos y materiales empleados en la instalación deben cumplir los requisitos de seguridad, calidad y compatibilidad establecidos por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT). Se detallan a continuación los principios generales aplicables y los componentes específicos instalados en el sistema híbrido fotovoltaico-eólico con aerotermia:

- Todos los equipos deben garantizar un aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) o doble aislamiento (clase II) cuando sea necesario.
- Los elementos ubicados en el exterior deberán disponer de un grado de protección mínimo IP65 contra agentes atmosféricos.
- Se incluirán todas las protecciones necesarias frente a cortocircuitos, sobrecargas, sobretensiones y contactos directos e indirectos.
- Todos los materiales y equipos deben contar con marcado CE y certificaciones de conformidad con directivas europeas de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.
- Las etiquetas, manuales y señalizaciones estarán redactadas en lengua española oficial o, en su defecto, en inglés.

1.5.1 PANELES FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos empleados cumplen la norma UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino. Han sido verificados por laboratorios reconocidos como el CIEMAT o el JRC, y cuentan con certificado oficial de calidad.

Cada módulo dispone de identificación visible (modelo, fabricante, número de serie trazable a la fecha de fabricación). Sus parámetros eléctricos —potencia máxima y corriente de cortocircuito— se encuentran dentro del $\pm 5\%$ del valor nominal de catálogo. Al operar con tensiones superiores a 48 V, la estructura y marcos metálicos de los módulos se conectan a una toma de tierra común.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Si se emplearan módulos no cualificados, se justificará documentalmente mediante ensayos técnicos o con la aprobación expresa del IDAE.

1.5.2 AEROGENERADOR

El aerogenerador instalado en el sistema cumple con las normativas internacionales aplicables a pequeños aerogeneradores de producción distribuida, asegurando la compatibilidad con sistemas de almacenamiento en baja tensión (48 V) y una integración segura dentro del sistema híbrido.

Las características técnicas básicas exigibles incluirán curva de potencia normalizada, velocidad de arranque, velocidad nominal de operación y velocidad de corte. Asimismo, debe disponer de identificación visible del fabricante, modelo y número de serie, así como de certificación de conformidad con las directivas europeas de seguridad.

El aerogenerador deberá incorporar un sistema de regulación de carga que garantice la protección del banco de baterías, ya sea mediante regulación electrónica interna, derivación de excedentes o combinación de ambos métodos. Las estructuras de soporte cumplirán los requisitos mecánicos del Código Técnico de la Edificación (CTE), con especial atención a las solicitaciones dinámicas por viento.

1.5.3 INVERSOR

El inversor encargado de la conversión de corriente continua en corriente alterna debe cumplir las especificaciones establecidas en las normas UNE-EN 62109-1 y 62109-2 relativas a seguridad de convertidores conectados a fuentes de energía renovable, así como aquellas relacionadas con compatibilidad electromagnética.

El equipo deberá proporcionar una onda senoidal pura, con tensión nominal de salida adecuada al sistema (230 V, 50 Hz), y operar correctamente dentro del rango de temperaturas y cargas especificadas por el fabricante. La identificación del equipo debe incluir: fabricante, modelo, número de serie, potencia nominal, tensión de entrada/salida y frecuencia.

Asimismo, deberá incorporar protecciones internas frente a sobrecarga, cortocircuito, sobretensión, inversión de polaridad y sobrecalentamiento. También deberá estar preparado para ofrecer capacidad de monitorización local o remota del sistema.

1.5.4 REGULADOR DE CARGA

El regulador de carga para sistemas fotovoltaicos deberá ser de tipo MPPT (seguimiento del punto de máxima potencia) y estar diseñado para sistemas en corriente continua con tensiones de trabajo adaptables a configuraciones de 12 V, 24 V o 48 V.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Deberá cumplir con la normativa UNE-EN 62109 y contar con sistemas de protección frente a polaridad inversa, sobrecorriente, sobretensión, alta temperatura y cortocircuito. El equipo deberá incluir indicaciones visuales del estado de carga, así como sistema de monitorización por interfaz digital o comunicación inalámbrica.

La etiqueta del dispositivo deberá incluir: fabricante, modelo, número de serie, rango de tensiones de entrada y salida, corriente máxima admisible y grado de protección IP adecuado según su ubicación (mínimo IP22 en interiores o IP65 si se instala en exteriores).

1.5.5 BATERÍAS

El sistema de acumulación eléctrica estará compuesto por baterías estacionarias de tecnología compatible con instalaciones de energía renovable aisladas. Se admitirán tecnologías como ácido-plomo, gel, AGM o litio-ferrofosfato (LiFePO₄), siempre que cumplan con las normas IEC 62619 (seguridad) e IEC 61427 (ensayos para baterías en sistemas solares).

Cada unidad deberá tener una tensión nominal adecuada a la configuración del sistema (por ejemplo, 12 V, 24 V o 48 V) y disponer de etiquetas visibles con la siguiente información: fabricante, modelo, número de serie, tensión nominal, capacidad nominal (Ah o kWh), fecha de fabricación y advertencias de seguridad.

Se requerirá un sistema de gestión de batería (BMS) en caso de tecnologías de litio, para monitorizar parámetros eléctricos, estado de carga, temperatura y equilibrio de celdas, incluyendo funciones de protección automática frente a condiciones de riesgo.

1.5.6 SISTEMA DE AEROTERMIA

El sistema de climatización mediante aerotermia utilizado en la instalación deberá estar diseñado para operar en baja temperatura mediante bomba de calor aire-agua, apta para aplicaciones de calefacción, refrigeración y producción de agua caliente sanitaria (ACS).

El equipo deberá cumplir con las exigencias del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y con el Documento Básico HE del Código Técnico de la Edificación. Asimismo, deberá presentar un coeficiente de rendimiento (COP) igual o superior a 3,5 en condiciones nominales y operar eficientemente en climas cálidos y húmedos como el de la zona de Elche.

El etiquetado energético y técnico del equipo deberá ser conforme al Reglamento Delegado (UE) n.º 811/2013, y se deberá suministrar documentación técnica del fabricante que acredite los parámetros de rendimiento estacional (SCOP) y la potencia térmica útil nominal.

1.5.7 CABLEADO Y CANALIZACIONES

El cableado utilizado en la instalación fotovoltaica deberá cumplir con las exigencias establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), en particular con la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-19 para instalaciones interiores y ITC-BT-40 para instalaciones generadoras.

Los cables empleados serán de cobre, con aislamiento adecuado al tipo de corriente y condiciones ambientales. En corriente continua (CC) se utilizarán cables de tipo H1Z2Z2-K, especialmente diseñados para instalaciones solares, con aislamiento y cubierta libre de halógenos, resistentes a la intemperie y con tensión asignada mínima de 1,5 kV. Para la parte de corriente alterna (CA) se emplearán cables de tipo RZ1-K o equivalentes, con aislamiento y cubierta no propagadores de la llama ni del incendio, y con baja emisión de humos y gases tóxicos.

Las secciones de los conductores deberán dimensionarse de forma que se limite la caída de tensión a valores inferiores al 1,5 % en cada tramo, tanto en CC como en CA. Además, deberán soportar sin deterioro la intensidad máxima admisible en función de la temperatura de servicio y el método de instalación empleado.

El tendido de cables deberá realizarse de forma ordenada y protegida frente a agresiones mecánicas, humedad y radiación solar. En el caso de instalaciones exteriores, se deberá garantizar un grado de protección mínimo IP65 mediante tubos, bandejas o canalizaciones estancas.

1.6 GARANTÍAS

La instalación contará con una garantía técnica que cubre cualquier fallo derivado de defectos de fabricación, instalación o materiales, de acuerdo con las condiciones establecidas en este pliego. Esta garantía será responsabilidad de la empresa constructora, salvo en los casos en los que se acredite un uso indebido del sistema por parte del usuario, contrario a las recomendaciones del manual de uso y mantenimiento entregado con la instalación. El titular recibirá un certificado de garantía con la fecha de entrega de la instalación como prueba de su activación.

1.6.1 TÉRMINOS ECONÓMICOS

Los costes derivados de la reparación o sustitución de componentes defectuosos estarán cubiertos por la garantía, incluyendo materiales y mano de obra. No obstante, también se contemplan, sin exclusión, otros gastos como desplazamientos, transporte de equipos, uso de herramientas, amortización de medios, y portes para traslado de elementos al taller autorizado del fabricante.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

En caso de incumplimiento por parte de la entidad responsable dentro de un plazo razonable, el titular podrá notificar por escrito una fecha límite para resolver el defecto. Si no se cumple dicha exigencia, el titular podrá acometer la reparación por cuenta propia o a través de terceros, manteniendo el derecho a reclamar los gastos incurridos y posibles daños y perjuicios.

1.6.2 ANULACIÓN DE LA GARANTÍA

La garantía quedará automáticamente anulada si la instalación ha sido manipulada, modificada, desmontada o reparada por personal ajeno a la empresa constructora o por servicios técnicos no autorizados expresamente por esta.

1.6.3 MODO DE ACTUACIÓN

Ante la detección de un fallo, el titular deberá comunicarlo de forma inmediata a la empresa constructora. Si se trata de un defecto de fabricación, esta lo trasladará al fabricante del componente. El tiempo de respuesta dependerá de la gravedad de la avería, siendo más breve cuando afecta al funcionamiento global de la instalación.

1.6.4 REPARACIONES

Las reparaciones se efectuarán preferiblemente en el lugar de instalación. Si esto no fuera posible, el componente afectado será trasladado a un taller oficial. Todos los gastos asociados correrán a cargo de la entidad responsable. El tiempo de reparación será el mínimo técnicamente posible, no excediendo los 15 días hábiles salvo causas justificadas, sin que ello implique responsabilidad adicional por parte del proveedor.

1.6.5 RIESGOS EXCLUIDOS

La garantía no cubre los daños ocasionados por:

- Uso indebido, negligencia o mantenimiento incorrecto del sistema.
- Actos de vandalismo, altercados o situaciones de orden público.
- Fuerza mayor o fenómenos naturales extremos (viento, lluvia intensa, etc.).
- Ataques químicos o mecánicos que excedan las especificaciones del material.
- Manipulación indebida del sistema (caídas, roturas mecánicas, etc.).
- Daños causados por obras u otras instalaciones ejecutadas posteriormente sobre el sistema fotovoltaico.

1.7 RECONOCIMIENTO, PRUEBAS Y ENSAYO DE LAS OBRAS

Concluidas las tareas de ejecución y montaje de la instalación, se procederá a la realización de las operaciones de reconocimiento, pruebas y ensayos necesarios para verificar la correcta ejecución de los trabajos, la conformidad con el proyecto y el cumplimiento de la normativa técnica aplicable. Estas actuaciones permitirán comprobar

el funcionamiento adecuado de los sistemas fotovoltaico y eólico, así como la idoneidad de los equipos de acumulación, conversión y protección, asegurando que la instalación cumple con los requisitos de seguridad, eficiencia y fiabilidad establecidos.

1.7.1 RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS

El reconocimiento de las obras tiene como finalidad verificar que los materiales instalados coinciden con los autorizados por la dirección facultativa en los controles previos y que se encuentran en perfecto estado, sin defectos visibles ni funcionales. Previamente a dicho reconocimiento, la empresa constructora deberá dejar la instalación completamente despejada, sin restos de materiales, herramientas o residuos.

Durante esta fase se comprobará que la ejecución de la instalación eléctrica ha sido completada conforme a los planos y especificaciones técnicas. En particular, se verificará:

- La correcta ejecución de terminales, empalmes, derivaciones y conexiones.
- La fijación adecuada de aparatos como seccionadores, interruptores y dispositivos de protección.
- Las características de los aparatos de maniobra y protección: tipo, tensión e intensidad nominal, y correcto funcionamiento.
- La adecuación de los interruptores automáticos a la intensidad máxima del servicio del conductor protegido.
- La seguridad de los empalmes y conexiones, comprobando la ausencia de sobrecalentamientos.
- El nivel de aislamiento del sistema de puesta a tierra mediante óhmetro calibrado, bajo la supervisión del director de obra.

Se someterán a prueba todos los cables de baja tensión, puntos de luz y tomas de corriente durante un período mínimo de 24 horas. Si se detectan defectos térmicos o de funcionamiento, los elementos afectados deberán ser sustituidos sin coste adicional para el promotor.

Un segundo reconocimiento se realizará antes de la recepción definitiva para asegurar el cumplimiento de las condiciones de conservación, reparación y correcto funcionamiento de la instalación.

1.7.2 PRUEBAS Y ENSAYOS

Con posterioridad al reconocimiento, se efectuarán las siguientes pruebas y ensayos, cuya ejecución será responsabilidad de la empresa constructora y deberán ser validadas por la dirección facultativa:

- Prueba de funcionamiento general de todos los sistemas.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Ensayos de arranque y parada en distintos momentos operativos.
- Comprobación del funcionamiento de protecciones, alarmas y dispositivos de seguridad (excepto el interruptor automático de desconexión general).
- Verificación de la potencia instalada utilizando, si es posible, instrumentación adecuada: célula solar calibrada, termómetro de ambiente, multímetro de CC y CA, y pinza amperimétrica.

Si no se dispone de todos los equipos de medida, se podrá recurrir a estimaciones utilizando datos de catálogo, combinados con mediciones básicas mediante célula calibrada, voltímetro y pinza amperimétrica. En última instancia, podrá utilizarse el contador de energía como método de referencia, aceptando un mayor margen de error.

Tras la realización satisfactoria de todas las pruebas, se procederá a la recepción provisional de la instalación. Esta no podrá formalizarse hasta que todos los sistemas hayan funcionado correctamente de forma continua durante al menos 240 horas, sin interrupciones debidas a fallos técnicos.

Finalmente, se efectuará una última comprobación del aislamiento eléctrico de todos los conductores activos, tanto respecto al neutro puesto a tierra como entre conductores, conforme al artículo 28 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).

2. MEMORIA

2.1 INTRODUCCIÓN

El proyecto a desarrollar tiene como propósito ofrecer una visión global sobre los aspectos técnicos y funcionales del diseño y ejecución de una instalación energética autónoma para una vivienda unifamiliar aislada. Esta vivienda se encuentra en una zona rural sin acceso a la red eléctrica y, por lo tanto, el sistema debe ser completamente autosuficiente, aprovechando las energías renovables como la energía solar fotovoltaica y la energía eólica. Además, el sistema incluye un sistema de aerotermia para garantizar el confort térmico durante todo el año.

Se ha considerado que la instalación debe cubrir no solo las necesidades eléctricas (iluminación, electrodomésticos, aparatos electrónicos etc), sino también la demanda térmica para asegurar el bienestar de los ocupantes, lo que implica un diseño adecuado tanto para la generación como para el almacenamiento de energía.

El proyecto, por tanto, no solo aborda la parte técnica de las instalaciones, sino que también tiene en cuenta el contexto socioeconómico y ambiental, proponiendo soluciones que respetan los principios de sostenibilidad y eficiencia energética.

2.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto propone el diseño e implementación de un sistema de generación energética autónoma para un chalet, combinando tecnologías renovables que permitan su independencia de la red eléctrica convencional. La instalación se compone de tres sistemas principales: generación fotovoltaica, generación eólica y un sistema de aerotermia. Cada uno de estos componentes ha sido seleccionado e integrado con el objetivo de optimizar el uso de recursos naturales renovables, asegurando un suministro energético constante y sostenido.

El sistema fotovoltaico aprovechará la energía solar para generar electricidad, mientras que el sistema eólico complementará la producción energética mediante el aprovechamiento del viento. Esta combinación permitirá una generación de energía más equilibrada, dado que ambas fuentes renovables suelen tener comportamientos estacionales y diurnos que se complementan.

Por otro lado, el sistema de calefacción estará diseñado para operar con la energía generada por los sistemas renovables, eliminando la dependencia de combustibles fósiles y garantizando el confort térmico en el interior de la vivienda.

2.1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos principales del proyecto son:

Autosuficiencia energética: garantizar que la vivienda pueda funcionar completamente aislada de la red eléctrica. Esto incluye tanto el abastecimiento de electricidad para consumo diario como la acumulación de energía.

Uso de energías renovables: implementar un sistema híbrido fotovoltaico y eólico para asegurar la generación continua de energía, independientemente de las condiciones meteorológicas. La energía eólica complementará la energía solar durante los periodos de baja radiación solar o alta demanda de energía.

Confort térmico: proporcionar un sistema de calefacción, refrigeración y ACS eficiente y autónomo que mantenga la temperatura interior de la vivienda en un rango cómodo durante todo el año.

Optimización del consumo energético: reducir el consumo de energía mediante el uso de tecnologías de bajo consumo energético, como el alumbrado LED, y la implementación de sistemas inteligentes de control de climatización y energía.

Sostenibilidad ambiental: minimizar la huella de carbono de la vivienda mediante el uso exclusivo de energías limpias y la optimización de los recursos naturales, garantizando la sostenibilidad del sistema en el largo plazo.

Autonomía y resiliencia: asegurar que la vivienda sea capaz de operar de forma autónoma en condiciones extremas (baja radiación solar, días nublados o vientos bajos),

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

garantizando su resiliencia frente a posibles interrupciones en el suministro eléctrico externo.

2.1.3 UBICACIÓN Y ÁMBITO DE ACTUACIÓN

La vivienda donde se realizará la instalación está situada en Polígono 171, Parcela 23 FERRIOL, ELCHE(ALICANTE), con coordenadas 38°19'10"N 0°40'53"W. Es una zona rural alejada de cualquier acceso a la red eléctrica, lo que plantea un desafío significativo en cuanto al diseño de un sistema energético autónomo. La zona geográfica cuenta con un clima moderadamente frío durante los meses de invierno, con temperaturas exteriores que pueden bajar hasta los 5°C en las noches más frías.

El análisis de radiación solar indica un promedio de 4.5 horas pico de sol al día, lo que hace viable la utilización de paneles fotovoltaicos para cubrir la mayor parte de la demanda energética de la vivienda. Además, la zona presenta un viento moderado durante todo el año, lo que convierte al aerogenerador en una fuente complementaria esencial para el abastecimiento de energía en épocas de menor sol.

2.2 GENERALIDADES

2.2.1 MARCO NORMATIVO Y LEGAL APLICABLE

Este proyecto se desarrolla siguiendo la legislación vigente tanto a nivel nacional como europeo. Se destacan las siguientes normativas:

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT): es la normativa básica para la instalación y funcionamiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión en edificaciones.

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE): regula las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, estableciendo requisitos de eficiencia energética y confort térmico.

Código Técnico de la Edificación (CTE): establece las condiciones mínimas que deben cumplir los edificios para garantizar la seguridad, habitabilidad y eficiencia energética.

Directivas Europeas de Energías Renovables: la directiva 2010/31/UE sobre eficiencia energética de edificios y la directiva 2012/27/UE sobre eficiencia energética, que promueven el uso de fuentes renovables y la reducción de la huella de carbono.

2.2.2 SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

2.2.2.1. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable que utiliza la radiación solar para generar electricidad mediante el efecto fotovoltaico, un fenómeno físico descubierto por el físico francés Alexandre-Edmond Becquerel en 1839. Este proceso

tiene lugar en dispositivos llamados células fotovoltaicas, que están compuestos por materiales semiconductores como el silicio.

El silicio es el material más utilizado en las células fotovoltaicas debido a sus propiedades eléctricas y su abundancia en la Tierra. El silicio se puede encontrar en forma de silicio cristalino (monocristalino o policristalino) o como silicio amorfo, cada uno con diferentes niveles de eficiencia.

El efecto fotovoltaico consiste en la conversión directa de la luz solar en energía eléctrica. Cuando la luz solar incide sobre la superficie de una célula fotovoltaica, los fotones que componen la luz transfieren su energía a los electrones de los átomos del material semiconductor, lo que provoca que los electrones se exciten y se liberen de sus átomos, creando una corriente eléctrica.

2.2.2.2 FUNCIONAMIENTO DE LAS CÉLULAS SOLARES

Una célula solar está formada por una unión de dos capas de materiales semiconductores dopados de manera diferente:

La capa tipo N: tiene un exceso de electrones (carga negativa).

La capa tipo P: tiene una deficiencia de electrones, o lo que se conoce como huecos (carga positiva).

Estas dos capas forman una unión PN, que crea un campo eléctrico interno. Cuando los fotones de la luz solar impactan sobre el material semiconductor, generan pares de electrones y huecos. Debido al campo eléctrico en la unión PN, los electrones se desplazan hacia la capa tipo N y los huecos hacia la capa tipo P. Este movimiento genera una diferencia de potencial entre las capas, y cuando se conecta un circuito externo, los electrones fluyen a través del circuito, generando una corriente eléctrica continua (CC).

La corriente eléctrica producida por una célula fotovoltaica es proporcional a la intensidad de la luz solar que incide sobre ella. Para aumentar la potencia, se conectan varias células en serie y paralelo formando un módulo fotovoltaico o panel solar.

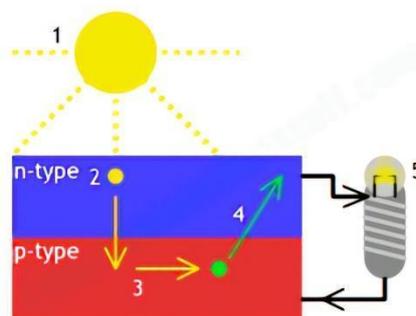


Figura 1. Funcionamiento del efecto fotovoltaico.

2.2.2.3 TIPOS DE CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

Existen diferentes tipos de células fotovoltaicas que varían en eficiencia, costo de producción y aplicación. Los tipos más comunes son:

Células de silicio monocristalino: fabricadas a partir de un único cristal de silicio, estas células ofrecen la mayor eficiencia, que puede superar el 22%, pero su proceso de fabricación es más costoso. Los paneles de silicio monocristalino son reconocidos por su color oscuro y bordes redondeados.

Células de silicio policristalino: estas células están formadas por múltiples cristales de silicio, lo que las hace menos eficientes que las monocristalinas (alrededor de 15-17% de eficiencia), pero más económicas de producir. Son fácilmente identificables por su aspecto azul claro.

Células de silicio amorfo: utilizadas principalmente en aplicaciones de tecnología fotovoltaica de capa delgada, estas células tienen una eficiencia inferior, alrededor del 10-12%, pero pueden ser fabricadas sobre superficies flexibles, lo que permite su uso en una variedad de productos, desde pequeños dispositivos electrónicos hasta revestimientos de edificios.

Células de heterounión (HJT): Son una combinación de tecnologías de células solares de silicio monocristalino y tecnología de capa delgada, lo que permite alcanzar eficiencias del 24% o superiores. Estas células representan una de las tecnologías más avanzadas y prometedoras en el campo fotovoltaico.

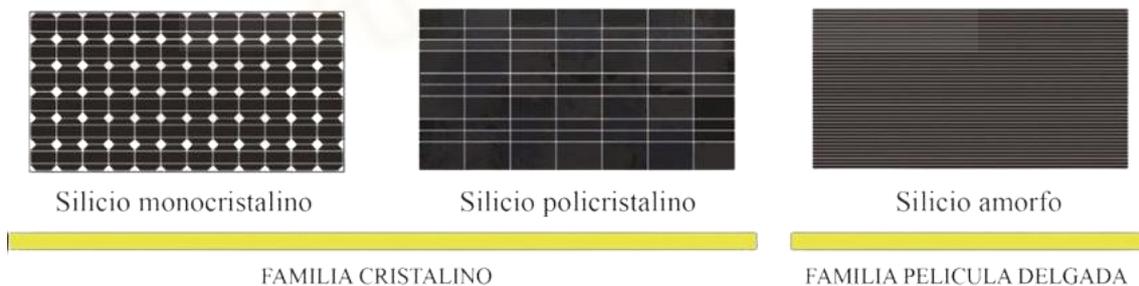


Figura 2. Tipos de paneles solares por tecnología.

2.2.2.4. PARÁMETROS QUE DEFINEN UNA CÉLULA SOLAR

El rendimiento de una célula fotovoltaica se caracteriza por una serie de parámetros clave que definen su comportamiento bajo diferentes condiciones de irradiación y temperatura:

Tensión de circuito abierto (Voc): es el mayor voltaje que puede generar una célula fotovoltaica cuando no hay corriente circulando. Es el valor máximo de tensión a través de los terminales de la célula.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Sombra parcial: cualquier obstrucción que bloquee la luz solar, como árboles, edificios o incluso acumulación de polvo, puede reducir significativamente la producción de energía de un panel solar.

Ángulo de incidencia: el ángulo en el que los rayos solares inciden sobre los paneles influye en la cantidad de energía que se puede absorber. Los paneles deben estar orientados de tal manera que maximicen la captación de luz solar a lo largo del día.

Degradación: con el tiempo, los paneles solares sufren un proceso de degradación natural que reduce su rendimiento. La mayoría de los fabricantes garantizan que los paneles mantendrán alrededor del 80-90% de su rendimiento original después de 25 años de operación.

2.2.2.6 COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Una instalación fotovoltaica consta de varios componentes esenciales que permiten que la energía generada por los paneles solares sea gestionada, almacenada y utilizada de manera eficiente. A continuación, se describen en detalle los elementos más importantes y su funcionamiento

Módulos fotovoltaicos (paneles solares): los módulos son conjuntos de células solares conectadas en serie o en paralelo. Cada módulo genera una cantidad específica de energía dependiendo de su tamaño, eficiencia y las condiciones de radiación solar.

Inversor: el inversor es uno de los componentes más importantes en un sistema fotovoltaico, ya que convierte la corriente continua (CC), generada por los paneles solares, en corriente alterna (CA), que es el tipo de electricidad utilizada por la mayoría de los electrodomésticos. y equipos en una instalación residencial o industrial.

Tipos de inversores.

Inversores de conexión a red: son usados en instalaciones que están conectadas a la red eléctrica. Permite sincronizar la producción solar con la red pública, inyectando el excedente de energía y recibiendo la energía de la red cuando sea necesario.

Inversores de sistemas aislados: utilizados en sistemas fuera de la red, estos inversores transforman la energía de las baterías (CC) en CA. También gestionan el almacenamiento y el uso de la energía disponible en las baterías.

Inversores híbridos: combinan las funciones de los inversores de conexión a red y los de sistemas aislados, permitiendo el almacenamiento en baterías y la conexión a la red pública.

Características clave del inversor.

Eficiencia: la eficiencia de un inversor determina cuánta energía se pierde durante la conversión de CC a CA. Inversores modernos alcanzan eficiencias de hasta el 98%.

Potencia nominal y pico: la potencia nominal indica la capacidad máxima del inversor durante el funcionamiento continuo, mientras que la potencia pico se refiere a la capacidad máxima que el inversor puede manejar durante períodos cortos.

Rango de tensión de entrada: es importante que el inversor sea capaz de manejar el rango de tensión producido por los paneles solares, ajustándose a variaciones en las condiciones de irradiación solar.

Factor de potencia: es una medida de cuán eficiente es el inversor al utilizar la energía disponible. Los inversores de alta calidad presentan un factor de potencia cercano a 1, lo que significa que casi toda la energía se convierte en energía útil.

Regulador de carga: el regulador de carga es un dispositivo fundamental en sistemas fotovoltaicos con baterías. Su función principal es proteger las baterías de sobrecargas y sobredescargas, lo que ayuda a prolongar su vida útil. También se encarga de gestionar el flujo de energía entre los paneles solares, las baterías y las cargas (dispositivos que consumen electricidad).

Tipos de reguladores de carga.

Reguladores PWM (modulación por ancho de pulso): son más sencillos y económicos. Regulan la cantidad de energía que fluye desde los paneles solares a las baterías mediante pulsos de corriente. Son eficaces en sistemas pequeños, pero no aprovechan al máximo la potencia generada si hay una gran diferencia de voltaje entre los paneles y las baterías.

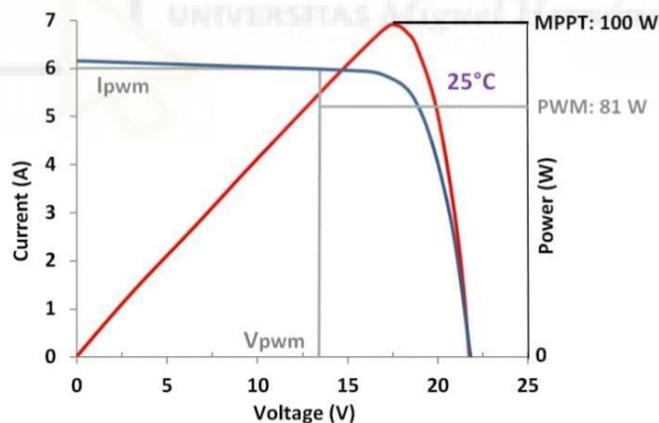


Figura 4. Comportamiento regulador PWM.

Reguladores MPPT (seguimiento del punto de máxima potencia): son más avanzados y eficientes, ya que ajustan dinámicamente la tensión de los paneles solares para extraer la máxima energía posible, maximizando la eficiencia en el proceso de carga. En condiciones de baja irradiancia o climas fríos, los MPPT pueden aumentar la energía capturada entre un 10% y un 30% en comparación con los PWM.

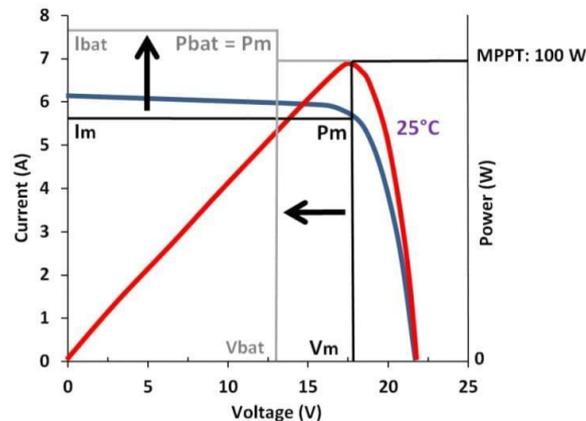


Figura 5. Comportamiento regulador MPPT.

Funciones del regulador de carga.

Protección de las baterías: los reguladores detuvieron el flujo de energía una vez que las baterías están completamente cargadas o cuando la carga cae por debajo de un nivel crítico para evitar daños por sobrecarga o sobredescarga.

Gestión de la energía: controlan la cantidad de energía que fluye hacia las cargas directamente desde los paneles o desde las baterías, dependiendo de las necesidades del sistema.

Control de la temperatura: algunos reguladores incluyen sensores de temperatura para ajustar los parámetros de carga en función de la temperatura de las baterías, lo que evita el sobrecalentamiento y mejora el rendimiento.

Baterías: Las baterías son uno de los componentes más críticos en una instalación fotovoltaica aislada o híbrida. Permiten almacenar el exceso de energía producida durante el día para usarla durante la noche o en periodos de baja irradiancia solar, garantizando la autonomía energética del sistema.

Tipos de baterías.

Baterías de Plomo-Ácido: son las más comunes y económicas. Se subdividen en baterías de plomo-ácido abiertas (requieren mantenimiento) y baterías de plomo-ácido selladas (sin mantenimiento). Son resistentes y confiables, pero tienen una vida útil más corta y una profundidad de descarga limitada al 50%.

Baterías de Ion-Litio: son más costosas, pero ofrecen una mayor eficiencia, durabilidad y capacidad de descarga. Las baterías de ion-litio tienen una eficiencia de carga/descarga del 95%, una profundidad de descarga (DoD) de hasta el 90% y más de 5.000 ciclos de vida útil. Son ligeras y no requieren mantenimiento, por lo que son ideales para sistemas modernos y de alto rendimiento.

Baterías de Litio-Ferfosfato (LiFePO₄): dentro de las baterías de ion-litio, las de litio-ferfosfato destacan por su seguridad, larga vida útil (más de 5,000 ciclos), alta capacidad de descarga profunda (hasta el 90%) y resistencia a altas temperaturas. Son una opción excelente para instalaciones fotovoltaicas debido a su confiabilidad y bajo mantenimiento.

Baterías de Níquel-Cadmio (Ni-Cd): son menos comunes en instalaciones fotovoltaicas residenciales, pero son extremadamente duraderas y pueden soportar descargas profundas. Sin embargo, son más caras y tienen un impacto ambiental negativo debido al cadmio, un material tóxico.

Parámetros clave en el dimensionado de las baterías.

Capacidad (C): la capacidad de una batería se mide en amperios-hora (Ah) y representa la cantidad de energía que puede almacenar. Para calcular la capacidad adecuada para una instalación fotovoltaica, es necesario considerar: autonomía, es decir, cuántos días se necesita energía sin generación solar (por ejemplo, en días nublados) y la demanda de energía diaria (el consumo energético de la vivienda o instalación).

Ciclos de carga/descarga: las baterías tienen un número limitado de ciclos de carga/descarga antes de perder eficiencia. En general, las baterías de plomo-ácido permiten entre 500 y 1.500 ciclos, por otro lado, las baterías de ion-litio pueden soportar más de 5.000 ciclos, lo que las hace mucho más duraderas.

Profundidad de descarga (DoD): este parámetro indica qué porcentaje de la capacidad total de la batería puede usarse sin dañarla. Las baterías de plomo-ácido no deben descargarse más del 50% para evitar una reducción significativa en su vida útil. Sin embargo, las baterías ion-litio, especialmente las de litio-ferfosfato, pueden soportar descargas de hasta 90% sin afectar significativamente su ciclo de vida.

