

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA  
DE BOMBEO SOSTENIBLE  
UTILIZANDO ENERGÍA SOLAR  
FOTOVOLTAICA Y  
ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Febrero - 2025

AUTOR: Rafael Zaragoza Monera

DIRECTOR/ES: Carolina Senabre Blanes

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. MEMORIA.....	6
1.1. MEMORIA DESRIPTIVA .....	6
1.1.1. ANTECEDENTES .....	6
1.1.2. OBJETO DE ESTE PROYECTO .....	6
1.1.3. PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN .....	7
1.1.4. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES.....	7
1.1.5. DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES Y SU USO .	9
1.1.5.1. INSTALACIÓN DE SUMINISTRO FOTVOLTAICA.....	9
1.1.5.2. SISTEMA DE BOMBEO .....	9
1.1.6. REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES INICIALES.....	10
1.1.6.1. NORMATIVA GENERAL Y ENERGÉTICA.....	10
1.1.6.2. NORMATIVA ESPECÍFICA PARA INSTALACIONES DE BOMBEO .....	12
1.1.6.3. NORMATIVA MEDIOAMBIENTAL.....	12
1.1.7. CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN. 12	
1.1.7.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN RD-LEY 244/2019.....	12
1.1.7.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN REBT .....	12
1.1.7.3. CLASIFICACIÓN SEGÚN RIESGO DE LAS DEPENDENCIAS DE LA INDUSTRIA (DE ACUERDO A LA ITC-BT CORRESPONDIENTE) .....	13
1.1.7.4. COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO CON EL PLAN URBANÍSTICO .....	16
1.1.8. POTENCIA PREVISTA.....	17
1.1.8.1. POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA EN MÓDULOS FOTVOLTAICOS .....	17
1.1.8.2. POTENCIA TOTAL PREVISTA DE LA INSTALACIÓN .....	18
1.1.9. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	18
1.1.9.1. BATERÍAS .....	18
1.1.9.2. MÓDULOS FOTVOLTAICOS .....	19
1.1.9.3. GENERADOR FOTVOLTAICO .....	20
1.1.9.4. CONEXIÓN MÓDULO-INVERSORES.....	21
1.1.9.5. ESTRUCTURA SOPORTE MÓDULOS.....	22
1.1.9.6. GRUPO ELECTRÓGENO .....	23
1.1.9.7. INSTALACIONES RECEPTORAS Y/O ALUMBRADO .....	24
1.1.9.7.1. EQUIPO DE BOMBEO .....	24

1.1.9.7.2.	ALUMBRADO Y ALUMBRADO ESPECIAL .....	25
1.1.9.7.3.	SISTEMA DE VENTILACIÓN .....	26
1.1.9.8.	PROTECCIONES ELÉCTRICAS .....	27
1.1.9.8.1.	Cuadro de Protecciones de Corriente Continua .....	27
1.1.9.9.	PUESTA A TIERRA .....	28
1.1.10.	MANTENIMIENTO .....	29
1.1.11.	SOSTENIBILIDAD Y MEDIOAMBIENTE .....	30
1.1.11.1.	VALOR BIOLÓGICO Y ECOLÓGICO DE LA ISLA DE TABARCA	30
1.1.11.2.	NECESIDAD DE PROTEGER EL ENTORNO Y REDUCIR EL IMPACTO HUMANO .....	31
1.1.11.4.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y SOSTENIBILIDAD .....	32
1.1.11.5.	CONCLUSIÓN .....	33
1.2.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....	34
1.2.1.	CÁLCULOS HIDRÁULICOS .....	34
1.2.1.1.	INTRODUCCIÓN .....	34
1.2.1.2.	CÁLCULO HIDRÁULICO .....	34
1.2.1.3.	CÁLCULO DE GOLPE DE ARIETE .....	36
1.2.1.4.	RESULTADOS .....	37
1.2.2.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS .....	38
1.2.2.1.	DIMENSIONAMIENTO DEL CAMPO SOLAR .....	38
1.2.2.2.	DIMENSIONAMIENTO DE BATERÍAS .....	40
1.2.2.3.	TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE .....	40
1.2.2.3.1.	TRAMO CORRIENTE CONTINUA .....	40
1.2.2.3.2.	TRAMO CORRIENTE ALTERNA .....	42
1.2.2.4.	FÓRMULAS UTILIZADAS PARA EL CÁLCULO DE CIRCUITOS	43
1.2.2.5.	CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS .....	44
1.2.2.6.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS: CONEXIÓN MÓDULOS, INVERSOR Y BOMBEO .....	45
1.2.2.6.1.	CÁLCULO DEL LADO DE CORRIENTE CONTINUA .....	45
1.2.2.6.2.	CÁLCULO DEL LADO DE CORRIENTE ALTERNA .....	47
1.2.2.7.	CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES A INSTALAR EN LAS DIFERENTES LÍNEAS .....	49
1.2.2.7.1.	SOBRECARGAS .....	49
1.2.2.7.2.	CORTOCIRCUITOS .....	50

1.2.2.7.3.	ARMÓNICOS .....	50
1.2.2.7.4.	SOBRETENSIONES.....	51
1.2.2.8.	CÁLCULO DEL SISTEMA DE RPTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	51
1.2.2.9.	SIMULACIÓN ENERGÉTICA INSTALACIÓN FV .....	52
1.2.2.10.	EMISIONES DURANTE EL CICLO DE VIDA DE UNA INSTALACIÓN FOTVOLTAICA .....	55
1.3.	PLANIFICACIÓN.....	57
1.3.1.	INTRODUCCIÓN.....	57
1.3.2.	FASES DE EJECUCIÓN .....	57
1.3.3.	CRONOGRAMA .....	58
1.3.4.	CONCLUSIÓN Y APUNTES FINALES.....	58
1.4.	ESTUDIO DE SEGURIDAD.....	59
1.4.1.	INTRODUCCIÓN.....	59
1.4.2.	IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	59
1.4.3.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	59
1.4.4.	ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS .....	59
1.4.5.	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI).....	60
1.4.6.	PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD .....	60
1.4.7.	NORMATIVA APLICABLE .....	61
1.4.8.	PLAN DE EMERGENCIA .....	61
1.4.9.	CONCLUSIÓN Y APUNTES FINALES.....	61
2.	PLANOS .....	62
2.1.	PLANO DE SITUACIÓN .....	62
2.2.	PLANO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL .....	62
2.3.	PLANO DEL CAMPO SOLAR .....	62
2.4.	PLANO DEL POZO DE BOMEO .....	62
2.5.	ESQUEMA UNIFILAR.....	62
3.	PLIEGO DE CONDICIONES .....	68
3.1.	PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES .....	68
3.1.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	68
3.1.2.	ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS.....	68
3.1.3.	RELACIÓN DE PLANOS .....	68
3.2.	ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS .....	69
3.3.	ESPECIFICACIONES DE EJECUCIÓN .....	69
3.3.1.	PREPARACIÓN DEL SITIO .....	69

3.3.2.	INSTALACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y PANELES SOLARES.....	70
3.3.3.	INSTALACIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO .....	70
3.3.4.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	70
3.3.5.	PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA .....	70
3.4.	PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS .....	70
3.4.2.	FORMA DE PAGO .....	71
3.4.3.	PENALIZACIONES POR INCUMPLIMIENTO.....	71
3.4.4.	GARANTÍAS .....	71
4.	PRESUPUESTO .....	72
4.1.	MEDICIONES.....	72
4.1.1.	MATERIALES Y EQUIPOS PRINCIPALES.....	72
4.1.2.	TRABAJOS DE EJECUCIÓN.....	73
4.2.	PRECIOS UNITARIOS.....	74
4.3.	PRESUPUESTO GLOBAL.....	75
4.3.1.	COSTE DE MATERIALES Y EQUIPOS.....	75
4.3.2.	COSTE DE MANO DE OBRA Y EJECUCIÓN .....	76
4.3.3.	COSTE TOTAL DEL PROYECTO .....	76
5.	ANEXOS.....	77

# 1. MEMORIA

## 1.1. MEMORIA DESRIPTIVA

### 1.1.1. ANTECEDENTES

La gestión de aguas residuales en Tabarca ha sido un desafío continuo debido a su geografía y al hecho de estar separada del continente. Actualmente, la infraestructura de aguas residuales es limitada y enfrenta problemas de capacidad y eficiencia. La falta de una solución adecuada puede llevar a problemas ambientales graves, afectando tanto a la salud pública como a la biodiversidad marina, una de las mayores atracciones de la isla.

Se busca realizar una instalación de bombeo destinada a aguas residuales alimentada en baja tensión por una instalación de autoconsumo con fotovoltaicas sin conexión a red con respaldo de baterías, en la isla de Tabarca (Alicante). Esto permitirá reducir el impacto ambiental de este sistema de bombeo así como no depender de la red eléctrica, pudiendo situarlo en un punto sin acceso a la misma.

Según el Art. 4 del Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, donde se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, la instalación proyectada se clasifica en la modalidad de instalación aislada.

**Tipo de instalación: Individual, aislada.**

Para cubrir posibles fallos en el suministro del autoconsumo o incapacidad del mismo en un momento puntual de hacer frente a la demanda, se instalará un grupo electrógeno siguiendo las directrices de la ITC-BT-40 del REBT. Tanto la instalación fotovoltaica como el grupo electrógeno estarán clasificados dentro del tipo a) del apartado 2 de esta guía técnica como “instalaciones aisladas para uso exclusivo de alimentar cargas o circuitos de baja tensión”.

Se proyectará la instalación fotovoltaica, campo solar, inversor, baterías y demás elementos asociados, así como los equipos de bombeo. No será necesario construir un pozo de bombeo ni el conducto a través del que se impulsarán las aguas desde la isla hasta territorio peninsular, ya que estos ya existen.

### 1.1.2. OBJETO DE ESTE PROYECTO

El presente documento tiene como objetivo principal definir las especificaciones técnicas de una instalación de bombeo y la instalación fotovoltaica que la alimentará, para ello se dimensionará en base a la demanda conocida de caudal buscando estimar la capacidad de producción energética requerida para el campo solar. Este análisis es esencial para la

obtención de los permisos necesarios y servirá como guía fundamental para la ejecución de los trabajos de instalación.

Para la elaboración de este documento, se ha considerado un modelo de inversor y bombas comúnmente disponibles en el mercado. Sin embargo, no se limita el uso de equipos de diferentes fabricantes, siempre que estos cumplan con los requisitos de rendimiento especificados para la instalación. Será responsabilidad de la dirección facultativa de la obra evaluar la adecuación de los equipos propuestos por el contratista, asegurando que no se comprometan las prestaciones ni la eficiencia del sistema.

Además, este proyecto pretende proporcionar un marco detallado que abarque tanto la integración de la instalación fotovoltaica con el sistema de bombeo de aguas residuales, como su viabilidad económica y sostenibilidad ambiental. Se incluirán recomendaciones para el mantenimiento y operación del sistema, garantizando así su funcionamiento óptimo y duradero.

La implementación de esta instalación no solo busca cumplir con las normativas vigentes, sino también contribuir significativamente a la reducción de la huella de carbono de la isla de Tabarca. Al aprovechar la energía solar, se promueve una solución energéticamente eficiente y ambientalmente responsable, alineada con los objetivos de sostenibilidad y conservación del entorno natural de la isla.

### 1.1.3. PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN

Titular: \_\_\_\_

C.I.F: \_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_

El proyecto tiene como primer motivo el académico, simulando un proyecto de ingeniería que podría llevarse a cabo. Es por ello que este apartado no procede. Podríamos poner como promotor ficticio a la Escuela Politécnica Superior de Elche.

### 1.1.4. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

La actuación se llevará a cabo en, C/ Motxo-Tabarca, Alicante.

De acuerdo con los datos oficiales de la Sede del Catastro, la referencia catastral de la parcela es 0575101YH2207F0001FX, cuya consulta descriptiva y gráfica se muestra en la siguiente figura.

Coordenadas UTM: 38°09'59"N 0°29'02"W.

## CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 0575101YH2207F0001FX

### PARCELA

Superficie gráfica: 3.516 m<sup>2</sup>

Participación del inmueble: 100,00 %

Tipo:

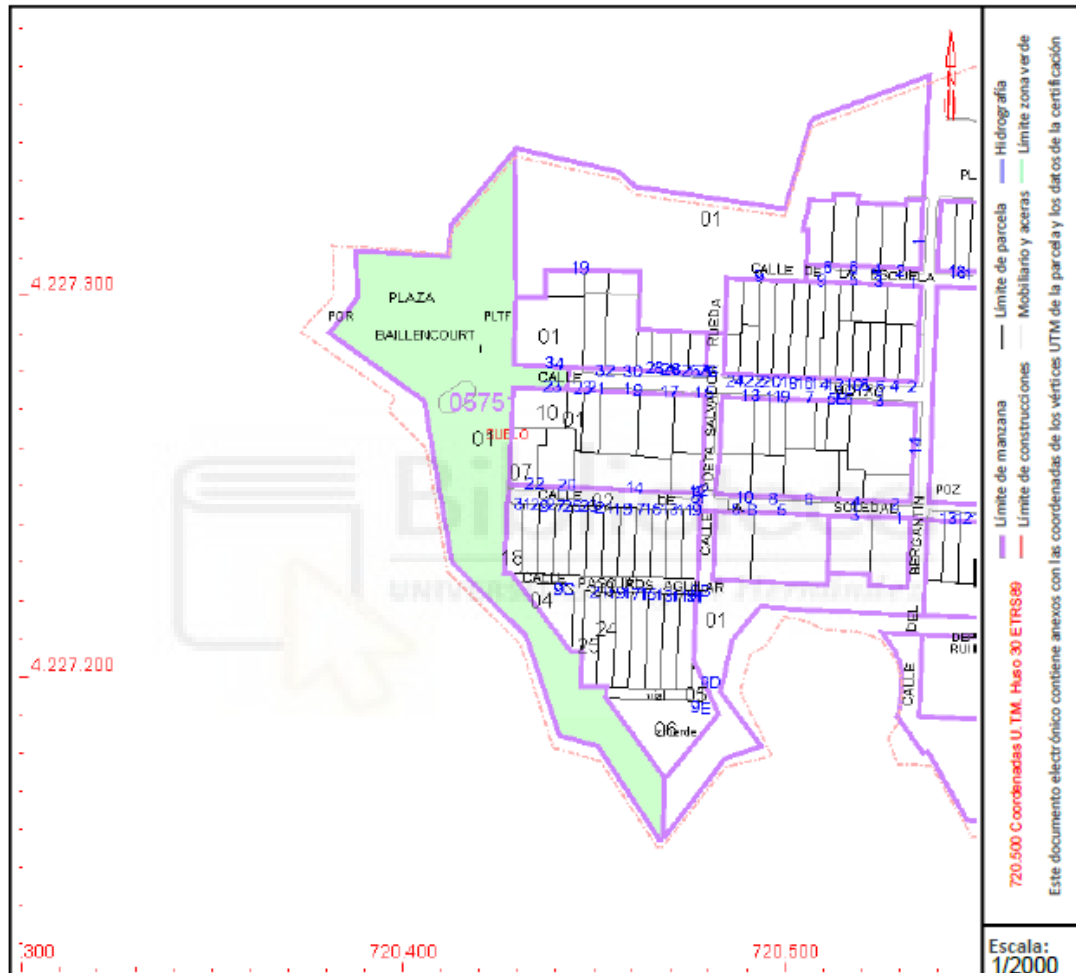


Figura 1. Información catastral de la parcela.

La finca ya cuenta con un cuarto cerrado construido donde se instalarán elementos de la instalación eléctrica como inversor, baterías y grupo electrógeno. También existe un pozo de bombeo del que sale una tubería que llega hasta la península, en este emplazamiento situaremos las bombas proyectadas.