Eficiencia de carga: las baterías no son completamente eficientes. Esto significa que no toda la energía usada para cargarlas es recuperada durante su descarga. En términos generales las baterías de plomo-ácido tienen una eficiencia del 80-85% y las baterías de ion-litio, incluyendo las LiFePO₄, alcanzan hasta el 95% de eficiencia, lo que se traduce en menos pérdidas de energía.

Tiempo de carga: el tiempo que tarda en cargarse completamente una batería depende de su capacidad y de la potencia de los paneles solares disponibles. Las baterías de ion-litio se cargan más rápidamente que las de plomo-ácido, lo que es una ventaja significativa en días con baja radiación solar.

Vida útil: la vida útil de una batería depende tanto de la tecnología utilizada como de los ciclos de descarga a los que se somete. Cuanto mayor sea la profundidad de descarga utilizada habitualmente, menor será la vida útil de la batería. Las baterías de ion-litio tienen una vida útil mucho mayor que las de plomo-ácido.

Estructuras de soporte: los paneles solares se montan sobre estructuras que les proporcionan el ángulo de inclinación óptimo.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Dispositivos de protección: incluyen fusibles, interruptores automáticos y protectores contra sobretensiones, que aseguran la integridad de la instalación ante posibles caídas.

2.2.2.7 TIPOS DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

Dependiendo de su conexión con la red eléctrica, las instalaciones fotovoltaicas pueden clasificarse en:

Instalaciones aisladas: estas instalaciones no están conectadas a la red eléctrica y dependen completamente de la energía generada por los paneles solares y almacenada en baterías para satisfacer las demandas energéticas. Son ideales para zonas remotas donde la red eléctrica no está disponible.

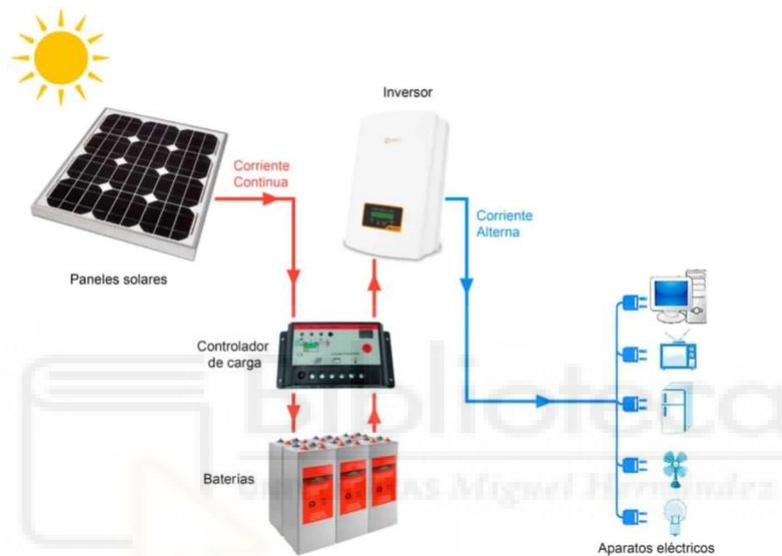


Figura 6. Instalación fotovoltaica aislada.

Instalaciones conectadas a la red: estas instalaciones están integradas con la red eléctrica, lo que permite enviar el excedente de energía generada a la red o utilizar la energía de la red cuando los paneles no producen lo suficiente. En muchos casos, se puede implementar un sistema de autoconsumo para maximizar la eficiencia.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

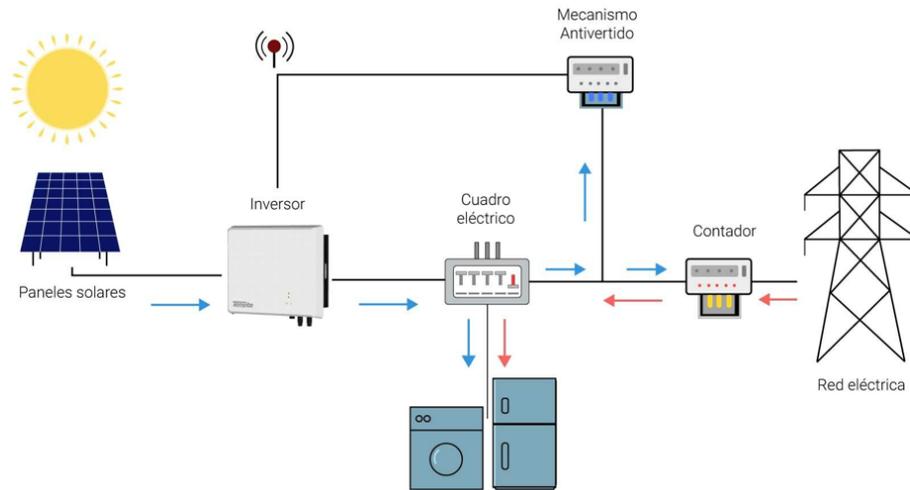


Figura 7. Instalación fotovoltaica conectada a red.

2.2.3 SISTEMA DE ENERGÍA EÓLICA

2.2.3.1 ENERGÍA EÓLICA

La energía eólica es una forma de energía renovable que aprovecha la fuerza del viento para generar electricidad mediante el uso de aerogeneradores. El proceso de obtención de electricidad se basa en la conversión de la energía cinética del viento en energía mecánica, que a su vez se convierte en energía eléctrica a través de un generador eléctrico. La energía eólica ha ganado popularidad en las últimas décadas debido a su abundancia, sostenibilidad y bajo impacto ambiental.

El viento, como recurso natural, es generado por el movimiento de las masas de aire en la atmósfera debido a diferencias de presión y temperatura causadas por la radiación solar. A mayor velocidad del viento, mayor es el potencial energético que puede ser aprovechado.

2.2.3.2 FUNCIONAMIENTO DE UN AEROGENERADOR

Los aerogeneradores son las máquinas encargadas de transformar la energía del viento en electricidad utilizable. La potencia que puede generar un aerogenerador depende de la velocidad del viento, la densidad del aire, el área barrida por las aspas y la eficiencia del sistema. El principio de funcionamiento es simple y se puede describir en tres fases:

Captación de la energía del viento: el viento incide sobre las palas del rotor, generando un par de fuerzas que hacen que giren. Este rotor está acoplado a un eje que transmite el movimiento hacia el generador.

Generación de energía mecánica: el movimiento rotacional se transfiere a través del eje hacia el generador, que convierte la energía mecánica en electricidad mediante la inducción electromagnética.

Transformación en energía eléctrica: en el generador, la energía mecánica se convierte en energía eléctrica. En los aerogeneradores de gran escala, el generador puede estar conectado a una caja de engranajes que ajusta la velocidad de rotación para maximizar la eficiencia del generador.

2.2.3.3 TIPOS DE AEROGENERADORES

Existen dos tipos principales de aerogeneradores, diferenciados principalmente por su orientación en relación con el viento y la forma de operar:

Aerogeneradores de eje horizontal (HAWT): son los más comunes y se caracterizan por tener un eje horizontal paralelo al suelo. Las palas giran perpendicularmente a la dirección del viento, lo que permite aprovechar mejor los vientos en zonas elevadas. Estos aerogeneradores requieren un mecanismo para orientarse automáticamente hacia el viento, llamado sistema de orientación. Se instalan en torres más altas, lo que permite capturar vientos más rápidos y constantes, aumentando la eficiencia y la generación de energía. Las áreas abiertas o rurales, donde el viento no está obstruido por edificios, son más adecuadas para los aerogeneradores de eje horizontal.

Aerogeneradores de eje vertical (VAWT): en este tipo de aerogenerador, el eje de rotación es vertical. No necesitan mecanismos de orientación, ya que pueden captar el viento desde cualquier dirección. Son menos eficientes que los aerogeneradores de eje horizontal, son más adecuados para áreas urbanas o lugares con vientos cambiantes. Son más fáciles de mantener porque los componentes principales, como el generador, están cerca del suelo.

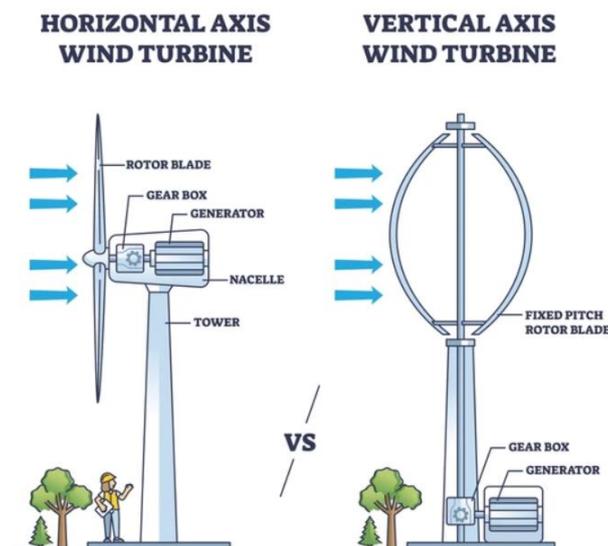


Figura 8. Tipos de aerogeneradores.

2.2.3.4 PARÁMETROS QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DE UN AEROGENERADOR

El rendimiento de un aerogenerador está influido por varios factores importantes, que determinan cuánta energía puede producir en una instalación específica. Estos factores son:

Velocidad del viento: es el factor más crítico para la generación de energía eólica. Cuanto mayor sea la velocidad del viento, mayor será la cantidad de energía cinética disponible para ser convertida en electricidad. La energía eólica varía con el cubo de la velocidad del viento, lo que significa que un pequeño incremento en la velocidad del viento puede aumentar significativamente la potencia generada.

Área barrida (superficie del rotor): el área barrida por las palas del aerogenerador es otro factor importante, ya que determina cuánta energía puede capturar el aerogenerador. Una mayor área barrida significa que el aerogenerador puede captar más viento, lo que aumenta su capacidad para generar energía.

Densidad del aire: la cantidad de energía que puede captar un aerogenerador también depende de la densidad del aire, que está influenciada por factores como la altitud y la temperatura. A menor densidad del aire, menor será la energía disponible.

Velocidad de corte: es la velocidad mínima del viento a la que el aerogenerador empieza a generar electricidad. Para la mayoría de los aerogeneradores, esta velocidad es de entre 3 y 4 m/s.

Velocidad nominal: es la velocidad del viento a la que el aerogenerador alcanza su máxima potencia de salida. Para muchos aerogeneradores, la velocidad nominal oscila entre 12 y 15 m/s.

Velocidad de corte por seguridad: para evitar daños, el aerogenerador se apaga automáticamente cuando la velocidad del viento supera un cierto umbral.

2.2.3.5 COMPONENTES DE UN AEROGENERADOR

Los aerogeneradores son sistemas complejos que requieren una combinación de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos para funcionar correctamente. A continuación, se describen los componentes principales:

Palas del rotor: son las encargadas de captar la energía cinética del viento y convertirla en energía mecánica. Están diseñadas aerodinámicamente para maximizar la eficiencia de conversión del viento en movimiento rotacional. La longitud de las palas influye directamente en el área barrida y, por tanto, en la cantidad de energía capturada.

Eje y caja de cambios: el eje transmite el movimiento de rotación de las palas hacia el generador. En muchos aerogeneradores de gran tamaño, una caja de cambios se utiliza para aumentar la velocidad de rotación del eje, lo que mejora la eficiencia del generador.

Generador: el generador es el componente que convierte la energía mecánica del eje en energía eléctrica. Existen varios tipos de generadores utilizados en aerogeneradores, siendo los más comunes los generadores síncronos y asíncronos.

Sistema de orientación: este sistema permite que las palas del aerogenerador se orienten en la dirección óptima del viento. En los aerogeneradores de eje horizontal, es esencial para maximizar la captación de energía, mientras que en los aerogeneradores de eje vertical no es necesario.

Sistema de control: el sistema de control es responsable de gestionar las operaciones del aerogenerador. Monitorea las condiciones del viento y ajusta la orientación y el ángulo de las palas para optimizar la producción de energía. También controla la velocidad de rotación para evitar daños por vientos excesivos.

Torre: la torre es la estructura que soporta el rotor y el generador, y se eleva hasta una altura donde el viento es más constante y fuerte. Las torres de mayor altura permiten capturar más energía debido a la mayor velocidad del viento a altitudes más altas.

Sistema de freno: los aerogeneradores cuentan con un sistema de freno para detener el rotor en caso de vientos excesivamente fuertes o durante tareas de mantenimiento. Esto es crucial para evitar daños estructurales y garantizar la seguridad.



Figura 9. Partes de un aerogenerador.

2.2.3.6 TIPOS DE INSTALACIONES EÓLICAS

Dependiendo de la ubicación y del tipo de sistema de energía, las instalaciones eólicas pueden clasificarse en:

Instalaciones aisladas (Off-Grid): en zonas donde no hay acceso a la red eléctrica, los aerogeneradores se utilizan para generar electricidad de forma independiente. A menudo, estas instalaciones se complementan con sistemas fotovoltaicos o generadores diésel para garantizar un suministro constante de energía.

Instalaciones conectadas a la red (On-Grid): en las zonas conectadas a la red eléctrica, los aerogeneradores pueden inyectar el excedente de energía generada a la red pública. Este tipo de instalación es común en parques eólicos y sistemas de autoconsumo que permiten reducir la dependencia de la red eléctrica convencional.

Sistemas híbridos: combinan la energía eólica con otros sistemas de generación, como paneles solares fotovoltaicos o generadores diésel. Estos sistemas mejoran la estabilidad del suministro eléctrico en lugares donde la velocidad del viento es variable.

2.2.4 SISTEMA DE CALEFACCIÓN

La calefacción es un componente esencial en el diseño de instalaciones energéticas para asegurar el confort térmico de los habitantes de una vivienda, especialmente en climas fríos o durante los meses de invierno. Su objetivo es mantener una temperatura agradable y constante en el interior de los espacios habitables, compensando la pérdida de calor que ocurre naturalmente a través de las paredes, ventanas y techos. La elección de un sistema de calefacción adecuado no solo depende de las condiciones climáticas y del aislamiento de la vivienda, sino también de factores como la eficiencia energética, el costo de operación y el impacto ambiental. En la actualidad, existen varios tipos de sistemas de calefacción, cada uno con características y ventajas específicas que se adaptan a diferentes necesidades y preferencias.

2.2.4.1 TIPOS DE SISTEMAS DE CALEFACCIÓN

Existen diferentes tipos de sistemas de calefacción, cada uno con sus ventajas y desventajas, que deben evaluarse según las necesidades específicas de cada instalación. A continuación, se describen los más comunes:

Radiadores eléctricos: los radiadores eléctricos son dispositivos que utilizan resistencias internas para calentar el aire circundante. Son uno de los sistemas más sencillos y rápidos de instalar. Estos radiadores suelen dividirse en varias categorías según su funcionamiento y diseño.

Radiadores de calor seco: funcionan mediante resistencias eléctricas que calientan el aire directamente. Son ideales para habitaciones pequeñas o como complemento a otros sistemas de calefacción.



Figura 10. Radiador de calor seco.

Radiadores de calor fluido: estos dispositivos utilizan un fluido térmico que se calienta por medio de una resistencia y distribuye el calor de manera uniforme. Son más lentos en calentar, pero una vez alcanzada la temperatura deseada, mantienen el calor durante más tiempo, lo que mejora la eficiencia energética.



Figura 11. Radiador de calor fluido.

Suelo radiante eléctrico: el suelo radiante eléctrico es una opción moderna que consiste en la instalación de cables o láminas calefactoras bajo el suelo de la vivienda. Este sistema proporciona un calor uniforme en toda la habitación, lo que lo convierte en una solución cómoda y estéticamente agradable, ya que no requiere radiadores visibles. Ofrece un confort térmico elevado y una distribución uniforme del calor. Es ideal para viviendas donde se desea una calefacción "invisible", sin ocupar espacio en las paredes. Sin embargo, su instalación puede ser costosa y complicada si no se realiza en una obra nueva, ya que requiere levantar el suelo.



Figura 12. Suelo radiante eléctrico.

Bomba de calor: la bomba de calor es un dispositivo que utiliza el principio de la termodinámica para mover el calor del exterior al interior de la vivienda. Existen varios tipos de bombas de calor según el origen del calor:

Aeroterminia: la aeroterminia es un sistema de climatización que utiliza una bomba de calor para extraer energía térmica del aire exterior y transferirla al interior de una vivienda, proporcionando calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (ACS). Su funcionamiento se basa en un ciclo termodinámico: un fluido refrigerante circula a través de un circuito cerrado y cambia de estado (de líquido a gas y viceversa) para absorber y liberar calor. Este fluido se evapora al tomar calor del aire exterior, luego pasa por un compresor que aumenta su temperatura, y finalmente cede ese calor al sistema de calefacción de la vivienda.

Gracias a este proceso, la aeroterminia es altamente eficiente y puede generar hasta cinco veces más energía térmica que la electricidad que consume, dependiendo del COP del sistema.



Figura 13. Sistema de aeroterminia.

Geoterminia: utiliza el calor del suelo, lo que le permite generar energía de forma más constante y eficiente que las bombas de calor aire-agua. Sin embargo, su instalación es más costosa debido a la necesidad de perforar el suelo.

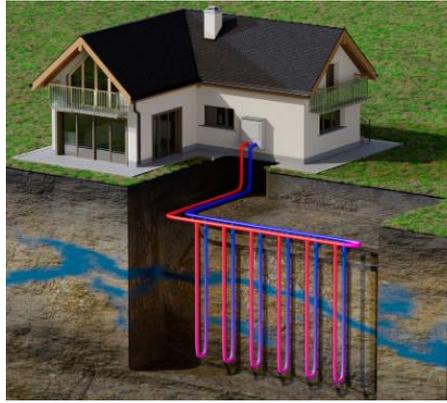


Figura 14. Sistema de geotermia.

Las bombas de calor se destacan por su alta eficiencia energética y su capacidad de actuar tanto como sistema de calefacción como de refrigeración, dependiendo del tipo.

Caldera eléctrica: las calderas eléctricas funcionan de manera similar a las calderas tradicionales de gas o combustible, pero utilizan electricidad para calentar agua que luego se distribuye a través de un sistema de radiadores o suelo radiante. No requiere almacenamiento de combustibles ni chimeneas, lo que simplifica la instalación y el mantenimiento, pero puede tener un consumo elevado si no se combina con sistemas de energía renovable o no se gestiona de manera eficiente.



Figura 15. Caldera eléctrica.

2.2.4.2 CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS

Para dimensionar adecuadamente cualquier sistema de calefacción, es fundamental realizar un cálculo de las cargas térmicas de la vivienda. Este cálculo se basa en varios factores, como:

Condiciones exteriores: la temperatura mínima exterior durante el invierno, que define el diferencial de temperatura que deberá superar el sistema de calefacción.

Condiciones interiores: la temperatura de confort que se desea mantener en el interior de la vivienda, generalmente alrededor de 20°C.

Transmisión térmica de los cerramientos: el nivel de aislamiento de las paredes, techos, suelos y ventanas de la vivienda, que se mide mediante el coeficiente de transmisión térmica (U).

Ventilación: las pérdidas de calor que ocurren por la renovación de aire para mantener la calidad del aire interior.

El cálculo de las cargas térmicas se puede dividir en dos partes.

Cargas térmicas por transmisión.

Las cargas térmicas por transmisión son las pérdidas de calor que se producen a través de los cerramientos (paredes, techos, suelos, ventanas) debido a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior. Se calcula mediante la fórmula:

$$Q = U \times S \times \Delta T \times C1 \times C2$$

Donde:

Q: Carga térmica en KCal/h,

U: Coeficiente de transmisión térmica en Kcal/(h·m²·°C),

S: Superficie del cerramiento (m²),

ΔT: Diferencia de temperatura interior-exterior (°C),

C1: Coeficiente de orientación,

C2: Coeficiente de intermitencia.

Cargas Térmicas por Ventilación.

Las cargas térmicas por ventilación corresponden a las pérdidas de calor debidas a la entrada de aire exterior para la ventilación de la vivienda. Estas pérdidas se calculan considerando el caudal de aire de ventilación y la diferencia de temperatura entre el aire exterior e interior:

$$Q_{\text{vent}} = \dot{V} \cdot C_p \cdot \rho \cdot (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})$$

Donde:

V: caudal de aire (m³/s),

Cp: capacidad calorífica del aire (J/g°C),

ρ: densidad del aire (kg/m³),

Tint: temperatura interior (°C),

Text: temperatura exterior (°C).

2.2.4.3 CONTROL Y GESTIÓN DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN

Una parte importante de cualquier sistema de calefacción es su control y gestión. El uso de termostatos programables y sensores permite un control preciso de la temperatura en cada estancia, lo que reduce el consumo energético al evitar el sobrecalentamiento innecesario.

Además, el uso de sistemas de gestión centralizados conectados a dispositivos inteligentes puede optimizar el funcionamiento del sistema de calefacción, permitiendo ajustar la temperatura en función de la ocupación de las estancias o las horas de mayor producción de energía renovable en el caso de que la vivienda cuente con sistemas como paneles fotovoltaicos o aerogeneradores.

2.2.4.4 EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética es un factor crucial en la selección de un sistema de calefacción. Los sistemas eléctricos, destacan por su capacidad de convertir casi el 100% de la electricidad en calor. Sin embargo, los sistemas de calefacción que emplean bombas de calor, en especial las de aerotermia, pueden tener un coeficiente de rendimiento (COP) superior, lo que significa que generan más energía térmica por cada kWh de electricidad consumido.

2.2.5 JUSTIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS

El sistema energético de esta vivienda ha sido diseñado para maximizar la eficiencia energética y asegurar el confort de los habitantes sin depender de fuentes externas de energía. Se han adoptado varias soluciones tecnológicas y estratégicas para garantizar el correcto funcionamiento de la instalación a lo largo del año.

En primer lugar, la instalación de paneles fotovoltaicos orientados hacia el sur con una inclinación de 45 grados permitirá captar la máxima radiación solar posible, aprovechando las horas de mayor irradiación durante el día. Esto es clave para asegurar que la energía generada sea suficiente para cubrir el consumo de la vivienda, especialmente en los meses de mayor demanda. El uso de paneles fotovoltaicos monocristalinos se justifica por su alta eficiencia en la conversión de la luz solar, lo que resulta en una mayor producción de energía en menor superficie. Además, los paneles seleccionados tienen una vida útil de más de 20 años, lo que asegura la sostenibilidad a largo plazo del sistema.

La complementariedad del sistema eólico con el sistema fotovoltaico es otra de las soluciones adoptadas. La inclusión de un aerogenerador en el sistema se justifica por la necesidad de contar con una fuente de energía alternativa en los momentos en que la radiación solar no sea suficiente. El aerogenerador permitirá aprovechar los periodos de viento, compensando la falta de radiación solar durante la noche o en días nublados. Esto es especialmente importante en invierno, cuando la demanda de calefacción aumenta y la

radiación solar disminuye. En la zona de instalación, los vientos son constantes y permiten una producción estable de energía.

Para satisfacer las necesidades térmicas de la vivienda en términos de calefacción, aire acondicionado y agua caliente sanitaria (ACS), se ha optado por un sistema de aerotermia. La capacidad del sistema de aerotermia ha sido seleccionada en base al cálculo de carga térmica total de la vivienda. Para alcanzar esta potencia térmica, el sistema de aerotermia elegido tiene la eficiencia suficiente y cumple con el Coeficiente de Rendimiento (COP) adecuado.

Para garantizar la gestión eficiente de la energía, se ha optado por un sistema de almacenamiento de baterías con capacidad suficiente para cubrir las necesidades de la vivienda durante los momentos de baja generación, almacenando la energía sobrante de los paneles solares y el aerogenerador.

Por último, se ha implementado un sistema de protección de la instalación y monitorización remota. La protección de la instalación se ha diseñado siguiendo los estándares establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, asegurando que todos los componentes estén protegidos frente a sobrecargas, cortocircuitos y fallos eléctricos, así como el uso de disyuntores y fusibles de alta capacidad garantizará la seguridad de los habitantes de la vivienda. Cabe destacar que el sistema de monitorización permite supervisar en tiempo real el estado de los equipos y el consumo energético de la vivienda, facilitando la toma de decisiones en caso de que sea necesario realizar ajustes en la operación del sistema.

2.2.6 ANÁLISIS DE VIABILIDAD

El análisis de viabilidad estudia la capacidad de la instalación para satisfacer la demanda energética de la vivienda a lo largo del año. Se han considerado varios factores, como la radiación solar disponible en la zona, la constancia y fuerza del viento, el tamaño y orientación de la vivienda, así como el consumo energético previsto. Este análisis permite establecer que la vivienda podrá operar de manera completamente autónoma mediante el uso de fuentes de energía renovables.

Para asegurar que el sistema pueda cubrir las necesidades energéticas de la vivienda, se ha estimado un consumo diario promedio. Este valor incluye tanto el consumo de electrodomésticos y equipos electrónicos, como el sistema de climatización y el alumbrado interior y exterior.

Se ha realizado un análisis de los periodos de menor radiación solar y viento, particularmente durante los meses de invierno, donde la demanda de calefacción es mayor. Para estos casos, el sistema de almacenamiento mediante baterías proporcionará una reserva suficiente para cubrir el consumo de la vivienda durante aproximadamente cuatro días de baja producción solar y eólica.

La viabilidad técnica del proyecto está garantizada, dado que los componentes elegidos (paneles solares, aerogenerador, baterías e inversor) se ajustan a las necesidades

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

energéticas previstas. Además, se ha considerado el dimensionado de la instalación eléctrica, incluyendo el cableado y los sistemas de protección necesarios para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente.

Económicamente, la instalación de este sistema de energías renovables permitirá una independencia total de la red eléctrica convencional, lo que supone un ahorro significativo en el coste de electricidad a largo plazo. Aunque la inversión inicial puede ser considerable, se estima que, en un periodo de unos diez años, la instalación se habrá amortizado, sobre todo teniendo en cuenta la vida útil de los paneles solares y las baterías, que superan los 20 años.

En resumen, el análisis de viabilidad concluye que la instalación fotovoltaica y eólica propuesta es viable desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, asegurando un suministro de energía renovable y continuo para la vivienda.

2.2.7 ANÁLISIS DE IMPACTOS

El impacto ambiental del proyecto es mínimo, dado que se basa en el uso de energías renovables (solar y eólica), las cuales no generan emisiones contaminantes durante su funcionamiento. El sistema está diseñado para minimizar la dependencia de fuentes de energía no renovables, lo que contribuye a la reducción de la huella de carbono de la vivienda.

Se espera que, a lo largo de su vida útil, el sistema permita evitar la emisión de miles de kilogramos de CO₂ en comparación con el uso de energía proveniente de combustibles fósiles. Además, los materiales seleccionados para los paneles solares, las baterías y el aerogenerador son reciclables, lo que garantiza un impacto ambiental reducido al final de su vida útil.

En términos de impacto visual, se ha considerado la ubicación del aerogenerador y los paneles solares para que no interfieran con el entorno natural ni afecten negativamente el paisaje. La instalación de los paneles se realizará en el tejado de la vivienda, mientras que el aerogenerador se colocará a una distancia suficiente de la vivienda para evitar interferencias acústicas o visuales.

El impacto social es positivo, ya que este proyecto fomenta el uso de energías limpias, sirviendo como modelo para otras viviendas en zonas rurales sin acceso a la red eléctrica. La instalación también contribuye a la independencia energética y reduce los costes asociados a la compra de electricidad de fuentes externas.

2.3. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

2.3.1 CONSUMO ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

El consumo energético total de la vivienda ha sido estimado en base a los diferentes equipos y electrodomésticos que se utilizarán en el día a día. A continuación, se presenta el desglose detallado del consumo diario previsto en cada una de las áreas de la vivienda.

Área	Componente	Cantidad	Potencia (W)	Horas de uso/día	Consumo diario (Wh/día)
Cocina	Horno eléctrico	1	2000	1	1000
	Vitrocerámica	1	2000	1	1000
	Frigorífico	1	300	24	6700
	Lavavajillas	1	1500	1	1500
	Microondas	1	800	0.5	400
Total cocina					10600 Wh/día (10.6 kWh)
Sala de estar (2)	Televisor	2	150	4	1200
	Alumbrado LED	6	10	5	300
Total salas de estar					1500 Wh/día (1,5 kWh)
Dormitorios (6)	Ordenador portátil	3	75	5	1125
	Cargador móvil	6	10	4	240
Total dormitorios					1365 Wh/día (1,365 kWh)
Baños (4)	Alumbrado LED	4	15	3	180
Total baños					180 Wh/día (0.18 kWh)
Exterior/Jardín	Alumbrado exterior	15	25	5	1875
Total Exterior					1875 Wh/día (1.875 kWh)
Alumbrado interior	Alumbrado LED	25	10	5	1250

Total Alumbrado interior					1250 Wh/día (1.25 kWh)
Sistema de aerotermia	Aerotermia	1	1,875	9	16875 Wh/día (16,875 kWh)
Total diario					33645 Wh/día (33,645 kWh)

Tabla 1. Consumo energético diario de la vivienda

Para el cálculo del consumo del sistema de aerotermia se ha considerado el resultado de la carga térmica total de la vivienda el cual figura en la tabla Tabla 12. Resumen de pérdidas totales. Dicho valor pasado a potencia térmica equivaldría a unos 7,5kW de energía térmica, como el sistema de aerotermia escogido tiene un valor de COP (Coeficiente de Rendimiento) de 4 entonces:

$$\text{Consumo eléctrico} = \frac{\text{Potencia térmica}}{\text{COP}}$$

$$\text{Consumo eléctrico} = \frac{7,5 \text{ kW térmicos}}{4} = 1,875 \text{ kW eléctricos}$$

2.3.2 DIMENSIONADO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA ENERGÉTICO

El dimensionado del sistema energético de la vivienda ha sido calculado en función del consumo diario previsto, la disponibilidad de recursos naturales (solar y eólico) y las necesidades energéticas durante los diferentes periodos del año, particularmente en invierno, cuando la demanda de calefacción es mayor. A continuación, se describen los principales elementos del sistema.

2.3.2.1 PANELES FOTOVOLTAICOS

Se ha seleccionado un panel fotovoltaico monocristalino del modelo Módulo FV monocristalino Canadian Solar HiKu CS3N-450MS, con las siguientes características bajo condiciones estándar de prueba (CET):

Potencia máxima (Pmax): 450W

Tensión de circuito abierto (Voc): 48V

Tensión en el punto de máxima potencia (Vmp): 40.7V

Corriente de cortocircuito (Isc): 11.66A

Corriente en el punto de máxima potencia (Imp): 10.65A

El generador solar consta de 14 paneles dispuestos en 2 strings en paralelo, cada uno con 7 módulos en serie. La potencia total del sistema fotovoltaico es:

Potencia máxima= $14 \cdot 450W = 6300W$

La configuración de los paneles permite alcanzar una tensión de:

Tensión por string = $7 \cdot 48V = 336V$

Los paneles se instalarán con una inclinación de 45° hacia el sur, optimizando la producción solar en los meses con menor radiación solar. Se ha mantenido una distancia adecuada entre filas de paneles para evitar sombras, lo que asegura la eficiencia del sistema.



Figura 16. Panel fotovoltaico escogido.

2.3.2.2 REGULADOR DE CARGA SOLAR

Se ha seleccionado un regulador de carga MPPT del modelo Victron SmartSolar MPPT 450/100, adecuado para instalaciones fotovoltaicas aisladas de alto voltaje. Este regulador permite gestionar de forma eficiente la carga de baterías desde una fuente fotovoltaica, optimizando el aprovechamiento energético gracias a su tecnología de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT).

Sus características principales son las siguientes:

Tensión máxima de entrada en circuito abierto (Voc): 450 V

Corriente máxima de carga: 100 A

Rango de tensión de batería compatible: 12/24/36/48 V (autoajustable)

Tecnología MPPT ultra rápida, que permite aprovechar de forma óptima la energía

Este regulador ha sido seleccionado por su capacidad para trabajar con los 14 módulos fotovoltaicos dispuestos en 2 strings de 7 paneles en serie, que generan una tensión en circuito abierto aproximada de 336 V, dentro del rango admisible del dispositivo.

La corriente máxima generada por los paneles es:

Corriente total $I_{mp} = 2 \times 10.65 A = 21.3 A$

Corriente total $I_{sc} = 2 \times 11.66 A = 23.32 A$

El regulador de carga seleccionado, modelo Victron SmartSolar MPPT 450/100, permite gestionar una corriente de entrada FV continua con una corriente de cortocircuito máxima (I_{sc}) de hasta 35 A, lo que garantiza la seguridad del sistema frente a condiciones extremas de irradiación. Esta corriente se encuentra dentro del margen de funcionamiento seguro del regulador. Además, la tensión máxima en circuito abierto del generador FV (calculada como $7 \text{ paneles} \times 48 \text{ V} = 336 \text{ V}$) también se encuentra dentro del rango de operación del Victron SmartSolar MPPT 450/100, cuyo límite máximo es de 450 V.