## 1.1.5. DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES Y SU USO

### 1.1.5.1. INSTALACIÓN DE SUMINISTRO FOTOVOLTAICA

La instalación de bombeo propuesta está diseñada para ser alimentada por un sistema de producción solar fotovoltaica aislado de la red. Los módulos solares generan corriente continua (CC), la cual es convertida en corriente alterna (CA) por un inversor, que garantiza una salida de energía compatible en términos de tensión y frecuencia con los equipos que se conecten al sistema. Además de su función de conversión, el inversor realiza otras funciones importantes, tales como:

Asegurar el acoplamiento adecuado entre los distintos componentes del sistema.

Incluir protecciones fundamentales, conforme a la normativa vigente.

Desde el inversor, el sistema eléctrico se conecta por un lado a una caja de protecciones de corriente alterna, equipada con interruptores magnetotérmicos y diferenciales para salvaguardar tanto el inversor como los demás componentes. Por otro lado se conecta al cuadro de protecciones de corriente continua que incluye las protecciones específicas para la planta fotovoltaica, asegurando la estabilidad y seguridad de toda la instalación. El diseño de la instalación se optimiza seleccionando cuidadosamente los componentes en función de las características del entorno, maximizando así el rendimiento energético.



*Figura 2. Instalación fotovoltaica.*

### 1.1.5.2. SISTEMA DE BOMBEO

El sistema de bombeo está compuesto por una bomba sumergida, destinada a la impulsión de aguas residuales, acompañada de una segunda bomba de reserva, configurada en modo 1+1, es decir, una bomba operativa y otra en reserva para garantizar la continuidad del servicio en caso de fallo. Este sistema asegura un flujo de agua constante y confiable para los usos previstos.

Ambas bombas estarán conectadas a la instalación fotovoltaica para su alimentación. La energía generada durante las horas de sol permitirá accionar la bomba principal, mientras que el excedente se almacenará en baterías. Estas baterías proporcionarán la energía necesaria para el funcionamiento del sistema durante las horas sin sol o en momentos de baja generación fotovoltaica.



Figura 3. Pozo de bombeo con 2 bombas.

#### 1.1.6. REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES INICIALES

Se tienen en cuenta la normativa vigente en la zona respecto a baja tensión, autoconsumo e instalaciones de bombeo de aguas.

##### 1.1.6.1. NORMATIVA GENERAL Y ENERGÉTICA

- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico: Regula el sector eléctrico en España, definiendo las condiciones generales sobre generación y consumo eléctrico.

- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 842/2002, de 20 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real decreto legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de evaluación de impacto ambiental de proyectos.
- Normas particulares de la Compañía Suministradora.
- Para los detalles constructivos se tendrá en cuenta las Normas Básicas de la Edificación (CTE). (REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT, RD 842/2002): Establece las condiciones técnicas y de seguridad de las instalaciones eléctricas en baja tensión. Entre las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) más relevantes están:
  - ITC-BT-40: Instalaciones generadoras de baja tensión (aplicable a instalaciones fotovoltaicas y grupos electrógenos).
  - ITC-BT-19: Instalaciones de puesta a tierra.
- Normas UNE de aplicación.
  - UNE-EN 61173:98 “Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos productores de energía. Guía.”
  - UNE-EN 61727:96 “Sistemas fotovoltaicos. Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica”.
  - UNE-EN 20460-5-52:96 Estándar que regula la instalación de canalizaciones eléctricas, cables y conductores eléctricos en instalaciones solares fotovoltaicas.
  - UNE 20460-7-712:06 Sobre las instalaciones de suministro de energía por fuentes fotovoltaicas. Refiere a la instalación y conexionado de los paneles y otros componentes.
  - UNE-EN 61427: Estándar específico para baterías, que establece los requisitos para la seguridad y el uso eficiente de las baterías en sistemas de almacenamiento.
  - PNE-EN 50330-1 “Convertidores fotovoltaicos de semiconductores. Parte 1: Interfaz de protección interactivo libre de fallo de compañías eléctricas para convertidores conmutados FV-red. Cualificación de diseño y aprobación de tipo”. (BOE 11/05/99).
  - PNE-EN 50331-1 “Sistemas fotovoltaicos en edificios. Parte 1: Requisitos de seguridad”.

- PNE-EN 61227. “Sistemas fotovoltaicos terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía”.

#### 1.1.6.2. NORMATIVA ESPECÍFICA PARA INSTALACIONES DE BOMBEO

- UNE 16726: Norma que regula los requisitos de seguridad y funcionalidad de las bombas sumergibles en instalaciones de bombeo, asegurando su correcto funcionamiento y eficiencia.

#### 1.1.6.3. NORMATIVA MEDIOAMBIENTAL

- Ley 21/2013, para estudio de impacto ambiental de la instalación.
- Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, instalación que afecta áreas protegidas o ecosistemas vulnerables.

### 1.1.7. CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

#### 1.1.7.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN RD-LEY 244/2019

No aplica en este caso al tratarse de una **instalación aislada**, definida en este Real Decreto como:

“Aquella en la que no existe en ningún momento capacidad física de conexión eléctrica con la red de transporte o distribución ni directa ni indirectamente a través de una instalación propia o ajena. Las instalaciones desconectadas de la red mediante dispositivos interruptores o equivalentes no se considerarán aisladas a los efectos de la aplicación de este real decreto”.

#### 1.1.7.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN REBT

Según la ITC-BT 30 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (instalaciones en locales de características especiales), para una instalación a la intemperie, clasificaremos la actividad como un **local mojado**.

Además, en base a la ITC-BT 40, atendiendo a su funcionamiento respecto a la Red de Distribución Pública, esta instalación se clasifica en “**Instalaciones generadoras aisladas**”, aquellas en las que no puede existir conexión eléctrica alguna con la red.

Esta instalación no será objeto de inspecciones iniciales, pues no se da ninguna de las características expuestas en el apartado 4.1 de la ITC-BT-05, solo en caso de modificaciones sustanciales de la instalación tras las cuales se cumpla alguno de los ítems, sería objeto de inspección por un Organismo de Control.

### 1.1.7.3. CLASIFICACIÓN SEGÚN RIESGO DE LAS DEPENDENCIAS DE LA INDUSTRIA (DE ACUERDO A LA ITC-BT CORRESPONDIENTE)

#### - **LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN (ITC-BT-29)**

El área alrededor de la boca de carga del depósito de gasoil del grupo electrógeno existente se clasifica como de riesgo de incendio o explosión CLASE I (debido a la presencia de una atmósfera inflamable). Por esta razón, no se permitirá la instalación de ningún equipo eléctrico en dicha zona.

#### Clases de emplazamientos

Clase I: Comprende los emplazamientos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables; se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos inflamables.

#### Zonas de emplazamientos clase I

Se distinguen:

Zona 0: Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor, o niebla, está presente de modo permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.

Zona 1: Emplazamiento en el que cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación ocasional de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.

Zona 2: Emplazamiento en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o, en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo subsiste por espacios de tiempo muy breves.

En la Norma UNE-EN 60079-10 se recogen reglas precisas para establecer zonas en emplazamientos de Clase I.

#### - **LOCALES HÚMEDOS (ITC-BT-30)**

Tanto el campo solar (por estar a la intemperie) como el recinto de operación de las bombas de agua sumergidas son clasificados como instalaciones en locales mojados, por lo que cumplirán con las siguientes condiciones:

#### Canalizaciones

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

- Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos.

Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/ 750 V y discurrirán por el interior de tubos:

- Empotrados: según lo especificado en la ITC- BT- 21.
- En superficie: según lo especificado en la ITC- BT- 21, pero que dispondrán de un grado de resistencia a la corrosión 4.

- Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes.

Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/ 750 V y discurrirán por el interior de canales que se instalarán en superficie y las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

#### Aparamenta

Se instalarán los aparatos de mando y protección y tomas de corriente fuera de estos locales. Cuando esto no se pueda cumplir, los citados aparatos serán, del tipo protegido contra las proyecciones de agua, IPX4, o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen un grado de protección equivalente.

#### Dispositivos de protección

De acuerdo con lo establecido en la ITC- BT- 22, se instalará, en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

#### Aparatos móviles o portátiles

Queda prohibido en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad, MBTS según la Instrucción ITC- BT- 36.

#### Receptores de alumbrado

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

- **LOCALES CON RIESGO DE CORROSIÓN (ITC-BT-30)**

No existen instalaciones de este tipo.

- **LOCALES POLVORIENTOS SIN RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN (ITC-BT-30)**

No existen instalaciones de este tipo.

- **LOCALES A TEMPERATURA ELEVADA (ITC-BT-30)**

No existen instalaciones de este tipo.

- **LOCALES A MUY BAJA TEMPERATURA (ITC-BT-30)**

No existen instalaciones de este tipo.

- **LOCALES EN LOS QUE EXISTAN BATERÍAS DE ACUMULADORES (ITC-BT-30)**

Este apartado no aborda de manera específica las baterías de litio, va más bien dirigido a las de plomo-ácido o níquel-cadmio. Sin embargo, algunos de los requisitos pueden ser aplicables como referencia general en cuanto a seguridad y condiciones del local.

Los locales en que deban disponerse baterías de acumuladores con posibilidad de desprendimiento de gases se considerarán como locales o emplazamientos con riesgo de corrosión, debiendo cumplir, además de las prescripciones señaladas para estos locales, las siguientes:

- El equipo eléctrico utilizado estará protegido contra los efectos de vapores y gases desprendidos por el electrolito.
- Los locales deberán estar provistos de una ventilación natural o forzada que garantice una renovación perfecta y rápida del aire. Los vapores evacuados no deben penetrar en locales contiguos.
- La iluminación artificial se realizará únicamente mediante lámparas eléctricas de incandescencia o de descarga.
- Las luminarias serán de material apropiado para soportar el ambiente corrosivo y evitar la penetración de gases en su interior.
- Los acumuladores que no aseguren por sí mismos y permanentemente un aislamiento suficiente entre partes en tensión y tierra deberán ser instalados con un aislamiento suplementario. Este aislamiento no podrá ser afectado por la humedad.
- Los acumuladores estarán dispuestos de manera que pueda realizarse fácilmente la sustitución y el mantenimiento de cada elemento. Los pasillos de servicio tendrán una anchura mínima de 0,75 metros.
- Si la tensión de servicio en corriente continua es superior a 75 voltios con relación a tierra y existen partes desnudas bajo tensión que puedan tocarse inadvertidamente, el suelo de los pasillos de servicio será eléctricamente aislante.
- Las piezas desnudas bajo tensión, cuando entre estas existan tensiones superiores a 75 voltios en corriente continua, deberán instalarse de manera que sea imposible tocarlas.

- **LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES (ITC-BT-30)**

No existen instalaciones de este tipo.

- **INSTALACIONES A MUY BAJA TENSIÓN (ITC-BT-36)**

No existen instalaciones de este tipo.

- **INSTALACIONES A TENSIONES ESPECIALES (ITC-BT-37)**

No existen instalaciones de este tipo.

- **INSTALACIONES GENERADORAS (ITC-BT-40)**

Los generadores y las instalaciones complementarias de las instalaciones generadoras, como los depósitos de combustibles, canalizaciones de líquidos o gases, etc., deberán cumplir, además, las disposiciones que establecen los Reglamentos y Directivas específicos que les sean aplicables.

Cuando las instalaciones generadoras estén alojadas en edificios o establecimientos industriales, sus locales, que serán de usos exclusivo, cumplirán con las disposiciones reguladoras de protección contra incendios correspondientes.

Los locales donde estén instalados los motores térmicos, cualquiera que sea su potencia, deberán estar suficientemente ventilados, en nuestro caso se dispone de diversas rejillas de ventilación que logran holgadamente dicho cometido:

- 1'2m<sup>2</sup> de rejillas en la parte inferior de la puerta de acceso al recinto.
- 0'5m<sup>2</sup> de rejilla embocada directamente a la toma de aire del grupo electrógeno.

Los conductos de salida de los gases de combustión serán de material incombustible y evacuarán directamente al exterior.

La conexión a los receptores, en las instalaciones donde no pueda darse la posibilidad del acoplamiento con la Red de Distribución Pública o con otro generador, precisará la instalación de un dispositivo que permita conectar y desconectar la carga en los circuitos de salida del generador.

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

La máquina motriz y los generadores dispondrán de las protecciones específicas que el fabricante aconseje para reducir los daños como consecuencia de defectos internos o externos a ellos.

Los circuitos de salida de los generadores se dotarán de las protecciones establecidas en las correspondientes ITC que les sean aplicables.

#### 1.1.7.4. COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO CON EL PLAN URBANÍSTICO

La Isla de Tabarca pertenece al municipio de Alicante, considerada una partida rural, administrativamente es parte del distrito sur de barrios que abarca otros territorios como



el Palmeral, Aguamarga y Urbanova. Según el planeamiento urbanístico vigente en el municipio de Alicante, la Isla de Tabarca está clasificada mayoritariamente como suelo no urbanizable de especial protección, debido a su valor ambiental, paisajístico e histórico.

La instalación fotovoltaica y el sistema de bombeo proyectados están diseñados para garantizar un impacto ambiental mínimo y se alinean con los criterios de sostenibilidad y eficiencia energética promovidos en áreas protegidas. Dado que la instalación no genera emisiones contaminantes ni produce ruidos que puedan afectar el entorno, su compatibilidad con el uso del suelo es total. Además, se sitúa en una zona ya urbanizada de la isla.

El sistema fotovoltaico se ubicará en una parcela exterior de la isla, con una estructura fijada mediante zapatas de hormigón y aluminio, minimizando el impacto visual. Además, su integración en el entorno responde a la necesidad de reducir el consumo energético basado en combustibles fósiles, favoreciendo la autosuficiencia energética y el respeto por el patrimonio natural y cultural de Tabarca.

#### 1.1.8. POTENCIA PREVISTA

##### 1.1.8.1. POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA EN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

La demanda de caudal trasegado estimada en el día más desfavorable de verano es de 450 m<sup>3</sup>, para este caudal utilizando el equipo de bombeo indicado en Anexo de Cálculos Hidráulicos, la energía eléctrica requerida es de 21,6 kWh.

Se escoge el periodo estival para el dimensionamiento debido a que es el más desfavorable, pues se trata de la temporada alta a nivel turístico en la isla de Tabarca, en la que solo hay 49 habitantes censados (INE, población total de Tabarca en el año 2023) pero en la época estival recibe a más de 150.000 visitantes.

Para hacer frente a esta demanda de potencia, se ha dimensionado una instalación fotovoltaica de 7,2 kW (cálculo desarrollado en apartado de cálculos eléctricos de esta memoria, dentro de cálculos justificativos), que en el mes de julio produciría 38,09 kWh/día de manera estimada, cubriendo la demanda de diseño de 21,6 kWh con un factor de seguridad de 1,76.

Elemento	Fabricante	Modelo	Uds.	Potencia unitaria (Wp)	Potencia total (Wp)
Paneles solares	Tensite o similar	Monocristalino 600W o similar	12	600	7200
Potencia total de la instalación (kWp)					7,2

Producción anual estimada (kWh)	11.760
---------------------------------	--------

### 1.1.8.2. POTENCIA TOTAL PREVISTA DE LA INSTALACIÓN

En función de las necesidades de la instalación fotovoltaica, se ha previsto el uso de un inversor, teniendo una potencia total instalada de 8 kW en corriente alterna.