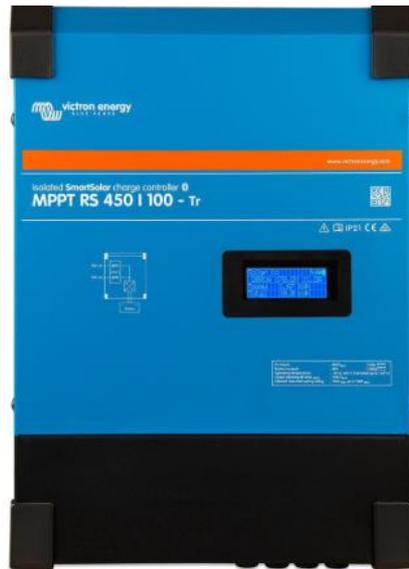


Figura 16. Regulador de carga solar escogido.

2.3.2.3 AEROGENERADOR

Para cubrir el total de la demanda energética, se ha seleccionado un aerogenerador del modelo Bornay Wind 25,2+ de 3 kW, especialmente diseñado para sistemas aislados de producción renovable. Este equipo es capaz de generar energía eléctrica a partir del viento de forma eficiente y autónoma, complementando la producción fotovoltaica en el sistema híbrido propuesto.

Las características técnicas principales del aerogenerador son:

Potencia nominal: 3 kW Corriente total $I_{mp} = 2 \times 10.65A = 21.3A$

Tensión nominal de salida: 48 V CC

Velocidad de arranque: 2,5 m/s

Velocidad nominal: 11 m/s

Velocidad de corte: 25 m/s

Diámetro del rotor: 3,7 m

Número de palas: 3

Regulador de carga incorporado con sistema de disipación de excedentes (dump load)

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

El Bornay Wind 25,2+ incorpora un regulador de carga propio que permite la conexión directa a bancos de baterías de 48 V sin necesidad de equipos adicionales. Este sistema interno se encarga de proteger las baterías contra sobrecargas y desvía el excedente energético a una resistencia de descarga. Además, asegura un funcionamiento óptimo del aerogenerador adaptando la producción a las condiciones de viento y al estado de carga del sistema.

La inclusión del aerogenerador en el sistema híbrido permite mantener una producción energética estable durante períodos prolongados de baja radiación solar o durante la noche, contribuyendo a aumentar la autonomía energética y la fiabilidad del sistema aislado.



Figura 17. Aerogenerador escogido.

2.3.2.4 BATERÍAS

El modelo elegido para el almacenamiento energético es la Batería Pylontech H48050 12,8 kWh una batería de litio-fosfato de hierro (LiFePO4) con las siguientes características:

Capacidad nominal: 12.8 kWh

Tensión nominal: 48V

Profundidad de descarga (DoD): 90%

Ciclos de vida: >6000 ciclos

Para garantizar 4 días de autonomía con un consumo diario de 33,645 kWh, se requieren:

$33.645 \text{ kWh} \times 4 = 134,58 \text{ kWh}$

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Puesto que las baterías tienen una profundidad de descarga del 90%:

$$12,8 \times 0,9 = 11,52 \text{ kWh.}$$

$$134,58 \text{ kWh} / 11,52 \text{ kWh} = 11,68 \text{ baterías}$$

Por lo tanto, se necesitan 12 baterías conectadas en paralelo para alcanzar una capacidad de almacenamiento de 134,58 kWh, asegurando el suministro energético incluso durante días sin generación solar o eólica.



Figura 18. Baterías escogidas.

2.3.2.5 INVERSOR HÍBRIDO

Se ha seleccionado el Inversor Híbrido SMA Sunny Island 6.0H-13 para gestionar la conversión de energía y la integración del sistema fotovoltaico con el banco de baterías y la red eléctrica. Este inversor es adecuado para sistemas de 48V, y su capacidad de salida es de 5000W en corriente alterna (CA), cumpliendo con los requisitos de la instalación.

Características técnicas del inversor:

Potencia de salida nominal (Pnom): 6000W

Tensión de entrada (CC): 48V

Tensión de salida (CA): 230V (monofásico)

Corriente de salida nominal: 21.7A

Frecuencia de salida: 50Hz o 60Hz, configurable

Corriente de carga del cargador integrado: 70A

Eficiencia máxima: 94%

Potencia de pico: 11,000W (para arranques de cargas elevadas)

Rango de temperatura de funcionamiento: -25°C a +65°C

Conectividad: compatible con el sistema de monitoreo remoto SMA Sunny Portal, lo que permite la supervisión del sistema a través de internet.

El inversor Inversor Híbrido SMA Sunny Island 6.0H-13 es un inversor híbrido de onda sinusoidal pura que combina las funciones de inversor, cargador de baterías y sistema de transferencia automática. Esto lo convierte en una solución ideal para sistemas de energía renovable que incluyen fuentes de energía fotovoltaica y eólica, almacenamiento en baterías y conexión a la red.

El modo inversor permite convertir la energía almacenada en el banco de baterías de 48V en corriente alterna (CA) a 230V, con una potencia nominal de 6000W, suficiente para alimentar las cargas conectadas a la instalación. El inversor tiene la capacidad de entregar hasta 11,000W de potencia pico, lo que lo hace adecuado para el arranque de cargas con altas corrientes de entrada, como motores eléctricos o compresores.

Además, el cargador de baterías integrado permite cargar el banco de baterías a una corriente máxima de 70A, lo que optimiza el ciclo de carga de las baterías, garantizando una gestión eficiente de la energía. El inversor es compatible con baterías de 48V, como las seleccionadas para el sistema.



Figura 19. Inversor escogido.

2.3.2.6 SISTEMA DE AEROTERMIA

Para satisfacer las necesidades de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (ACS) de la vivienda, se ha seleccionado el sistema de aerotermia Mitsubishi Electric Ecodan PUHZ-SW75VHA, que emplea una bomba de calor aire-agua de última generación con alto Coeficiente de Rendimiento (COP). Este sistema aprovecha la energía del aire exterior para generar calor, reduciendo así el consumo eléctrico y maximizando la eficiencia energética en comparación con sistemas de calefacción convencionales.

Especificaciones técnicas:

Potencia nominal de calefacción: 8 kW.

COP: hasta 4,3 (lo que significa que el sistema genera 4,3 kW térmicos por cada kW eléctrico consumido en condiciones ideales, lo que optimiza el consumo eléctrico).

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Potencia nominal de refrigeración: 6,0 kW.

Rango de funcionamiento:

Calefacción: desde -15°C a 21°C de temperatura exterior.

Refrigeración: hasta 46°C de temperatura exterior.

Tensión de alimentación: monofásica, 230 V.

Dimensiones (unidad exterior): 1020 x 1050 x 330 mm (alto x ancho x fondo).

Peso: 90 kg.

Nivel sonoro: 48 dB (unidad exterior).

Este modelo de aerotermia ha sido seleccionado por su robustez y su eficiencia en diversas condiciones climáticas, lo que lo hace ideal para sistemas de autoconsumo energético. La tecnología que incorpora permite un control preciso y eficiente del sistema ya que cuenta con una función de gestión de energía que permite programar el funcionamiento en horarios específicos, optimizando así el uso de la energía renovable disponible durante las horas de sol y el almacenamiento en baterías lo cual es fundamental para optimizar el consumo eléctrico en combinación con los sistemas de energía fotovoltaica y eólica instalados en la vivienda.



Figura 20. Sistema de aerotermia escogido.

2.4 DIMENSIONADO DEL CABLEADO Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN

2.4.1 TENSIONES DE TRABAJO Y CAÍDAS DE TENSIÓN

El dimensionado del cableado eléctrico es un aspecto crucial en cualquier instalación eléctrica, ya que afecta directamente la eficiencia y seguridad del sistema. Para esta instalación fotovoltaica híbrida, el cálculo de la sección de los cables se ha realizado

siguiendo criterios técnicos que aseguran un funcionamiento adecuado, minimizando las pérdidas de energía, y cumpliendo con las normativas vigentes.

En este caso, se han dimensionado los conductores tanto en corriente continua (CC) como en corriente alterna (CA), de acuerdo con las características de cada tramo y basándonos en las fórmulas que definen la sección necesaria del conductor en función de la potencia, la corriente, la longitud del cable y la caída de tensión permitida.

Elección de la tensión de trabajo y del porcentaje de caída de tensión de la parte de corriente continua.

La elección de 48 V como tensión de trabajo en los tramos de corriente continua obedece a varios factores técnicos y normativos. Las tensiones de 12 V, 24 V y 48 V son las más comunes en instalaciones fotovoltaicas de baja potencia, especialmente en sistemas domésticos aislados. Entre estas opciones, 48 V se selecciona porque ofrece un equilibrio entre eficiencia y seguridad:

Mayor eficiencia energética: a mayor tensión, menor es la corriente para una misma potencia. Esto reduce las pérdidas energéticas por efecto Joule en los conductores (ya que las pérdidas son proporcionales al cuadrado de la corriente). Por tanto, un sistema de 48 V es más eficiente que uno de 12 V o 24 V.

Seguridad: 48 V es aún considerado un nivel de baja tensión por normativas como el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), lo que reduce riesgos de electrocución en caso de fallos.

Compatibilidad: los equipos de almacenamiento, como las baterías y reguladores de carga, suelen tener opciones optimizadas para este nivel de tensión en instalaciones domésticas y de autoconsumo, lo que facilita la elección de componentes.

En cuanto a la caída de tensión permitida, se ha optado por un 1% en los tramos de corriente continua, en lugar de valores superiores (como el 3% o 5%) que son usuales en sistemas de distribución en corriente alterna. Este porcentaje se ha seleccionado por los siguientes motivos:

Impacto en sistemas de baja tensión: en sistemas de baja tensión, como el de 48 V en esta instalación, una caída de tensión elevada puede comprometer significativamente el rendimiento global. Una caída de tensión del 3% o superior podría resultar en una pérdida de eficiencia y reducir la energía efectiva que llega al regulador de carga o las baterías.

Eficiencia del sistema: al trabajar con una caída de tensión del 1%, se minimizan las pérdidas de energía a lo largo del tramo, optimizando el aprovechamiento de la energía generada por los paneles solares.

Normativas: el REBT sugiere un máximo del 3% para instalaciones de uso general, pero en instalaciones aisladas y de autoconsumo es aconsejable adoptar valores más restrictivos en tramos de corriente continua para garantizar un funcionamiento eficiente.

Elección de la tensión de trabajo y del porcentaje de caída de tensión de la parte de corriente alterna monofásica.

En cuanto a la tensión de trabajo de 230 V, se ha seleccionado por las siguientes razones:

Normativa: la tensión de 230 V es la tensión estándar utilizada en la mayoría de los países europeos para la distribución de energía eléctrica en entornos residenciales y comerciales. Esto garantiza la compatibilidad con la amplia mayoría de los equipos eléctricos disponibles en el mercado.

Disponibilidad de equipos: utilizar una tensión de 230 V asegura que se pueden emplear una gran variedad de dispositivos y electrodomésticos sin necesidad de adaptadores o transformadores, lo que facilita la instalación y el mantenimiento del sistema eléctrico.

Eficiencia de transmisión: la tensión de 230 V permite una mejor transmisión de energía a distancias razonables, lo que resulta en menores pérdidas de energía por efecto Joule en comparación con tensiones más bajas.

La caída de tensión permitida en el tramo de corriente alterna se ha establecido en un 1,5% de la tensión nominal, para un sistema de 230 V. Esta elección se fundamenta en los siguientes motivos:

Normativa y seguridad: la normativa eléctrica vigente, especialmente el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), establece que la caída de tensión en los circuitos eléctricos debe mantenerse dentro de límites razonables para garantizar el correcto funcionamiento de los dispositivos conectados. Un 1,5% es un estándar comúnmente aceptado que asegura que los aparatos eléctricos operen eficientemente y sin riesgo de daños por tensiones inadecuadas.

Eficiencia energética: mantener la caída de tensión en un nivel bajo es crucial para minimizar las pérdidas de energía. Una mayor caída de tensión no solo implica una reducción de la eficiencia del sistema, sino que también puede causar un aumento en el calentamiento de los conductores, lo que podría resultar en un deterioro prematuro de los cables.

Calidad del suministro eléctrico: la caída de tensión excesiva puede afectar la calidad del suministro eléctrico, provocando que los dispositivos no funcionen correctamente. Con un límite del 1%, se busca garantizar que la tensión en el punto de consumo sea suficiente para el correcto funcionamiento de los electrodomésticos y otros equipos conectados a la red.

2.4.2 TIPOS DE CABLES UTILIZADOS

El cableado que se empleará en la instalación será de la siguiente tipología:

Cable H1Z2Z2-K: Este tipo de cable es un conductor de cobre estañado con aislamiento y cubierta libre de halógenos, diseñado específicamente para aplicaciones fotovoltaicas. Su tensión nominal es de 1,5/1,5 (1,8) kV, y es resistente a condiciones ambientales

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

adversas, como la exposición a rayos UV y temperatura de régimen permanente de 90°C. Se utilizará en todos los tramos de continua.



Figura 21. Tipo de cable H1Z2Z2-K.

Cable RZ1-K: Este conductor de cobre libre de halógenos, tiene una tensión nominal de 0,6/1 kV, temperatura máxima de 90°C y es adecuado para aplicaciones en interiores y exteriores. Se utilizará en los tramos de alterna.



Figura 22. Tipo de cable RZ1-K.

2.4.2.1 CÁLCULO DE SECCIÓN DEL CABLE

Los cálculos de sección de los cables y sus características se fundamentan en las siguientes Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT):

ITC-BT-19: define los sistemas de instalación de los cables y establece las intensidades máximas admisibles.

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DE LOS CONDUCTORES																			
Método de instalación	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento																		
A1	3PVC	2PVC					3XLPE	2XLPE											
A2	3PVC	2PVC				3XLPE	2XLPE												
B1				3PVC		2PVC					3XLPE			2XLPE					
B2			3PVC	2PVC				3XLPE	2XLPE										
C					3PVC				2PVC		3XLPE			2XLPE					
E							3PVC			2PVC			3XLPE		2XLPE				
F									3PVC			2PVC			3XLPE		2XLPE		
Sección mm ²	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13	
Cobre (No enterrado)	1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	21	23	–	
	2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	–
	4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	–
	6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	–
	10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	–
	16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	–
	25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
	35	–	–	–	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
	50	–	–	–	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
	70	–	–	–	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
	95	–	–	–	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
	120	–	–	–	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
	150	–	–	–	–	–	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
	185	–	–	–	–	–	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
240	–	–	–	–	–	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617	

Figura 23. Tabla ITC-BT-19.

ITC-BT-22: regula la protección de las líneas contra sobrecargas y cortocircuitos.

ITC-BT-40: establece las condiciones para el dimensionado de los cables en sistemas de generación eléctrica, limitando la caída de tensión máxima.

Para el dimensionado del cableado en este proyecto, se han aplicado dos criterios clave:

Intensidad máxima admisible (I_{max}): la sección de los cables se dimensiona para soportar una corriente no inferior al 125% de la corriente máxima esperada en cada tramo.

Caída de tensión permitida (ΔV): en los tramos de corriente continua, la caída de tensión permitida es del 1%, mientras que en los tramos de corriente alterna trifásica, es del 1,5%.

Para calcular la sección del conductor en corriente continua se utiliza la siguiente fórmula, basada en la ley de Ohm modificada para tener en cuenta la caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot I_{max} \cdot \rho \cdot L}{\Delta V}$$

Donde:

S: sección del conductor (mm²).

ρ : resistividad del material del conductor ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$). Para cobre a 90°C es aproximadamente 0,022 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

L: longitud del cable (m).

I_{max}: corriente de diseño multiplicada por 1,25(A).

ΔV: caída de tensión permitida(V).

En alterna emplearemos los mismos parámetros, pero la ecuación es ligeramente diferente

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

2.4.2.1.1 TRAMOS DE CORRIENTE CONTINUA

TRAMO PANELES FOTOVOLTAICOS – REGULADOR DE CARGA SOLAR

Potencia a utilizar: La potencia total de los paneles fotovoltaicos es de 6,300 W (14 paneles de 450 Wp cada uno, 2 strings en paralelo con 7 paneles en serie cada uno).

Tensión del sistema: Con 7 paneles en serie, la tensión total es 48V * 7 = 336V.

Corriente del sistema: Dado que la corriente se suma en paralelo, con 2 strings, la corriente total será:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{6300 \text{ W}}{336 \text{ V}} = 18.75 \text{ A}$$

Como hay dos strings en paralelo, la corriente total será:

$$I_{\text{total}} = 18.75 \text{ A} \times 2 = 37.5 \text{ A}$$

Cálculo de la sección del conductor:

Intensidad máxima (I_{max}): 37,5*1,25 =56,25A.

Longitud del tramo (L): 10 metros.

Caída de tensión permitida (ΔV): 1% de 336 V = 3,36 V.

Resistividad del cobre (ρ): 0,022 Ω·mm²/m (a 90°C).

Fórmula para el cálculo de la sección del conductor:

$$S = \frac{2 \cdot I_{\text{max}} \cdot \rho \cdot L}{\Delta V}$$

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Sustituyendo los valores:

$$S = \frac{2 \cdot 56.25 \cdot 0.0215 \cdot 10}{3.36}$$

$$S = \frac{24.1875}{3.36} = 7.2 \text{ mm}^2$$

Verificación de la sección:

Según la tabla de la ITC-BT-19, la sección inmediatamente superior estándar es de 10 mm², que tiene una capacidad de corriente máxima admisible de 68 A.

Intensidad máxima de diseño: I_{max}=56,25 A

Intensidad admisible del conductor para 10 mm²: I_z=68 A

Condición a cumplir:

$$I_{\max} \leq I_n \leq I_z$$

Selección del dispositivo de protección más cercano que cumple la condición: I_n=63 A

$$56.25 \text{ A} \leq 63 \text{ A} \leq 68 \text{ A}$$

Seleccionamos un cable de 10 mm² y un dispositivo de protección de 63 A.

TRAMO REGULADOR DE CARGA SOLAR -BATERÍAS

Potencia a utilizar: En este tramo, la potencia sigue siendo la misma, es decir, 6,300 W, ya que es la energía que viene del regulador hacia las baterías.

Tensión del sistema: Para este sistema, las baterías están configuradas a 48 V.

Corriente del sistema:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{6300 \text{ W}}{48 \text{ V}} = 131.25 \text{ A}$$

Cálculo de la sección del conductor:

Intensidad máxima (I_{max}): 131,25*1,25=164,06A.

Longitud del tramo (L): 5 metros.

Caída de tensión permitida (ΔV): 1% de 48 V = 0,48 V.

Resistividad del cobre (ρ): 0,022 Ω·mm²/m.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Fórmula para el cálculo de la sección del conductor:

$$S = \frac{2 \cdot I_{\max} \cdot \rho \cdot L}{\Delta V}$$

Sustituyendo los valores:

$$S = \frac{2 \cdot 164.06 \cdot 0.0215 \cdot 5}{0.48}$$

$$S = \frac{35.28}{0.48} = 73.5 \text{ mm}^2$$

Verificación de la sección:

La sección más cercana disponible es 95 mm², que tiene una capacidad de corriente máxima admisible de 271 A.

Intensidad máxima de diseño: I_{max}=164,04 A

Intensidad admisible del conductor para 95 mm²: I_z=271 A

Condición a cumplir:

$$I_{\max} \leq I_n \leq I_z$$

Selección del dispositivo de protección más cercano que cumple la condición: I_n=200 A

$$164.06 \text{ A} \leq 200 \text{ A} \leq 271 \text{ A}$$

Seleccionamos un cable de 95 mm² y un dispositivo de protección de 200 A.

TRAMO AEROGENERADOR - BATERÍAS

Potencia a utilizar: El aerogenerador Bornay Wind 25,2+ tiene una potencia nominal de 3.000 W (3 kW). Este equipo incorpora su propio regulador de carga, por lo que la energía generada se entrega ya en corriente continua a 48 V, apta para cargar directamente las baterías del sistema.

Tensión del sistema: 48 V

Corriente del sistema:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{3000 \text{ W}}{48 \text{ V}} = 62.5 \text{ A}$$

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Cálculo de la sección del conductor:

Intensidad máxima (Imax): $62,5 \text{ A} \times 1,25 = 78,13 \text{ A}$.

Longitud del tramo (L): 10 metros.

Caída de tensión permitida (ΔV): 1% de 48 V = 0,48 V.

Resistividad del cobre (ρ): $0,022 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Fórmula para el cálculo de la sección del conductor:

$$S = \frac{2 \cdot 78,13 \cdot 0,0215 \cdot 10}{0,48} = \frac{33,58}{0,48} = 69,96 \text{ mm}^2$$

La sección más cercana disponible es 70 mm², que tiene una capacidad de corriente máxima admisible de 223 A.

Intensidad máxima de diseño: $I_{\text{max}}=78,13 \text{ A}$

Intensidad admisible del conductor para 70 mm²: $I_z=223 \text{ A}$

Condición a cumplir:

$$I_{\text{max}} \leq I_n \leq I_z$$

Selección del dispositivo de protección más cercano que cumple la condición: $I_n=80 \text{ A}$

$$78.13 \text{ A} \leq 80 \text{ A} \leq 223 \text{ A}$$

TRAMO BATERÍAS - INVERSOR

Potencia a utilizar: La potencia a utilizar aquí depende del inversor y la potencia de salida. El inversor que hemos seleccionado es de 6 kW (6,000 W).

Tensión del sistema: Mantiene la configuración a 48 V.

Corriente del sistema:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{6000 \text{ W}}{48 \text{ V}} = 125 \text{ A}$$

Cálculo de la sección del conductor:

Intensidad máxima (Imax): $125 \cdot 1,25 = 156,25 \text{ A}$

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Longitud del tramo (L): 3 metros.

Caída de tensión permitida (ΔV): 1% de 48 V = 0,48 V.

Resistividad del cobre (ρ): 0,022 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Fórmula para el cálculo de la sección del conductor:

$$S = \frac{2 \cdot I_{\max} \cdot \rho \cdot L}{\Delta V}$$

Sustituyendo los valores:

$$S = \frac{2 \cdot 156,25 \cdot 0,0225 \cdot 3}{0,48} = \frac{21,09}{0,48} = 43,94 \text{ mm}^2$$

Verificación de la sección:

La sección más cercana disponible es 50 mm², que tiene una capacidad de corriente máxima admisible de 174 A.

Intensidad máxima de diseño: $I_{\max}=156,25$ A

Intensidad admisible del conductor para 50 mm²: $I_z=174$ A

Condición a cumplir:

$$I_{\max} \leq I_n \leq I_z$$

Selección del dispositivo de protección más cercano: $I_n=160$ A

$$156,25 \text{ A} \leq 160 \text{ A} \leq 174 \text{ A}$$

Se cumple la condición, por lo tanto, seleccionamos un cable de 50 mm² y un dispositivo de protección de 160 A.

Seleccionamos un cable de 95 mm² y un dispositivo de protección de 80 A.

2.4.2.1.2 TRAMOS DE CORRIENTE ALTERNA

TRAMO INVERSOR – CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Potencia a utilizar: La potencia de salida del inversor es de 6 kW (6,000 W).

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Tensión del sistema: El inversor está diseñado para una salida de 230 V en corriente alterna.

Corriente del sistema:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{6000 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 26.09 \text{ A}$$

Cálculo de la sección del conductor:

Intensidad máxima: $26,09 \cdot 1,25 = 32,61 \text{ A}$.

Longitud del tramo (L): 8 metros.

Caída de tensión permitida (ΔV): 1,5% de 230 V = 3,45 V.

Resistividad del cobre (ρ): $0,022 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Fórmula para el cálculo de la sección del conductor:

$$S = \frac{2 \cdot I_{\max} \cdot \rho \cdot L}{\Delta V}$$

Sustituyendo los valores:

$$S = \frac{2 \cdot 0.0225 \cdot 10 \cdot 32.61}{3.45} = 4.25 \text{ mm}^2$$

Verificación de la sección:

La sección más cercana disponible es 6 mm^2 , que tiene una capacidad de corriente máxima admisible de 49 A.

Intensidad máxima de diseño: $I_{\max} = 32,61 \text{ A}$

Intensidad admisible del conductor para 4 mm^2 : $I_z = 49 \text{ A}$

Condición a cumplir:

$$I_{\max} \leq I_n \leq I_z$$

Selección del dispositivo de protección más cercano: $I_n = 40 \text{ A}$

$$32.61 A \leq 40 A \leq 49 A$$

Seleccionamos un cable de 6 mm² y un dispositivo de protección de 40A.

2.4.3 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN

En una instalación eléctrica, las protecciones son elementos esenciales para salvaguardar tanto los equipos como las personas frente a posibles anomalías. Estas protecciones están diseñadas para interrumpir el suministro eléctrico cuando se detectan situaciones de sobreintensidad, sobretensión o fallos de aislamiento. La selección de los dispositivos de protección debe tener en cuenta las diferencias entre los circuitos de corriente continua (CC) y corriente alterna (CA), ya que las características de ambas son distintas.

2.4.3.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREENSIDADES

Las sobreintensidades son uno de los principales riesgos en cualquier instalación eléctrica y pueden ser provocadas por sobrecargas, cortocircuitos o incluso descargas atmosféricas. La normativa ITC-BT-22 establece que cada circuito debe estar protegido contra las sobreintensidades previstas, mediante dispositivos que desconectan el circuito en un tiempo adecuado para evitar daños en el sistema.

Para la selección de estos dispositivos, se deben cumplir las siguientes condiciones:

I_b (corriente de diseño del circuito) $\leq I_n$ (corriente nominal del dispositivo de protección) $\leq I_z$ (corriente máxima admisible del conductor).

El dispositivo debe garantizar la desconexión cuando la corriente alcance I_2 , que se puede calcular de la siguiente manera:

$I_2 = 1.45 * I_n$ para interruptores automáticos (normas UNE EN 60898 o UNE EN 61009).

$I_2 = 1.3 * I_n$ para interruptores automáticos (norma UNE EN 60947-2).

Además, los fusibles deberán seleccionarse adecuadamente, garantizando la apertura del circuito en caso de fallos y considerando las intensidades de cortocircuito según los valores especificados por las normativas correspondientes.

Como protección adicional se recomienda instalar un monitor de corriente en los puntos clave de la instalación para controlar en tiempo real la corriente que circula por los diferentes tramos. Esto permitirá detectar irregularidades y tomar medidas preventivas antes de que los dispositivos de protección se activen.

2.4.3.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Las sobretensiones transitorias pueden ocurrir debido a maniobras en la red eléctrica o descargas atmosféricas. La normativa ITC-BT-23 establece que en las instalaciones fotovoltaicas se deben instalar dispositivos de protección contra sobretensiones de categoría III, capaces de descargar el exceso de energía hacia tierra, protegiendo así los equipos sensibles como los inversores. Estos dispositivos deben tener una tensión soportada a impulso inferior a la máxima que puede soportar el equipo a proteger, minimizando el riesgo de daños por picos de tensión.

Como protección adicional se recomienda la instalación de descargadores de sobretensión permanentes diseñados para detectar y actuar ante fallos prolongados en la red eléctrica, como la desconexión del neutro.

2.4.3.3. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

La protección contra contactos eléctricos es esencial para garantizar la seguridad de las personas y los animales. Un contacto directo ocurre cuando una persona entra en contacto con una parte activa del sistema, mientras que un contacto indirecto se produce cuando, por un fallo, una superficie que normalmente no debería estar en tensión, pasa a estarlo. Para proteger contra contactos directos, se utilizan aislamientos, barreras físicas y dispositivos de corte como los interruptores diferenciales. Estos interruptores desconectan el sistema en caso de que se detecten fugas de corriente hacia tierra, evitando choques eléctricos.

Como protección adicional se recomienda la instalación de un relé de protección de aislamiento para detectar y actuar ante cualquier fallo de aislamiento, ya sea en el lado de corriente continua o en el de corriente alterna. Este dispositivo desconectará el sistema cuando la resistencia de aislamiento caiga por debajo de un umbral predefinido.

2.4.3.4. PROTECCIONES EN LA INSTALACIÓN

PARTE DE CORRIENTE CONTINUA (CC)

En la parte de corriente continua (CC) se han implementado protecciones específicas para garantizar la seguridad de la instalación fotovoltaica y del aerogenerador.

Fusibles: a la salida de cada string de paneles solares se instala un fusible de 32 A para proteger frente a sobrecargas o cortocircuitos. A la salida del aerogenerador se instala un fusible de 80 A, también dimensionado según la corriente máxima prevista. En la conexión del regulador MPPT a las baterías se instala un fusible de 125 A, y otro de 130 A en la salida de baterías hacia el inversor.

Descargadores de sobretensión (SPD): se instala un descargador de tipo II en corriente continua, que protege frente a sobretensiones transitorias provocadas por descargas atmosféricas indirectas o conmutaciones en red.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Interruptores de corte en carga (Seccionadores DC): entre los paneles y el regulador, se coloca un seccionador de 32 A, 1000 Vdc. También se instalan seccionadores de 125 A, 1000 Vdc y 80 A, 1000 Vdc en los tramos que van desde el regulador y desde el aerogenerador a las baterías respectivamente.

Protección adicional: Se recomienda, como medida adicional, el uso de disyuntores DC en zonas con alta exigencia de mantenimiento o donde sea necesario limitar la corriente de cortocircuito.

PARTE DE CORRIENTE ALTERNA (CA)

En el lado de corriente alterna, desde la salida del inversor hacia el cuadro de distribución general de la vivienda, se aplican las siguientes protecciones:

Interruptor magnetotérmico bipolar: se instala un magnetotérmico de 32 A para proteger la salida del inversor frente a sobrecargas o cortocircuitos.

Interruptor diferencial: se dispone un diferencial de 30 mA, 32 A como protección personal frente a derivaciones o contactos indirectos, cumpliendo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

Protección de red: aunque el inversor SMA Sunny Island 6.0H-13 incluye protecciones internas para desconexión por anomalías en frecuencia o tensión, se recomienda la instalación de un relé de protección de red como capa de seguridad adicional, especialmente si en el futuro se conecta a red o se amplía el sistema.

2.4.3.5 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

En una instalación fotovoltaica con almacenamiento en baterías, es importante incluir mecanismos que detecten y prevengan situaciones de sobrecalentamiento o incendios.

Detectores de temperatura: Se recomienda la instalación de detectores de temperatura en áreas cercanas al banco de baterías. Estos sensores permitirán identificar aumentos anómalos de temperatura que puedan derivar en un incendio.

Sistema de extinción de incendios: Para áreas críticas, como la sala de baterías, se sugiere la instalación de sistemas de extinción de incendios específicos para fuegos eléctricos, como extintores de dióxido de carbono o sistemas automáticos de gas inerte.

2.5 DIMENSIONADO DE LA CALEFACCIÓN

En el presente apartado, se desarrollará el cálculo de las cargas térmicas, este cálculo incluye tanto las pérdidas de calor por ventilación como por transmisión a través de los cerramientos. Para el cálculo de las pérdidas por ventilación el Código Técnico de la Edificación (CTE) establece unos caudales mínimos de ventilación en las zonas habitables de la vivienda los cuales son:

Dormitorio principal: $8l/s. = 28,8m^3/h$

Resto de dormitorios: 4l/s=14,4 m³/h

Comedor y sala de estar: 8 l/s= 28,8 m³/h

Trasteros y zonas comunes: 0,7 l/s por m² de superficie útil=2,52 m³/h por m² de superficie útil

Estos valores estándar han sido adaptados al proyecto para considerar las características y dimensiones específicas de cada estancia. En particular, el caudal de aire de renovación se ha calculado proporcionalmente al volumen de cada estancia, tomando como referencia el volumen de una estancia media, lo que permite un dimensionamiento más preciso y ajustado a la realidad del proyecto.

$$\text{Volumen base} = 15 \text{ metro}^2 \times 2.425 \text{ metro} = 36.375 \text{ metro}^3$$

Para ajustar el caudal de aire en función del volumen de cada estancia, usaremos la siguiente fórmula:

$$qV = \text{Tasa de base caudal} \times \frac{\text{Volumen de la estancia}}{\text{Volumen base}}$$

Tras el ajuste de los caudales de ventilación, se ha procedido con el cálculo de las pérdidas por transmisión las cuales se deben a la transferencia de calor a través de las envolventes de cada estancia y se ha continuado con las pérdidas por ventilación que reflejan el intercambio de aire con el exterior. Este análisis exhaustivo asegura que el sistema de climatización pueda cubrir las necesidades de calefacción y refrigeración de forma eficiente, garantizando el confort térmico en el interior del edificio.

En algunas estancias como cocina y baños, se ha excluido el cálculo de los distintos tipos de pérdidas debido a diferentes motivos como: su uso intermitente, la generación interna de calor por equipos, la ventilación constante que altera el comportamiento térmico o que el enfoque normativo no exige un confort térmico específico en estos espacios.

2.5.1 CARGAS TÉRMICAS

Cargas térmicas en DORMITORIO 1

Pérdidas por transmisión						
Elemento	Superficie (m ²)	C1	C2	ΔT (°C)	U (Kcal/h·m ² ·°C)	Q (Kcal/h)
Techo	12.08	1	1	8	0,50	48.32
Suelo	12.08	1	1	8	0,50	48.32
Muro Sur (con ventana)	7,65	1.2	1.1	16	0,85	107.20
Ventana Sur	1.5	1.2	1.1	16	3.2	84,48
Muro Este	7,76	1.1	1	16	0,85	105,60

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Tabique Interior	7,76	1	1	1	0,58	4,50
Pérdida total por transmisión						398,42

Pérdidas por ventilación	
Caudal (m ³ /h)	23,19
Pérdida total por ventilación (Kcal/h)	106,88

Tabla 2. Cálculo de cargas térmicas en dormitorio 1.