Elemento	Fabricante	Modelo	Uds.	Potencia máxima de entrada del lado FV (kW)	Potencia total (kW)
Inversor	Solis o similar	S6-EH3P5K-H-EU	1	8	8
Potencia total de la instalación (kW)					8

### 1.1.9. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Como se trata en los apartados anteriores, la instalación está provista de 12 módulos fotovoltaicos monocristalinos de 600 Wp, de marca Tensite o similar, teniendo así una potencia pico total de 7,2 kWp. La producción de estas placas será convertida a corriente alterna y regulada por un inversor Solis S6-EH3P5K-H-EU o similar que permite operar de manera aislada de red con potencias de entrada en CC de hasta 8 kW y da salida en trifásica para que la bomba trabaje de manera correcta, además de monitorizar el funcionamiento de la instalación mediante una aplicación (SolisCloud en el caso de Solis, similares en otros fabricantes).

#### 1.1.9.1. BATERÍAS

Para almacenar la energía eléctrica excedente y respaldar el suministro cuando la producción de las placas fotovoltaicas no cubra la demanda se ha calculado una capacidad de diseño de 54 kWh (justificación en apartado cálculos eléctricos), frente a esta capacidad demandada, se proyecta una batería de 55,2 kWh, capacidad que se logra mediante 4 módulos de baterías de litio B-Box HVM Premium 13,8kWh del fabricante BYD o similares.

Elemento	Fabricante	Modelo	Uds.	Capacidad unitaria (kWh)	Capacidad total (kWh)
----------	------------	--------	------	--------------------------	-----------------------

Baterías de litio	BYD o similar	B-Box HVM Premium 13,8kWh	4	13,8	55,2
-------------------	---------------	---------------------------	---	------	------

La siguiente tabla muestra las especificaciones técnicas del modelo B-Box HVM Premium 13,8 kWh de BYD escogido.

ESPECIFICACIONES DE LA BATERÍA	VALOR
Fabricante	BYD
Modelo	B-Box HVM Premium 13,8kWh
Energía utilizable	13,8 kWh
Máxima corriente de salida	50 A
Corriente de salida pico	75 A, 5 s
Voltaje Nominal	256 V
Voltaje Operativo	200-300 V
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	
Dimensiones	1411x585x298 mm
Peso	205



Figura 4. Armario de acumuladores BYD B-Box HVM Premium 13,8.

#### 1.1.9.2. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Para llevar a cabo este proyecto, se plantea la instalación de un panel del fabricante Tensite, específicamente el modelo de 600W Monocristalino, elaborado con células de silicio monocristalino de alta eficiencia, o uno equivalente. En total se dispondrán 12 módulos. Las características técnicas de los módulos son las mostradas en la siguiente tabla.

<b>ESPECIFICACIONES DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS</b>	<b>VALOR</b>
Fabricante	Tensite
Modelo	EM600-PH
Tipo	Monocrystalino
Potencia máxima (Wp)	600 Wp
Corriente de potencia máxima ( $I_{mp}$ )	13,64 A
Voltaje de potencia máxima ( $V_{mp}$ )	42,52 V
Corriente de cortocircuito ( $I_{sc}$ )	14,25 A
Voltaje de circuito abierto ( $V_{oc}$ )	50,90 V
Eficiencia del módulo	22,45 %
Capacidad máx. fusible en serie	25 A
Número de diodos	3
Tolerancia positiva en vatios	$\pm 3$ %
Tensión máxima del sistema	1500 V / DC
Coefficiente de temperatura $I_{sc}$	+0,043 % / °C
Coefficiente de temperatura $V_{oc}$	-0,24% / °C
Coefficiente de temperatura $P_{mp}$	-0,30% / °C
Rango de temperatura funcionamiento	-40 °C / +85 °C
Capacidad carga cubierta del módulo (vidrio)	5400Pa IEC61215 (nieve)
Capacidad carga frontal/trasera del módulo	2400Pa IEC61215 (viento)
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	
Cubierta frontal (material/espesor)	Vidrio templado / 3,2 mm
Peso del módulo	27 kg $\pm 3$ %
Dimensiones	2278x1134x35 mm
Marco (material/color)	Aluminio anodizado / Plata

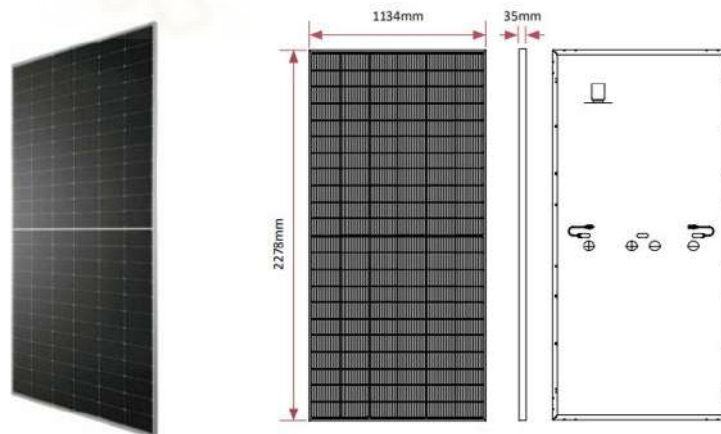


Figura 5. Módulo fotovoltaico del fabricante Tensite.

### 1.1.9.3. GENERADOR FOTOVOLTAICO

Para la conversión de la energía eléctrica en corriente continua generada por los módulos fotovoltaicos a corriente alterna necesaria para el funcionamiento del equipo de bombeo se instalará un inversor del fabricante Solis, modelo S6-EH3P5K-H-EU o similar de 8 kW de potencia. Las especificaciones del equipo son las siguientes.

INVERSOR	VALOR
Fabricante	Solis
Modelo	S6-EH3P5K-H-EU
Nº de inversores	1
Potencia de entrada máxima recomendada (del lado de la instalación FV)	8000 W
Tensión máxima de entrada	1000 V
Tensión de arranque	160 V
Rango de voltaje MPPT	200 – 850 V
Número de MPPT/Número máximo de strings de entrada	3/3
Salida	Voltaje nominal: 380 V
	Frecuencia: 50 Hz
	Máxima corriente de salida: 7,6 A
Eficiencia máxima	98,0 %
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	
Peso	32,6 kg
Dimensiones	600x500x230 mm
Comunicaciones	CAN, RS485, Ethernet, Opcional: Wi-Fi, Celular, LAN
Grado de protección	IP66



Figura 6. Inversor Solis S6-EH3P5K-H-EU.

#### 1.1.9.4. CONEXIÓN MÓDULO-INVERSORES

El inversor instalado dispone de tres reguladores MPPT (Maximum Power Point Tracker), en caso de emplear otro inversor instalaríamos unos reguladores MPPT similares que optimicen la conversión de energía entre los paneles solares y el banco de baterías. Los 12 paneles fotovoltaicos se dispondrán en 1 fila de 12 módulos en serie, quedando la siguiente distribución módulos-inversor:

Serie	Modelo	Regulador MPPT	Módulos/Serie
Nº1	Solis S6-EH3P5K-H-EU o similar	MPPT 1	12
Módulos fv totales			12

El esquema conceptual de la instalación sería el siguiente, teniendo el regulador MPPT integrado en el inversor:

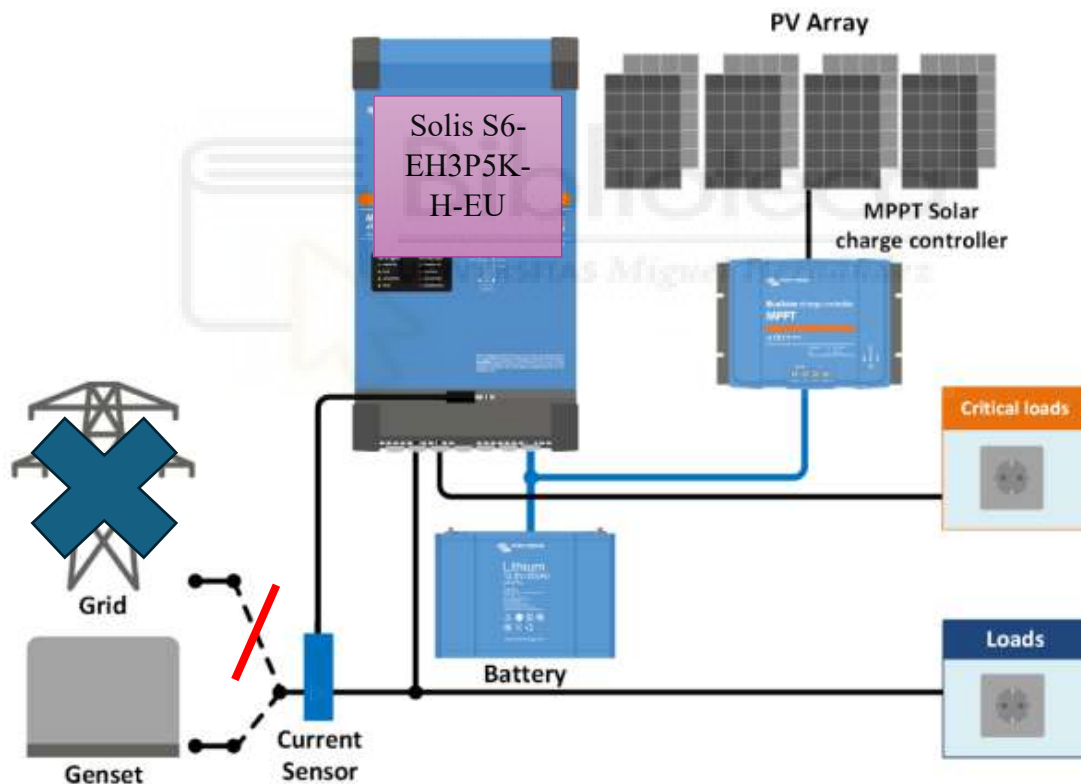


Figura 7. Esquema de instalación fotovoltaica aislada de red (proporcionado por el fabricante Victron).

#### 1.1.9.5. ESTRUCTURA SOPORTE MÓDULOS

Para la instalación fotovoltaica se empleará una estructura de soporte diseñada para albergar 3 hileras de 4 módulos cada una, lo que supone un total de 12 módulos. La estructura estará ubicada en una parcela exterior, optimizando el espacio disponible y garantizando una correcta orientación de los paneles para maximizar la captación de energía solar.

Los módulos se instalarán con una inclinación de 35°, una configuración óptima para la ubicación geográfica de la instalación, ya que permite maximizar la producción energética anual. Además, el azimut se ha establecido en 0°, es decir, orientados hacia el sur geográfico, para aprovechar al máximo la radiación solar durante todo el año.

La estructura de soporte será fabricada en materiales resistentes a la corrosión, dado que la instalación está expuesta a un entorno marítimo con altas concentraciones de salinidad. Se empleará aluminio estructural, garantizando durabilidad y resistencia frente a las condiciones ambientales adversas de la zona. La fijación al terreno se realizará mediante un sistema de cimentación por pequeñas zapatas a las que irán anclados los pilarillos de la estructura y que servirán para transmitir los esfuerzos al terreno, asegurando estabilidad frente al viento y otras inclemencias meteorológicas.

#### 1.1.9.6. GRUPO ELECTRÓGENO

Como respaldo en caso de fallo en el suministro de las baterías, se proyecta un grupo electrógeno, Pramac GSW10P (10 kVA Diesel) o similar. Cuyas especificaciones técnicas se muestran a continuación.

<b>GENERADOR</b>	<b>VALOR</b>
Fabricante	Pramac
Modelo	GSW-10P
Potencia Nominal	10 kVA
Frecuencia	50 Hz
Voltaje	400 V
Factor de potencia (cosφ)	0,8
Fases	3
Motor	Perkins 403A-11G1
Combustible	Diesel
Dimensiones	1800x850x1260 mm
Peso seco	745 kg
Capacidad de tanque de combustible	68 l



Figura 8. Grupo electrógeno Pramac.

#### 1.1.9.7. INSTALACIONES RECEPTORAS Y/O ALUMBRADO

##### 1.1.9.7.1. EQUIPO DE BOMBEO

Como se especifica en el apartado de cálculos hidráulicos de esta memoria, se ha decidido instalar un sistema de dos bombas (1+1) modelo Flygt C 3060 MT, escogidas por su compatibilidad con el trasiego de aguas residuales y resistencia a la corrosión, así como por su eficiencia en el punto de funcionamiento de esta instalación.

En el punto de funcionamiento la bomba requerirá una potencia eléctrica de alrededor de 1,5 kW.

Las especificaciones técnicas de la bomba son:

EQUIPO DE BOMBEO	VALOR
Fabricante	Flygt
Modelo	C 3060 MT 3-2p
Unidades dispuestas	1+1
Potencia nominal	2,4 kW
Fases	3
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	190 V



Corriente nominal	10 A
Diámetro del impulsor	127 mm



Figura 9. Equipo de bombeo Flygt sumergido.

#### 1.1.9.7.2. ALUMBRADO Y ALUMBRADO ESPECIAL

En el pozo de bombeo se sitúa una luminaria para permitir una buena visibilidad en caso de acceso para mantenimiento. Para ello la lámpara ha de garantizar estanqueidad y buen funcionamiento en locales mojados, se ha escogido la Philips CoreLine Waterproof (WT120C), aunque se puede instalar cualquiera similar.

También se dispone alumbrado de emergencia y señalización, que deberá alumbrar en caso de fallo de alimentación general los recorridos de evacuación, en el caso del pozo, la salida al exterior. Este alumbrado se deberá poner en marcha ante fallo de la alimentación genera o descenso de la tensión al 70% de su valor. Se adopta el sistema de equipos autónomos, alimentados por acumuladores y con autonomía de al menos una hora.



Figura 10. Luminaria Philips CoreLine estanca.

### 1.1.9.7.3. SISTEMA DE VENTILACIÓN

En el caso de las baterías más utilizadas en tiempos pasados como son las de plomo-ácido, es requerida una ventilación exhaustiva en el local de emplazamiento de los acumuladores, ya que en todos los sistemas electroquímicos donde ocurre la descomposición del agua, se genera hidrógeno. Incluso en caso de fallo o sobretensión en baterías selladas, puede producirse un aumento de presión interna que lleva a la liberación de  $H_2$  en la atmósfera y para evitar acumulaciones peligrosas, es fundamental garantizar una ventilación adecuada, ya sea de forma natural (ajustando el tamaño de las aberturas) o mediante medios mecánicos, asegurando que la concentración de hidrógeno en la sala nunca supere el 4 %, para el cálculo del caudal de aire de ventilación  $Q$  en baterías de plomo-ácido usaríamos la siguiente fórmula que viene deducida de la ecuación estequiométrica de descomposición del agua en  $2H_2$  y  $O_2$ .

$$Q = 6 \cdot V \cdot I$$

Siendo  $V$  e  $I$ , voltaje nominal e intensidad de fin de carga de la batería.

Sin embargo, las baterías de litio como las proyectadas del fabricante BYD tienen un comportamiento diferente a las de plomo-ácido en lo que respecta a la emisión de gases. A diferencia de las baterías de plomo-ácido, que pueden liberar hidrógeno durante la carga o en caso de sobrecarga, las baterías de litio no generan hidrógeno en condiciones normales de operación.

No obstante, en caso de fallo térmico, sobrecarga extrema o incendio, las baterías de litio pueden liberar gases tóxicos e inflamables, como monóxido de carbono ( $CO$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), fluoruro de hidrógeno ( $HF$ ) y otros compuestos orgánicos volátiles. Por este motivo, aunque la ventilación no se diseña para evitar la acumulación de hidrógeno

como en las baterías de plomo-ácido, sigue siendo importante para disipar cualquier posible emisión de gases en caso de fallo.

Por ello se dispondrá un equipo de extracción S&P Silent 200 CZ o similar, que pueda garantizar una renovación continua de aire al exterior.

Especificaciones del equipo:

EXTRACTOR	VALOR
Fabricante	Soler & Palau
Modelo	Silent 200 CZ
Velocidad	2350 rpm
Potencia absorbida desc. libre	16 W
Tensión a 50 Hz	230 V
Caudal a desc. libre	180 m <sup>3</sup> /h
Nivel de presión sonora	33 dB



Figura 11. Extractor de aire S&P Silent 200 CZ.