Cargas térmicas en SALA DE COMPONENTES

Pérdidas por transmisión						
Elemento	Superficie (m ²)	C1	C2	ΔT (°C)	U (Kcal/h·m ² ·°C)	Q (Kcal/h)
Techo	12.08	1	1	8	0,50	48.32
Suelo	12.08	1	1	8	0,50	48.32
Muro Sur (con ventana)	7,65	1.2	1.1	16	0,85	107.20
Ventana Sur	1.5	1.2	1.1	16	3.2	84,48
Muro Oeste	7,76	1.1	1	16	0,85	105,60
Tabique Interior	9.15	1	1	1	0,58	5.31
Pérdida total por transmisión						398,23

Pérdidas por ventilación	
Caudal (m ³ /h)	23,19
Pérdida total por ventilación (Kcal/h)	106,88

Tabla 3. Cálculo de cargas térmicas en sala de componentes.

Cargas térmicas en SALÓN COMEDOR

Pérdidas por transmisión						
Elemento	Superficie (m ²)	C1	C2	ΔT (°C)	U (Kcal/h·m ² ·°C)	Q (Kcal/h)
Techo	24,92	1	1	8	0,50	99,68
Suelo	24,92	1	1	8	0,50	99,68
Muro Norte (con ventana)	3.5	1.2	1.1	16	0,85	57.12
Ventana Norte	2.5	1.2	1.1	16	3.2	140,80
Muro Este	16.37	1.1	1	16	0,85	223,63
Pérdida total por transmisión						620,91

Pérdidas por ventilación	
Caudal (m ³ /h)	47,85
Pérdida total por ventilación (Kcal/h)	220,48

Tabla 4. Cálculo de cargas térmicas en salón comedor.

Cargas térmicas en DORMITORIO 2

Pérdidas por transmisión						
Elemento	Superficie (m ²)	C1	C2	ΔT (°C)	U (Kcal/h·m ² ·°C)	Q (Kcal/h)
Techo	13.59	1	1	8	0,50	54.36
Suelo	13.59	1	1	8	0,50	54.36
Muro Sur (con ventana)	7,65	1.2	1.1	16	0,85	107.20
Ventana Sur	1.5	1.2	1.1	16	3.2	84,48
Muro Este	8.73	1.1	1	16	0,85	118,65
Tabique Interior	8.73	1	1	1	0,58	5.06
Pérdida total por transmisión						423.11

Pérdidas por ventilación	
Caudal (m ³ /h)	26,09
Pérdida total por ventilación (Kcal/h)	120,24

Tabla 5. Cálculo de cargas térmicas en dormitorio 2.

Cargas térmicas en DORMITORIO 3

Pérdidas por transmisión						
Elemento	Superficie (m ²)	C1	C2	ΔT (°C)	U (Kcal/h·m ² ·°C)	Q (Kcal/h)
Techo	13.59	1	1	8	0,50	54.36
Suelo	13.59	1	1	8	0,50	54.36
Muro Sur (con ventana)	7,65	1.2	1.1	16	0,85	107.20
Ventana Sur	1.5	1.2	1.1	16	3.2	84,48
Muro Oeste	8.73	1.1	1	16	0,85	118,65
Tabique Interior	6.61	1	1	1	0,58	3.83
Pérdida total por transmisión						422,88

Pérdidas por ventilación	
Caudal (m ³ /h)	26,09
Pérdida total por ventilación (Kcal/h)	120,24

Tabla 6. Cálculo de cargas térmicas en dormitorio 3.

Cargas térmicas en SALA DE ESTAR 1

Pérdidas por transmisión

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Elemento	Superficie (m ²)	C1	C2	ΔT (°C)	U (Kcal/h·m ² ·°C)	Q (Kcal/h)
Techo	14,92	1	1	8	0,50	59,68
Suelo	14,92	1	1	8	0,50	59,68
Muro Oeste	9.58	1.1	1	16	0,85	130,79
Muro Norte (con ventana)	7.15	1.2	1.1	16	0,85	97.32
Ventana Norte	2.0	1.2	1.1	16	3.2	112,64
Pérdida total por transmisión						459.01

Pérdidas por ventilación	
Caudal (m ³ /h)	28,64
Pérdida total por ventilación (Kcal/h)	132

Tabla 7. Cálculo de cargas térmicas en sala de estar 1.

Cargas térmicas en DORMITORIO 4

Pérdidas por transmisión						
Elemento	Superficie (m ²)	C1	C2	ΔT (°C)	U (Kcal/h·m ² ·°C)	Q (Kcal/h)
Techo	17,74	1	1	8	0.	70,96
Suelo	17,74	1	1	8	0,50	70,96
Muro Oeste (con ventana)	9,90	1.1	1	16	0,85	134,64
Ventana Oeste	1.5	1.1	1	16	3.2	84,48
Muro Norte	9.15	1.2	1	16	0,85	124,20
Muro Este	11.40	1.1	1	16	0,85	155.04
Pérdida total por transmisión						640.28

Pérdidas por ventilación	
Caudal (m ³ /h)	34,06
Pérdida total por ventilación (Kcal/h)	156,95

Tabla 8. Cálculo de cargas térmicas en dormitorio 4.

Cargas térmicas en SALA DE ESTAR 2

Pérdidas por transmisión						
Elemento	Superficie (m ²)	C1	C2	ΔT (°C)	U (Kcal/h·m ² ·°C)	Q (Kcal/h)
Techo	32,73	1	1	8	0,50	130,92
Suelo	32,73	1	1	8	0,50	130,92
Muro Este	10.31	1.1	1	16	0,85	140.21

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Muro Sur (con ventana)	15.67	1.2	1.1	16	0,85	178,99
Ventana Sur	3.0	1.2	1.1	16	3.2	168,96
Muro Oeste	10.31	1.1	1	16	0,85	140.21
Pérdida total por transmisión						890.21

Pérdidas por ventilación	
Caudal (m ³ /h)	62,84
Pérdida total por ventilación (Kcal/h)	289,57

Tabla 9. Cálculo de cargas térmicas en sala de estar 2.

Cargas térmicas en DORMITORIO 5

Pérdidas por transmisión						
Elemento	Superficie (m ²)	C1	C2	ΔT (°C)	U (Kcal/h·m ² ·°C)	Q (Kcal/h)
Techo	11.33	1	1	8	0,50	45.32
Suelo	11.33	1	1	8	0,50	45.32
Muro Oeste	7.28	1.1	1	16	0,85	99,20
Muro Norte (con ventana)	7,65	1.2	1.1	16	0,85	104.04
Ventana Norte	1.5	1.2	1.1	16	3.2	84,48
Tabique Interior	7.28	1	1	1	0,58	4.22
Pérdida total por transmisión						382,58

Pérdidas por ventilación	
Caudal (m ³ /h)	10,88
Pérdida total por ventilación (Kcal/h)	50,12

Tabla 10. Cálculo de cargas térmicas en dormitorio 5.

Cargas térmicas en DORMITORIO 6

Pérdidas por transmisión						
Elemento	Superficie (m ²)	C1	C2	ΔT (°C)	U (Kcal/h·m ² ·°C)	Q (Kcal/h)
Techo	11.33	1	1	8	0,50	45.32
Suelo	11.33	1	1	8	0,50	45.32
Muro Norte (con ventana)	7,65	1.2	1.1	16	0,85	104.04
Ventana Norte	1.5	1.2	1.1	16	3.2	84,48
Muro Este	7.28	1.1	1	16	0,85	99,20
Pérdida total por transmisión						378.36

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Pérdidas por ventilación	
Caudal (m³/h)	10,88
Pérdida total por ventilación (Kcal/h)	50,12

Tabla 11. Cálculo de cargas térmicas en dormitorio 6.

Pérdidas totales

Estancia	Pérdidas por Ventilación (Kcal/h)	Pérdidas por Transmisión (Kcal/h)	Pérdidas Totales (Kcal/h)
Dormitorio 1	132.71	398.42	531,13
Sala de Componentes	140.27	398.23	538,50
Salón Comedor	220.48	620.91	841,39
Dormitorio 2	120.24	423.11	543,35
Dormitorio 3	120.24	422.88	543,12
Sala de Estar 1	132.00	459.01	591,01
Dormitorio 4	156.95	640.28	797,23
Sala de Estar 2	289.57	890.21	1179,78
Dormitorio 5	66.36	382.58	448,94
Dormitorio 6	66.36	378.36	444,72
Pérdidas totales			6.459,17

Tabla 12. Resumen de pérdidas totales.

Si obtenemos la carga térmica total, resulta en un valor de 6459,17 Kcal/h, como el sistema de aerotermia escogido tiene una potencia nominal de calefacción de 7,5 kW con un COP de hasta 4,3, concluimos que el sistema de aerotermia escogido será suficiente para cubrir las necesidades de calefacción del proyecto.

3. PRESUPUESTO

Capítulo 1: Equipos de la instalación fotovoltaica y eólica

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Descripción	Unidad	Cant	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Módulo FV monocristalino Canadian Solar HiKu CS3N-450MS	Ud.	14	200 €	2.800 €
Aerogenerador BORNAY Wind 25,2+ 3kW	Ud.	1	4000 €	4.000 €
Regulador solar Victron MPPT 250/85	Ud.	1	600 €	600 €
Regulador eólico MidNite Solar Classic 150	Ud.	1	800 €	800 €
Inversor híbrido SMA Sunny Island 6.0H-13	Ud.	1	1800 €	1.800 €
Baterías Pylontech H48050 12,8 kWh	Ud.	12	1500 €	18.000 €
Sistema de aerotermia Mitsubishi Electric Ecodan PUAZ-SW75VHA	Ud.	1	3.400 €	3.400 €
Estructura de soporte paneles (14 módulos)	Ud.	1	1.200 €	1.200 €
Cuadro de distribución	Ud.	1	800 €	800 €
Total Capítulo 1	33.400 €			
Capítulo 2: Cableado				
Descripción	Unidad	Cant	Precio unitario (€/m)	Precio total (€)
Cable 4 mm ² unipolar H1Z2Z2-K 1.8 kV CC	m	50	0,50 €	25 €
Cable 6 mm ² unipolar RZ1-K 0.6/1 kV	m	100	0,8 €	80 €
Cable 10 mm ² unipolar H1Z2Z2-K 1.8 kV CC	m	10	2,5 €	25 €
Cable 70 mm ² unipolar RZ1-K 0.6/1 kV	m	8	7 €	56 €
Cable 95 mm ² unipolar RZ1-K 0.6/1 kV	m	5	10	50
Tubo corrugado ø16 mm, ø25 mm, ø40mm, ø50 mm	m	100	2 €	200 €
Total Capítulo 2	436 €			

Capítulo 3: Protecciones				
Descripción	Unidad	Cant	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Bases portafusibles 1000V CC	Ud.	6	3 €	18 €
Fusibles 32-130 A, 1000V CC	Ud.	6	5 €	30 €
Dispositivo de protección contra sobretensiones 1000V DC Tipo II	Ud.	1	50 €	50 €
Interruptor diferencial 25A, 30 mA Clase A	Ud.	6	30 €	180 €
Interruptor diferencial 32A, 30 mA Clase A	Ud.	1	30 €	30 €
Seccionador DC 32A 1000V	Ud.	1	40 €	40 €
Seccionador DC 125A 1000V	Ud.	1	115 €	115 €
Seccionador DC 80A 1000V	Ud.	1	90 €	90 €
Seccionador DC 160A 1000V	Ud.	1	130 €	130 €
Interruptor magnetotérmico bipolar 10A	Ud.	6	6€	36€
Interruptor magnetotérmico bipolar 16A	Ud.	7	8€	56€
Interruptor magnetotérmico bipolar 32A	Ud.	1	10€	10€
Interruptor magnetotérmico tetrapolar 25A	Ud.	2	30€	60
Total Capítulo 3	845 €			
Resumen				
Capítulo			Precio total (€)	
Capítulo 1: Equipos de la instalación fotovoltaica y eólica			33.400 €	
Capítulo 2: Cableado			436 €	
Capítulo 3: Protecciones			845 €	
Total coste de ejecución material			34.681 €	
Estudio de seguridad y salud (2%)			693,6 €	
Estudio de gestión de residuos (1%)			346,8 €	
Total presupuesto de ejecución material			35.721,4 €	
Gastos generales (13%)			4.643,8 €	
Beneficio industrial (6%)			2.143,3 €	
IVA (21%)			8.926,8 €	
Total presupuesto de ejecución por contrata			51.435 €	

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Honorarios profesionales	
Redacción del Proyecto	1000 €
Dirección de obra	500 €
IVA(21%)	315
Total honorarios profesionales	1.815 €
Presupuesto total de la instalación	53.250€

Tabla 13. Presupuesto.

4. ANEXOS

4.1 CÁLCULO DE PRODUCCIÓN VS CONSUMO

Producción vs Consumo						
Mes	Consumo diario (kWh)	Radiación solar diaria (kWh/m²)	Velocidad del viento (m/s)	Producción fotovoltaica diaria (kWh)	Producción eólica diaria (kWh)	Producción total diaria (kWh)
Enero	33,645	2,63	5	14,23	14,4	28,63
Febrero	33,645	3,55	5,2	16,52	15,3	31,82
Marzo	33,645	4,6	5,5	22,18	18,2	40,38
Abril	33,645	5,6	6	27,31	22,1	49,41
Mayo	33,645	6,5	6,2	31,28	24,3	55,58
Junio	33,645	7	6,5	34,3	25,2	59,5
Julio	33,645	6,8	6,5	33,56	25,2	58,76
Agosto	33,645	6,2	6,2	31,25	24,3	55,55
Septiembre	33,645	5,2	6	26,2	22,1	48,3
Octubre	33,645	3,9	5,5	19,65	18,2	37,85
Noviembre	33,645	2,8	5,2	15,11	15,2	30,31
Diciembre	33,645	2,4	5	14,3	14,4	28,70

Tabla 14. Comparación producción y consumo.

Aunque en algunos meses la producción diaria de energía no supera el consumo energético de la vivienda, la instalación estará cubierta gracias al sistema de almacenamiento mediante baterías. Los datos utilizados para este análisis se han obtenido de herramientas especializadas como PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), que proporciona estimaciones precisas de irradiación solar para la ubicación específica del proyecto y de valores promedio documentados para velocidades de viento. Estas fuentes permiten dimensionar de manera adecuada la generación fotovoltaica y

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

eólica, asegurando que, en conjunto con las baterías, se garantice la autonomía energética incluso durante los meses con menor generación renovable.

El análisis demuestra que, gracias a esta combinación de tecnologías, el sistema es capaz de almacenar excedentes energéticos durante los meses de mayor producción, compensando los déficits en los periodos con menor disponibilidad de recursos. Esto asegura un suministro continuo y confiable para cubrir las necesidades energéticas de la vivienda.

4.2 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

4.2.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

4.2.1.1 OBJETO

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se redacta conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se fijan las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables en obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

El objetivo principal de este estudio es constituir el documento de referencia sobre el que el contratista deberá desarrollar el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual se analizarán, desarrollarán y complementarán las medidas aquí previstas, considerando su propio método de ejecución, las condiciones específicas del entorno y la secuencia prevista de los trabajos.

4.2.1.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la ejecución de una instalación energética autónoma, combinando generación solar fotovoltaica y energía eólica, destinada a suministrar electricidad a una vivienda unifamiliar aislada sin acceso a la red de distribución. La instalación se compone de un generador fotovoltaico formado por módulos solares montados sobre estructura metálica anclada al terreno. La energía generada en corriente continua se convierte en corriente alterna mediante un inversor híbrido, que gestiona además el almacenamiento en baterías y la integración con el aerogenerador.

El sistema incorpora protecciones eléctricas en cada etapa del proceso: interruptores automáticos, seccionadores, fusibles, protecciones contra sobretensiones, diferenciales y puestas a tierra. Asimismo, se ha previsto el cumplimiento de los requisitos de aislamiento eléctrico clase II en los equipos principales (módulos, inversor, aerogenerador) así como en todos los elementos del sistema (cableado, armarios, cajas de conexión...).

La instalación se diseña con el objetivo de garantizar en todo momento la seguridad de los operarios durante su ejecución y mantenimiento, la fiabilidad del suministro energético para la vivienda y la prevención de fallos eléctricos que puedan comprometer la integridad de la instalación o de los ocupantes de la edificación.

4.2.1.3 EMPLAZAMIENTO

La instalación objeto del presente proyecto se ubica en una parcela rural situada en la Partida de Ferriol, dentro del término municipal de Elche (Alicante), concretamente en la parcela 23 del polígono 171. La zona se caracteriza por un entorno agrícola y de monte bajo, con presencia de vegetación natural y caminos de acceso de tierra. Se trata de una vivienda unifamiliar aislada, sin conexión a la red eléctrica, lo cual hace imprescindible la generación autónoma de energía mediante fuentes renovables.

4.2.1.4 CLIMATOLOGÍA

La localización presenta un clima mediterráneo semiárido, con temperaturas moderadas en invierno y veranos cálidos. La media de horas de sol diarias es elevada, lo que hace viable el aprovechamiento de la energía solar. En cuanto al régimen de vientos, predominan vientos de componente este y sureste, con presencia ocasional de rachas fuertes, especialmente en las estaciones intermedias, lo cual condiciona la planificación de ciertos trabajos en altura, como el izado del aerogenerador y el montaje de estructuras metálicas. Estos factores climáticos deben ser tenidos en cuenta al definir las medidas preventivas y las condiciones de trabajo seguras.

4.2.1.5 ACCESOS Y VALLADO

Previo al inicio de las labores en el emplazamiento, se procederá a instalar un vallado provisional que delimite claramente el perímetro de la zona de obra. Este cerramiento tendrá como finalidad principal impedir el acceso no autorizado de personas ajenas a los trabajos y contribuir así a mantener un entorno controlado y seguro. Los accesos habilitados tanto para el tránsito de personal como para la entrada de materiales estarán debidamente señalizados mediante cartelería normalizada. En dichos puntos de acceso se colocarán, en lugar visible, avisos que prohíban la entrada a toda persona no autorizada, de acuerdo con la normativa de prevención de riesgos laborales.

4.2.1.6 INTERVERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

Dado que la instalación se llevará a cabo en una finca de uso exclusivo para la vivienda objeto del proyecto, no se prevén interferencias externas durante la ejecución de la obra. Las únicas posibles interferencias serían internas, derivadas de la simultaneidad de trabajos entre distintas fases del proyecto, como pueden ser la obra civil, el montaje de la estructura fotovoltaica o la instalación del aerogenerador. En caso de detectarse la presencia de servicios enterrados o elementos existentes susceptibles de verse afectados (como canalizaciones o conducciones), estos se señalarán de forma clara, se protegerán con los medios adecuados y, si fuera necesario, se establecerá contacto con el titular o responsable del servicio afectado. En situaciones de riesgo, se valorará la interrupción temporal del suministro hasta garantizar condiciones de seguridad para los trabajadores.

4.2.1.7 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El suministro eléctrico para las fases de ejecución de la obra correrá a cargo de la Propiedad, siempre que exista posibilidad técnica de establecer una acometida temporal en la parcela. En el caso de que esta conexión no sea factible debido a la ubicación aislada del emplazamiento, corresponderá al contratista prever y dotar de los medios alternativos necesarios —como grupos electrógenos o sistemas portátiles de generación— para garantizar el abastecimiento eléctrico desde el primer día de obra.

4.2.1.8 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

Se consultará a la Propiedad acerca de la disponibilidad de una acometida o punto de conexión de agua en el área de trabajo. Si la parcela dispone de conexión al suministro de agua o de un pozo autorizado, se utilizará como fuente principal. En caso contrario, será el contratista quien deba asegurar el abastecimiento externo mediante depósitos, cisternas o sistemas equivalentes, que garanticen el acceso a agua potable durante toda la ejecución de la obra.

4.2.1.9 VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES

Desde el comienzo de los trabajos, se habilitará una fosa séptica portátil o sistema de saneamiento equivalente, dimensionado en función del número de trabajadores y la duración estimada de la obra. Esta instalación servirá para canalizar las aguas residuales generadas en los servicios higiénicos provisionales dispuestos en la obra, cumpliendo en todo momento con las disposiciones establecidas por las autoridades sanitarias y ambientales.

4.2.2 ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN

Con el fin de identificar y establecer las medidas preventivas necesarias para minimizar los riesgos laborales asociados a la ejecución del presente proyecto, se ha procedido a dividir los trabajos en especialidades técnicas o unidades constructivas. Estas se organizan en torno a dos bloques fundamentales: las actividades correspondientes a la obra civil y aquellas relativas al montaje e instalación de los sistemas fotovoltaico y eólico. Asimismo, se incluyen los medios auxiliares y equipos técnicos necesarios para llevar a cabo dichos trabajos.

Este análisis preliminar de riesgos puede ser ampliado o adaptado posteriormente por cada contratista adjudicatario en su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, teniendo en cuenta el método constructivo específico que se utilice, los recursos humanos y materiales asignados, y las condiciones particulares del entorno en el momento de ejecución.

4.2.2.1 OBRA CIVIL

En el contexto de este proyecto, se considerará obra civil toda aquella intervención relacionada con:

- La apertura de zanjas y canalizaciones para el tendido de líneas eléctricas subterráneas.
- Las excavaciones para el montaje de la cimentación del aerogenerador y de las estructuras fotovoltaicas.
- El acondicionamiento de los accesos y caminos internos.
- Cualquier infraestructura auxiliar necesaria para el correcto funcionamiento del sistema, como registros eléctricos, cimentaciones puntuales o bases de anclaje.

4.2.2.1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Dentro de esta fase se agrupan las siguientes actividades:

- Desbroce y limpieza superficial del terreno.
- Apertura de zanjas y excavaciones puntuales.
- Rellenos compactados.
- Ejecución de cimentaciones superficiales o semiprofundas (bloques de hormigón armado).
- Colocación de armaduras y vertido de hormigón.
- Compactación y recuperación del terreno.

Riesgos asociados a estas actividades.

- Caídas al mismo nivel, derivadas de suelos irregulares, resbaladizos o con obstáculos.
- Caídas a distinto nivel, especialmente en el interior de zanjas y fosos sin protección.
- Caída de objetos por desplome de tierras o desprendimientos en taludes mal estabilizados.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Caídas de herramientas o materiales durante su manipulación.
- Golpes o atrapamientos por caída de objetos mal apilados o sin sujeción.
- Atrapamiento por maquinaria de movimiento de tierras (retroexcavadoras, palas cargadoras).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas en pendientes o terrenos inestables.
- Sobreesfuerzos durante la carga o descarga manual de materiales.
- Atropellos o colisiones con vehículos de obra en circulación.
- Pisadas sobre materiales punzantes o irregulares.
- Exposición a polvo, vibraciones y ruidos generados por maquinaria pesada.
- Condiciones climáticas adversas que dificulten el trabajo seguro (viento fuerte, lluvia).

Medidas preventivas.

- Señalización de zanjas abiertas y protección mediante barandillas o balizas.
- Control de estabilidad de los taludes mediante entibación o taludado adecuado.
- Mantenimiento de caminos de obra estables, compactados y sin obstáculos.
- Planificación de itinerarios para vehículos y peatones bien diferenciados.
- Formación específica para operadores de maquinaria pesada.
- Uso obligatorio de EPI: casco, botas con puntera de seguridad, guantes, chaleco reflectante, protección auditiva y mascarilla antipolvo si procede.
- Control de acceso a las zonas de excavación y señalización de los radios de trabajo de las máquinas.
- Supervisión continua de condiciones meteorológicas antes de ejecutar tareas de riesgo.
- Contactos eléctricos con instalaciones subterráneas no identificadas.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Exposición continuada al ruido generado por maquinaria pesada.
- Proyección de fragmentos o partículas al operar herramientas manuales o mecánicas.
- Choques o golpes contra elementos fijos del entorno (muros, árboles, estructuras existentes).

Medidas de prevención a aplicar.

Para mitigar los riesgos anteriormente descritos, se adoptarán las siguientes medidas de prevención, las cuales deberán ser reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud del contratista y supervisadas por el Coordinador de Seguridad:

- Inspección inicial del terreno: Antes del inicio de cualquier trabajo, se inspeccionará minuciosamente la zona de intervención para detectar grietas, zonas inestables o movimientos del terreno que pudieran comprometer la seguridad de las excavaciones.
- Vallado perimetral: En caso necesario, se instalará un vallado de obra adecuado alrededor del área de actuación para impedir el acceso no autorizado y proteger a los viandantes.
- Zonas de exclusión: Queda terminantemente prohibido situarse dentro del radio de acción de la maquinaria de excavación en movimiento. Este perímetro deberá estar claramente señalizado.
- Protección frente a derrumbes: Se aplicarán las medidas necesarias para prevenir desplomes de tierras, considerando las características del terreno, la profundidad de las zanjas y el procedimiento constructivo utilizado.
- Señalización de excavaciones: Todas las zanjas y excavaciones se señalizarán perimetralmente. Cuando superen los 2 metros de profundidad, deberán contar con sistemas de protección rígidos como barandillas metálicas estables y resistentes.
- Gestión de aguas: En caso de que se detecte acumulación de agua en la excavación, se procederá de inmediato a su achique para evitar el reblandecimiento del terreno y los riesgos asociados a la pérdida de estabilidad.
- Entibaciones obligatorias: Para excavaciones superiores a 1,5 metros de profundidad, o cuando la naturaleza del terreno lo requiera, se llevará a cabo la entibación de las paredes laterales. No se permitirá la realización de trabajos

dentro de dichas zonas hasta completar esta medida de protección.

- Estabilidad de las entibaciones: Se detendrán los trabajos si se observa que las entibaciones instaladas no garantizan su estabilidad. No se reanudarán las tareas hasta reforzar adecuadamente la estructura.
- Trabajos en proximidad a postes o conducciones: Quedarán prohibidos los trabajos cercanos a postes eléctricos, telefónicos o similares si no se ha verificado previamente su estabilidad. En estos casos, se tomará contacto con la compañía titular para evaluar posibles interferencias.
- Eliminación de vegetación inestable: Se procederá a la retirada de raíces expuestas, árboles o arbustos que hayan perdido su estabilidad a consecuencia de los trabajos de excavación.
- Vigilancia tras condiciones meteorológicas adversas: Tras lluvias intensas, heladas o interrupciones prolongadas de la obra, se deberá inspeccionar la estabilidad de las paredes de la excavación antes de reanudar cualquier tarea.
- Servicios subterráneos imprevistos: Si durante la excavación se localizan conducciones no previstas en los planos (agua, electricidad, telecomunicaciones), se paralizarán inmediatamente los trabajos y se notificará a la Dirección Facultativa para determinar las acciones a seguir.
- Restricciones en el acopio de tierras: No se permitirá el acopio de tierras ni materiales a menos de 2 metros del borde de la excavación, con el fin de evitar sobrecargas y posibles deslizamientos.
- Orden y limpieza: Queda prohibido almacenar materiales en zonas de paso o tránsito. Se deberá mantener despejado el itinerario habitual de trabajadores y vehículos.
- Circulación de vehículos: La maquinaria pesada no podrá aproximarse a menos de 4 metros del borde de las excavaciones, salvo que existan medidas de contención que garanticen la estabilidad del terreno.

Equipos de Protección Individual a Utilizar (EPI).

En todas las fases correspondientes a los trabajos de obra civil y cimentación se exigirá el uso obligatorio de Equipos de Protección Individual (EPIs) adecuados, que deberán cumplir con la normativa vigente (Reglamento UE 2016/425 y normas UNE-EN correspondientes). Se aplicarán, como mínimo, los siguientes elementos:

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Casco de seguridad homologado, diseñado para proteger frente a impactos y golpes en la cabeza, especialmente en zonas de trabajo con riesgo de caída de objetos o proyección de materiales.
- Gafas de protección ocular, para evitar lesiones derivadas de la proyección de fragmentos, partículas sólidas o salpicaduras de polvo.
- Mascarillas de protección respiratoria, tipo FFP2 o superior, para ambientes con concentración significativa de polvo (ambientes pulvígenos) durante trabajos de excavación, manipulación de materiales secos o vertido de áridos.
- Guantes de trabajo, específicos para la tarea a realizar, que protejan frente a cortes, abrasiones o contacto con materiales rugosos.
- Protectores auditivos (orejeras o tapones), de uso obligatorio en presencia de niveles de ruido superiores a los establecidos por el Real Decreto 286/2006, como ocurre durante la operación de martillos neumáticos o maquinaria de compactación.
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante, que proporcione estabilidad en terrenos irregulares y protección frente a golpes o pisadas sobre objetos cortantes.
- Ropa de trabajo resistente y adaptada a condiciones climatológicas adversas, incluyendo ropa impermeable, térmica o de alta visibilidad si fuera necesario, en función del entorno y la época del año.

4.2.2.1.2 TRABAJOS DE ALBAÑILERÍA

Esta actividad abarca trabajos menores asociados a la construcción de pequeños elementos auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación, como pueden ser muretes de contención, cerramientos perimetrales, canaletas, apoyos para estructuras o bases de apoyo prefabricadas para equipos eléctricos.

Riesgos asociados a esta actividad.

- Caídas al mismo nivel, debido a suelos irregulares, presencia de residuos o restos de materiales.
- Caídas a distinto nivel en trabajos sobre estructuras o plataformas.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Caídas de objetos durante la manipulación de piezas, herramientas o elementos prefabricados.
- Caída de materiales desprendidos desde zonas elevadas.
- Pisadas sobre clavos, áridos, bloques u objetos dispersos.
- Golpes o cortes derivados de la manipulación de herramientas o elementos metálicos de la estructura.
- Sobreesfuerzos físicos causados por el levantamiento o transporte manual de módulos, cables o componentes pesados.
- Contactos eléctricos durante operaciones de conexión, pruebas de tensión o verificación de continuidad.
- Proyección de fragmentos o partículas durante el taladrado, corte o fijación de estructuras.

Medidas de prevención a aplicar.

- Verificación previa de medios auxiliares: Al inicio de cada jornada se deberá comprobar el estado y funcionamiento de todos los medios auxiliares (andamios, plataformas elevadoras, escaleras, herramientas eléctricas...), asegurando que cumplen con los requisitos de seguridad exigidos y que no presentan defectos.
- Iluminación adecuada de zonas de trabajo: Las áreas en las que se ejecuten trabajos deberán estar correctamente iluminadas. En caso contrario, se instalarán puntos de luz adicionales equipados con rejillas de protección y alimentados a una tensión máxima de 24 voltios, conforme a la normativa de baja tensión en obras.
- Carga, descarga y transporte de materiales: Estas operaciones, ya se realicen de forma manual o mecánica, se ejecutarán siguiendo los procedimientos técnicos seguros definidos por el contratista y adaptados al tipo de carga, distancia, peso y condiciones del terreno.
- Montaje de medios auxiliares: Los medios auxiliares empleados se instalarán únicamente por personal autorizado, siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante y las recomendaciones establecidas en el Plan de Seguridad y Salud.
- Uso correcto de herramientas cortantes: El empleo de herramientas que supongan riesgo de corte (amoladoras, cúter, cizallas...) deberá realizarse con especial atención, utilizando los EPIs adecuados y respetando las recomendaciones de uso

seguro de cada equipo.

- Orden y limpieza de la obra: Las zonas de montaje deberán mantenerse permanentemente despejadas, limpias y correctamente señalizadas. Del mismo modo, los espacios destinados al almacenamiento de material deberán organizarse para evitar caídas de objetos, obstrucciones o accidentes por tropiezo.
- Prevención de caídas de objetos en altura: En tareas de colocación de elementos en altura (por ejemplo, peldaños, rodapiés o conexiones en mástil del aerogenerador), se acotarán y señalizarán los niveles inferiores, prohibiendo el paso de personal por dichas zonas mientras duren los trabajos.
- Uso seguro de máquinas-herramientas: Todas las herramientas eléctricas o mecánicas deberán cumplir con sus respectivas instrucciones de seguridad, estar homologadas, y ser utilizadas exclusivamente por operarios formados en su manejo.

Equipos de Protección Individual a Utilizar (EPI).

Durante la fase de montaje, todos los operarios deberán portar los siguientes EPIs:

- Casco de seguridad homologado, resistente a impactos y con barboquejo en caso de trabajos en altura o con riesgo de vuelco.
- Gafas de protección frente a ambientes polvorientos, así como frente a partículas proyectadas durante operaciones de corte, perforación o fijación mecánica.
- Guantes de protección adecuados al tipo de trabajo (anticorte, dieléctricos, resistentes a abrasión...).
- Botas de seguridad, con puntera metálica, plantilla interior reforzada y suela antideslizante, especialmente en zonas de terreno suelto o con elementos punzantes.
- Bolsa portaherramientas, que permita portar y asegurar utensilios y pequeños componentes sin riesgo de caída.
- Ropa de trabajo adaptada al entorno climático, con propiedades térmicas o impermeables en función de las condiciones meteorológicas del emplazamiento.

4.2.2.2 MONTAJE

El montaje incluirá la integración de todos los elementos que componen la instalación híbrida de generación de energía, tanto solar como eólica. En esta fase se ejecutarán tareas como:

- Instalación de estructuras metálicas para el soporte de los módulos fotovoltaicos.
- Fijación y conexionado de los paneles solares.
- Montaje y elevación del aerogenerador sobre torre tubular.
- Instalación de canalizaciones enterradas y tendido de conductores.
- Conexionado eléctrico en la estancia técnica (inversor, regulador, sistema de acumulación, protecciones).
- Montaje de cuadros eléctricos, puesta a tierra, y pruebas de verificación de continuidad y polaridad.
- Colocación de proyectores, tomas exteriores o puntos de alumbrado.

Estas tareas implican una elevada coordinación entre disciplinas (eléctrica, mecánica, obra civil), por lo que se establecerá una planificación detallada, en la que se priorizará la eliminación de riesgos desde el diseño, el uso de medios auxiliares adecuados, y la correcta formación e información de los trabajadores implicados.

4.2.2.2.1 MONTAJE DE PANELES FOTOVOLTAICOS

La instalación de los módulos solares fotovoltaicos se llevará a cabo sobre la estructura metálica previamente fijada al terreno, la cual servirá como soporte estático. Dicha estructura se compone de perfiles de acero galvanizado anclados mediante cimentaciones puntuales de hormigón o sistemas prefabricados, según lo establecido en el proyecto.

La fijación de los paneles se realizará mediante el uso de tornillería de acero inoxidable (tornillos, tuercas y grapas de fijación), empleando herramientas manuales o eléctricas apropiadas y debidamente revisadas. En este caso particular, al tratarse de una estructura fija instalada directamente sobre el terreno, los módulos serán colocados uno a uno sobre los perfiles estructurales ya montados.

Se emplearán plataformas o escaleras certificadas, así como arneses con sujeción a línea de vida en caso de trabajos a altura superior a 2 metros, asegurando en todo momento la protección contra caídas durante el posicionamiento y anclaje de los módulos.

Durante el montaje se extremarán las precauciones para evitar el deterioro del vidrio y el marco de los paneles, manipulándolos mediante asas o sistemas de elevación que no ejerzan presión sobre su superficie activa. Asimismo, se tendrá especial cuidado con los conectores eléctricos tipo MC4, que deberán protegerse durante toda la instalación para evitar contaminación por polvo o humedad antes del conexionado final.

4.2.2.2.2 MONTAJE DEL INVERSOR

El inversor se instalará en el interior de una estancia, concebida como punto central de gestión del sistema energético. En dicha ubicación se albergarán no solo los inversores, sino también los reguladores de carga, dispositivos de monitorización, protecciones eléctricas y, en su caso, los elementos del sistema de acumulación (baterías).

Dependiendo del diseño del sistema y las condiciones del emplazamiento, los inversores podrían ubicarse también en soportes metálicos fijados directamente al suelo, al abrigo de la estructura fotovoltaica o del mástil del aerogenerador, siempre y cuando cuenten con una envolvente adecuada al grado de protección requerido (IP65 mínimo).

El montaje comprenderá tanto la fijación mecánica de los equipos como su conexionado eléctrico, incluyendo la interconexión de entradas de corriente continua procedentes del campo fotovoltaico, salidas de corriente alterna hacia el sistema de distribución interior, y el enlace con el sistema de monitorización remota. Todas estas operaciones se realizarán con los equipos desconectados y verificada la ausencia de tensión, utilizando herramientas aisladas y guantes dieléctricos homologados.

4.2.2.2.3 RED DE TIERRAS

Se procederá a la ejecución e instalación de la red de puesta a tierra conforme a lo establecido en la memoria técnica del proyecto. Esta red estará compuesta por conductores de cobre desnudo, picas de acero-cobre y elementos de enlace que garanticen la continuidad eléctrica de todas las masas metálicas expuestas.

Los elementos a conectar a la red de tierras incluirán:

- Las estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos.
- El bastidor o mástil del aerogenerador.
- Las carcasas metálicas de inversores, cuadros eléctricos y protecciones.
- La instalación de alumbrado exterior (proyectores, columnas, farolas).
- Las masas metálicas accesibles en la estancia técnica.

El conexionado se realizará mediante terminales de compresión o tornillería inox con tratamiento anticorrosión. Una vez finalizado el sistema de tierras, se comprobará su resistencia mediante los ensayos pertinentes (medida de resistencia de puesta a tierra), conforme al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).

4.2.2.2.4 MONTAJE DEL AEROGENERADOR

El aerogenerador previsto en este proyecto constituye un elemento complementario al sistema fotovoltaico, permitiendo la producción de energía eléctrica en condiciones de baja irradiación solar o durante horas nocturnas. Su instalación se llevará a cabo sobre una torre tubular metálica de 6 metros de altura, anclada al terreno mediante cimentación de hormigón armado, previamente ejecutada.

El proceso de montaje se desarrollará en varias fases diferenciadas. En primer lugar, se instalará el mástil, que podrá estar formado por uno o varios tramos, los cuales se ensamblarán y fijarán con tornillería de alta resistencia. Posteriormente, se procederá a la elevación de la góndola —que contiene el generador y el sistema de orientación— mediante medios de izado adecuados (grúa o cabestrante manual/mecánico), y a continuación, se montará el rotor, compuesto por el buje y las palas, siguiendo las instrucciones técnicas del fabricante.

Las tareas de izado y fijación en altura implicarán el uso obligatorio de sistemas anticaídas (arnés con doble cabo, línea de vida y puntos de anclaje certificados). Además, se establecerá un perímetro de seguridad alrededor del área de trabajo, delimitando la zona de riesgo durante las maniobras de montaje.

Una vez montado el conjunto mecánico, se procederá al tendido del cableado interno desde la góndola hasta la base del mástil y su posterior conexión con los equipos situados en la estancia técnica. Esta fase incluirá también la instalación de los dispositivos de protección eléctrica, frenado mecánico y sistema de puesta a tierra del aerogenerador, que será conectado a la red de tierras general de la instalación.

4.2.2.2.5 RIESGOS ASOCIADOS A LA FASE DE MONTAJE

Durante la fase de montaje, además de los riesgos específicos asociados a cada tarea concreta, existen una serie de riesgos transversales derivados de la manipulación de materiales, uso de equipos auxiliares, trabajos en altura, en proximidad a elementos en tensión etc. Estos riesgos, comunes a distintos momentos de la ejecución, deben ser objeto de un análisis detallado y de la aplicación de medidas preventivas específicas que garanticen la seguridad de todos los trabajadores implicados. En los siguientes apartados se describen los principales riesgos identificados y las medidas a adoptar en cada caso.

4.2.2.2.5.1 MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

Dentro de las tareas comprendidas en la ejecución de la instalación híbrida, tanto fotovoltaica como eólica, se llevarán a cabo diversas operaciones de carga, descarga, transporte y colocación de elementos que requieren manipulación manual. Estas actividades incluyen el desplazamiento de módulos solares, componentes del aerogenerador, bobinas de cable, cuadros eléctricos, estructuras metálicas y otros elementos auxiliares o prefabricados.

Se entiende por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores —levantamiento, colocación, empuje, tracción o desplazamiento— que, debido a su peso, volumen o condiciones ergonómicas desfavorables, pueda suponer un riesgo para la salud, especialmente para la región dorsolumbar.

Riesgos asociados a esta actividad.

- Caídas al mismo nivel, por pérdida de equilibrio o tropiezos durante la manipulación.
- Caídas a distinto nivel, al trabajar en superficies irregulares o con desnivel.
- Caídas de objetos durante el agarre o transporte.
- Pisadas sobre materiales, herramientas o irregularidades del terreno.
- Choques contra obstáculos o estructuras fijas.
- Golpes con herramientas o materiales durante el manejo.
- Sobreesfuerzos musculares, principalmente en espalda, brazos y hombros.

Medidas de prevención a aplicar.

- Técnica correcta de levantamiento: El operario deberá aproximarse lo máximo posible a la carga, alineando su centro de gravedad con el de la carga. Los pies deben situarse separados, ligeramente adelantados y enmarcando la carga. La espalda debe mantenerse recta, evitando flexiones, y la carga debe mantenerse pegada al cuerpo.
- Uso de la musculatura adecuada: Se emplearán los músculos de piernas y muslos para iniciar el levantamiento. Se recomienda flexionar las rodillas sin llegar a sentarse sobre los talones, manteniendo un ángulo superior a 90° entre muslo y

pantorrilla. El empuje inicial se realizará con las piernas, no con la espalda ni los brazos.

- Evitar torsiones: No se deben girar el tronco ni la cintura mientras se eleva una carga. En su lugar, debe rotarse todo el cuerpo desplazando los pies o bien orientarse previamente hacia la dirección de transporte.
- Aprovechamiento del impulso: En operaciones de elevación que implican varios movimientos (por ejemplo, levantar una caja hasta el hombro), se encadenarán las acciones sin pausas intermedias, aprovechando el impulso generado.
- Apoyo del peso corporal: Siempre que sea posible, se utilizará el propio peso corporal para realizar esfuerzos de empuje, arrastre, estabilización o descenso controlado de cargas (por ejemplo, empujando una carretilla con los brazos extendidos y bloqueados).
- Manipulación de objetos grandes: Para levantar cajas grandes del suelo, se deberá aplicar el empuje en la dirección perpendicular a la diagonal mayor del objeto, generando un efecto de pivote sobre la arista. En caso contrario, el objeto podría deslizarse sin elevarse.
- Transporte de cargas: Las cargas se mantendrán pegadas al cuerpo con los brazos estirados, evitando flexionar los bíceps, ya que esto genera sobreesfuerzo innecesario.
- Maniobras entre varias personas: Cuando la carga deba ser manipulada por dos o más operarios, se designará un jefe de equipo que planificará la maniobra, evaluará el peso y dará las órdenes coordinadas de elevación, desplazamiento y descenso. La distribución del peso entre los portadores tendrá en cuenta su altura y posición.
- Desplazamiento en grupo: Los portadores se situarán de forma que el de atrás esté ligeramente desfasado lateralmente respecto al de delante, y marcharán a contrapié para reducir las sacudidas. El trayecto se mantendrá libre de obstáculos, será lo más corto posible y se planificará con antelación.
- Preparación del entorno y del objeto: Se prepararán las cargas antes de manipularlas (por ejemplo, colocándolas sobre calzos para facilitar el agarre) y se garantizará que no están en posiciones inestables. El suelo deberá estar limpio y libre de elementos que puedan ocasionar tropiezos o deslizamientos.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Carga máxima recomendada: Cuando el peso supere los 50 kg, las maniobras se realizarán por al menos dos personas o con ayuda mecánica.
- Descansos regulares: En tareas prolongadas, se deberán establecer pausas periódicas para evitar la fatiga muscular y reducir el riesgo de lesión.

4.2.2.2.5.2 IZADO DE CARGAS

En el transcurso de las actividades propias de la ejecución de la instalación híbrida fotovoltaica con apoyo de aerogenerador, se llevarán a cabo maniobras de izado de componentes pesados como estructuras de soporte, módulos solares en conjuntos premontados, góndola y rotor del aerogenerador, cuadros eléctricos y elementos de anclaje. Estas maniobras requerirán el empleo de medios mecánicos de elevación como grúas, polipastos, cabrestantes, trácteles o sistemas de poleas, así como el uso riguroso de accesorios certificados para tal fin.

Riesgos asociados a la actividad de izado.

- Caída de objetos durante la elevación o descenso.
- Golpes o cortes por contacto con elementos metálicos o herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos suspendidos o en movimiento.
- Sobreesfuerzos por manipulación incorrecta de cables, ganchos o accesorios.

Medidas de prevención a aplicar.

- Todos los accesorios de elevación deberán cumplir las especificaciones del fabricante en cuanto a resistencia, durabilidad y condiciones de uso, considerando también la exposición a agentes climáticos (humedad, viento, frío, abrasión).
- Se seleccionarán materiales resistentes a la corrosión, desgaste y deformación, fabricados con tolerancias que garanticen su integridad estructural ante sobrecargas de ensayo estático.
- Se inspeccionarán visualmente todos los accesorios antes de cada uso y se mantendrán registros periódicos de revisiones.

Además de las medidas de prevención mencionadas, para realizar operaciones de izado de forma segura y eficiente, es imprescindible conocer las características técnicas, condiciones de uso y limitaciones de los distintos accesorios y componentes empleados. Estos elementos, tales como cuerdas, cables, cadenas, poleas, ganchos etc, deben seleccionarse adecuadamente en función del tipo de carga, la altura de elevación y las condiciones ambientales del entorno de trabajo. A continuación, se describen las principales especificaciones y precauciones a tener en cuenta para cada uno de estos elementos, conforme a la normativa vigente y a las buenas prácticas en prevención de riesgos laborales.

Cuerdas:

- Diámetro mínimo de 4 mm, con factor de seguridad 10.
- No se usarán con nudos, ni sobre aristas sin protección.
- Deberán estar limpias, secas y aisladas del suelo. Las de fibra sintética se almacenarán a menos de 60°C, lejos de productos químicos o exposición solar directa.
- Una cuerda que haya detenido una caída no podrá reutilizarse como equipo anticaídas.

Cables:

- Compuestos por cordones de alambres de acero, con un factor de seguridad mínimo de 6.
- Sin empalmes salvo en extremos, libres de nudos y deformaciones. Se rechazarán si tienen más del 10% de hilos rotos en dos tramos.
- Lubricados según instrucciones del fabricante. Nunca deben usarse cables no especificados por el fabricante del equipo.
- Se evitará el uso sobre tambores o poleas de diámetro inadecuado. Los extremos estarán protegidos y sin deshilar.

Cadenas:

- Fabricadas en hierro forjado o acero, con factor de seguridad mínimo de 5.
- Sin eslabones doblados, gastados, abiertos o con reducción de diámetro superior al 5%.
- No deberán arrastrarse por el suelo ni exponerse a agentes agresivos. Se almacenarán limpias, engrasadas y enrolladas sin nudos.

Ganchos:

- De acero forjado, provistos de pestillo de seguridad. No deben modificarse ni soldarse.
- Los esfuerzos deberán recaer sobre el asiento del gancho, nunca sobre el pico.
- Cualquier deformación implicará su retirada inmediata.

Argollas y anillos:

- Fabricados en acero forjado, con estribo y eje original. No sustituir el eje por pernos.
- Deben conservar su geometría y presentar la carga de trabajo marcada por el fabricante.

Grilletes:

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- No deben sobrecargarse ni golpearse. El bulón se roscará completamente menos media vuelta.
- La carga actuará siempre sobre la garganta, no sobre el bulón.

Eslingas:

- Deben estar libres de nudos y con los empalmes alejados del punto de carga.
- La resistencia se verá reducida si se usan sujetacables o se cruzan ramales sobre un mismo gancho.

Trácteles:

- Engrasados, no se debe lubricar el cable. Operados por un único trabajador.
- Se deberá verificar que el cable, amarres y cantoneras están en buen estado antes de cada maniobra.

Poleas:

- Se comprobará que giran sin holguras, con gargantas lisas y bordes redondeados.
- Nunca se montarán de forma que el cable tire oblicuamente.
- Se revisarán y engrasarán semanalmente. No se permitirá soldar sobre ellas.

Equipos de Protección Individual a Utilizar (EPI).

- Casco de seguridad homologado.
- Guantes de protección mecánica.
- Cinturón lumbar o faja ergonómica para protección de la zona dorsolumbar.
- Botas de seguridad con puntera de acero y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo adaptada a condiciones meteorológicas adversas.

4.2.2.2.5.3 TRANSPORTE DE MATERIAL

Durante la ejecución de la obra será necesario realizar operaciones frecuentes de transporte de materiales, equipos y herramientas tanto en el interior del emplazamiento como, en algunos casos, desde zonas de almacenamiento temporal. Estas tareas pueden implicar el uso de vehículos con conductor, carretillas, o transporte manual asistido por medios mecánicos.

Riesgos asociados a esta actividad.

- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Choques contra objetos móviles o inmóviles.
- Atrapamientos por vuelco de vehículos o herramientas.
- Contacto con elementos eléctricos próximos.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Exposición a ambientes polvorientos.
- Atropellos por maquinaria móvil en obra.

Medidas de prevención a aplicar.

- Solo personal capacitado podrá manejar vehículos de transporte.
- Queda prohibido el transporte de pasajeros fuera de la cabina.
- Las operaciones de subida o bajada del vehículo deberán realizarse de forma frontal, asegurando puntos de apoyo estables.
- El calzado del conductor deberá estar limpio de barro para evitar deslizamientos sobre los pedales.
- Los caminos de circulación en obra se mantendrán nivelados, compactos y libres de acumulaciones excesivas de barro o materiales.
- La caja del vehículo será descendida inmediatamente tras la descarga y antes de iniciar la marcha.
- Se respetará en todo momento la señalización interna de obra y el código de circulación vial.
- En caso de parada en pendiente, se asegurará el vehículo con freno de estacionamiento y calzos.
- La velocidad de circulación se adaptará al tipo de carga, visibilidad y condiciones del terreno.
- Durante la carga, el conductor permanecerá en cabina o fuera del radio de acción de la maquinaria en movimiento.
- Las revisiones del vehículo con la caja elevada se efectuarán con enclavamientos que impidan el descenso accidental.
- Las maniobras se realizarán de forma suave y progresiva, con señalización anticipada y, en caso necesario, con ayuda de personal auxiliar.

Equipos de Protección Individual a Utilizar (EPI).

- Casco de seguridad (obligatorio al descender del vehículo).
- Mascarilla antipolvo en zonas con presencia de partículas en suspensión.
- Gafas de protección frente a polvo y pequeñas proyecciones.
- Guantes de trabajo para manipulación segura de cargas.
- Faja lumbar o cinturón ancho para protección de la zona dorsolumbar.
- Calzado de seguridad con puntera de acero y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo adaptada a condiciones climáticas adversas.

4.2.2.2.5.4 TRABAJOS DE SOLDADURA

Durante las tareas de montaje, conexión o refuerzo de elementos metálicos, podrá ser necesario ejecutar trabajos puntuales de soldadura eléctrica o autógena. Estas operaciones deben ser llevadas a cabo exclusivamente por personal cualificado, siguiendo estrictas

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

medidas de seguridad para evitar riesgos derivados de la emisión de radiaciones, inhalación de humos, contacto con materiales incandescentes y riesgo eléctrico.

Riesgos asociados a esta actividad.

- Proyección de partículas incandescentes.
- Quemaduras por contacto con piezas calientes o herramientas.
- Inhalación de humos metálicos o gases tóxicos.
- Explosión o incendio por presencia de materiales inflamables.
- Contactos eléctricos con el equipo de soldadura.
- Daños oculares por radiación (rayos UV/IR).
- Electrocutión por masa mal conectada o condiciones húmedas.

Medidas de prevención a aplicar.

- Solo se permitirá realizar soldaduras a operarios con formación acreditada y experiencia.
- El área de trabajo deberá estar debidamente ventilada y libre de materiales inflamables.
- Se delimitará la zona de soldadura mediante pantallas opacas para evitar la exposición de terceros a radiaciones nocivas.
- Antes de comenzar, se revisará el equipo de soldadura, conexiones eléctricas y estado del electrodo o soplete.
- Se comprobará la correcta conexión a tierra de la máquina.
- Nunca se realizarán trabajos de soldadura en zonas húmedas o mojadas.
- Las botellas de gas (en caso de soldadura autógena) deberán estar correctamente señalizadas, fijadas y con válvulas en buen estado.
- Se mantendrán extintores tipo ABC en las inmediaciones del área de trabajo.
- Se evitará la acumulación de gases y humos mediante extracción localizada o ventilación natural.
- En lugares cerrados se usará mascarilla con filtro específico y se comprobarán los niveles de oxígeno si hay combustión.
- Finalizado el trabajo, se verificará que no quedan focos de calor ni material incandescente.

Equipos de protección individual a utilizar.

- Máscara o pantalla de soldador con filtro específico UV/IR.
- Guantes especiales para soldadura (resistentes al calor y la abrasión).
- Ropa ignífuga cerrada, sin bolsillos abiertos ni zonas por las que puedan entrar chispas.
- Manguitos y polainas de cuero si procede.
- Botas de seguridad con puntera de acero y suela resistente al calor.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Protección respiratoria específica (mascarilla con filtro de partículas y gases metálicos).
- Gafas de protección debajo de la máscara para tareas previas o manipulación

4.2.2.2.5.5 TRABAJOS PRÓXIMOS A ELEMENTOS EN TENSIÓN

Durante la ejecución de trabajos eléctricos o en zonas próximas a elementos bajo tensión, se debe aplicar un protocolo estricto de seguridad, conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Riesgos asociados a esta actividad.

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Electroclusiones.
- Incendios provocados por cortocircuitos o arcos eléctricos.

Medidas de prevención a aplicar.

Todos los trabajos se realizarán según lo establecido en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio.

- Se define como trabajador autorizado aquel que ha sido designado por el empresario para realizar trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacitación.
- Se entiende por trabajador cualificado aquel que, además de estar autorizado, posee conocimientos técnicos especializados en instalaciones eléctricas, ya sea por formación reglada o por experiencia demostrada superior a dos años.
- Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por un jefe de trabajo cualificado, quien garantizará el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad y supervisará las condiciones de ejecución. Las tareas podrán ser ejecutadas por trabajadores autorizados bajo su supervisión.
- En caso de utilizar grúas, plataformas elevadoras u otros equipos móviles, se respetarán estrictamente las distancias mínimas de seguridad indicadas en el Anexo V del R.D. 614/2001, no solo evitando el contacto, sino también la proximidad excesiva. El personal ajeno a la maniobra deberá mantenerse alejado del área de operación.
- En trabajos sobre líneas eléctricas, se instalarán tantos equipos de puesta a tierra y en cortocircuito como entradas de tensión puedan confluir en la zona de trabajo. Estos dispositivos deberán estar dimensionados para la tensión correspondiente.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Es obligatorio el uso de equipos de protección individual y colectiva adecuados al nivel de tensión y tipo de trabajo: pértigas, guantes dieléctricos, casco con pantalla facial, banquetas o alfombrillas aislantes, herramientas eléctricas con aislamiento certificado, entre otros.
- Las partes activas cercanas al área de trabajo deberán aislarse mediante mantas, capuchones, vainas u otros elementos aislantes homologados, incluyendo el conductor neutro.
- Las distancias mínimas de seguridad frente a líneas o elementos en tensión se cumplirán en todo momento. Se adjunta tabla ilustrativa con dichas distancias:

U_n	DPEL-1	DPEL-2	DPROX-1	DPROX-2
≤ 1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

Tabla 15. Tabla de distancias de seguridad.

U_n : Tensión nominal de la instalación (KV).

DPEL-1: distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPEL-2: distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPROX-1: distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo.

DPROX-2: distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo.

Se entenderá por zona de proximidad el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde el cual el trabajador puede invadir accidentalmente dicha zona de peligro. Esta área exige la aplicación de medidas de protección específicas, dado que un simple descuido puede conllevar riesgos graves.

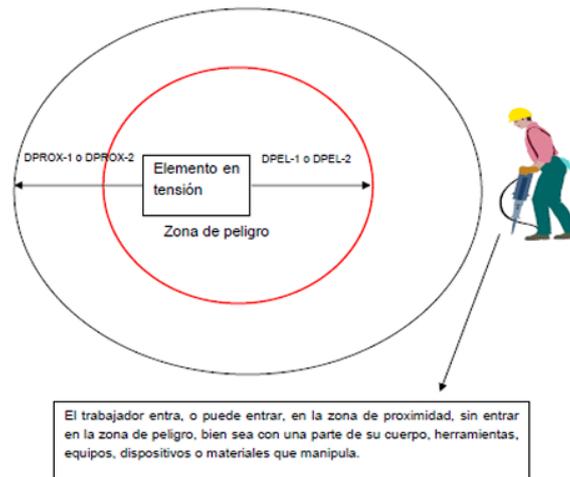


Figura 24. Proximidad riesgo eléctrico.

Equipos de protección individual a utilizar

- Casco dieléctrico con visera.
- Guantes aislantes según la tensión de trabajo.
- Pantalla facial para protección frente a arco eléctrico.
- Alfombrilla o banqueta aislante.
- Ropa ignífuga y antiestática para trabajos eléctricos.
- Herramientas de mano con aislamiento certificado.
- Pértigas para verificación de ausencia de tensión y maniobra a distancia.

4.2.2.2.5.6 TRABAJOS EN TENSIÓN

Cuando resulte imprescindible realizar operaciones sobre instalaciones energizadas, se considerará trabajo en tensión toda intervención efectuada directamente sobre conductores o equipos que se encuentren bajo tensión, o bien en su proximidad, sin que se hayan aplicado medidas de desenergización. Este tipo de trabajo entraña un riesgo eléctrico elevado y sólo podrá ser ejecutado por personal altamente cualificado, siguiendo procedimientos específicos y con autorización expresa.

Riesgos asociados a esta actividad.

- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Electrocuación por arco eléctrico o paso de corriente.
- Quemaduras graves.
- Daños oculares por exposición a arco eléctrico.
- Caídas provocadas por contracción muscular durante contacto eléctrico.

Medidas de prevención a aplicar.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Los trabajos en tensión sólo podrán ser realizados por trabajadores cualificados y específicamente formados, conforme a lo establecido en el R.D. 614/2001.
- Se deberá contar con una autorización expresa por parte del responsable de la instalación y disponer del correspondiente procedimiento de trabajo en tensión aprobado.
- El área de trabajo deberá delimitarse y señalizarse, impidiendo el acceso de personal no autorizado.
- Se utilizará únicamente material y herramientas homologadas para trabajos en tensión, debidamente ensayadas y verificadas.
- Se realizarán medidas de aislamiento y protección personal, utilizando equipos como: pértigas, mantas aislantes, escudos móviles, guantes y manguitos dieléctricos, pantallas faciales y alfombrillas aislantes.
- Será obligatoria la presencia de un observador de seguridad, encargado de supervisar y alertar sobre cualquier desviación del procedimiento o situación de riesgo.

Equipos de Protección Individual a Utilizar (EPI).

- Guantes y manguitos dieléctricos.
- Casco dieléctrico con pantalla facial.
- Ropa ignífuga y antiestática.
- Alfombrilla o plataforma aislante.
- Pértiga y herramientas aisladas homologadas.
- Protección ocular adicional en caso de riesgo de arco eléctrico.

4.2.2.2.5.7 TRABAJOS EN ALTURA

Las tareas en altura se definen como aquellas que se desarrollan a una altura igual o superior a 2 metros respecto al plano de trabajo, y que impliquen riesgo de caída a distinto nivel. En la instalación híbrida objeto del presente estudio, este tipo de trabajos se relacionan con el montaje de estructuras, colocación de paneles, instalación del aerogenerador y trabajos sobre cubiertas o plataformas elevadas.

Riesgos asociados a esta actividad.

- Caídas a distinto nivel.
- Caída de herramientas o materiales sobre personas.
- Golpes por pérdida de equilibrio.
- Rotura o fallo de plataformas o escaleras.
- Condiciones meteorológicas adversas (viento, lluvia).

Medidas de prevención a aplicar.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Toda intervención en altura se realizará previa evaluación del riesgo y conforme a un procedimiento seguro aprobado por el responsable de seguridad.
- Se instalarán líneas de vida horizontales o verticales, barandillas, redes o sistemas de protección colectiva siempre que sea viable.
- Cuando no sea posible instalar protección colectiva, se utilizarán sistemas anticaídas individuales con arnés, elementos de amarre, absorbedores de energía y anclajes certificados.
- Se delimitará la zona inferior de trabajo para prevenir el riesgo por caída de objetos.
- Las escaleras y andamios utilizados estarán en perfecto estado, correctamente fijados, nivelados y con marcado CE.
- Se prohibirá realizar trabajos en altura durante condiciones meteorológicas adversas.
- El personal deberá estar formado en trabajos en altura y en uso de sistemas anticaídas.

Equipos de Protección Individual a Utilizar (EPI).

- Arnés anticaídas de cuerpo completo con doble cabo.
- Casco con barboquejo.
- Línea de vida y sistemas de anclaje homologados.
- Guantes de protección.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Ropa adaptada a condiciones climáticas.

4.2.2.2.5.8 MEDIOS AUXILIARES EMPLEADOS EN LA FASE DE MONTAJE

Durante la fase de montaje de los diferentes elementos que componen la instalación híbrida, será necesario el uso de diversos medios auxiliares que faciliten la ejecución segura y eficiente de los trabajos. Su correcta instalación, uso y mantenimiento será fundamental para garantizar la seguridad de los operarios y evitar accidentes por caídas o manipulación inadecuada.

4.2.2.2.5.8.1 ANDAMIOS TUBULARES

El uso de andamios tubulares será necesario durante las fases de montaje y mantenimiento de la instalación, especialmente en trabajos que requieran posicionamiento en altura estable y seguro. Estos elementos deberán cumplir estrictamente la normativa de seguridad y estar instalados por personal autorizado.

Riesgos asociados a esta actividad.

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes con objetos durante las operaciones de montaje, desmontaje o uso.
- Caída de objetos en manipulación.

Medidas de prevención a aplicar.

- Todos los andamios deberán estar correctamente diseñados, montados y verificados antes de su uso, asegurando la estabilidad estructural mediante uniones firmes y arriostramientos.
- Se descartarán componentes deteriorados o que no garanticen condiciones mínimas de seguridad.
- No se utilizarán los andamios con otros fines distintos a su uso como plataforma de trabajo.
- Los andamios se montarán sobre apoyos estables y nivelables, con base resistente y dispositivos antideslizantes o cuñas de fijación.
- Se instalarán arriostramientos diagonales para evitar deformaciones.
- Durante el montaje y desmontaje, los elementos se izarán mediante cuerdas y los operarios deberán utilizar arnés de seguridad anclado a puntos externos fijos o línea de vida.
- Se mantendrá una distancia de seguridad frente a instalaciones eléctricas energizadas.
- El montaje progresivo debe incluir barandillas, plataformas y fijaciones completas antes de continuar con nuevos niveles.
- Las plataformas deberán tener al menos 60 cm de ancho, fabricadas con tabloncillos sin nudos o material metálico original homologado.
- Las barandillas se instalarán a 90 cm con rodapiés y protección intermedia.
- Los accesos se realizarán mediante escaleras integradas en el andamio o escaleras exteriores, sin usar elementos estructurales como apoyo.
- Las plataformas quedarán aseguradas contra el movimiento mediante abrazaderas o pasadores.
- Los materiales se almacenarán uniformemente distribuidos, sin entorpecer la zona de paso ni sobresalir.
- Se prohibirá trabajar en andamios durante fuertes vientos o condiciones climatológicas extremas.
- No se permitirá permanecer sobre el andamio mientras se está desplazando.
- Se evitará lanzar materiales o herramientas de un andamio a otro.
- Las plataformas de más de 2 m deberán incorporar red de protección lateral o arnés anticaídas con línea de vida.
- El arnés será revisado antes de su uso, y descartado si no presenta la etiqueta legible o evidencia de deterioro.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Las plataformas que temporalmente carezcan de barandilla deberán ser utilizadas con arnés anclado a punto resistente fuera del andamio.
- El acceso se realizará con las manos libres, evitando portar objetos que comprometan el equilibrio.
- Se prohíbe trabajar simultáneamente en plataformas situadas a diferentes alturas dentro del mismo andamio.
- Las zonas de trabajo serán debidamente iluminadas durante trabajos nocturnos.

Equipos de Protección Individual a utilizar (EPI).

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Arnés de sujeción anticaídas.
- Ropa de protección contra inclemencias meteorológicas.

4.2.2.2.5.8.2 ESCALERAS

Las escaleras manuales se emplearán para accesos puntuales a zonas elevadas de forma temporal, sin sustituir a plataformas o medios de trabajo estables cuando se requiera permanencia prolongada.

Riesgos asociados a esta actividad.

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes o choques con objetos próximos.

Medidas de prevención a aplicar.

- Se inspeccionará previamente la escalera, verificando que los largueros estén enteros, sin empalmes, y que los peldaños no estén rotos, sueltos o con elementos sobresalientes.
- Las escaleras dispondrán de zapatas antideslizantes en la base.
- No se utilizarán escaleras metálicas en proximidad a instalaciones en tensión.
- El transporte de escaleras se hará con precaución, manteniendo la parte delantera baja y asegurando el paso.
- No se apoyarán escaleras sobre objetos inestables o resbaladizos.
- Antes de subir, se comprobará que el calzado está libre de barro o grasa.
- El ascenso y descenso se realizará de frente a la escalera, siempre con tres puntos de contacto.
- La escalera deberá superar en al menos un metro la superficie de llegada.
- La longitud máxima sin apoyo intermedio será de 5 m (hasta 7 m con apoyo). No se permite empalmar escaleras.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Las escaleras se colocarán formando un ángulo de 75° respecto a la horizontal.
- Siempre que sea posible, se amarrará la parte superior; si no, un operario sujetará la base.
- Una sola persona podrá usar la escalera en cada momento.
- Para transportar herramientas se utilizarán bolsas o cajas sujetas al cuerpo, manteniendo las manos libres.
- En pasillos o puertas, se mantendrán las puertas abiertas y señalizadas para evitar accidentes.
- No se trabajará desde escaleras sobre mecanismos en movimiento o líneas activas, a menos que se haya asegurado la desconexión.

Equipos de Protección Individual a Utilizar (EPI).

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante.
- Arnés de seguridad de sujeción, cuando proceda.
- Ropa de protección adaptada a condiciones meteorológicas.