#### 1.1.9.8. PROTECCIONES ELÉCTRICAS

##### 1.1.9.8.1. Cuadro de Protecciones de Corriente Continua

Desde cada polo positivo y negativo de las series de paneles, se traza un cable (final de serie) hasta el cuadro de protecciones de corriente continua (CC), antes de llegar al inversor.

Este cableado será unipolar tipo ZZ-F de 4 mm<sup>2</sup> de sección. El cableado se conduce por la estructura de soporte de paneles con canal tipo reja con tapa o en tubo.

El cuadro de protecciones CC se compone de un fusible cuyas especificaciones son las siguientes.

Protección	Cantidad	Protección (A)
Fusible CC tipo 10x38 gG	1	16



Figura 12. Cartucho fusible cilíndrico.

También se dispone un interruptor magnetotérmico automático en el mismo cuadro de protecciones de corriente continua, entre la serie de paneles y el inversor.

#### 1.1.9.8.2. Cuadro de Protecciones de Corriente Alterna

El cuadro de protecciones de corriente alterna (CA) es un elemento fundamental en la instalación eléctrica, ya que garantiza la seguridad de los equipos y usuarios frente a sobrecargas, cortocircuitos y sobretensiones. Este cuadro se sitúa entre la salida del inversor y las cargas, incluyendo el grupo de bombeo, y su función es proteger los componentes de la instalación ante fallos eléctricos y fluctuaciones de tensión.

Estará compuesto por los siguientes elementos:

- Fusible de 16 A.
- Interruptor magnetotérmico principal: interruptor magnetotérmico trifásico de C32A-400V, adecuado para la potencia del inversor y la bomba.
- Interruptores magnetotérmicos para circuitos derivados: para sectorización y la protección individual de cada circuito contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Interruptor diferencial: Se instalará un interruptor diferencial de 40A - 30mA, tipo B.

#### 1.1.9.9. PUESTA A TIERRA

##### TOMA DE TIERRA

Se dispondrá un electrodo metálico para unir a él todas las masas metálicas de los receptores o que formen parte de la instalación, de manera que cualquier punto de estas masas no pueda permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta a un potencial superior en valor eficaz a 50 voltios.

El conjunto de toma de tierra está compuesto por el electrodo, línea de enlace con tierra y el punto de puesta a tierra.

#### LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA

Estará constituida por un conductor que partirá del punto de puesta a tierra y al cual se conectarán las derivaciones necesarias a las masas metálicas de los receptores. Esta línea principal de tierra será de las mismas características que los conductores de fase o polares, tendrá una sección de mínima de 4 mm<sup>2</sup>, se colocará bajo el mismo tubo protector que los conductores de energía y el color del aislamiento será amarillo-verde.

#### 1.1.10. MANTENIMIENTO

Se describen las tareas esenciales de mantenimiento para garantizar la conservación de las instalaciones y asegurar su correcto funcionamiento. Estas tareas complementan el mantenimiento recomendado por los fabricantes para el óptimo desempeño de sus equipos:

- ✓ Módulos solares: Verificación de finales de serie, tapas de cajas de conexión, posibles roturas en los cristales, integridad de los marcos, estado de canalizaciones y embridado de cables, inspección termográfica para detectar puntos calientes, revisión de fijaciones y limpieza de los módulos.
- ✓ Inversor: Mediciones de tensión e intensidad, ajuste de elementos mecánicos y limpieza.
- ✓ Estructura de soporte: Inspección de los anclajes, cimentaciones, puntos de corrosión, alineación y posibles deformaciones.
- ✓ Canalizaciones: Revisión del sellado de los tubos, estado general de conservación y conexiones de cables.
- ✓ Equipos de comunicaciones: Comprobación de la transmisión de datos al servidor, lectura del display, revisión de conexiones, cableado y estanqueidad.

Los equipos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento incluyen:

- ✓ Trazador de curvas de potencia, para verificar el rendimiento de los módulos y las series completas.
- ✓ Multímetros y pinzas amperimétricas.
- ✓ Instrumentos para medir resistencia de tierra, aislamiento y diferenciales.
- ✓ Cámaras termográficas para identificar puntos calientes en módulos, inversores y cableado.

### 1.1.11. SOSTENIBILIDAD Y MEDIOAMBIENTE

La Isla de Tabarca es un enclave natural de alto valor ecológico y cultural, reconocido como la primera Reserva Marina declarada en España. Su ecosistema único alberga una rica biodiversidad tanto terrestre como marina, lo que ha llevado a la aplicación de estrictas medidas de conservación y protección ambiental. En este contexto, cualquier actuación que se realice en la isla debe considerar su impacto sobre el entorno y garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales.



*Figura 13. Isla de Tabarca (Alicante).*

El presente proyecto de instalación fotovoltaica con sistema de bombeo se alinea con los principios de sostenibilidad y respeto al medioambiente. La generación de energía renovable supone una alternativa limpia y eficiente a las fuentes de energía convencionales, contribuyendo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y minimizando la huella ecológica de la actividad humana en la isla.

#### 1.1.11.1. VALOR BIOLÓGICO Y ECOLÓGICO DE LA ISLA DE TABARCA

La Isla de Tabarca y su entorno marino están protegidos bajo diversas figuras de conservación debido a su singularidad ecológica. La riqueza biológica de la isla se manifiesta en:

- Ecosistemas marinos: La reserva marina de Tabarca alberga extensas praderas de posidonia oceánica, una planta marina clave para el equilibrio ecológico del Mediterráneo. Estas praderas actúan como sumideros de carbono, protegen la costa de la erosión y proporcionan refugio y alimento a una gran diversidad de especies.
- Fauna marina: Entre las especies más representativas destacan el mero (*Epinephelus marginatus*), la dorada (*Sparus aurata*) y diversas especies de invertebrados protegidos. La alta calidad del agua y la prohibición de prácticas pesqueras destructivas han permitido la recuperación de poblaciones en peligro.
- Flora terrestre: La isla alberga especies vegetales adaptadas a condiciones extremas de salinidad y escasez de agua, muchas de ellas endémicas del Mediterráneo.
- Aves y fauna terrestre: Tabarca es un punto de descanso para aves migratorias y cuenta con poblaciones de especies como la gaviota de Audouin (*Larus audouinii*), considerada vulnerable.

#### 1.1.11.2. NECESIDAD DE PROTEGER EL ENTORNO Y REDUCIR EL IMPACTO HUMANO

Debido a su importancia ecológica, la isla está sometida a regulaciones ambientales que limitan el desarrollo urbanístico y las actividades que puedan alterar sus ecosistemas. La afluencia turística y la dependencia de fuentes de energía tradicionales han generado impactos negativos como:

- Aumento de la huella de carbono: La generación de electricidad mediante combustibles fósiles implica emisiones de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes.
- Consumo de recursos no renovables: El transporte de energía o combustibles hasta la isla supone un coste ambiental elevado.
- Generación de residuos: El uso de fuentes de energía contaminantes contribuye a la acumulación de residuos peligrosos.

En este contexto, la implementación de fuentes de energía renovable como la solar fotovoltaica es una solución viable y alineada con los objetivos de conservación del territorio.

#### 1.1.11.3. IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO

La instalación fotovoltaica con sistema de bombeo ha sido diseñada para minimizar su impacto ambiental y maximizar su integración en el entorno natural de la isla. Se han tenido en cuenta los siguientes factores:

➤ Reducción de emisiones contaminantes

El uso de energía solar evita la emisión de gases de efecto invernadero asociados a la generación de electricidad con combustibles fósiles. Se estima que la instalación reducirá significativamente la huella de carbono de la isla, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático.

➤ Impacto visual y paisajístico

Para minimizar la alteración del paisaje, la estructura de los paneles solares se integrará de manera armoniosa en la parcela seleccionada. Se emplearán materiales resistentes a la corrosión y se garantizará un diseño de bajo impacto visual.

➤ Protección de la biodiversidad

El emplazamiento de la instalación localizado en la zona urbanizada de la isla no causa afecciones a la fauna y flora local. Asegurando que no haya impactos negativos en hábitats protegidos o especies vulnerables.

➤ Optimización del consumo de recursos

El proyecto promueve el uso eficiente del agua y la energía, reduciendo la dependencia de recursos externos y mejorando la autosuficiencia de la isla. La combinación de energía solar y almacenamiento en baterías permitirá un suministro eléctrico estable sin generar residuos contaminantes.

#### 1.1.11.4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y SOSTENIBILIDAD

Para garantizar un impacto mínimo y maximizar la sostenibilidad del proyecto, se implementarán las siguientes medidas:

- Diseño modular y desmontable, lo que permitirá su retirada sin afectar en gran medida al ecosistema en caso de futuras modificaciones.
- Mantenimiento preventivo y monitoreo continuo para optimizar el rendimiento de la instalación y prevenir cualquier posible impacto ambiental.
- Sensibilización y educación ambiental, fomentando el uso de energías renovables y la reducción del impacto humano en la isla.



### 1.1.11.5. CONCLUSIÓN

El proyecto de instalación fotovoltaica con sistema de bombeo en la Isla de Tabarca representa un modelo de desarrollo sostenible en entornos protegidos. Su implementación no solo contribuirá a la conservación del ecosistema local, sino que también servirá como referencia para futuras iniciativas de energía renovable en áreas de alto valor ecológico.

Al reducir la huella de carbono, minimizar el impacto ambiental y promover el uso de tecnologías limpias, este proyecto se alinea con los objetivos de protección y sostenibilidad de la isla, asegurando un equilibrio entre el desarrollo humano y la conservación del medioambiente.

Este enfoque está plenamente alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 promovidos por las Naciones Unidas. En particular, contribuye al ODS 7 (Energía asequible y no contaminante) al fomentar el uso de energías renovables y reducir la dependencia de combustibles fósiles. Asimismo, apoya el ODS 13 (Acción por el clima) al reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y mitigar el impacto del cambio climático en un entorno altamente sensible. La protección de la biodiversidad y los ecosistemas marinos y terrestres en Tabarca está directamente relacionada con el ODS 14 (Vida submarina) y el ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres), asegurando la conservación de hábitats y especies clave. Finalmente, el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) se ve reflejado en la integración de esta infraestructura dentro de un modelo de desarrollo que respeta el medioambiente y las características naturales del territorio. En conjunto, esta iniciativa demuestra que es posible compatibilizar el progreso con la protección del entorno, sentando un precedente para futuras actuaciones sostenibles en áreas protegidas.



Figura 14. Objetivos de Desarrollo Sostenible, Agenda 2030 (ONU).

## 1.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 1.2.1. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

#### 1.2.1.1. INTRODUCCIÓN

El propósito de este apartado es validar la eficacia hidráulica de la solución propuesta, asegurando que el diámetro y el equipo de bombeo seleccionados sean capaces de manejar el caudal de diseño.

A pesar de que el punto de inicio de la conducción se encuentra a una elevación superior al punto de destino, es necesario impulsar la conducción para garantizar la velocidad mínima requerida.

#### 1.2.1.2. CÁLCULO HIDRÁULICO

Se ha modelizado el sistema hidráulico para establecer la altura resistente a vencer por el sistema de bombeo para impulsar las aguas residuales desde el pozo de bombeo de la isla de Tabarca hasta la península. Para ello se han tenido en cuenta las pérdidas de carga a lo largo del conducto, así como las pérdidas asociadas a los distintos elementos que componen la instalación tales como: válvula de corte, de retención, conexión de descarga...

En primer lugar, estimamos las pérdidas en la conducción utilizando la expresión de Hazen-Williams:

$$\Delta H = L \cdot \left( \frac{Q}{0.278 \cdot C_H \cdot D^{2.63}} \right)^{1.85185}$$

L : longitud de conducción, en este caso 3527 m.

Q : caudal, para una demanda de 450 m<sup>3</sup>/día (caso más desfavorable en fechas estivales) con un funcionamiento de 12 horas/día, esto nos resulta en un caudal de 0,0104 m<sup>3</sup>/s.

C<sub>H</sub> : coeficiente de Hazen-Williams, tomamos un valor de 150 para conductos de polietileno.

D : diámetro interior de la tubería, 0,172 m; la mayor parte de la conducción es en tubo de 200 mm de diámetro exterior.

$$\Delta H = 3527 \cdot \left( \frac{0,0104}{0.278 \cdot 150 \cdot 0,172^{2.63}} \right)^{1.85185} = 3,965 \text{ m}$$

A continuación, calculamos las pérdidas en los distintos elementos del circuito hidráulico a través de la expresión:

$$\Delta H = k \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

v : velocidad, 1 m/s

g : aceleración de la gravedad, 9,8 m/s<sup>2</sup>

k : factor que depende del tipo de elemento, en nuestro caso tenemos los siguientes elementos:

Elemento	k	cantidad
Conexión de descarga	1	1
Codo	1	2
Válvula de retención	5	1
Pieza en T	1	1
Válvula de corte	5	1

Para estos valores, el sumatorio de todas las alturas resistentes en los elementos nos resulta:

$$\Delta H = 0,7143 \text{ m}$$

Si sumamos las pérdidas calculadas a la altura geométrica ya existente a vencer (3,5 m), nos resulta una altura manométrica de:

$$\Delta H_{total} = \Delta H_{geom} + \Delta H_{cond} + \sum \Delta H_{elementos} = 8,1794 \text{ m}$$

Por otro lado, para verificar los cálculos realizados se ha realizado también la estimación de la altura manométrica a través de la herramienta web de selección de sistemas hidráulicos Xylect, del proveedor estadounidense Xylem. Este nos ha dado una altura manométrica de 7,913 m.

Al final del proyecto se adjunta como anexo el informe del cálculo de altura manométrica a través del software de Xylect.

### 1.2.1.3. CÁLCULO DE GOLPE DE ARIETE

Para el cálculo simplificado del golpe de ariete empleamos la formulación de E. Mendiluce, según el cual, tras la parada del grupo de bombeo, el tiempo para el cese de la velocidad de circulación del agua sería:

$$T = C + \frac{MLV}{gH_{\text{man}}} [\text{sg}]$$

Donde:

C: un coeficiente función de la relación  $H_{\text{man}}/L$ , tomaremos un valor 1, ya que no tenemos grandes pendientes en el tramo

M: un coeficiente función de L, para  $L \approx 3500$  m,  $M \approx 0.25$

L: longitud de la impulsión, en m

V: velocidad de circulación del agua antes de la parada, en m/s

g: aceleración de la gravedad, en  $\text{m/s}^2$

$H_{\text{man}}$ : altura manométrica, en metros de columna de agua

$$T = 1 + \frac{0,25 \cdot 3527 \cdot 1}{9,8 \cdot 7,913} = 12,37 \text{ segundos}$$

Determinar el tiempo de parada es crucial para evaluar las sobrepresiones inducidas por el golpe de ariete. Si el tiempo de parada es menor que el tiempo crítico de la tubería ( $2L/a$ , donde "a" es la celeridad de la onda de presión), se considera un cierre rápido, lo que puede generar sobrepresiones significativas. En tales casos, es esencial diseñar medidas de mitigación, como la instalación de válvulas de alivio o cámaras de aire, para proteger la integridad de la tubería y los equipos asociados. Hagamos la comprobación:

$$\text{Tiempo crítico} = \frac{2L}{a} = \frac{2 \cdot 3527}{a}$$

La velocidad de propagación o celeridad, según la fórmula de Allievi es:

$$a = \sqrt{\frac{g}{\left[ \frac{1}{E_1} + \frac{D_{\text{ext}}}{eE_t} \right] \gamma}}$$

Donde:

El: El módulo de elasticidad del líquido ( $2,1 \cdot 10^8$  kp/m<sup>2</sup>)

Dext: El diámetro exterior del tubo, en mm

e: El espesor del tubo, en mm

Et: El módulo de elasticidad del material del tubo (para el PEAD:  $9 \cdot 10^7$  kp/m<sup>2</sup>)

$\gamma$ : El peso específico del líquido

Aplicando la ecuación nos resulta un valor de celeridad de 183,36 m/s, por tanto, el tiempo crítico será:

$$\text{Tiempo crítico} = \frac{2 \cdot 3527}{183,36} = 38,4 \text{ segundos}$$

Al ser mayor al tiempo de parada, se tendrán que disponer válvulas de alivio.