4.2.3 SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA

La señalización de seguridad en el entorno de la obra es un componente esencial para la prevención de riesgos laborales. Su finalidad es advertir, informar y orientar a los trabajadores y visitantes sobre los riesgos existentes, las medidas preventivas y los comportamientos esperados en cada zona.

Esta señalización se ajustará a lo establecido en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, el cual desarrolla los aspectos recogidos en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Criterios generales de aplicación.

- Las señales serán utilizadas siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante medidas técnicas de protección colectiva, medios de protección individual o medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.
- Las señales deberán ser claras, visibles y comprensibles, con dimensiones y colores adecuados según el entorno y la distancia de visualización.
- Se instalarán señales de prohibición, obligación, advertencia, salvamento o socorro y lucha contra incendios, según proceda.
- Las zonas de circulación de vehículos y maquinaria estarán claramente delimitadas con señalización vertical y horizontal.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Las zonas de almacenamiento de materiales peligrosos, paso de peatones, accesos restringidos, zonas de uso de EPI y salidas de emergencia serán señalizadas conforme a los criterios establecidos en el R.D. 485/1997.
- En áreas ruidosas, se indicará el uso obligatorio de protectores auditivos mediante señalización obligatoria.
- En condiciones de baja visibilidad o durante trabajos nocturnos, se reforzará la señalización mediante elementos luminosos, reflectantes o sonoros.
- Toda la señalización temporal utilizada en fases específicas de obra deberá ser retirada una vez finalice la actividad concreta que la motivó, para evitar confusiones.

Mantenimiento de la señalización.

- La empresa garantizará el buen estado de conservación y visibilidad de todas las señales instaladas.
- Se establecerán revisiones periódicas y reposición inmediata en caso de deterioro, vandalismo o pérdida de eficacia.

4.2.4 MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL

El presente apartado recoge las medidas destinadas a proteger la salud de los trabajadores desde un enfoque preventivo y asistencial, conforme a lo establecido en la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales.

4.2.4.1 RECONOCIMIENTO MÉDICO

Todos los trabajadores asignados a la obra deberán someterse, como mínimo, a un reconocimiento médico anual con el fin de evaluar su estado de salud y su aptitud para el desempeño de las tareas encomendadas.

- El personal eventual o de nueva incorporación deberá haber superado un reconocimiento médico antes del inicio de su actividad en obra.
- En el caso de tareas específicas que impliquen riesgos particulares (como trabajos en altura, en tensión o en espacios confinados), se exigirá un reconocimiento médico específico, que valore la aptitud concreta para ese tipo de labor.
- Los resultados de estos exámenes médicos se clasificarán bajo los siguientes criterios:
 - Apto para todo tipo de trabajo.
 - Apto con limitaciones específicas.
- La vigilancia de la salud se realizará respetando la confidencialidad y derechos de los trabajadores, conforme a la Ley 31/1995 y el Reglamento de los Servicios de Prevención.

4.2.4.2 ASISTENCIA DE ACCIDENTADOS

Con el objetivo de garantizar una respuesta rápida y eficaz ante cualquier incidente que pueda producirse durante la ejecución de la obra, se establecerá un protocolo de actuación en caso de accidente. Este protocolo será conocido por todo el personal y se difundirá mediante sesiones informativas al inicio de los trabajos. Incluirá las instrucciones básicas de primeros auxilios, procedimientos de aviso a los servicios de emergencia, designación de personas responsables de la atención inicial y pautas para la evacuación o traslado del accidentado en función de la gravedad del suceso. El protocolo especificará lo siguiente:

- Se contratarán servicios de asistencia médica externa adecuados para la atención sanitaria inmediata en caso de accidente laboral.
- En lugar visible y accesible se colocará una lista actualizada con los números de emergencia y la dirección de los centros médicos asignados.
- Se dispondrá de un botiquín de primeros auxilios en la obra, ubicado en el vestuario o en la oficina técnica, claramente señalizado.
- Estará a cargo de un responsable designado por la empresa, formado en primeros auxilios, quien se encargará de su mantenimiento y reposición.
- El contenido básico incluirá:
 - Antisépticos: alcohol 96°, agua oxigenada, tintura de yodo, cristalmina.
 - Material de cura: gasas estériles, algodón hidrófilo, apósitos, esparadrapo hipoalergénico.
 - Instrumental: tijeras, pinzas, jeringuillas desechables, termómetro clínico.
 - Medicamentos de urgencia (según autorización médica): analgésicos, antiespasmódicos, tónicos cardíacos.
 - Torniquetes, guantes estériles, bolsa para frío, suero fisiológico.
- El material empleado será repuesto de forma inmediata tras su uso.
- Se realizará una revisión mensual del botiquín, sustituyendo productos caducados o deteriorados.
- La ubicación estará correctamente señalizada con pictogramas normalizados.

4.2.5 PLIEGO DE CONDICIONES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

A continuación, se incluye una recopilación de la normativa vigente básica en materia de seguridad y salud laboral aplicable a los trabajos contemplados en el presente proyecto. Esta relación no es exhaustiva, pero recoge los principales textos legislativos que sirven de referencia para el diseño, planificación y ejecución segura de la obra:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, sobre coordinación de actividades empresariales.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, que modifica el R.D. 39/1997 y el R.D. 1627/1997.
- R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre, modificación del R.D. 1215/1997 sobre trabajos temporales en altura.
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, disposiciones mínimas en obras de construcción.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 09/03/1971).
- Orden de 28 de agosto de 1979 sobre la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, condiciones de seguridad en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, utilización de equipos de protección individual.
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, sobre equipos de trabajo.
- R.D. 1435/1992 y sus modificaciones: R.D. 56/1995, R.D. 1849/2000, R.D. 159/1995.
- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre riesgo eléctrico.
- R.D. 5/2000, de 4 de agosto, Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- R.D. 2001/1983, regulación de jornadas especiales de trabajo y descansos.
- R.D. 374/2001, sobre agentes químicos en el trabajo.
- R.D. 1254/1999, accidentes graves con sustancias peligrosas.
- R.D. 1316/1989, sobre exposición al ruido durante el trabajo.
- R.D. 212/2002, sobre emisiones sonoras de maquinaria de uso al aire libre.
- R.D. 1504/1990, modificación del Reglamento de Aparatos a Presión.
- R.D. 2486/1994, modificación del R.D. 1495/1991 sobre recipientes a presión simples.
- Resoluciones de 1998 y 1999 sobre aparatos de elevación y presión.
- Orden de 29 de abril de 1999, sobre comunicaciones de apertura de centros de trabajo.
- Resolución de 8 de abril de 1999 sobre Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Orden de 27 de julio de 1999, sobre condiciones de extintores en vehículos de transporte.
- R.D. 1849/2000, derogación de disposiciones sobre homologación de productos industriales.
- Ley 19/2001, reforma del texto refundido de la Ley sobre Tráfico y Seguridad Vial.
- R.D. 222/2001, aplicación de la Directiva sobre equipos a presión transportables.
- R.D. 379/2001, reglamento de almacenamiento de productos químicos.
- R.D. 842/2002, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

- Ley 33/2002, modificación del Estatuto de los Trabajadores.
- Orden 06-06-2003, prevención de incendios forestales (Consejería de Agricultura y Medio Ambiente).

Además, serán de aplicación todas aquellas normas, reglamentos o disposiciones en vigor durante la ejecución de las obras, incluso si no se encontraban en vigor en el momento de redacción de este Estudio de Seguridad y Salud.

4.2.6 CONCLUSIÓN

Este Estudio de Seguridad y Salud constituye un documento técnico de referencia para la gestión preventiva durante la ejecución del proyecto de instalación híbrida fotovoltaica con apoyo de aerogenerador. En él se han identificado los principales riesgos laborales asociados a las actividades de obra civil, montaje, trabajos eléctricos, trabajos en altura, manipulación de materiales y empleo de medios auxiliares, entre otros.

Las medidas preventivas y de protección establecidas tienen como objetivo prioritario garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, reducir la siniestralidad laboral y fomentar una cultura preventiva activa y participativa. La correcta aplicación de este estudio, junto con el cumplimiento normativo vigente y la coordinación eficaz entre todos los agentes intervinientes, es fundamental para el desarrollo seguro y eficiente de las obras.

El Plan de Seguridad y Salud, que desarrollará el contratista sobre la base del presente Estudio, deberá adaptarse a las particularidades del sistema constructivo y contemplar las modificaciones que, durante la obra, pudieran surgir. Finalmente, el compromiso firme con la prevención y el cumplimiento riguroso de las obligaciones en materia de seguridad permitirán alcanzar los objetivos del proyecto sin comprometer la integridad de las personas ni el entorno.

4.3 ESTUDIO BÁSICO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

4.3.1 OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene por objeto establecer las directrices técnicas y organizativas para la correcta gestión de los residuos generados durante la ejecución del proyecto de instalación de un sistema de generación energética híbrido, compuesto por tecnología solar fotovoltaica y eólica, en una vivienda unifamiliar ubicada en suelo rural sin acceso a red eléctrica.

Este documento se redacta conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición, y se integra en el marco legal de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y

suelos contaminados para una economía circular, así como en las normativas autonómicas y locales que resulten de aplicación.

El ámbito del estudio abarca todas las actividades que impliquen la generación de residuos desde el inicio de la obra hasta su finalización, incluyendo las fases de movimiento de tierras, montaje de estructuras, instalaciones eléctricas y retirada de residuos de embalaje y componentes auxiliares.

4.3.2 MARCO NORMATIVO

La normativa básica de aplicación incluye, entre otras:

- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, sobre residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 553/2020, por el que se regula el traslado de residuos.
- Ley 22/2011, de residuos (norma sustituida por la Ley 7/2022, pero referenciada para obras iniciadas previamente).
- Código Técnico de la Edificación (CTE), en lo relativo a la gestión ambiental de la obra.
- Orden MAM/304/2002 y demás normativa autonómica en materia de residuos.

4.3.3 AGENTES Y RESPONSABILIDADES

La adecuada gestión de los residuos generados durante la ejecución del proyecto requiere de la participación coordinada de varios agentes, cada uno con funciones y obligaciones claramente definidas según la normativa vigente. La identificación y asignación de responsabilidades permite garantizar la trazabilidad de los residuos desde su generación hasta su destino final, asegurando el cumplimiento de los principios de prevención, reutilización y valorización. A continuación, se detallan los principales agentes implicados en el proceso, así como las competencias específicas que deben asumir en el marco de la obra.

Promotor (productor de residuos): es el titular del proyecto y responsable final de la correcta gestión de los residuos generados en la obra. Asume la obligación de que se cumpla la normativa vigente.

Contratista (poseedor de residuos): es quien, durante la ejecución, tiene en posesión física los residuos. Tiene la responsabilidad directa de su clasificación, segregación, almacenamiento temporal seguro y entrega a gestor autorizado.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

Gestor autorizado: empresa o entidad registrada ante la administración competente, encargada de la recogida, transporte, valorización o eliminación final de los residuos, conforme a la legislación sectorial.

Dirección facultativa: supervisa el cumplimiento del Plan de Gestión de Residuos y verifica documentalmente la trazabilidad de los residuos.

4.3.4 TIPOLOGÍA E IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS

Durante la ejecución de la instalación híbrida se generarán principalmente residuos no peligrosos, en forma de materiales sobrantes, embalajes, componentes metálicos y restos de elementos de obra civil. La siguiente relación incluye los residuos previstos según el Catálogo Europeo de Residuos (CER):

- 17 01 01: hormigón (sobrantes de cimentación o cortes)
- 17 02 01: madera (palets, encofrados deteriorados)
- 17 04 05: hierro y acero (grapasa, tornillería, perfiles)
- 17 04 11: cables con materiales metálicos y plásticos
- 15 01 01 / 15 01 02: papel, cartón y plástico (embalajes)
- 20 03 01: residuos mezclados generados por limpieza de obra

No se prevé la generación de residuos peligrosos. En caso de aparición de aceites, pinturas o productos contaminantes, se activará el protocolo de gestión de residuos peligrosos conforme al R.D. 952/1997 y su actualización en la Ley 7/2022.

4.3.5 PREVISIÓN DE CANTIDADES

A partir de la documentación técnica y la estimación de materiales a emplear, se prevén las siguientes cantidades aproximadas:

- Papel y cartón: 200 kg
- Plásticos: 100 kg
- Madera: 400 kg
- Metales: 150 kg
- Hormigón y mortero: 300 kg
- Cableado y conducción: 100 kg

Estos valores se ajustarán durante la ejecución, actualizando el plan si la dirección facultativa lo considera necesario.

4.3.6 MEDIDAS PARA LA SEGREGACIÓN Y MANEJO EN OBRA

La correcta segregación y manipulación de los residuos en el propio emplazamiento de la obra constituye una fase fundamental en la gestión integral de los residuos de construcción y demolición (RCD). Estas acciones permiten reducir la mezcla de

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

materiales, facilitar su posterior reciclaje o valorización, y evitar contaminaciones cruzadas que dificulten el tratamiento final. Para ello, se establecerán procedimientos específicos que aseguren la separación en origen, el acopio en condiciones de seguridad, la identificación clara de los materiales y su mantenimiento en estado adecuado hasta su retirada. Las medidas aquí descritas deberán ser aplicadas por todo el personal implicado, siendo responsabilidad del contratista garantizar su cumplimiento y supervisión.

Separación en origen: durante los trabajos de instalación, los residuos se clasificarán en origen, depositándose en contenedores diferenciados y correctamente identificados. Cada contenedor estará dedicado exclusivamente a un tipo de residuo para facilitar su valorización posterior.

Almacenamiento temporal en obra: se dispondrán áreas destinadas al acopio temporal de residuos, alejadas de zonas de circulación y debidamente protegidas contra el viento, la lluvia y actos vandálicos. Los residuos peligrosos (si apareciesen) contarán con contención secundaria.

Cartelería e información: los puntos de acopio tendrán carteles normalizados que indiquen el tipo de residuo, prohibiéndose mezclar materiales distintos. El personal será informado y formado sobre la gestión correcta.

4.3.7 TRANSPORTE Y DESTINO FINAL

El contratista deberá contratar un gestor autorizado inscrito en el Registro de Transportistas de la comunidad autónoma correspondiente, que emita los certificados de recepción y trazabilidad documental (vales de entrega, albaranes, etc.).

Cada entrega de residuos generará la documentación correspondiente, que deberá conservarse durante un plazo mínimo de 5 años. Se priorizarán plantas de valorización frente a vertederos de eliminación.

4.3.8 REUTILIZACIÓN, RECICLAJE Y VALORIZACIÓN

Conforme al principio de jerarquía en la gestión de residuos, se adoptan las siguientes medidas:

- Reutilización directa: Se aprovecharán palets, tablas de madera o perfiles metálicos que puedan ser reutilizados in situ, previa comprobación de su estado.
- Reciclaje: Se priorizará el reciclaje de plástico, metales y papel-cartón, depositándolos en contenedores específicos.
- Valorización energética: Aquellos residuos no reciclables susceptibles de valorización energética podrán ser enviados a plantas especializadas.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

No se contempla la incineración directa ni la mezcla de residuos que comprometan su reciclaje posterior.

4.3.9 PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO

La dirección facultativa realizará inspecciones periódicas para verificar:

- La correcta segregación en obra
- El uso de contenedores adecuados
- La gestión documental
- El cumplimiento de la trazabilidad hasta destino final

Toda desviación será registrada y corregida de inmediato. El contratista presentará informes mensuales sobre cantidades gestionadas y entregas realizadas.

4.3.10 CONDICIONES DE SALUD Y SEGURIDAD

La gestión de residuos se realizará siempre bajo condiciones que no comprometan la seguridad de los trabajadores. El uso de guantes, mascarilla, botas de seguridad y ropa adecuada será obligatorio en tareas de manipulación de residuos. En el caso de residuos cortantes, metálicos o punzantes, se extremarán las precauciones.

4.3.11 CONCLUSIÓN

Este estudio de gestión de residuos establece un marco claro y técnicamente viable para asegurar el cumplimiento de la normativa vigente en materia de residuos de construcción y demolición. Las medidas previstas permiten reducir el impacto ambiental de la actividad, garantizando una gestión responsable, segura y trazable. La colaboración entre promotor, contratista y gestores autorizados será clave para el éxito del proceso, en línea con los principios de la economía circular y la sostenibilidad ambiental.

4.4 INFORME DE AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN

Este informe presenta un análisis de amortización de la inversión en una instalación híbrida fotovoltaica y eólica aislada para una vivienda. La evaluación se ha realizado considerando distintos parámetros económicos y financieros que permiten determinar la viabilidad de la inversión a lo largo del tiempo.

Los principales parámetros analizados en este estudio son:

AÑO: indica el período dentro del horizonte de análisis del proyecto, donde cada fila representa un año de evaluación.

C. Elect. SIN FV (€): representa el costo anual de la electricidad en la vivienda sin la instalación fotovoltaica, considerando la evolución del precio de la electricidad a lo largo del tiempo. En el análisis realizado se ha considerado un incremento anual del 4%.

C. Elect. CON FV (€): indica el costo anual de la electricidad tras la instalación del sistema fotovoltaico. En este caso, se considera que el sistema cubre completamente la demanda eléctrica de la vivienda, por lo que este valor es cero.

Ahorro (€): representa el beneficio económico anual obtenido por la instalación fotovoltaica, calculado como la diferencia entre el costo sin la instalación y el costo con la instalación:

C. Mantenimiento (€): define el costo anual de mantenimiento del sistema fotovoltaico, incluyendo inspecciones, limpieza y reemplazo de componentes si es necesario. En el análisis realizado se ha considerado un 2% de la inversión inicial

Flujo de Caja (€): representa la diferencia entre los ahorros generados y los costos de mantenimiento del sistema.

Valor Actual (VA): valor que define una serie futura de flujos netos actualizados a una tasa de descuento o de actualización, esta tasa de descuento es un porcentaje de interés empleado para calcular el valor presente de un monto futuro en euros. En el análisis realizado la tasa de descuento se ha considerado al 3%.

$$C_t = C/(1 + i)^t$$

Valor Neto Actual (VAN): es la suma de todos los flujos netos actualizados al momento inicial a una tasa de descuento o actualización. Demuestra si la inversión es financieramente viable, permitiendo determinar en qué año se logra la recuperación de la inversión inicial.

$$VAN = \sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

Tasa Interna de Retorno (TIR): se expresa como un porcentaje y representa la tasa de rendimiento que iguala el VAN a cero, cuanto mas alto sea este porcentaje mayor rentabilidad tendrá la inversión.

$$\sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Este análisis busca determinar el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial y si la generación de ahorros a lo largo de la vida útil del sistema justifica la inversión en la instalación fotovoltaica.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

AÑO	C. Elect. SIN FV (€)	C. Elect. CON FV (€)	Ahorro (€)	C. Mnmtto (€)	Flujo de Caja (€)	VA	VAN
0	3070,11	0,00	0,00	0,00	-53250,00	-53250,00	-53250,00
1	3192,91	0,00	3192,91	106,50	3086,41	2996,52	-50253,48
2	3320,63	0,00	3320,63	106,50	3214,13	3029,62	-47223,86
3	3453,45	0,00	3453,45	106,50	3346,95	3062,94	-44160,93
4	3591,59	0,00	3591,59	106,50	3485,09	3096,46	-41064,47
5	3735,25	0,00	3735,25	106,50	3628,75	3130,19	-37934,27
6	3884,66	0,00	3884,66	106,50	3778,16	3164,15	-34770,12
7	4040,05	0,00	4040,05	106,50	3933,55	3198,34	-31571,79
8	4201,65	0,00	4201,65	106,50	4095,15	3232,75	-28339,03
9	4369,72	0,00	4369,72	106,50	4263,22	3267,40	-25071,63
10	4544,51	0,00	4544,51	106,50	4438,01	3302,29	-21769,34
11	4726,29	0,00	4726,29	106,50	4619,79	3337,43	-18431,91
12	4915,34	0,00	4915,34	106,50	4808,84	3372,82	-15059,08
13	5111,95	0,00	5111,95	106,50	5005,45	3408,47	-11650,61
14	5316,43	0,00	5316,43	106,50	5209,93	3444,38	-8206,23
15	5529,09	0,00	5529,09	106,50	5422,59	3480,55	-4725,68
16	5750,25	0,00	5750,25	106,50	5643,75	3517,00	-1208,68
17	5980,26	0,00	5980,26	106,50	5873,76	3553,72	2345,04
18	6219,47	0,00	6219,47	106,50	6112,97	3590,73	5935,77
19	6468,25	0,00	6468,25	106,50	6361,75	3628,02	9563,78
20	6726,98	0,00	6726,98	106,50	6620,48	3665,60	13229,38
21	6996,06	0,00	6996,06	106,50	6889,56	3703,48	16932,86
22	7275,90	0,00	7275,90	106,50	7169,40	3741,66	20674,52
23	7566,94	0,00	7566,94	106,50	7460,44	3780,14	24454,66
24	7869,62	0,00	7869,62	106,50	7763,12	3818,94	28273,60
25	8184,40	0,00	8184,40	106,50	8077,90	3858,05	32131,65
TIR				7%			

Tabla 16. Tabla de estudio de amortización.

4.4.1 CONCLUSIÓN

A partir de los cálculos realizados en este análisis de rentabilidad, se observa que la inversión en la instalación fotovoltaica permite obtener ahorros significativos en el costo de la electricidad a lo largo del tiempo. Si bien la inversión inicial es considerable, el ahorro energético y la reducción de gastos en electricidad hacen que el flujo de caja sea positivo en los años posteriores.

En conclusión, este análisis proporciona información clave para la toma de decisiones respecto a la viabilidad de implementar una instalación fotovoltaica aislada, considerando tanto los beneficios económicos como la sostenibilidad energética del hogar.

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

4.5 FICHAS TÉCNICAS





HiKu

SUPER HIGH POWER MONO PERC MODULE

430 W ~ 455 W

CS3W-430 | 435 | 440 | 445 | 450 | 455MS

MORE POWER



26 % more power than conventional modules



Up to 4.5 % lower LCOE
Up to 2.7 % lower system cost



Low NMOT: 42 ± 3 °C
Low temperature coefficient (Pmax):
-0.35 % / °C



Better shading tolerance

MORE RELIABLE



Lower internal current,
lower hot spot temperature



Minimizes micro-crack impacts



Heavy snow load up to 5400 Pa,
wind load up to 3600 Pa*



linear power output warranty*



enhanced product warranty on materials and workmanship*

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS / INMETRO
UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE / IEC 60068-2-68: SGS
UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1 / Take-e-way



* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in IHS Module Customer Insight Survey. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 40 GW deployed around the world since 2001.

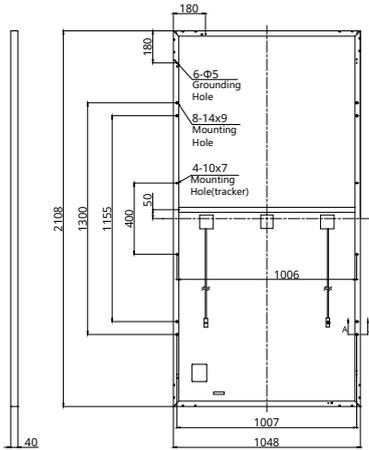
* For detail information, please refer to Installation Manual.

CANADIAN SOLAR INC.

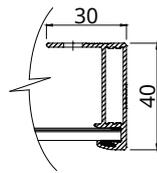
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)

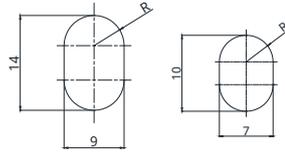
Rear View



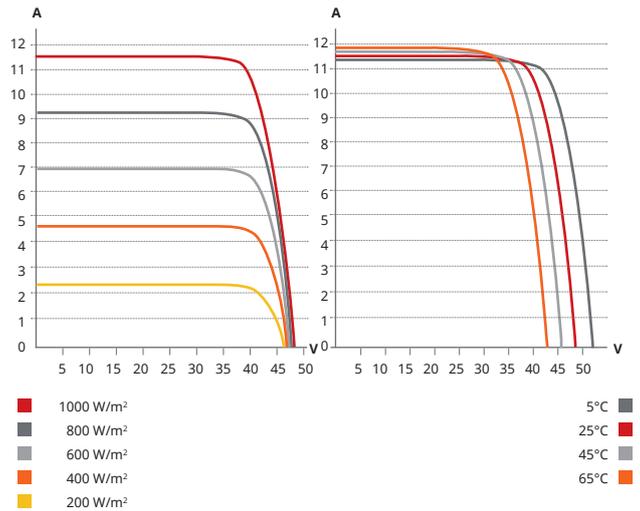
Frame Cross Section A-A



Mounting Hole



CS3W-435MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS3W	430MS	435MS	440MS	445MS	450MS	455MS
Nominal Max. Power (Pmax)	430 W	435 W	440 W	445 W	450 W	455 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	40.3 V	40.5 V	40.7 V	40.9 V	41.1 V	41.3 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.68 A	10.75 A	10.82 A	10.89 A	10.96 A	11.02 A
Open Circuit Voltage (Voc)	48.3 V	48.5 V	48.7 V	48.9 V	49.1 V	49.3 V
Short Circuit Current (Isc)	11.37 A	11.42 A	11.48 A	11.54 A	11.60 A	11.66 A
Module Efficiency	19.5%	19.7%	19.9%	20.1%	20.4%	20.6%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C					
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)					
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)					
Max. Series Fuse Rating	20 A					
Application Classification	Class A					
Power Tolerance	0 ~ + 10 W					

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS3W	430MS	435MS	440MS	445MS	450MS	455MS
Nominal Max. Power (Pmax)	321 W	325 W	328 W	332 W	336 W	339 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	37.6 V	37.8 V	37.9 V	38.1 V	38.3 V	38.5 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.54 A	8.59 A	8.65 A	8.71 A	8.76 A	8.82 A
Open Circuit Voltage (Voc)	45.4 V	45.6 V	45.8 V	46.0 V	46.2 V	46.4 V
Short Circuit Current (Isc)	9.17 A	9.21 A	9.26 A	9.31 A	9.36 A	9.41 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	144 [2 X (12 X 6)]
Dimensions	2108 X 1048 X 40 mm (83.0 X 41.3 X 1.57 in)
Weight	24.9 kg (54.9 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 500 mm (19.7 in) (+) / 350 mm (13.8 in) (-); landscape: 1400 mm (55.1 in); leap-frog connection: 1670 mm (65.7 in)*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	27 pieces
Per Container (40' HQ)	594 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.35 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.27 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C

PARTNER SECTION



* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

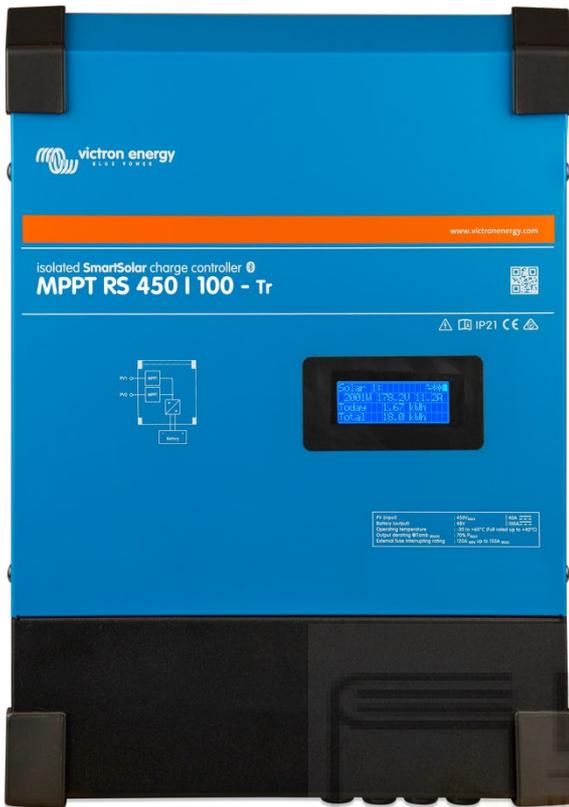
CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

MPPT RS SmartSolar 450|100 y 450|200 - Aislado

Controlador de carga solar 5,76 kW y 11,52 kW con entrada FV de 450 V

www.victronenergy.com



MPPT RS SmartSolar 450|100

Controlador de carga solar con Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

El MPPT RS SmartSolar es un controlador de carga solar de 48 V con una entrada FV de hasta 450 VCC PV y una salida de 100 A o 200 A. Se usa en aplicaciones solares aisladas y conectadas a la red en las que se requiere máxima potencia de carga de la batería.

Varias entradas de seguimiento MPPT independientes

Con varios rastreadores de MPPT, se puede optimizar el diseño de sus paneles solares para obtener el máximo rendimiento en una ubicación concreta.

Conexiones FV aisladas para más seguridad

El aislamiento galvánico completo entre las conexiones de la batería y FV proporciona seguridad adicional a todo el sistema.

Amplio rango de tensión MPPT

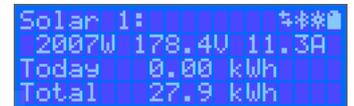
Rango operativo de entre 80 y 450 VCC FV con una tensión de arranque de 120 VCC FV.

Ligero, eficiente y silencioso

Gracias a su tecnología de alta frecuencia y a su nuevo diseño, el modelo de 100 A de este potente cargador solo pesa 7,9 kg. Además, tiene una eficiencia excelente, bajo consumo de energía en reposo y un funcionamiento muy silencioso.

Pantalla y Bluetooth

La pantalla muestra parámetros de la batería y del controlador. Se puede acceder a estos parámetros con un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth. Además, se puede usar Bluetooth para configurar el sistema y cambiar los parámetros con VictronConnect.



Vigilancia de la resistencia al aislamiento fotovoltaico para estar tranquilo con tensiones más altas

El MPPT RS vigila continuamente el conjunto FV y puede detectar si hay fallos que reduzcan el aislamiento de los paneles hasta niveles poco seguros.

Puerto VE.Can y VE.Direct

Permite conectarlo a un dispositivo GX para seguimiento del sistema, registro de datos y actualizaciones de firmware a distancia. El VE.Can permite conectar hasta 25 unidades juntas en paralelo y sincronizar sus procesos de carga.

Conexiones I/O

Conexiones de relé programable, sensor de temperatura, auxiliar, entrada digital y sensor de tensión. La entrada remota puede aceptar el smallBMS de Victron y otros tipos de BMS con señal para permitir la carga.



Interior del MPPT RS SmartSolar 450|100

Configuración y control con VictronConnect →

La conexión integrada Bluetooth Smart permite un rápido seguimiento y ajuste de la configuración.

El historial de 30 días integrado muestra el rendimiento de cada uno de los rastreadores MPPT.

Pruebe la demo de VictronConnect para ver todo el rango de configuraciones y opciones de pantalla con datos de muestra.



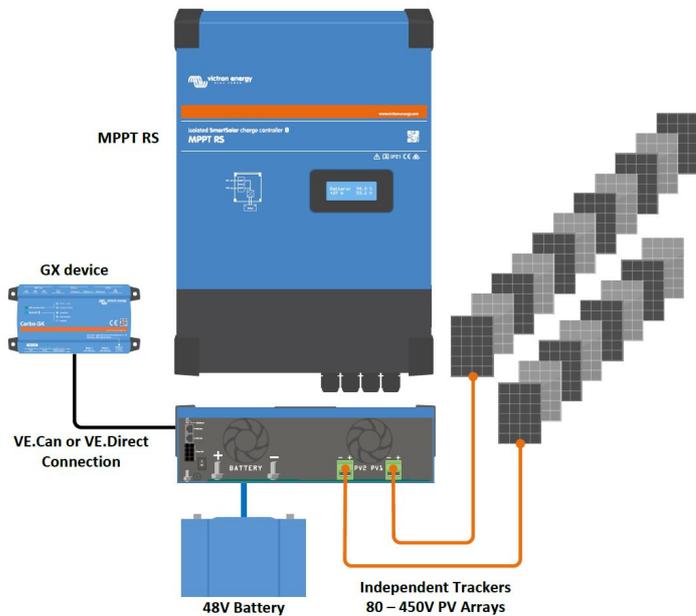


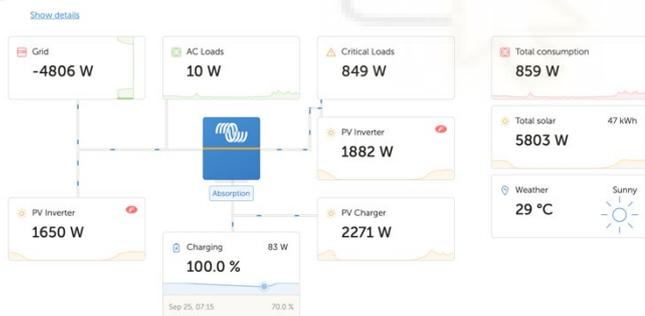
Diagrama de ejemplo de sistema

El MPPT RS de 100 A combinado con un dispositivo GX, cargando una batería de 48 V con dos cadenas FV solares separadas.

Portal VRM

Cuando el MPPT RS esté conectado a un dispositivo GX con conexión a Internet, o al GlobalLink 520 con conectividad 4G integrada, podrá acceder a nuestro sitio web gratuito de seguimiento a distancia (VRM). Le mostrará todos los datos de su sistema en un completo formato gráfico. Se pueden recibir alarmas por correo electrónico.