#### 1.2.1.4. RESULTADOS

En este apartado resumimos las soluciones que se han escogido tras realizar los cálculos hidráulicos del sistema de bombeo.

En primer lugar, el conducto utilizado será tubería de PE100 de diámetro exterior 200 mm e interior de 172 mm.

Para el equipo de bombeo se han escogido dos bombas (una de reserva) Flygt C 3060 MT. Estas han sido escogidas debido a la compatibilidad de uso con residuos y resistencia frente a la corrosión y a su eficiencia del 60 % en el punto de funcionamiento de nuestra instalación.

C 3060 MT 3~ 2p

VISTA DEL DIAGRAMA PUNTO DE SERVICIO  
 Mostrar ficha de punto de 1

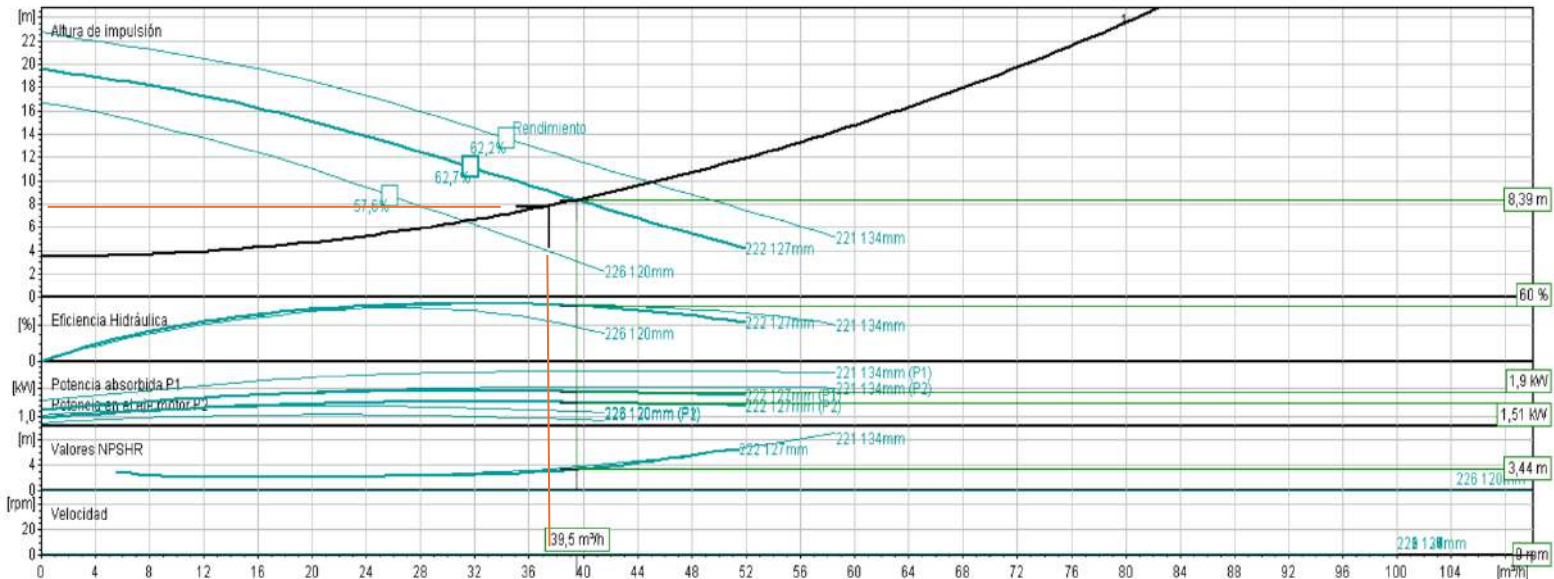


Figura 15. Punto de funcionamiento de la bomba.

Para el punto de funcionamiento de la instalación, altura de impulsión de 7,913 m y caudal de 37,5 m³/hora, la energía específica consumida por la bomba será de 0,048 kWh/m³ y la potencia eléctrica requerida rondará los 1,5 kW.

## 1.2.2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

### 1.2.2.1. DIMENSIONAMIENTO DEL CAMPO SOLAR

Con la herramienta PVGIS se han hecho precálculos de la energía obtenida por una instalación fotovoltaica de 5 kW emplazada en la isla de Tabarca, obteniendo una media de producción diaria en el mes de Julio de 26,6 kWh/día lo que cumpliría con la demanda del bombeo, además se implementará un equipo de autoconsumo con baterías para no depender de la red eléctrica.

## IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE BOMBEO SOSTENIBLE UTILIZANDO ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS

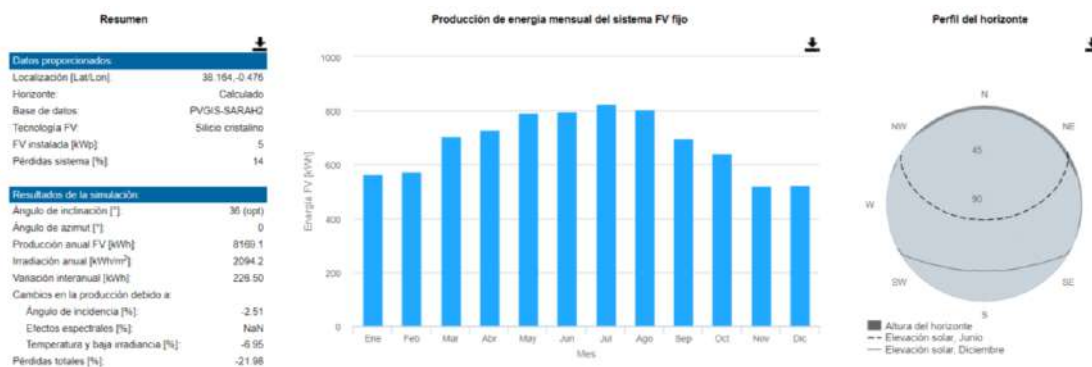


Figura 16. Producción de energía eléctrica mensual del campo solar de 5kW durante el año (PVGIS).

Con esta instalación tendríamos un factor de seguridad para cumplir la demanda de un 1,23 en el mes de julio que es el más representativo.

No obstante, en prevención de posibles temporadas de nubosidades o condiciones adversas atípicas, se sobre dimensiona instalando 7,2 kW de potencia de placas fotovoltaicas, obteniendo los siguientes resultados:

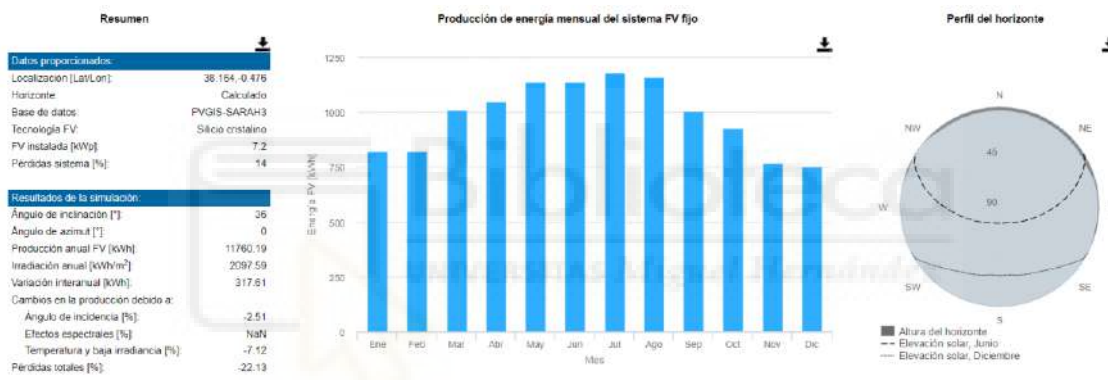


Figura 17. Producción de energía eléctrica mensual del campo solar de 7,2kW durante el año (PVGIS).

Con esta potencia, el mes de julio habría una producción total estimada de 1180,94 kWh, siendo la media diaria de 38,09 kWh/día, elevando así el factor de seguridad de demanda eléctrica a 1,76.

Se disponen por tanto un total de 12 módulos fotovoltaicos de 600 W de potencia, sumando los 7,2 kW de potencia eléctrica previstos.

Elemento	Fabricante	Modelo	Uds.	Potencia unitaria (Wp)	Potencia total (Wp)
Paneles solares	Tensite o similar	Monocrystalino 600W o similar	12	600	7200
Potencia total de la instalación (kWp)					7,2
Producción anual estimada (kWh)					11.760

### 1.2.2.2. DIMENSIONAMIENTO DE BATERÍAS

Para determinar la capacidad necesaria de acumuladores a instalar tenemos en cuenta la demanda diaria de energía, tomando la demanda más desfavorable (día de julio) y el tiempo de autonomía que queríamos, en nuestro caso, diseñaremos para 2 días.

También hay que tener en cuenta la profundidad de descarga (DOD), que es hasta donde queremos que se descargue la batería en un ciclo de descarga, en nuestro caso, para mantener una buena salud de batería y prolongar el deterioro de la misma, programamos que no baje del 20% la batería, por lo que el DOD sería de un 80%.

Finalmente, la expresión resultante es la siguiente:

$$C_{necesaria} = \frac{\text{Demanda día} \cdot \text{Autonomía}}{DOD} = \frac{21,6 \frac{kWh}{\text{día}} \cdot 2 \text{ días}}{0,8} = 54 kWh$$

Requeriremos de una unidad de almacenamiento con una capacidad mínima de 54 kWh, se proyecta una batería de 4 módulos de 13,8 kWh, que proporciona una capacidad total de 55,2 kWh.

### 1.2.2.3. TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

#### 1.2.2.3.1. TRAMO CORRIENTE CONTINUA

A partir de las especificaciones de los módulos de 600 W instalados calculamos las características del tramo de corriente continua correspondiente al campo solar fotovoltaico de generación.

Potencia máxima total:

$$P_{max} = 12 \cdot 600 = 7.200 W$$

Tensión en el punto de máxima potencia ( $V_{mpp}$  total), al estar los 12 módulos en serie, se suman las tensiones de los módulos:

$$V_{mpp \text{ total}} = 12 \cdot 42,52 = 510,24 V$$

Este cálculo anterior ha provocado una redistribución de las placas fotovoltaicas, ya que inicialmente se había diseñado una distribución de 3 strings de 4 paneles cada uno, pero de esta manera el voltaje en el punto de máxima potencia era de 170 V, lo que no se encontraba en el rango de trabajo del inversor proyectado, que si acudimos a su datasheet, observamos que requiere entre 200 y 850 V, de esta manera, con los 12 módulos en serie alcanzamos un punto casi óptimo, ya que el voltaje medio ideal entre los 200 y los 850 V, sería de 525 V, muy cercano al que tenemos. De todos modos, se realiza el cálculo de



comprobación aplicando el coeficiente de variación por temperatura a 75°C y a 0°C para verificar que en ningún caso saldríamos del rango de tensiones de funcionamiento:

$$V_{mpp}(T) = V_{mpp,25^{\circ}C} + C_{vmp} \cdot (t - 25)$$

Para los módulos Tensite 600 W, en el punto de máxima potencia, el coeficiente de temperatura es:

$$C_{vmp} = -0,30 \frac{\%}{^{\circ}C}$$

Lo pasamos a voltios:

$$C_{vmp} = \frac{-0,30}{100} \cdot 510,24 = -1,53 \frac{V}{^{\circ}C}$$

En el caso de 75 °C;

$$V_{mpp}(75^{\circ}C) = 510 + (-1,53) \cdot (75 - 25) = 433,71 V$$

Para una temperatura de 0° C, que podría ser una mínima anual en la isla;

$$V_{mpp}(25^{\circ}C) = 510 + (-1,53) \cdot (0 - 25) = 548,51 V$$

Ambos valores se encuentran en el rango de tensión de trabajo del inversor 200-850 V, por lo que podemos garantizar su correcto funcionamiento.

Corriente en el punto de máxima potencia ( $I_{mpp}$  total), la corriente se mantiene constante a lo largo de la hilera:

$$I_{mpp\ total} = I_{mpp\ módulo} = 13,64 A$$

Tensión en circuito abierto ( $V_{oc}$  total):

$$V_{oc\ total} = 12 \cdot 50,90 = 610,8 V$$

Corriente en cortocircuito ( $I_{sc}$  total):

$$I_{sc\ total} = I_{sc\ módulo} = 14,25 A$$

En la siguiente tabla se recogen las características generales de la instalación de generación solar fotovoltaica.

<b>CARACTERÍSTICAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO [CC]</b>	
Número de inversores	1
Potencia máxima (Wp)	7200
Corriente en el punto de máxima potencia (A)	13,64
Tensión en el punto de máxima potencia (V)	510,24
Tensión de circuito abierto (V)	610,8
Corriente en cortocircuito (A)	14,25
Orientación / inclinación	0° / 35°
Localización (suelo, terraza, fachada, tejado...)	Exterior (parcela)
Estructura de soporte	
Material empleado	Aluminio estructural
Localización (suelo, terraza, fachada, tejado...)	Exterior (parcela)

Por seguridad, se tomará un valor para los cálculos un 125 % de esta corriente, cumpliendo con lo indicado en la ITC-BT 40 para instalaciones generadoras.

#### 1.2.2.3.2. TRAMO CORRIENTE ALTERNA

El generador fotovoltaico cuenta con una potencia nominal y máxima de 7.200 W, que corresponde al límite de la potencia destinada al consumo propio.

La intensidad generada debe ser menor que la capacidad de corriente admisible por el cableado. Para determinar esta capacidad, se aplican factores de corrección que varían según las condiciones, como la temperatura ambiente (factor de corrección de 0,9) o la agrupación de cables (factor de corrección de 0,8), entre otros.

La corriente generada será alterna trifásica con una frecuencia de 50 Hz y una tensión nominal de 380 V.

El cableado deberá dimensionarse para soportar una corriente que sea, como mínimo, un 125% de la máxima intensidad generada. Además, la caída de tensión entre el generador y el punto de consumo no podrá exceder el 1,5% de la intensidad nominal.

#### 1.2.2.4. FÓRMULAS UTILIZADAS PARA EL CÁLCULO DE CIRCUITOS

##### Dimensionamiento de la sección de los conductores

Para determinar las secciones necesarias de los conductores en cada circuito, se han seguido los pasos siguientes:

##### 1. Cálculo de la intensidad de corriente en cada circuito

Se ha calculado la intensidad que fluye por cada circuito utilizando las fórmulas indicadas a continuación. Con base en estos resultados, se ha seleccionado la sección del conductor considerando el tipo de material empleado, cumpliendo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Circuitos monofásicos	Circuitos trifásicos
$I = \frac{P}{u \cdot \cos\alpha}$	$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\alpha}$

Donde:

P: Potencia del circuito (en W)

u: Tensión simple (en V)

U: Tensión entre fases (en V)

cos φ: Factor de potencia estimado

##### 2. Verificación de la caída de tensión

Aunque el cálculo de la intensidad es clave, también se ha verificado que la caída de tensión en cada circuito no supere el límite establecido por el reglamento. En caso de exceder el valor permitido, se han ajustado las secciones de los conductores. La caída de tensión en cada circuito se ha evaluado mediante las siguientes fórmulas:

Circuitos monofásicos	Circuitos trifásicos
$e(\%) = \frac{200 \cdot I \cdot L \cdot \cos\alpha}{S \cdot u} \cdot \rho$	$e(\%) = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \cos\alpha}{S \cdot U} \cdot \rho$

Donde:

e(%): Porcentaje de caída de tensión

I: Intensidad de corriente en el circuito (en A)

L: Longitud del circuito (en m)

u: Tensión simple (en V)

U: Tensión entre fases (en V)

S: Sección del conductor (en mm<sup>2</sup>)

ρ: Resistividad del material conductor

cos φ: Factor de potencia previsto

### 3. Cálculo de las corrientes de cortocircuito

Para calcular las corrientes de cortocircuito, se han empleado las fórmulas siguientes:

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$Z(\text{trafo}) = \frac{U^2}{P} \cdot \frac{e}{100}$$

Donde:

I<sub>cc</sub>: Intensidad de cortocircuito (en kA)

U: Tensión entre fases (en V)

Z<sub>cc</sub>: Impedancia total hasta el punto de cortocircuito

R: Resistencia total hasta el punto de cortocircuito

X: Reactancia total hasta el punto de cortocircuito

Z: Impedancia de cortocircuito del transformador

P: Potencia nominal del transformador (en kVA)

e: Tensión de cortocircuito como porcentaje del transformador

#### 1.2.2.5. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

No procede.

### 1.2.2.6. CÁLCULOS ELÉCTRICOS: CONEXIÓN MÓDULOS, INVERSOR Y BOMBEO

#### 1.2.2.6.1. CÁLCULO DEL LADO DE CORRIENTE CONTINUA

Configuración de los módulos:

- Modelo: Tensite 600W Monocristalino.
- Número total de módulos: 12.
- Distribución: 1 hilera de 12 módulos en serie.
- Parámetros eléctricos de cada módulo:
  - Tensión en el punto de máxima potencia ( $V_{mpp}$ ): 42,52 V
  - Corriente en el punto de máxima potencia ( $I_{mpp}$ ): 13,64 A
  - Tensión en circuito abierto ( $V_{oc}$ ): 50,90 V
  - Corriente de cortocircuito ( $I_{sc}$ ): 14,25 A

Tensión y corriente de string:

- Tensión total por string: 510,24 V
- Corriente por string: 13,64 A
- Tensión en circuito abierto del string: 610,8 V

Conexión al inversor:

- Inversor: Solis S6-EH3P5K-H-EU 8 kW
- N° de MPPTs: 3
- Distribución de strings por MPPT:
  - MPPT 1: 1 string

Cálculo de sección de los conductores en corriente continua por intensidad admisible:

Siguiendo las indicaciones de la norma UNE HD 60364-5-52, dimensionamos la sección por intensidad admisible.

Coefficientes de corrección aplicados:

- [C1] Por acción solar directa (UNE 20435, pto 3.1.2.1.4): 0,9
- [C2] Por temperatura de 50 °C en intemperie (UNE-HD 60364-5-52, tabla B.52.14): 0,9
- [C3] Por agrupamiento de 2 circuitos (UNE-HD 60364-5-52, tabla B.52.3) 0,8
- [C4] Por instalación fotovoltaica generadora (IEC 62548): 1,4

Intensidad máxima corregida:

$$I_{max} = \frac{I_{sc} \cdot C_4}{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3} = \frac{14,25 \cdot 1,4}{0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,8} = 30,79 \text{ A}$$

Siendo una instalación tipo B2 y con recubrimiento de plietileno reticulado XLPE y 2 conductores (90 °C), según la C.52-1 sería necesaria una sección de al menos 4 mm<sup>2</sup> con una intensidad admisible de 32 A (>30,79 A).

**TABLA C.52-1 bis (UNE-HD 60364-5-52: 2014)**  
**Intensidades admisibles en amperios Temperatura ambiente 40 °C en el aire**

Método de instalación de la tabla B.52-1	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																	
	A1	PVC 3	PVC 2		XLPE 3		XLPE 3	XLPE 2										
A2	PVC 3	PVC 2		XLPE 3		PVC 2	XLPE 2				XLPE 3			XLPE 2				
B1				PVC 3		PVC 2					XLPE 3			XLPE 2				
B2			PVC 3	PVC 2				XLPE 3			XLPE 2							
C						PVC 3				PVC 2		XLPE 3				XLPE 2		
E								PVC 3				PVC 2		XLPE 3		XLPE 2	XLPE 2	
F										PVC 3				PVC 2		XLPE 3	XLPE 2	XLPE 2
1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
Sección mm <sup>2</sup> Cobre																		
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	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

Cálculo de sección de los conductores por caída de tensión (lado CC):

La ITC-BT-40 indica que los cables de conexión deberán estar dimensionados para que la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la instalación interior, no sea superior al 1,5%, para la intensidad nominal.

Aplicando la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot e}$$

Donde:

S: Sección en mm<sup>2</sup>

L: Longitud del string y hasta el inversor en metros

I: I<sub>MPP</sub>

e: Caída de tensión  $e = \frac{1,5}{100} \cdot 203,6 = 3,05$

$\gamma$ : Conductividad del cobre a 90 °C

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot e} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 13,64}{45,5 \cdot 3,05} = 3,92 \text{ mm}^2$$

La sección mínima del lado de corriente continua será por tanto de **4 mm<sup>2</sup>**.

#### 1.2.2.6.2. CÁLCULO DEL LADO DE CORRIENTE ALTERNA

Los parámetros a tener en cuenta son los siguientes:

- Tensión de salida del inversor: 380 V (trifásico).
- Intensidad máxima de salida: 7,6 A.
- Longitud de la línea hasta el cuadro de protección: 5 m.
- Longitud de la línea hasta el punto de consumo (bomba): 10 m.

Cálculo de la sección por intensidad admisible:

Considerando que el valor de intensidad nominal de salida del inversor es de 7,6 A y aplicando un coeficiente de mayoración de 1,25 tal como se indica en el punto 5 de la ITC-BT-40, la intensidad máxima admisible queda:

$$I_{max} = 7,6 \cdot 1,25 = 9,5 \text{ A}$$

Teniendo una intensidad admisible máxima de 9,5 A, según la tabla para una instalación tipo B2 con 3 conductores de XLPE será necesaria una sección de **1,5 mm<sup>2</sup>** que permite intensidad de corriente de hasta 16,5 A (>9,5 A).

**TABLA C.52-1 bis (UNE-HD 60364-5-52: 2014)**  
**Intensidades admisibles en amperios Temperatura ambiente 40 °C en el aire**

Método de instalación de la tabla B.52-1	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																		
	A1	PVC 3	PVC 3	PVC 2				XLPE 3	XLPE 2										
A2	PVC 3	PVC 2			XLPE 3			XLPE 2											
B1					PVC 3						XLPE 3						XLPE 2		
B2					PVC 3	PVC 2					XLPE 3								
C										PVC 3			XLPE 3				XLPE 2		
E								PVC 3					PVC 2				XLPE 3		XLPE 2
F										PVC 3				PVC 2			XLPE 3		XLPE 2
1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13	
Sección mm <sup>2</sup>																			
Cobre																			
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	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	

Cálculo de la sección por caída de tensión:

Al igual que se menciona en el anterior apartado de cálculo del tramo en alterna, la caída de tensión entre generador (inversor) e instalación interior (grupo de bombeo), no debe ser superior al 1,5% de la intensidad nominal.

Aplicando la siguiente ecuación:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot e}$$

Donde:

S: Sección en mm<sup>2</sup>

L: Longitud del cableado en metros

I: Intensidad de salida del inversor en A

γ: Conductividad del cobre a 90 °C



e: Caída de tensión  $e = \frac{1,5}{100} \cdot 380 = 5,7$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot e} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 7,6}{45,5 \cdot 5,7} = 0,51 \text{ mm}^2$$

Se instalará una sección de conductor de **1,5 mm<sup>2</sup>** (>0,51 mm<sup>2</sup>).

### 1.2.2.7. CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES A INSTALAR EN LAS DIFERENTES LÍNEAS

La instalación fotovoltaica aislada requiere de protecciones adecuadas para garantizar la seguridad de los equipos y las personas. A continuación, se detallan las protecciones necesarias en corriente continua y alterna, teniendo en cuenta que el sistema no está conectado a la red eléctrica.

#### 1.2.2.7.1. SOBRECARGAS

##### **CORRIENTE CONTINUA**

El inversor Solis 8kW S6-EH3P5K-H-EU regula la entrada de corriente continua y protege la instalación frente a sobrecargas al limitar la potencia de entrada si es excesiva. No obstante, para facilitar las tareas de mantenimiento y garantizar la seguridad, se instalarán fusibles en el cuadro de protección de CC previo al inversor.

Se utilizarán fusibles gG 16A-1000V 10x38 mm normalizados según EN 60269, asegurando que la corriente nominal de los fusibles sea suficientemente superior a la corriente de cortocircuito de los paneles solares para evitar disparos innecesarios.

##### **CORRIENTE ALTERNA**

###### Líneas principales

Para proteger las líneas principales, se emplearán interruptores automáticos magnetotérmicos de corte omnipolar con curva de disparo adecuada, según lo establecido en la norma UNE 20460-4-43.

El dimensionamiento de los dispositivos de protección se hará garantizando que la corriente máxima admisible por los conductores no sea superada, evitando sobrecargas que puedan deteriorar la instalación.

###### Líneas derivadas

Cada circuito derivado contará con protección individual mediante interruptores automáticos magnetotérmicos, ajustados a la carga de cada circuito.

#### 1.2.2.7.2. CORTOCIRCUITOS

##### **CORRIENTE CONTINUA**

Los cortocircuitos en el generador fotovoltaico no representan un riesgo grave para los paneles solares, ya que su corriente está limitada a valores próximos a la corriente de operación. Sin embargo, pueden dañar el inversor, por lo que se instalan fusibles de protección en cada polo.

Para evitar cortocircuitos accidentales, los conductores de corriente continua se instalarán con separación física entre positivo y negativo, minimizando riesgos por daños en el aislamiento.

##### **CORRIENTE ALTERNA**

###### Líneas principales

Se instalará un interruptor automático con capacidad de corte adecuada en el origen de cada circuito para evitar daños en caso de cortocircuito.

Si los circuitos derivados cuentan con protección contra sobrecargas, un solo dispositivo general podrá proteger contra cortocircuitos a todas las líneas derivadas. Se utilizarán fusibles calibrados o interruptores automáticos omnipolares, según la configuración del sistema.

###### Líneas derivadas

Cada línea contará con interruptores automáticos magnetotérmicos diseñados según la carga y características eléctricas de cada circuito. Estos dispositivos están reflejados en el esquema eléctrico unifilar.

#### 1.2.2.7.3. ARMÓNICOS

Dado que la instalación funciona en un sistema aislado sin interconexión a la red eléctrica, no se prevé la generación de armónicos significativos.

#### 1.2.2.7.4. SOBRETENSIONES

##### **Corriente continua**

Las sobretensiones pueden originarse por descargas atmosféricas. Para mitigar este riesgo, se instalarán dispositivos bipolares de protección contra sobretensiones de clase II en la entrada de corriente continua del inversor.

Estos dispositivos tendrán:

- Tiempo de respuesta inferior a 25 ns.
- Corriente máxima de actuación de 15 kA.
- Tensión residual inferior a 2 kV.

##### **Corriente alterna**

Dado que la instalación está aislada de la red, no se prevé la aparición de sobretensiones inducidas por fallos de neutro. Sin embargo, se seguirá lo dispuesto en la ITC-BT 23 para el control de sobretensiones.

#### 1.2.2.8. CÁLCULO DEL SISTEMA DE RPTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

##### **Corriente continua**

El generador fotovoltaico funcionará en modo flotante, minimizando el riesgo de contactos indirectos. No obstante, para garantizar la seguridad:

- Se empleará aislamiento clase II en los módulos, cables y cajas de conexión.
- Se integrará un controlador permanente de aislamiento en el inversor, que detendrá el sistema si la resistencia de aislamiento cae por debajo del umbral de seguridad.
- La corriente de defecto se limitará a menos de 300 mA para evitar riesgos.

##### **Corriente alterna**

Se adoptará un sistema de puesta a tierra de masas con interruptores diferenciales, garantizando la seguridad eléctrica.

Se calculará la resistencia de tierra según la ecuación:

$$R_A \leq \frac{24}{I_A}$$

Donde  $I_A$  es la corriente diferencial de disparo, fijada en 0,3 A. Con un coeficiente de seguridad de 3, se adopta un valor máximo de resistencia de tierra de 20  $\Omega$ .

$$R_A \leq \frac{24}{0,3 \cdot 3} \leq 26 \rightarrow 20 \Omega$$

#### 1.2.2.9. SIMULACIÓN ENERGÉTICA INSTALACIÓN FV

Los resultados completos de la simulación de producción de energía eléctrica del campo solar a través de la aplicación web PVGIS son los siguientes.

Datos de la instalación:

- Latitud/Longitud: 38.164,-0.476
- Horizonte: Calculado
- Base de datos: PVGIS-SARAH3
- Tecnología FV: Silicio cristalino
- FV instalado: 7.2 kWp
- Pérdidas sistema: 14 %

Resultados de la simulación:

- Ángulo de inclinación: 36 °
- Ángulo de azimut: 0 °
- Producción anual FV: 11760.19 kWh
- Irradiación anual: 2097.59 kWh/m<sup>2</sup>
- Variación interanual: 317.61 kWh
- Cambios en la producción debido a:
  - Ángulo de incidencia: -2.51 %
  - Efectos espectrales: NaN %
  - Temperatura y baja irradiancia: -7.12 %
- Pérdidas totales: -22.13 %

Perfil de horizonte en la ubicación seleccionada:

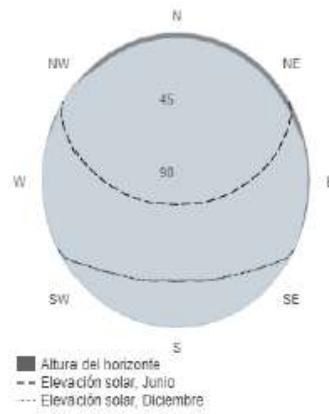


Figura 18. Perfil de horizonte (PVGIS).

A continuación, se muestran las gráficas de producción energética mensual e irradiación mensual.

### Producción energética mensual del sistema

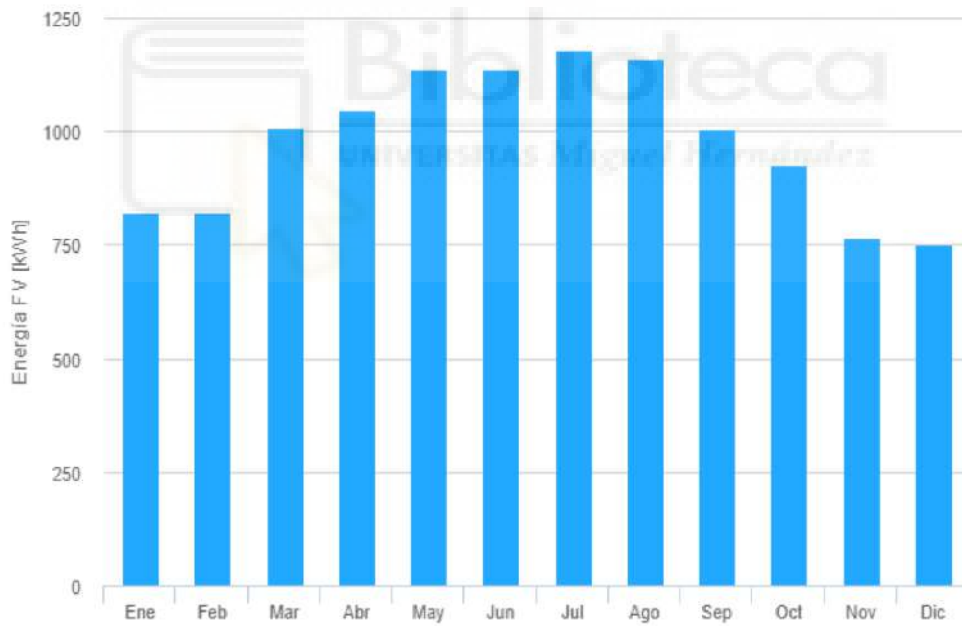


Figura 19. Producción de energía eléctrica mensual durante el año (PVGIS).