Victron Longterm ESS Test



Historical data



MPPT RS SmartSolar aislado	450 100	450 200
CARGADOR		
Tensión de la batería	48 V	
Corriente de carga nominal	100 A	200 A
Potencia de carga máxima	5,8 kW a 57,6 V	11,5 kW a 57,6 V
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 57,6 V (regulable)	
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 55,2 V (regulable)	
Rango de tensión programable	Mínima: 36 V Máxima: 62 V	
Algoritmo de carga	Adaptativo multifase (regulable)	
Sensor de temperatura de la batería	Incluido	
Eficiencia máxima	96 %	
Autoconsumo	15 mA	

SOLAR		
Tensión FV CC máxima	450 V	
Tensión de arranque	120 V	
Rango de tensión de trabajo del MPPT	80 – 450 V ⁽¹⁾	
Número de rastreadores	2	4
Máxima corriente de entrada operativa FV	18 A por rastreador	
Máxima corriente de corto circuito FV ⁽²⁾	20 A por rastreador	
Tamaño máximo del conjunto FV por rastreador ⁽³⁾	7200 Wp (450 V x 20 A) ⁽³⁾	
Nivel de fallo del aislamiento FV ⁽⁴⁾	100 kΩ	

GENERAL	
Funcionamiento en paralelo sincronizado	Sí, hasta 25 unidades con VE.Can
Relé programable ⁽⁵⁾	Sí
Protección	Polaridad inversa FV Cortocircuito de salida Sobretensión
Comunicación de datos	Puerto VE.Direct, puerto VE.Can y Bluetooth ⁽⁶⁾
Puerto de entrada analógico/digital de uso general	Sí, 2
On/Off remoto	Sí
Rango de temperatura de trabajo	-40 a +60°C (refrigerado por ventilador)
Humedad (sin condensación)	máx. 95%

CARCASA	
Material y color	acero, azul RAL 5012
Grado de protección	IP21
Conexión de la batería	Pernos M8
Peso	7,9 kg 13,7 kg
Dimensiones (al x an x p) en mm	440 x 313 x 126 487 x 434 x 146

NORMAS	
Seguridad	EN-IEC 62109-1, EN-IEC 62109-2

- 1) El rango de funcionamiento del MPPT está limitado por la tensión de la batería - VOC FV no debe superar la tensión de flotación de la batería multiplicada por 8. Por ejemplo, para una tensión de flotación de 52,8 V, sería una VOC FV máxima de 422,4 V. Para más información, consulte el manual del producto.
- 2) Una corriente de cortocircuito más alta podría dañar el controlador en caso de que el conjunto FV se haya conectado con polaridad inversa.
- 3) Máximo de 450 Voc resulta en 360 Vmpm aprox., por lo que el conjunto FV máximo es de aprox. 360 V x 20 A = 7200 Wp
- 4) El MPPT RS comprobará si hay suficiente aislamiento resistivo entre FV+ y GND y FV- y GND. En caso de resistencia inferior al umbral, la unidad dejará de cargar, mostrará el error y enviará la señal de error al dispositivo GX (si está conectado) para que se envíe una notificación sonora y por correo electrónico.
- 5) Relé programable que puede configurarse como alarma general, subtensión CC o función de arranque/parada del generador. Capacidad nominal CC: 4 A hasta 35 VCC y 1 A hasta 70 VCC
- 6) Actualmente el MPPT RS no es compatible con las redes VE.Smart

WIND+

Control total de las RPM del aerogenerador. Obtención del punto de máxima potencia, gracias al MPPT.

Con el nuevo sistema Wind+ se consigue un control total de las revoluciones del aerogenerador. Un control que garantiza el perfecto funcionamiento del sistema. Además, el nuevo modelo consigue optimizar al máximo la potencia extraída de la máquina, ya que supervisa todos los parámetros para obtener el punto de máxima potencia en todo momento.



25.2+

Número de hélices	2
Diámetro	4,05 m
Material	Fibra de vidrio / carbono
Dirección de rotación	En sentido contrario a las agujas del reloj
Sistema de control	1) Regulador electrónico 2) Pasivo por inclinación

Características eléctricas

Alternador	Trifásico de imanes permanentes
Imanes	Neodimio
Potencia nominal	3000 W
Voltaje nominal	220 Vac
RPM	@ 400
Controladores	Regulador MPPT Wind+ Multitensión: 12, 24, 48 Vdc Intensidad: Max. 125 Amp Tipo de batería: Inundada, AGM, Gel Lithio
	Interface Wind+ 4000 Bombeo directo de agua AC ó DC Telecom Conexión a red

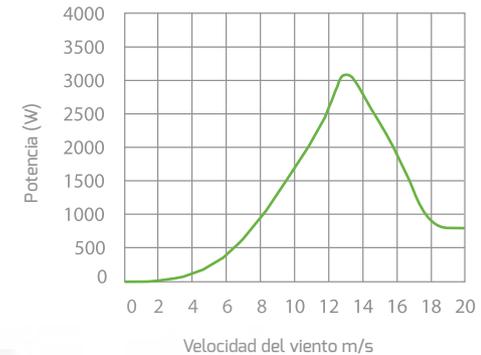
Velocidad de viento

Rango de funcionamiento	2 -30 m/s
Para arranque	3 m/s
Para potencia nominal	12 m/s
Para frenado automático	14 m/s
Máxima velocidad de viento	60 m/s

Características físicas

Peso aerogenerador	93 kg
Peso regulador	33 kg
Peso interface	24 kg
Embalaje	120 x 80 x 80 cm - 132 Kg
Dimensiones - peso	220 x 40 x 15 cm - 19 Kg
Total	0,90 m ³ - 151 Kg
Garantía	3 años

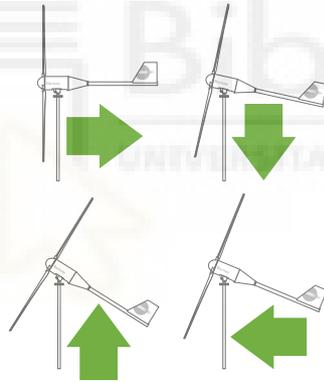
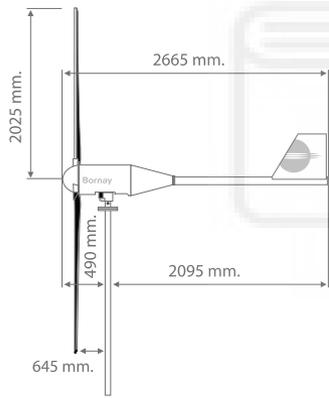
Curva de potencia



Energía



Dimensiones





PYLONTECH

Cube the Force



**HIGH VOLTAGE
ENERGY STORAGE SYSTEM**

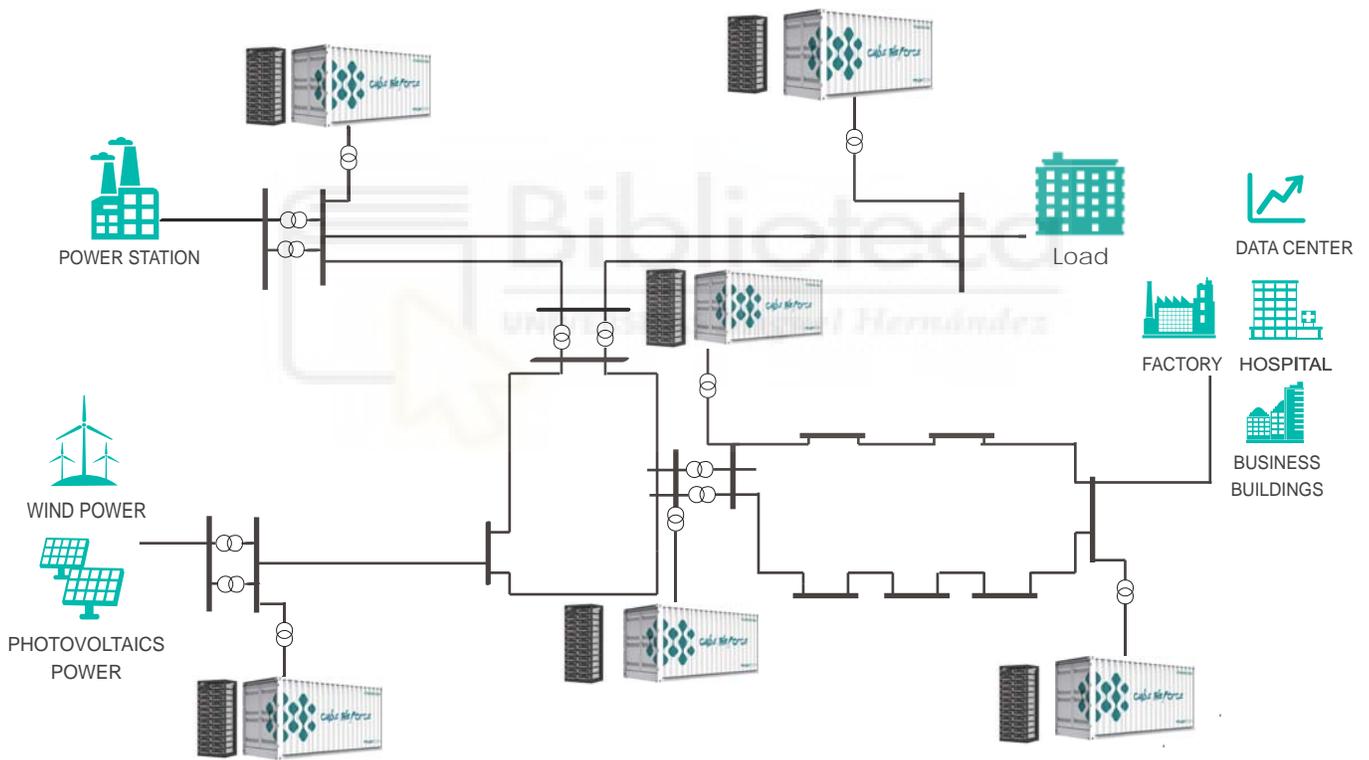
The Force Awakens



Pylon Technologies Co., Ltd.

Along with the wide deployed residential ESS Phantom series, Pylontech is proud to announce our High Voltage energy storage system serving the commercial/industrial/grid level customers – Powercube series.

Powercube series products with its modular design concept, enables the highest flexibility both for rack mounted and container based constructions, giving the flexibilities for customer to deploy the system nearly in any nodes in the grid, supporting the services such as emergency power, new energy stabilizer, energy shifting, load shaving, grid stabilizer, frequency responding (under development). With our deep experience in BESS (battery energy storage system), vertical industrial chain consolidation and fantastic ROI control, Pylontech Powercube will be your trustable system in all ESS application.



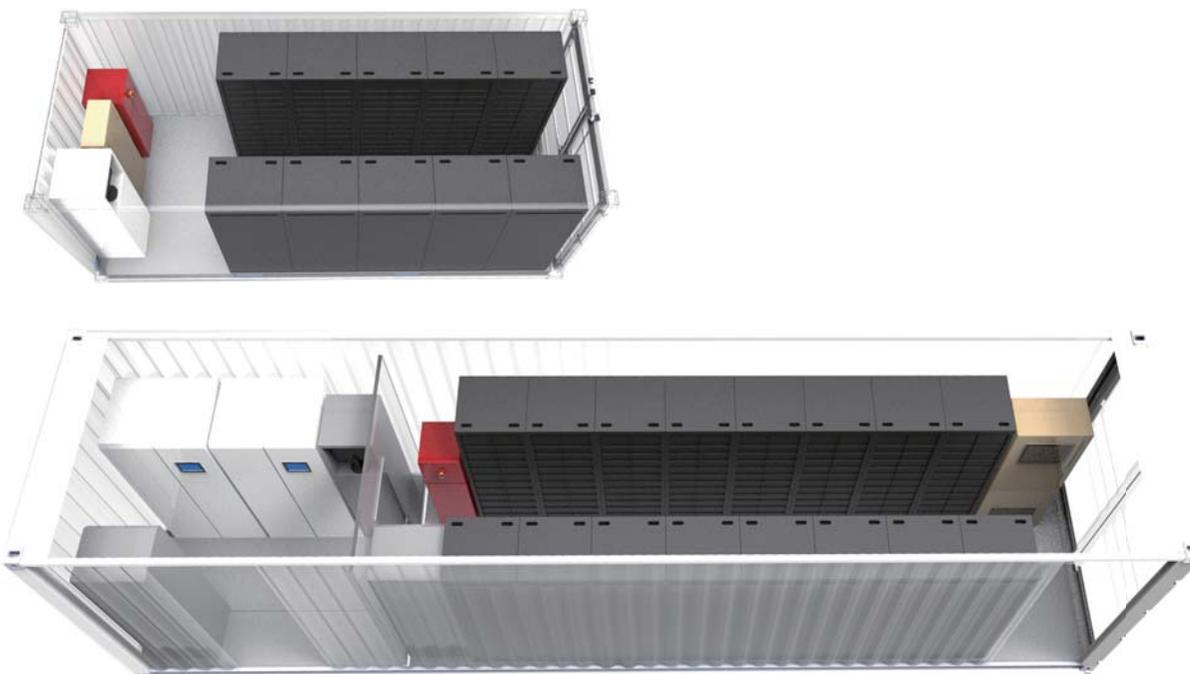
Vertically integrated the whole lithium battery industrial chain



Key features:

- 1, Vertical industry intergration chain
- 2, Modular design with different density, suits all scenarios.
- 3, Flixible voltage range from 100VDC to 1000VDC.
- 4, Three layer management system design delivers highest reliabilitiy.
- 5, T Rack mounted or container based system configuration

Layout of the Container



Specification

Battery Management system



Models	SC0500-100S	SC1000-100S	SC1000-200E
Related Product	X1	H1/H2	M1
Controller Working Voltage	100~430Vdc	200~1000Vdc	220Vac
System Operation Voltage	100~430 Vdc	200~1000 Vdc	0~1000 Vdc
Charge Current (Max.)(A)	100	100	200
Discharge Voltage(Vdc)	100~430	200~1000	0~1000
Discharge Current (Max.) (A)	100	100	200
Self-Consumption Power (W)	8	8	8
Dimension(W*D*H, mm)	442*390*132	442*390*132	330*628*150.5
Communication	RS485/CAN	RS485/CAN	RS485/CAN
Protection Class	IP20	IP20	IP20
Weight (kg)	8.2	8.2	17.5
Operation Life	15 years	15 years	15 years
Operation Temperature	-20~65℃	-20~65℃	-20~65℃
Storage Temperature	-40~80℃	-40~80℃	-40~80℃
Product Certificate	TÜV,CE	TÜV,CE	TÜV,CE

Battery Module



Models	H48050	H48074	H32148
Capacity(kWh)	2.40	3.55	4.74
Nominal Voltage(Vdc)	48	48	32
Nominal Capacity(AH)	50	74	148
Voltage Range(Vdc)	45~54	45~54	30~36
Depth of Discharge	80%(10~90%)	80%(10~90%)	80%(10~90%)
Dimension(W*D*H,mm)	442*390*100	442*390*132	330*628*150.5
Communication	RS485/CAN	RS485/CAN	RS485/CAN
Protection Class	IP20	IP20	IP20
Weight(kg)	24	32	48
Operation Life	10+Years	10+Years	10+Years
Operation Cycle Life	4000	4000	4000
Operation Temperature	0~50℃	0~50℃	0~50℃
Storage Temperature	-20~60℃	-20~60℃	-20~60℃
Product Certificate	TÜV,CE	TÜV,CE	TÜV,CE

Energy Storage System



Models	POWERCUBE-X1 (336V50AH)	POWERCUBE-H1 (720V50AH)	POWERCUBE-H2 (576V74AH)	POWERCUBE-M1 (736V148AH)
Battery System Capacity (kWh)	16.8	36	42.62	108.93
Battery System Voltage (Vdc)	336	720	576	736
Battery System Capacity (AH)	50	50	74	148
Battery Module	H48050	H48050	H48074	H32148
Battery Module Capacity (kWh)	2.40	2.40	3.55	4.74
Battery Module Quantity (pcs)	7	15	12	23
Battery System Charge Upper-Voltage (Vdc)	378	810	648	828
Battery System Charge Current (Standard)	10	10	15	30
Battery System Charge Current (Normal)	25	25	37	74
Battery System Charge Current (Max.)	50	50	74	148
Battery System Discharge lower-Voltage (Vdc)	315	675	540	690
Efficiency	96%	96%	96%	96%
Depth of Discharge	80% (10~90%)	80% (10~90%)	80%(10~90%)	80%(10~90%)
Dimension(W*D*H, mm)	600*505*1300	600*505*2140	600*505*2140	815*659*2130
Weight (kg)	250	400	450	1,250
Operation Life	10+Years	10+Years	10+Years	10+Years
Operation Temperature	0~50℃	0~50℃	0~50℃	10~40℃
Storage Temperature	-20~60℃	-20~60℃	-20~60℃	-20~60℃
Battery Modules Qty. (Optional)	3~7 pcs	5~15 pcs	5~12 pcs	1~23 pcs
Product Certificate	TÜV,CE	TÜV,CE	TÜV,CE	TÜV,CE

PowerCube



Models	20 ft High Voltage System Container	40 ft High Voltage System Container
	POWERCUBE-20H	POWERCUBE-40H
System Capacity (MWh)	1.3	2.6
System Voltage Range(Vdc)	736(690-828)	736(690-828)
Dimension(W*D*H, M)	6.058×2.438×2.896	12.192×2.438×2.896
Weight(Ton)	18	35
Ambient Temperature	-20~50℃	-20~50℃
Communication	CAN/RS485	CAN/RS485

System design can be customized according to the requirement

SUNNY ISLAND 4.4M / 6.0H / 8.0H

PARA APLICACIONES CONECTADAS A RED Y PARA SISTEMAS AISLADOS



SI4.4M-12 / SI6.0H-12 / SI8.0H-12



**Ahora con comunicación
WLAN incluida**

Comunicativo

- Comunicación mediante ethernet y WLAN
- Webconnect
- Registro de datos optimizado

Fiable

- 10 años de garantía
- Una gran capacidad de sobrecarga
- IP54 para un funcionamiento fiable en condiciones extremas

Flexible

- Para sistemas de autoconsumo, sistemas eléctricos de repuesto y sistemas aislados
- Integrable y ampliable de forma modular en sistemas monofásicos y trifásicos

- Compatible con todas las las baterías de plomo y más de 20 baterías de iones de litio diferentes

SUNNY ISLAND 4.4M / 6.0H / 8.0H

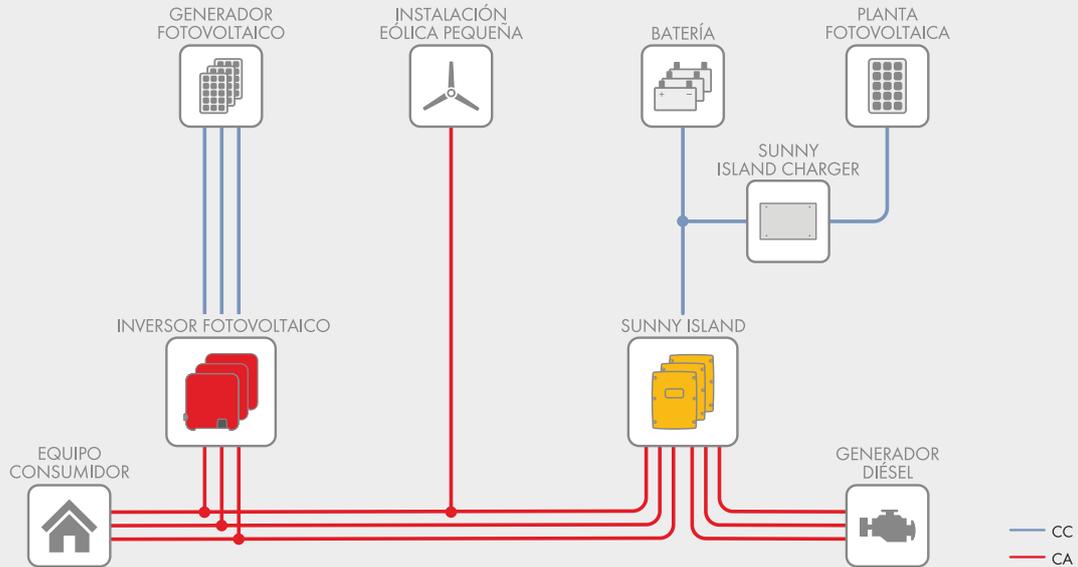
La solución más fiable para todas las necesidades: más sencillo que nunca

En regiones alejadas de la red o en la red pública en propiedades privadas: el inversor de batería Sunny Island es la mejor solución tanto en instalaciones conectadas a la red como aisladas. Los usuarios se benefician de la experiencia de los más de 70.000 Sunny Island instalados en todo el mundo. Gracias a la interfaz web integrada y a las interfaces estándar WLAN y ethernet, el Sunny Island 4.4M/6.0H/8.0H puede configurarse y monitorizarse fácilmente a través de Smartphone o de tablet. Como elemento clave del SMA Flexible Storage System, el Sunny Island almacena temporalmente la corriente auto-generada y permite utilizar la corriente fotovoltaica en cualquier momento del día.

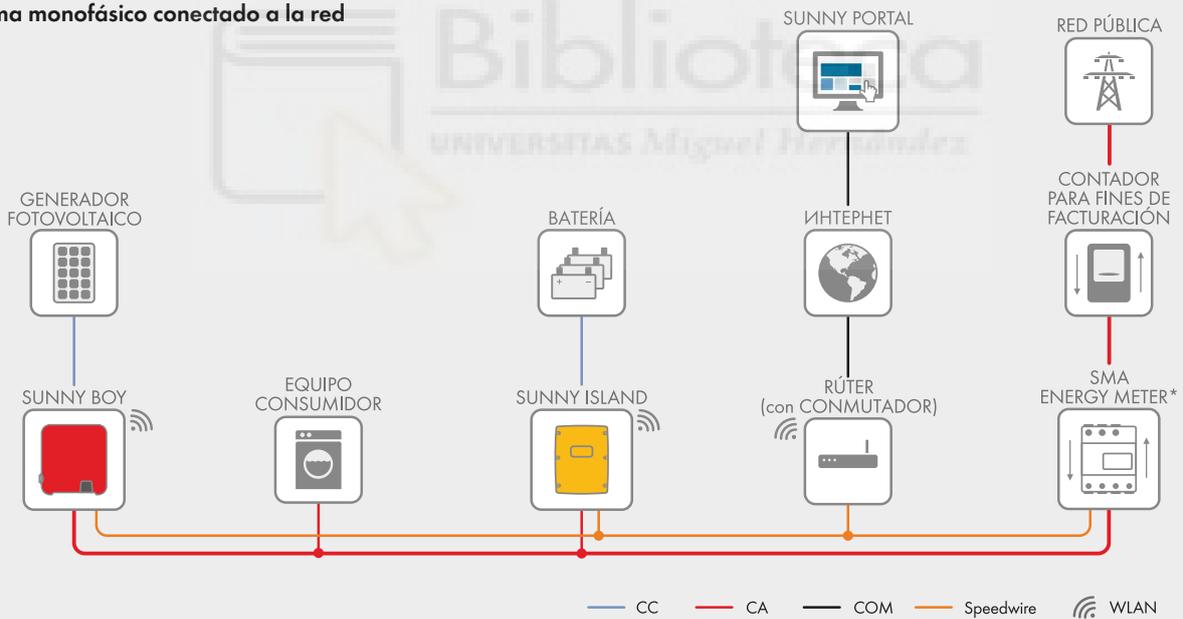
Su alta clase de protección, su amplia gama de temperaturas y su excepcional capacidad de sobrecarga garantizan siempre la seguridad necesaria. La gestión inteligente de la carga y de la energía asegura el funcionamiento también en situaciones críticas.

El Sunny Island es la solución más fiable y fácil para todas las necesidades e incluye una garantía de 10 años.

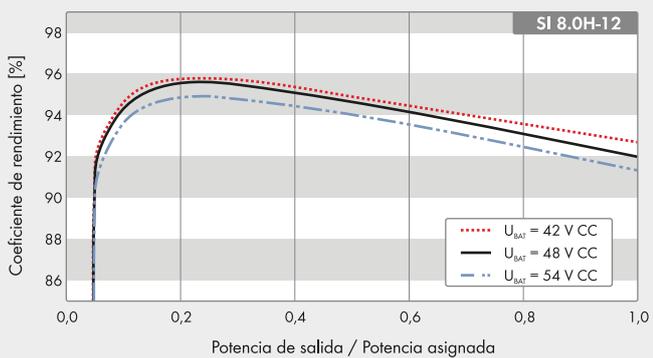
Sistema aislado trifásico



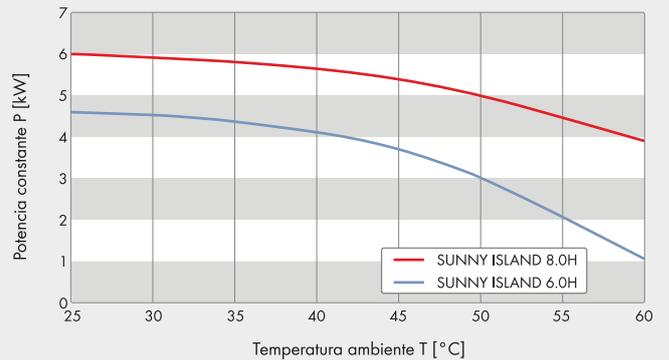
Sistema monofásico conectado a la red



Curva de rendimiento



Curva característica potencia/temperatura



Datos técnicos	Sunny Island 4.4M	Sunny Island 6.0H	Sunny Island 8.0H
Funcionamiento en la red pública o generador fotovoltaico			
Tensión asignada de red/Rango de tensión de CA	230 V/De 172,5 V a 264,5 V		
Frecuencia asignada de red/Rango de frecuencia admisible	50 Hz/De 40 Hz a 70 Hz		
Corriente alterna máx. para optimizar el autoconsumo (funcionamiento de red)	14,5 A	20 A	26 A
Potencia de CA máx. para optimizar el autoconsumo (funcionamiento de red)	3,3 kVA	4,6 kVA	6 kVA
Corriente máxima de entrada de CA	50 A	50 A	50 A
Potencia máxima de entrada CA	11500 W	11500 W	11500 W
Funcionamiento en red aislada o como sistema de respaldo			
Tensión asignada de red/Rango de tensión de CA	230 V/De 202 V a 253 V		
Frecuencia nominal/Rango de frecuencia (ajustable)	50 Hz/De 45 Hz a 65 Hz		
Potencia asignada (a Unom, fnom/25 °C/cos φ = 1)	3300 W	4600 W	6000 W
Potencia de CA a 25 °C durante 30 min/5 min/3 s	4400 W/4600 W/5500 W	6000 W/6800 W/11000 W	8000 W/9100 W/11000 W
Potencia de CA a 45 °C	3000 W	3700 W	5430 W
Corriente asignada/Corriente de salida máxima (pico)	14,5 A/60 A	20 A/120 A	26 A/120 A
Coefficiente de distorsión de la tensión de salida/Factor de potencia con potencia asignada	<5 % /De -1 a +1	<1,5 % /De -1 a +1	<1,5 % /De -1 a +1
Batería de entrada de CC			
Tensión asignada de entrada/Rango de tensión CC	48 V/De 41 V a 63 V	48 V/De 41 V a 63 V	48 V/De 41 V a 63 V
Corriente de carga máx. de la batería/de carga asignada de CC/de descarga asignada de CC	75 A/63 A/75 A	110 A/90 A/103 A	140 A/115 A/130 A
Tipo de batería/Capacidad de la batería (rango)	Iones litio ¹⁾ , FLA, VRLA/ De 100 Ah a 10000 Ah (plomo) De 50 Ah a 10000 Ah (iones litio)		
Regulación de carga	Procedimiento de carga IUoU con carga completa y de compensación automáticas		
Rendimiento/Autoconsumo del equipo			
Rendimiento máximo	95,5 %	95,8 %	95,8 %
Consumo sin carga/En espera	18 W/6,8 W	25,8 W/6,5 W	25,8 W/6,5 W
Dispositivo de protección (equipo)			
Cortocircuito de CA/Sobrecarga de CA	● / ●		
Protección contra polarización inversa de CC/Fusible de CC	- / -		
Sobretensión/Descarga total de la batería	● / ●		
Categoría de sobretensión según IEC 60664-1	III		
Datos generales			
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	467 mm/612 mm/242 mm (18,4 inch/21,1 inch/9,5 inch)		
Peso	44 kg (97 lb)	63 kg (138,9 lb)	63 kg (138,9 lb)
Rango de temperatura de funcionamiento	De -25 °C a +60 °C (de -13 °F a +140 °F)		
Clase de protección según IEC 62103	I		
Clase climática según IEC 60721	3K6		
Tipo de protección según IEC 60529	IP54		
Equipamiento/Función			
WLAN, Speedwire/Webconnect/SI-SYSCAN (multiclúster)	● / ● / -	● / ● / ○	● / ● / ○
Tarjeta de almacenamiento micro SD para un registro de datos ampliado	○		
Visualización a través de teléfono inteligente, tableta o portátil/Relé multifunción	● / 2		
Sistemas trifásicos (con campo giratorio)/Función de alimentación de repuesto	● / ●		
Cálculo del nivel de carga/Carga completa/Carga de compensación	● / ● / ●		
Sensor de temperatura de la batería/Cables de datos	○ / ●		
Certificados y autorizaciones	www.SMA-Solar.com		
Color de la cubierta amarillo/aluminio blanco	○ / ○		
Garantía 5/10 años	● / ● ³⁾		
Para sistemas aislados			
Detección automática de campo giratorio/Asistencia de generador	● / ●		
Conexión en paralelo/Multiclúster	- / -	● / ●	● / ●
Arranque suave integrado	●		
Accesorios			
Para sistemas aislados			
Fusible de batería ²⁾	○		
Sunny Island Charger SIC50-MPT ²⁾ / SMA Cluster Controller	○ / ○		
Para aplicaciones conectadas a la red			
Sunny Home Manager/SMA Energy Meter/Equipo de conmutación para corriente de repuesto ²⁾	○ / ○ / ○		
● Equipamiento de serie ○ Opcional - No disponible			
1) Consulte la "Lista de baterías de iones de litio homologadas" en www.SMA-Solar.com			
2) De proveedor externo			
3) Si se registra a través de la ficha informativa adjunta			
Todas las especificaciones actualizadas a julio de 2017			
Modelo comercial	SI4.4M-12	SI6.0H-12	SI8.0H-12

SUNNY DESIGN

Diseño de instalaciones simplificado



Heating

Product Information

PUHZ-SW50-120VKA/VHA(-BS)
Ecodan Split Air Source Heat Pumps

Making a
World of
Difference



Designed to meet
the demands of
today's heating
needs

Our range of Ecodan split air source heat pumps includes 5, 7.5 and 12kW sizes. Now with the ability to cascade up to six units of the same output Ecodan split systems offer a capacity range from 5 to 72kW. Designed to suit a wide number of applications, these models offer a viable solution for the varying requirements that domestic and small commercial applications demand.