### Irradiación mensual del sistema

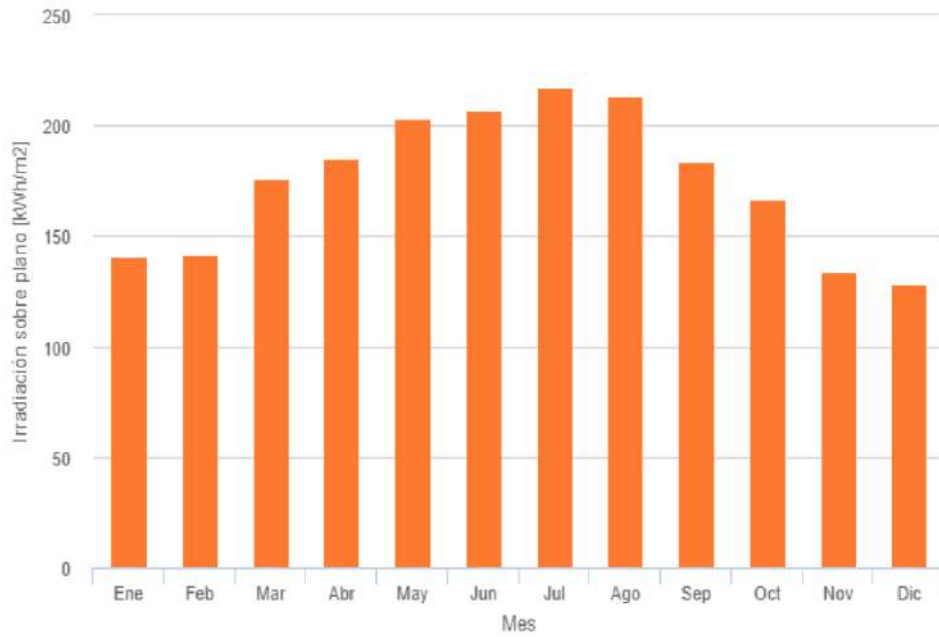


Figura 20. Irradiación mensual durante el año (PVGIS).

Por otro lado se ha realizado un estudio de la fiabilidad del sistema de baterías proyectado, para verificar que exista suministro durante todo el año.

Para ello se ha simulado en primer lugar una situación en la que la demanda diaria sea de 21,6 kWh, situación más desfavorable, para analizar el comportamiento de la instalación en los meses de verano, la gráfica resultante es la siguiente:

Rendimiento de la batería (demanda de 21,6 kWh/día)

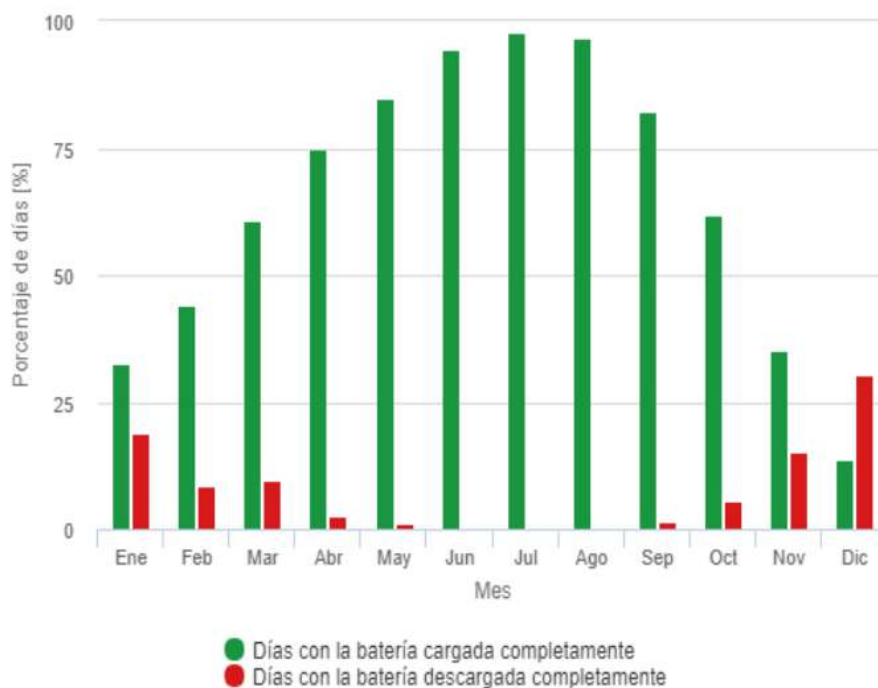


Figura 21. Gráfica de rendimiento de la batería frente a una demanda de 21,6 kWh/día (PVGIS).

Observamos en la gráfica que los meses de verano la producción y el respaldo de baterías cumple con la demanda ya que no existen días en los que la batería quede totalmente descargada. No obstante, fuera de periodo estival habría días que las baterías no cubrirían la demanda, eso es debido a que en esta simulación la demanda diaria es de 21,6 kWh durante todo el año, como se indica anteriormente, para ver el comportamiento real de la instalación en los meses de temporada baja hemos simulado suponiendo un consumo diario de la mitad, 10,8 kWh, obteniendo:

Rendimiento de la batería (demanda de 10,8 kWh/día)

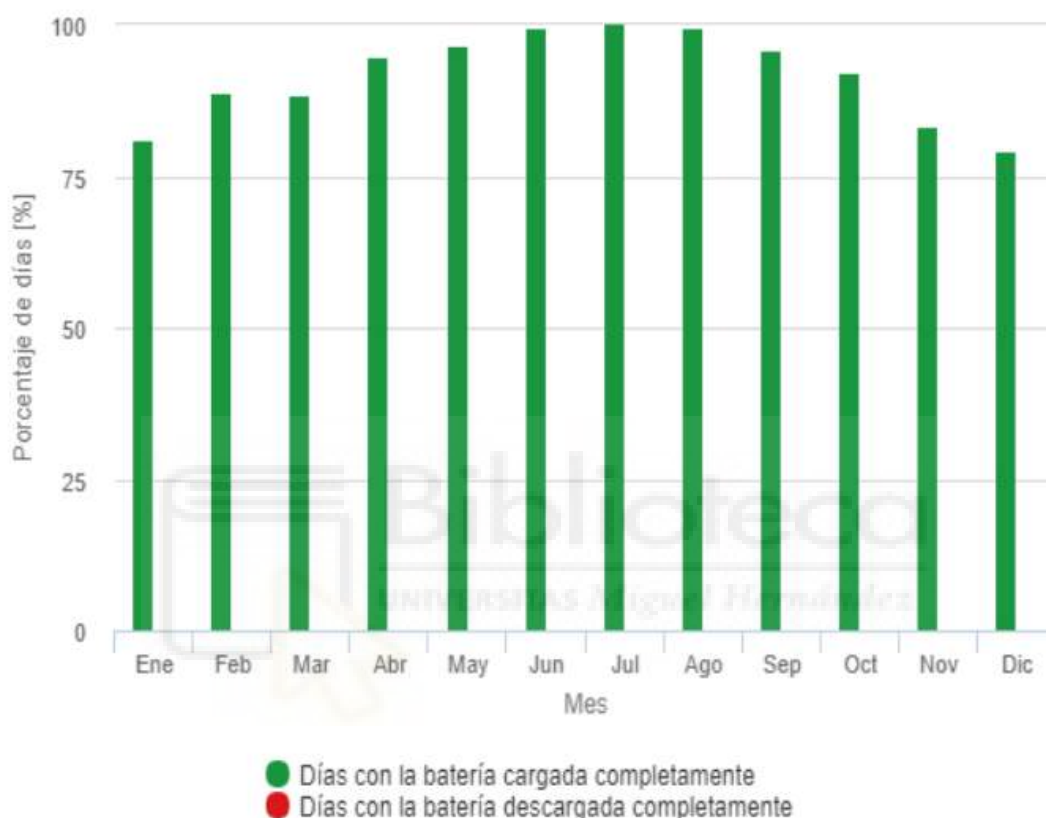


Figura 22. Gráfica de rendimiento de la batería con una demanda de 10,8 kWh/día (PVGIS).

Con esta demanda más fiel a la correspondiente en meses de temporada baja apreciamos que la batería no se descargará en ningún día del año, verificando el correcto dimensionamiento de la instalación.

#### 1.2.2.10. EMISIONES DURANTE EL CICLO DE VIDA DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica es considerada una fuente limpia de energía, ya que no emite gases de efecto invernadero mientras genera electricidad. Sin embargo, es importante

tener en cuenta que durante algunas etapas del ciclo de vida de una instalación fotovoltaica se producen emisiones de CO<sub>2</sub>.

El proyecto Crystal Clear, promovido por la Comisión Europea, evaluó las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente (incluyendo dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, todos ellos gases de efecto invernadero) a lo largo de todo el ciclo de vida de los paneles solares. La siguiente tabla muestra un resumen de estas emisiones en función del tipo de módulo fotovoltaico.

Emisiones de CO <sub>2</sub> e en el ciclo de vida de módulos	
Tipo de módulo	Emisiones en gramos de CO <sub>2</sub> e por kWh
Silicio policristalino	37
Silicio monocristalino	45
Capa fina (CdTe)	12-19

En particular, los módulos de silicio monocristalino son los que generan más emisiones durante su producción, debido al elevado consumo energético requerido en su fabricación. Por otro lado, los módulos de capa fina, elaborados con telurio de cadmio (CdTe), tienen emisiones más bajas.

En cuanto al resto de componentes de la instalación, denominados en inglés como Balance Of System (BOS), se incluyen elementos como los marcos de aluminio, el cercado, el cableado, interruptores, fusibles, controles de carga, baterías e inversor. Las emisiones asociadas a la fabricación de estos componentes alcanzan un promedio de 6 g CO<sub>2</sub>e/kWh a lo largo de la vida útil de la instalación.

Teniendo en cuenta estas emisiones, las emisiones globales de los distintos tipos de módulo por cada kW instalado se resumen en la tabla inferior.

Emisiones de CO <sub>2</sub> e globales de una instalación FV de 1kW en su ciclo de vida	
Tipo de módulo	Emisiones en toneladas de CO <sub>2</sub> e
Silicio policristalino	2.06
Silicio monocristalino	2.45
Capa fina (CdTe)	1.06

A grandes números, podemos estimar que las emisiones totales de la instalación en su ciclo de vida serán:

$$Emisiones\ CO_2\ totales = 2,45 \cdot 7,2 = 17,64\ t\ de\ CO_2$$



### 1.3. PLANIFICACIÓN

Se prevé ejecutar la obra en un plazo máximo de 2 meses desde la obtención de los permisos administrativos necesarios asociados a esta ejecución. El plan de obra programado sería el siguiente.

#### 1.3.1. INTRODUCCIÓN

El presente programa detalla las actividades necesarias para la instalación del grupo de bombeo, la adecuación del pozo y la realización de la instalación eléctrica correspondiente. Las fases de ejecución se llevarán a cabo respetando la normativa vigente y garantizando la seguridad y calidad de los trabajos realizados.

#### 1.3.2. FASES DE EJECUCIÓN

Fase 1: Preparación y planificación de los trabajos (Semana 1)

- Revisión del diseño del proyecto y documentación técnica.
- Inspección del pozo existente para evaluar su estado y verificar las condiciones para la instalación.
- Recepción y acopio de materiales, incluyendo el grupo de bombeo, equipos eléctricos, cableado y otros componentes necesarios.
- Coordinación con el equipo técnico y asignación de tareas.

Fase 2: Adecuación del pozo (Semana 2)

- Limpieza y acondicionamiento del pozo para garantizar un entorno adecuado para la instalación del grupo de bombeo.
- Instalación de soportes o estructuras necesarias para asegurar la estabilidad y el correcto posicionamiento del equipo de bombeo.
- Verificación de la profundidad del pozo y las conexiones hidráulicas previstas.

Fase 3: Instalación del grupo de bombeo (Semana 3)

- Posicionamiento del grupo de bombeo en el pozo, asegurando su correcta fijación y alineación.
- Conexión del sistema de tuberías, válvulas y accesorios necesarios para garantizar el correcto flujo del agua.
- Realización de pruebas mecánicas preliminares del equipo de bombeo antes de la instalación eléctrica.

#### Fase 4: Ejecución de la instalación eléctrica (Semana 4)

- Instalación del inversor trifásico y el cuadro eléctrico, asegurando la compatibilidad con el grupo de bombeo.
- Tendido y conexión de los conductores eléctricos desde el generador fotovoltaico al inversor y desde este al grupo de bombeo.
- Instalación de protecciones eléctricas (fusibles, interruptores y demás dispositivos) de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).
- Comprobación de la continuidad y aislamiento de los circuitos eléctricos.

#### Fase 5: Pruebas y puesta en marcha (Semana 5)

- Realización de pruebas de funcionamiento del sistema, verificando la operatividad del grupo de bombeo y la eficiencia de la instalación eléctrica.
- Ajuste de parámetros en el inversor para optimizar el funcionamiento del grupo de bombeo en diferentes condiciones de operación.
- Verificación de la seguridad y cumplimiento de las normativas aplicables.

### 1.3.3. CRONOGRAMA

El plazo estimado para la ejecución de la obra es de 5 semanas, distribuidas de la siguiente forma:

- Semana 1: Preparación, planificación y recepción de materiales.
- Semana 2: Adecuación del pozo.
- Semana 3: Instalación del grupo de bombeo.
- Semana 4: Instalación eléctrica.
- Semana 5: Pruebas y puesta en marcha.

### 1.3.4. CONCLUSIÓN Y APUNTES FINALES

Este programa de ejecución asegura una planificación eficiente de las actividades, distribuyendo los trabajos en cinco semanas para garantizar un sistema de bombeo funcional, seguro y ajustado a las necesidades del proyecto. Existe así mismo un margen de 3 semanas hasta el plazo máximo previsto de 2 meses que se reservan ante posibles imprevistos o mermas en la productividad, haciendo que esta planificación sea flexible y susceptible a cambios.

## 1.4. ESTUDIO DE SEGURIDAD

### 1.4.1. INTRODUCCIÓN

Este documento establece las medidas preventivas necesarias para garantizar la seguridad de los trabajadores durante la ejecución del proyecto de instalación del grupo de bombeo, la adecuación del pozo y la instalación eléctrica. Se basa en la normativa vigente de prevención de riesgos laborales, incluyendo el RD 1627/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

### 1.4.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

- Nombre del proyecto: Implementación de un sistema de bombeo sostenible utilizando energía solar fotovoltaica y almacenamiento en baterías.
- Localización: Isla de Tabarca (Alicante, España); 38.164, -0.476.
- Promotor: Escuela Politécnica Superior de Elche.
- Contratista: Aigües d'Elx.

### 1.4.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- Inspección inicial del pozo.
- Adecuación del pozo para la instalación del grupo de bombeo.
- Instalación del grupo de bombeo y conexiones hidráulicas.
- Instalación y tendido de cables eléctricos.
- Montaje de inversores y cuadros eléctricos.
- Pruebas y puesta en marcha del sistema.