Key Features

- Split unit allowing water connections to be made internally
- No need for gas supply, flues or ventilation
- Single phase power supply with a low starting current
- Low maintenance and quiet operation
- Operates with outside temperatures as low as -20°C
- Multiple unit connection
- Hybrid function for use with conventional boilers
- 2-zone energy efficient space heating control
- Energy monitoring as standard
- Coastal protection models available (-BS)

Application Examples

- The vast majority of UK homes
- Small Retail Outlets
- Dental / Doctor's Surgeries
- Public Sector / Commercial Buildings



Certificate Number: MCS HP0002
Product Reference: PUHZ-SW50VKA, PUHZ-SW75VHA,
PUHZ-SW120VHA



Air Conditioning | Heating
Ventilation | Controls



ecodan[®]
Renewable Heating Technology

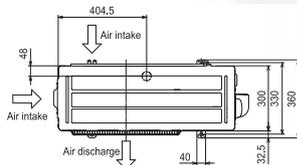
OUTDOOR UNIT		PUHZ-SW50VKA(-BS)	PUHZ-SW75VHA(-BS)	PUHZ-SW120VHA(-BS)
HEAT PUMP SPACE HEATER - 55°C	ErP Rating	A++	A++	A++
	η_s	125%	127%	125%
	SCOP	3.20	3.26	3.21
HEAT PUMP SPACE HEATER - 35°C	ErP Rating	A++	A++	A++
	η_s	163%	154%	162%
	SCOP	4.16	3.92	4.13
HEAT PUMP COMBINATION HEATER - Large Profile ¹	ErP Rating	A	A	A
	η_{wh}	98%	93%	99%
	Capacity (kW)	5.25	7.0	11.2
HEATING ² (A-3/W35)	Power Input (kW)	1.84	2.24	3.71
	COP	2.85	3.12	3.02
	OPERATING AMBIENT TEMPERATURE (°C DB) ⁷	-15 ~ +35°C	-20 ~ +35°C	-20 ~ +35°C
SOUND PRESSURE LEVEL AT 1M (dBA) ^{3,4}	46	51	54	
LOW NOISE MODE (dBA) ³	42	48	51	
WATER DATA - Water connections made at indoor hydrobox DIMENSIONS (mm)	Flow Rate (l/min)	11.8	22.9	45.9
	Width	809+62 ⁵	950	950
	Depth	300	330+30 ⁵	330+30 ⁵
	Height	630	943	1350
WEIGHT (kg) REFRIGERANT	Type	R410A	R410A	R410A
	Charge (kg) - 10m pipe length	1.4	3.2	4.6
	Pipe Size - Gas/Liquid (mm (in))	12.7 (1/2") / 6.35 (1/4")	15.88 (5/8") / 9.52 (3/8")	15.88 (5/8") / 9.52 (3/8")
	Connection Type	Flared	Flared	Flared
	Max Pipe Length (m)	40	40	75
	Min Pipe Length (m)	2	5	5
	Max Height Difference (m)	30	10	30
	ELECTRICAL DATA	Electrical Supply	220-240v, 50Hz	220-240v, 50Hz
Phase		Single	Single	Single
Nominal Running Current [MAX] (A)		3.8 [13]	8.1 [19]	17.5 [29.5]
Fuse Rating - MCB Sizes (A) ⁶		16	25	40

¹ Combination with EHST20(D)(C)-MHCW Cylinders
² Under normal heating conditions at outdoor temp: -3°CDB / -4°CWB, outlet water temp 35°C, inlet water temp 30°C
³ Under normal heating conditions at outdoor temp: 7°CDB / 6°CWB, outlet water temp 35°C, inlet water temp 30°C as tested to BS EN14511
⁴ Sound power level of the PUHZ-SW50VKA is 62dBA, PUHZ-SW75VHA2 is 65.6dBA, PUHZ-SW120VHA is 68.8dBA, as tested to BS EN12102
⁵ Grille
⁶ MCB Sizes BS EN60898-2 & BS EN60947-2
⁷ Heating maximum ambient temperature -21°CDB, DHW Hot water maximum ambient temperature -35°CDB
⁸ Electrical cover
 η_s is the seasonal space heating energy efficiency (SSHEE) η_{wh} is the water heating energy efficiency

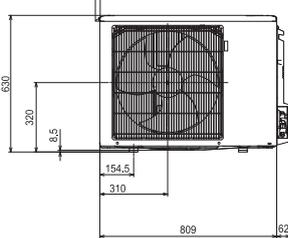
DIMENSIONS

PUHZ-SW50VKA(-BS)

Upper View

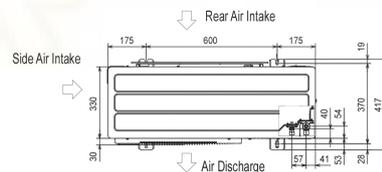


Front View

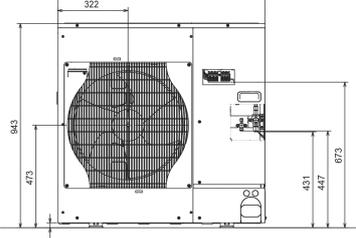


PUHZ-SW75VHA(-BS)

Upper View

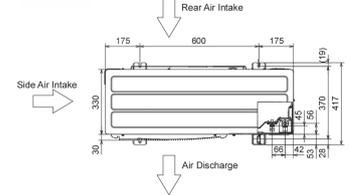


Front View

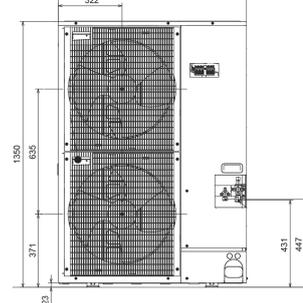


PUHZ-SW120VHA(-BS)

Upper View



Front View



Telephone: 01707 282880

email: heating@meuk.mee.com web: heating.mitsubishielectric.co.uk

UNITED KINGDOM Mitsubishi Electric Europe Living Environmental Systems Division
 Travellers Lane, Hatfield, Hertfordshire, AL10 8XB, England General Enquiries Telephone: 01707 282880 Fax: 01707 278881
 IRELAND Mitsubishi Electric Europe Westgate Business Park, Ballymount, Dublin 24, Ireland
 Telephone: Dublin (01) 419 8800 Fax: Dublin (01) 419 8890 International code: (003531)

Country of origin: United Kingdom - Japan - Thailand - Malaysia. ©Mitsubishi Electric Europe 2015. Mitsubishi and Mitsubishi Electric are trademarks of Mitsubishi Electric Europe B.V. The company reserves the right to make any variation in technical specification to the equipment described, or to withdraw or replace products without prior notification or public announcement. Mitsubishi Electric is constantly developing and improving its products. All descriptions, illustrations, drawings and specifications in this publication present only general particulars and shall not form part of any contract. All goods are supplied subject to the Company's General Conditions of Sale, a copy of which is available on request. Third-party product and brand names may be trademarks or registered trademarks of their respective owners.



www.greengateway.mitsubishielectric.co.uk

Mitsubishi Electric UK's commitment to the environment

Follow us @meuk_ies
 Follow us @green_gateway

Mitsubishi Electric
 Living Environmental Systems UK

youtube.com/mitsubishielectric2

5. BIBLIOGRAFÍA

Normativa y legislación

- I. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE.
- II. Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE.
- III. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad en los lugares de trabajo. BOE.
- IV. Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, sobre la producción y gestión de residuos de construcción y demolición. BOE.
- V. Directivas europeas 89/391/CEE y 92/85/CEE, relativas a seguridad laboral y protección de los trabajadores.
- VI. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), incluyendo la ITC-BT-23 sobre protección contra sobretensiones.
- VII. Normas UNE EN 60898, UNE EN 61009 y UNE EN 60947-2, referentes a dispositivos de protección eléctrica en baja tensión.
- VIII. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- IX. Código Técnico de la Edificación (CTE).

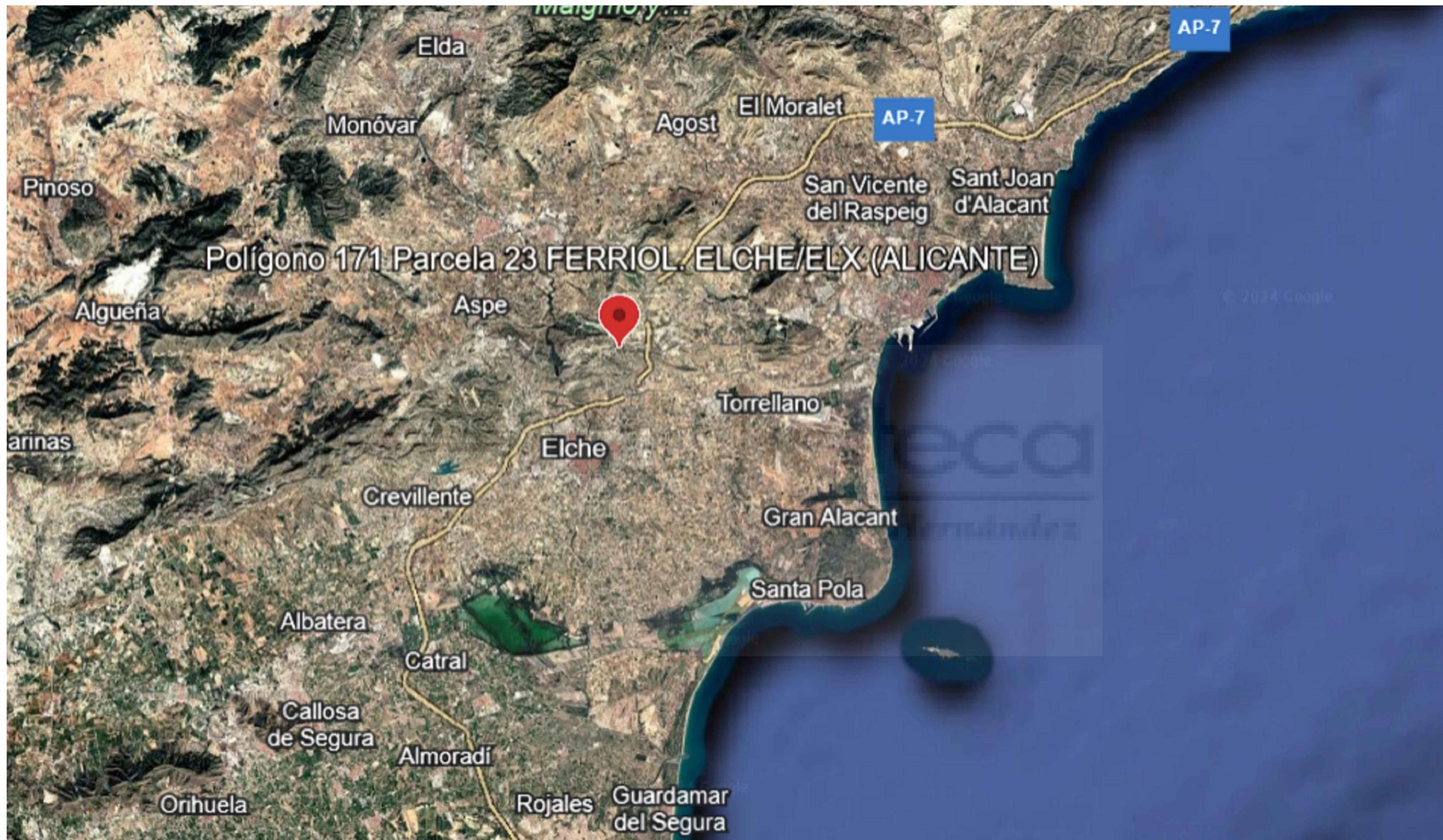
Publicaciones y manuales técnicos

- I. “Instalaciones eléctricas en edificios para arquitectos e ingenieros”. Autores: César Martín Gómez, Javier Gironés Navarraz, Patricia Lizaso Pimentel y Lierni Virto Donazar. Editorial: Ediciones Universidad de Navarra, EUNSA, 2020.
- II. Guía técnica de diseño y dimensionado de sistemas fotovoltaicos y eólicos autónomos.
- III. Manual de seguridad en obras de construcción, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- IV. Guía de buenas prácticas en la gestión de residuos de construcción y demolición, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- V. Manual de instalaciones eléctricas en baja tensión, Asociación Española de Normalización (UNE).
- VI. Normativa europea sobre eficiencia energética en edificios y energías renovables

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

6. PLANOS





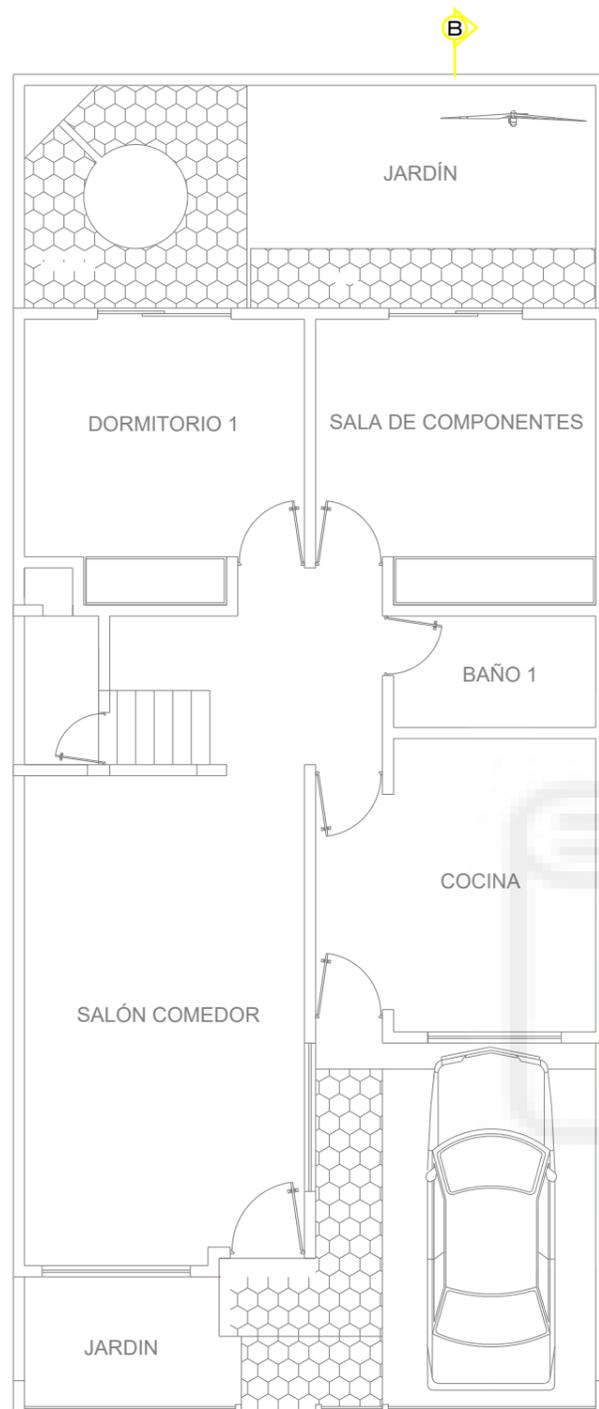
<p>UNIVERSITAS Miguel Hernández</p>	PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA DOTAR DE SERVICIO ELÉCTRICO A UNA EDIFICACIÓN AISLADA, CON APOYO DE AEROGENERADOR.	
	AUTOR: ALEJANDRO RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ	
	TITULACIÓN: INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA INDUSTRIAL	
	NOMBRE DEL PLANO: PLANO DE SITUACIÓN	Nº: 1
	FECHA: 16/10/2024	ESCALA: 1:200000
PROMOTOR: ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE		FORMATO: A3



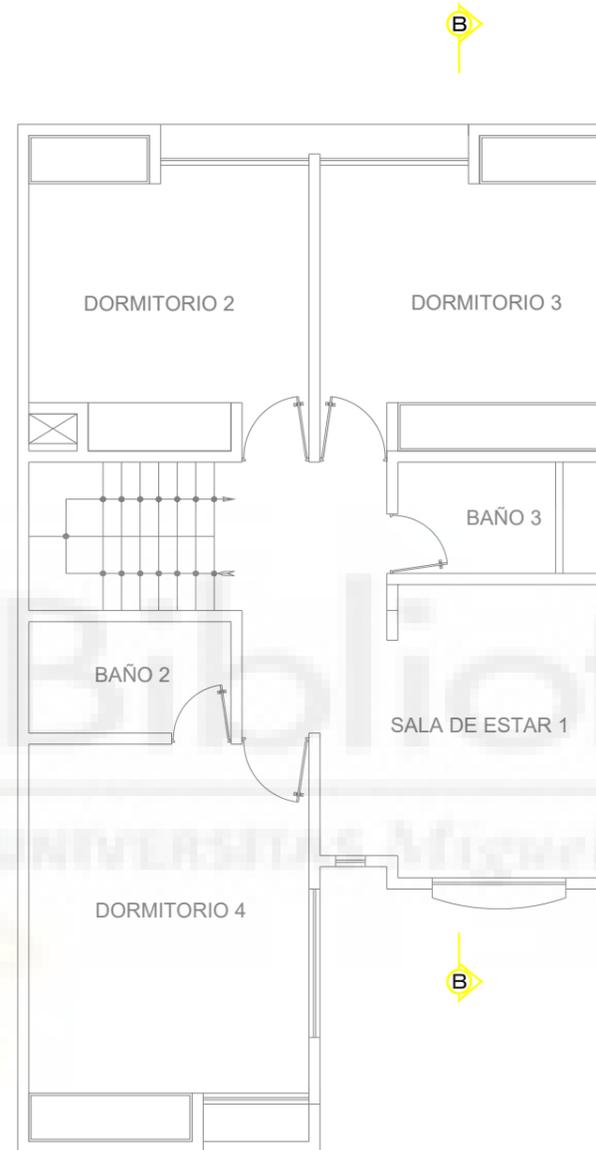
Poligono 171 Parcela 23 FERRIOL. ELCHE/ELX (ALICANTE)



PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA DOTAR DE SERVICIO ELÉCTRICO A UNA EDIFICACIÓN AISLADA, CON APOYO DE AEROGENERADOR.	
AUTOR: ALEJANDRO RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ	
TITULACIÓN: INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA INDUSTRIAL	
NOMBRE DEL PLANO: PLANO DE EMPLAZAMIENTO	Nº: 2
FECHA: 16/10/2024	ESCALA: 1:2000
PROMOTOR: ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE	
FORMATO: A3	



PRIMERA PLANTA



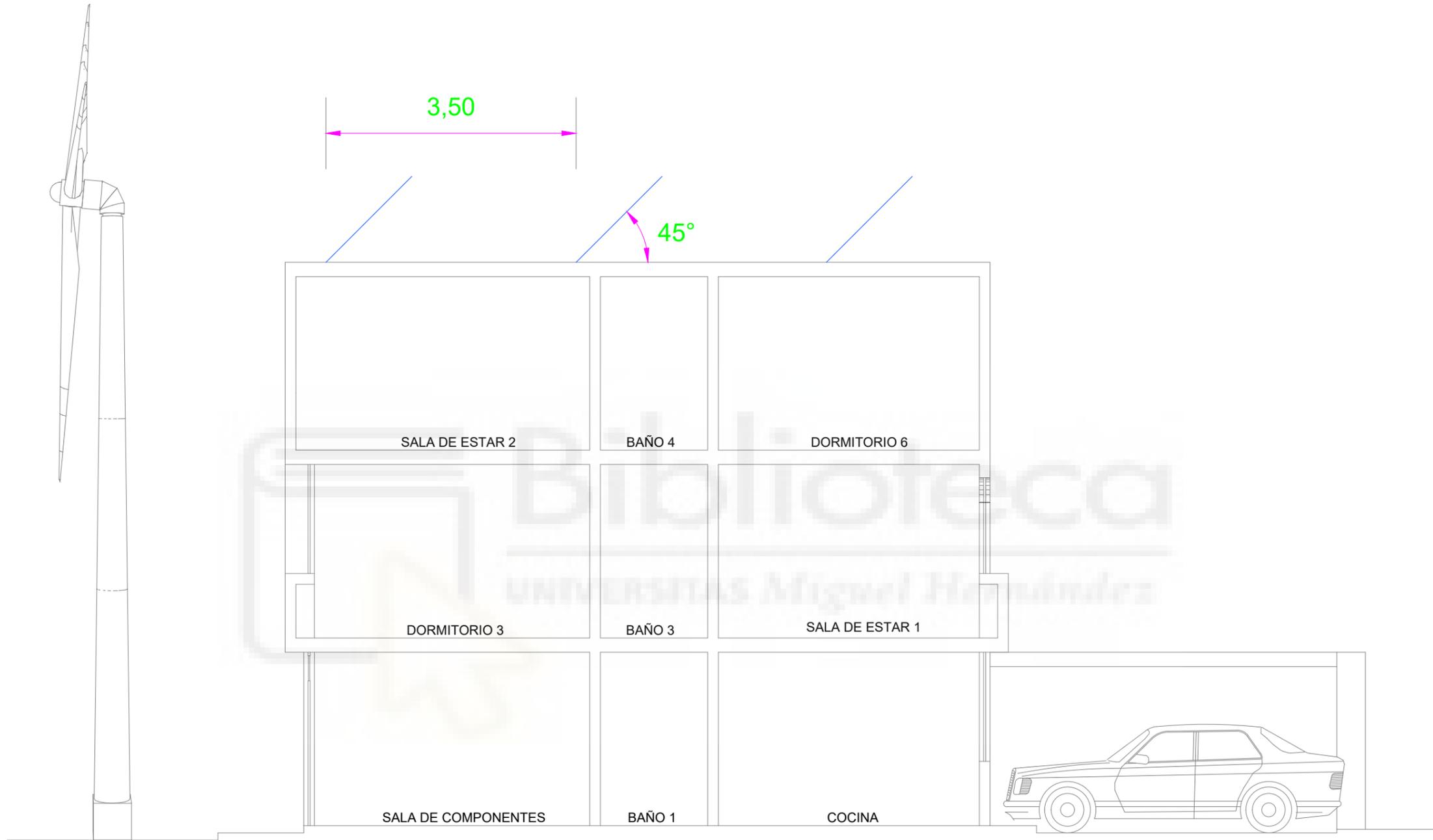
SEGUNDA PLANTA



TERCERA PLANTA

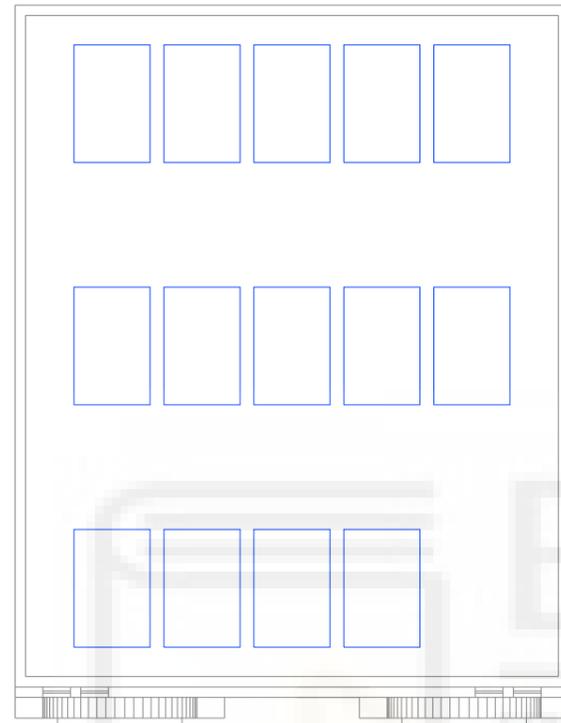


PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA DOTAR DE SERVICIO ELÉCTRICO A UNA EDIFICACIÓN AISLADA, CON APOYO DE AEROGENERADOR.	
AUTOR: ALEJANDRO RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ	
TITULACIÓN: INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA INDUSTRIAL	
NOMBRE DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN PLANTAS	Nº: 3
FECHA: 16/10/2024	ESCALA: 1:50
PROMOTOR: ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE	
FORMATO: A3	



CORTE B - B

	PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA DOTAR DE SERVICIO ELÉCTRICO A UNA EDIFICACIÓN AISLADA, CON APOYO DE AEROGENERADOR.	
	AUTOR: ALEJANDRO RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ	
	TITULACIÓN: INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA INDUSTRIAL	
	NOMBRE DEL PLANO: COMPONENTES INSTALACIÓN	Nº: 4
	FECHA: 16/10/2024	ESCALA: 1:50
PROMOTOR: ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE		FORMATO: A3



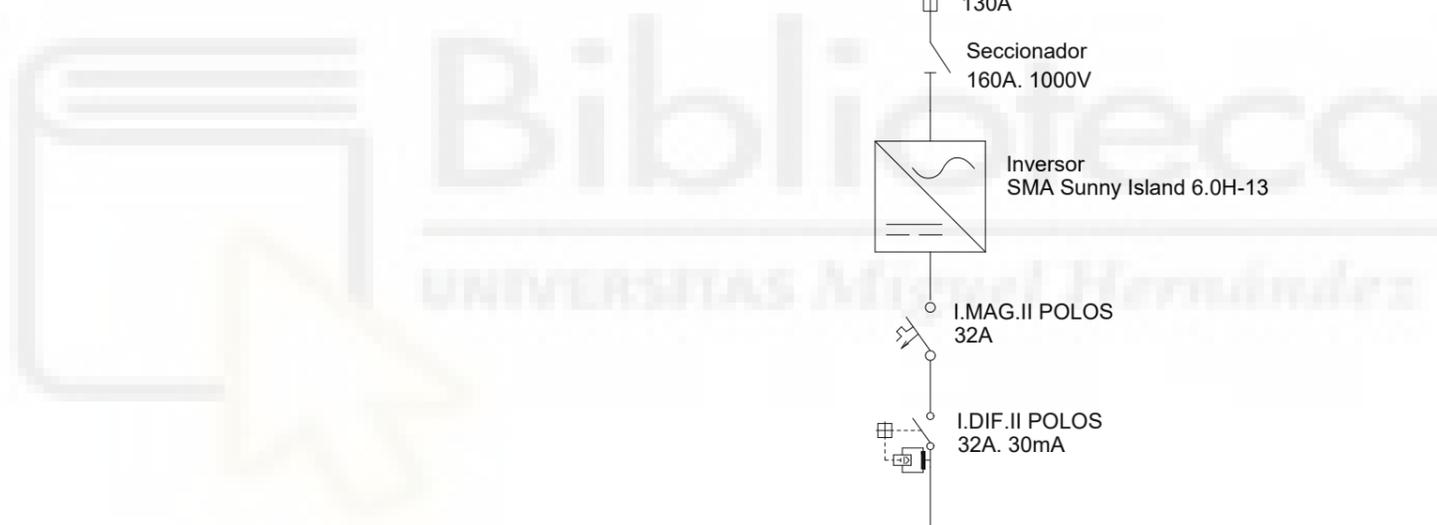
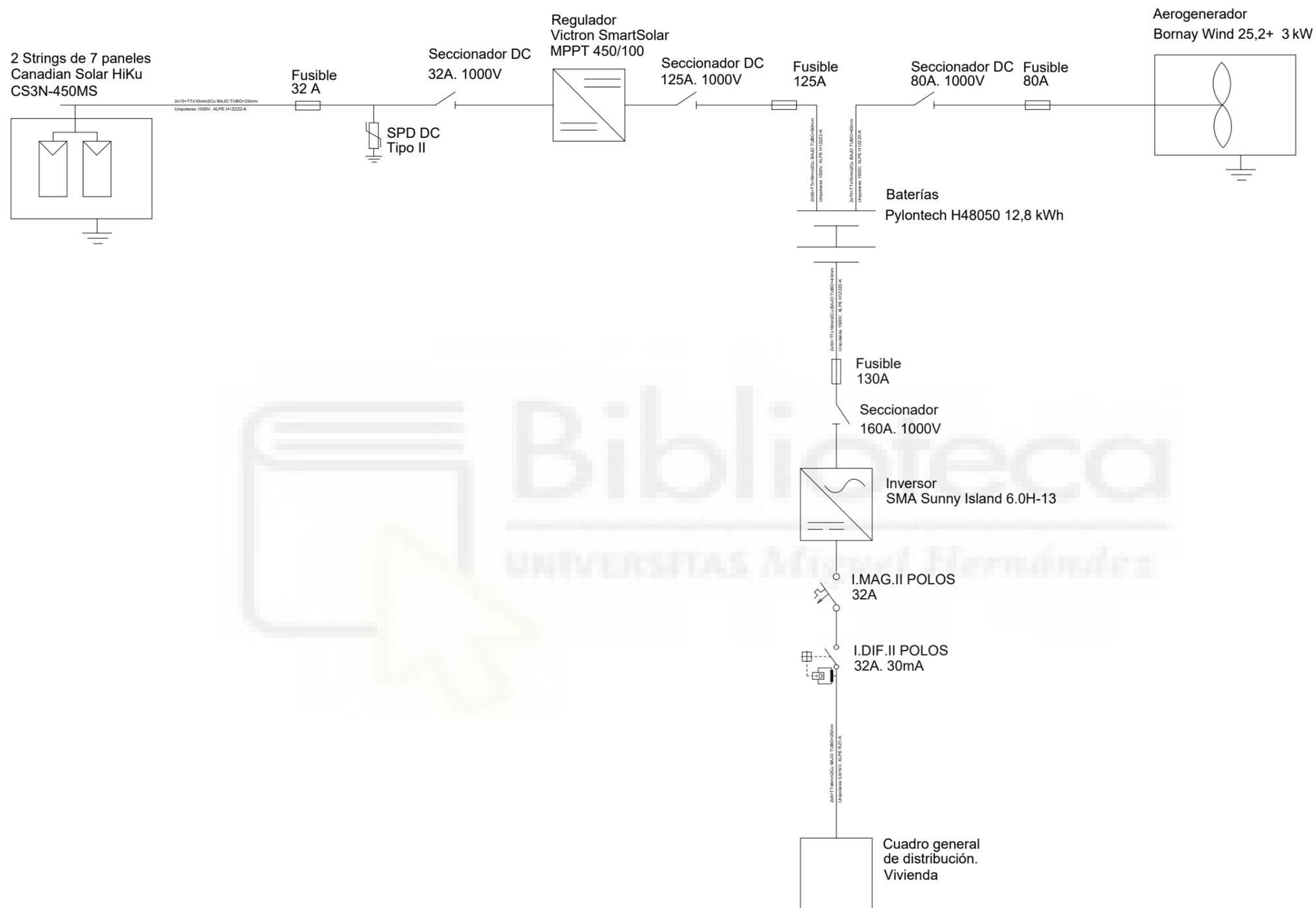
TERCERA PLANTA



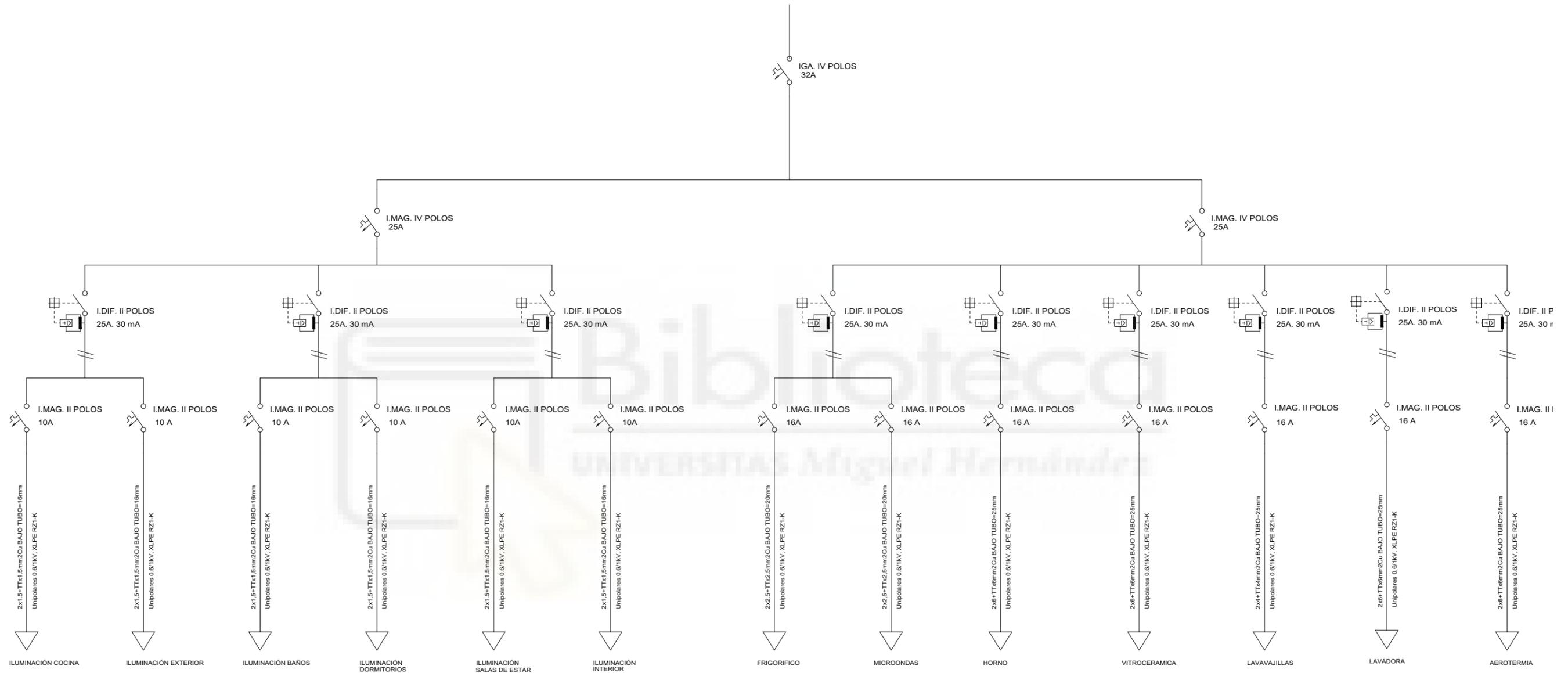
PRIMERA PLANTA



PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA DOTAR DE SERVICIO ELÉCTRICO A UNA EDIFICACIÓN AISLADA, CON APOYO DE AEROGENERADOR.	
AUTOR: ALEJANDRO RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ	
TITULACIÓN: INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA INDUSTRIAL	
NOMBRE DEL PLANO: COMPONENTES INSTALACIÓN	Nº: 5
FECHA: 16/10/2024	ESCALA: 1:50
PROMOTOR: ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE	
FORMATO: A3	



	PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA DOTAR DE SERVICIO ELÉCTRICO A UNA EDIFICACIÓN AISLADA, CON APOYO DE AEROGENERADOR.	
	AUTOR: ALEJANDRO RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ	
	TITULACIÓN: INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA INDUSTRIAL	
	NOMBRE DEL PLANO: ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN EÓLICA Y FOTOVOLTAICA	Nº: 6
	FECHA: 16/10/2024	ESCALA: S/E
PROMOTOR: ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE		FORMATO: A3



PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA DOTAR DE SERVICIO ELÉCTRICO A UNA EDIFICACIÓN AISLADA, CON APOYO DE AEROGENERADOR.	
AUTOR: ALEJANDRO RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ	
TITULACIÓN: INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA INDUSTRIAL	
NOMBRE DEL PLANO: ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN VIVIENDA	Nº: 7
FECHA: 16/10/2024	ESCALA: S/E
PROMOTOR: ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE	
FORMATO: A3	

“Proyecto de instalación fotovoltaica para dotar de servicio eléctrico a una edificación aislada con apoyo de aerogenerador, en la partida de Ferriol – Término municipal de Elche”