### 1.4.4. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

<b>Actividad</b>	<b>Riesgos Identificados</b>	<b>Medidas Preventivas</b>
Inspección del pozo	- Caídas al interior del pozo.	- Uso de arnés de seguridad y línea de vida.
	- Riesgo de desprendimientos.	- Inspección previa del entorno para evaluar estabilidad.
Adecuación del pozo	- Golpes con herramientas o maquinaria.	- Uso de casco, guantes y calzado de seguridad.
	- Sobreesfuerzos físicos.	- Uso de herramientas mecánicas para tareas pesadas.
Instalación del grupo de bombeo	- Caída de materiales al interior del pozo.	- Señalización y control de accesos a la zona de trabajo.
	- Riesgos eléctricos por conexiones provisionales.	- Asegurar la desconexión eléctrica durante la instalación.
Instalación eléctrica	- Descargas eléctricas.	- Uso de herramientas aisladas y EPI específicos.
	- Caídas por trabajo en altura al tender cables.	- Uso de plataformas elevadoras o escaleras estables.
Pruebas y puesta en marcha	- Riesgo de contacto con partes móviles del sistema.	- Delimitar zonas peligrosas y señalar equipos activos.

#### 1.4.5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

Los siguientes EPIs serán obligatorios durante la ejecución de las actividades:

- Casco de seguridad.
- Arnés con línea de vida (para trabajos en altura o proximidad al pozo).
- Calzado de seguridad con puntera reforzada.
- Guantes de protección mecánica y dieléctrica.
- Gafas de protección.
- Ropa de trabajo de alta visibilidad.

#### 1.4.6. PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD

Coordinación de actividades: El jefe de obra supervisará las actividades diarias y garantizará la correcta implementación de las medidas de seguridad.

Señalización: Colocación de señales en zonas de acceso restringido, incluyendo avisos de riesgo eléctrico, caída de materiales y otras advertencias.

Control de acceso: Solo personal autorizado podrá acceder al área de trabajo.

#### 1.4.7. NORMATIVA APLICABLE

Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

RD 1627/1997, sobre seguridad y salud en obras de construcción.

Normas UNE aplicables a instalaciones eléctricas.

#### 1.4.8. PLAN DE EMERGENCIA

Actuación en caso de accidente:

- Avisar al responsable de seguridad.
- Aplicar primeros auxilios, si es necesario.
- Llamar a los servicios de emergencia al 112.

Evacuación:

- Señalizar salidas de emergencia y vías de evacuación.
- Realizar simulacros previos.

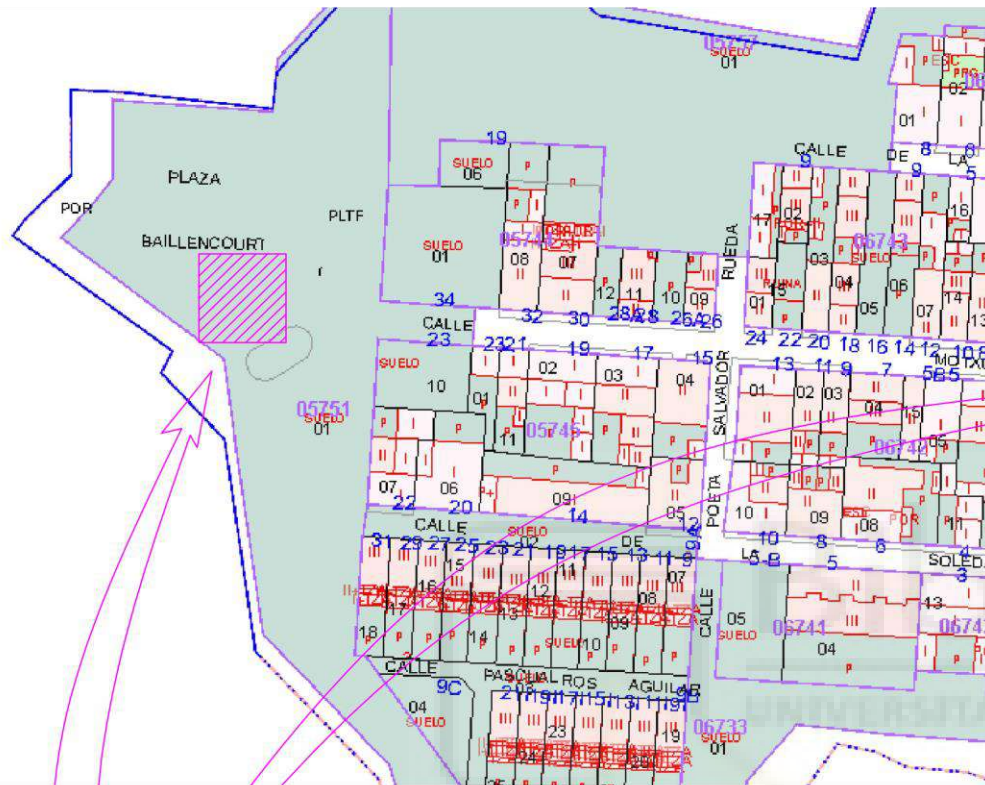
#### 1.4.9. CONCLUSIÓN Y APUNTES FINALES

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud detalla las medidas necesarias para minimizar los riesgos asociados a la obra. Su implementación garantizará un entorno de trabajo seguro para todos los operarios involucrados.

## 2. PLANOS

- 2.1. PLANO DE SITUACIÓN
- 2.2. PLANO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL
- 2.3. PLANO DEL CAMPO SOLAR
- 2.4. PLANO DEL POZO DE BOMEQ
- 2.5. ESQUEMA UNIFILAR

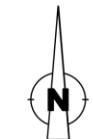
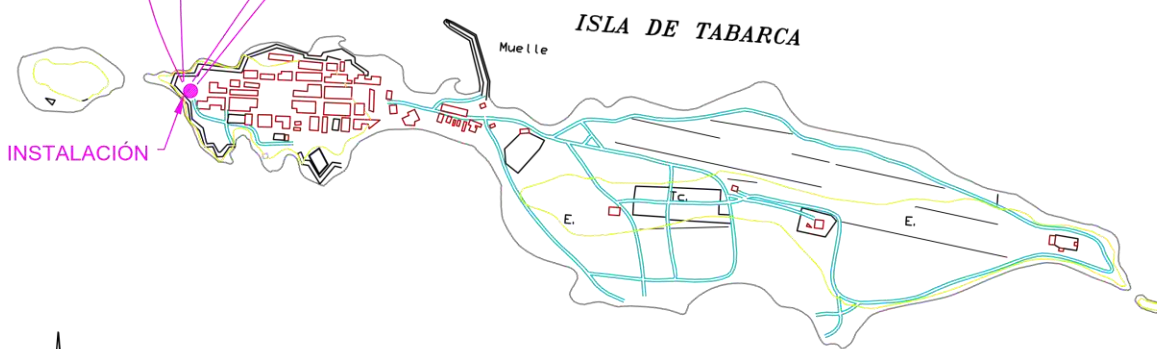




VISTA CATASTRO; REF: 0575101YH2207F0001FX




VISTA RELIEVE; UTM: 38°09'59"N 0°29'02"W



MAR

MEDITERRÁNEO

TÍTULO	INSTALACIÓN DE BOMBEO ALIMENTADA POR AUTOCONSUMO AISLADO	PLANO Nº	01
INGENIERO	RAFAEL ZARAGOZA MONERA		
TITULAR	EXCMO. AYTO. DE ALICANTE		
ESCALA	S/E	PLANO	
EN A3		PLANO DE SITUACIÓN	
FECHA	FEBRERO 2025		
			 UNIVERSITAT Miguel Hernández

MAR MEDITERRÁNEO

- (A)** CAMPO SOLAR
- (B)** ALMACÉN CUBIERTO
- (C)** ARQUETA POZO DE BOMBEO



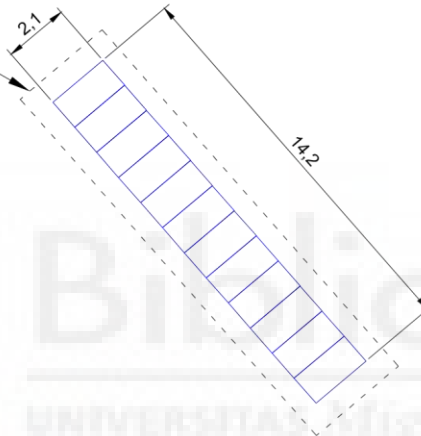
TÍTULO

INSTALACIÓN DE BOMBEO ALIMENTADA POR AUTOCONSUMO AISLADO		PLANO Nº
INGENIERO RAFAEL ZARAGOZA MONERA		02
TITULAR EXCMO. AYTO. DE ALICANTE		
ESCALA 1:800 EN A3	PLANO	
FECHA FEBRERO 2025	PLANO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL	



CAMPO SOLAR DE 7200 W  
 SUPERFICIE TOTAL DE PANELES: 38,22 m<sup>2</sup>  
 12 MÓDULOS MONOCRISTALINOS  
 CONECTADOS EN SERIE  
 INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS: 35°  
 AZIMUT: 0° (ORIENTACIÓN SUR)  
 SOPORTE DE ALUMINIO ESTRUCTURAL  
 ANCLADO CON ZAPATA DE HORMIGÓN

RECINTO VALLADO

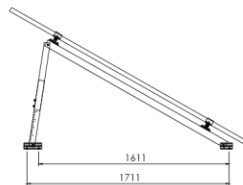


INVERSOR DE CORRIENTE 8kW

GRUPO ELECTRÓGENO

x4 BATERÍAS DE 13,8kWh

DETALLE SOPORTE



TÍTULO	INSTALACIÓN DE BOMBEO ALIMENTADA POR AUTOCONSUMO AISLADO	PLANO Nº	03
INGENIERO	RAFAEL ZARAGOZA MONERA		
TITULAR	EXCMO. AYTO. DE ALICANTE		
ESCALA	1:150	PLANO	
EN A3		PLANO DEL CAMPO SOLAR	
FECHA	FEBRERO 2025		
			 UNIVERSITAS Miguel Hernández



12 MÓDULOS FV DE  
600W EN SERIE

CABLEADO CC = 4 mm<sup>2</sup>  
PROTECCIONES CC = 16 A

GRUPO  
ELECTRÓGENO

INVERSOR SOLIS  
S6-EH3P5K

BOMBA FLYGT  
C3060 MT

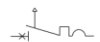



BOMBA FLYGT  
C3060 MT


RESTO DE CARGAS  
(LUMINARIA,  
VENTILACIÓN)

CABLEADO CA = 1,5 mm<sup>2</sup>  
PROTECCIONES CA = 16 A

BATERÍA DE 4  
ACUMULADORES  
BYD EN SERIE

**LEYENDA**

-  INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
-  FUSIBLE
-  INTERRUPTOR DIFERENCIAL
-  TOMA DE TIERRA

TÍTULO	INSTALACIÓN DE BOMBEO ALIMENTADA POR AUTOCONSUMO AISLADO	PLANO Nº	05
INGENIERO	RAFAEL ZARAGOZA MONERA		
TITULAR	EXCMO. AYTO. DE ALICANTE		
ESCALA	S/E	PLANO	 UNIVERSITAS Miguel Hernández
EN A3		ESQUEMA UNIFILAR	
FECHA	FEBRERO 2025		

### **3. PLIEGO DE CONDICIONES**

#### **3.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES**

##### **3.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

El presente pliego de condiciones regula la ejecución del proyecto de instalación de un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica. El proyecto contempla la adecuación de un pozo existente, la instalación de un grupo de bombeo, la implementación de un sistema eléctrico mediante inversores trifásicos y la interconexión con un generador de respaldo.

El sistema fotovoltaico estará compuesto por 12 paneles solares monocristalinos de 600W cada uno, dispuestos en 3 hileras de 4 paneles en serie, conectados a un inversor trifásico de 8kW. La bomba será alimentada a través del inversor y contará con un sistema de control para su gestión eficiente.

##### **3.1.2. ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS**

El proyecto se ejecutará conforme a la normativa vigente, incluyendo:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).
- Normativa UNE aplicable a instalaciones fotovoltaicas y de bombeo.
- Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Legislación medioambiental vigente.

El contratista estará obligado a cumplir con todas las regulaciones locales y a presentar la documentación técnica requerida por los organismos competentes.

##### **3.1.3. RELACIÓN DE PLANOS**

- Plano general de la instalación fotovoltaica.
- Esquema unifilar del sistema eléctrico.
- Plano de distribución del pozo y del grupo de bombeo.
- Detalle de la cimentación de la estructura de los paneles.

## 3.2. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS

### Paneles fotovoltaicos:

- Tipo: Módulos monocristalinos de 600W.
- $V_{mpp}$ : 42,52 V;  $I_{mpp}$ : 13,64 A.
- $V_{oc}$ : 50,90 V;  $I_{sc}$ : 14,25 A.
- Estructura de montaje: Aluminio estructural resistente a la corrosión.

### Inversor:

- Tipo: Inversor para instalaciones aisladas con salida trifásica.
- Modelo: Solis S6-EH3P5K-H-EU.
- Potencia nominal: 8 kW.
- Tensión de salida: 380 V.
- Protecciones integradas: Sobrecarga, cortocircuito y sobretensión.

### Grupo de bombeo:

- Tipo: Bomba trifásica sumergible.
- Modelo: Flygt C 3060 MT 3~2p.
- Caudal y altura de elevación acordes a necesidades del proyecto.

### Cableado y protecciones:

- Conductores de CC: Sección de 4 mm<sup>2</sup> en CC con aislamiento resistente a UV.
- Conductores de CA: Sección de 1,5 mm<sup>2</sup> para conexión entre inversor y bomba.
- Cuadro de protecciones con interruptores diferenciales y fusibles adecuados.

## 3.3. ESPECIFICACIONES DE EJECUCIÓN

### 3.3.1. PREPARACIÓN DEL SITIO

- Despeje y nivelación del área destinada a los paneles solares.
- Inspección del pozo para verificar su estado estructural y operatividad.

### 3.3.2. INSTALACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y PANELES SOLARES

- Fijación de la estructura de soporte en una base de hormigón o anclaje al suelo.
- Instalación y conexionado de los paneles según configuración de strings establecida.

### 3.3.3. INSTALACIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO

- Descenso de la bomba al pozo y fijación del sistema de tuberías.
- Conexión de la bomba al inversor y pruebas preliminares de funcionamiento.

### 3.3.4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

- Tendido de cables entre paneles, inversor y bomba.
- Instalación del cuadro de protecciones y conexionado de elementos de seguridad.
- Verificación de continuidad y aislamiento de conductores.

### 3.3.5. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA

- Comprobación del correcto funcionamiento del inversor y la bomba.
- Ajuste de parámetros y optimización de rendimiento.
- Inspección final y validación del sistema.

## 3.4. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS

### 3.4.1. COSTES DE LA OBRA

El presupuesto del proyecto incluye los siguientes conceptos:

- Materiales y equipos: Paneles solares, inversor, bomba, cableado, estructura de soporte, protecciones.
- Mano de obra: Instalación y montaje de todos los elementos.
- Gastos generales: Transporte, alquiler de herramientas, permisos y licencias.

#### 3.4.2. FORMA DE PAGO

El pago se realizará en tres fases:

- 1. 30% al inicio:** Para adquisición de materiales.
- 2. 40% a la mitad de la obra:** Una vez instalados los paneles y la estructura.
- 3. 30% a la finalización:** Tras la verificación y puesta en marcha.

#### 3.4.3. PENALIZACIONES POR INCUMPLIMIENTO

- Retrasos injustificados: Se aplicará una penalización del **2% del presupuesto por semana de retraso**.
- Deficiencias técnicas: El contratista está obligado a corregir cualquier defecto detectado en la instalación sin coste adicional.

#### 3.4.4. GARANTÍAS

- Paneles solares: 25 años de garantía de producción.
- Inversor: 10 años de garantía.
- Bomba: 5 años de garantía.
- Instalación eléctrica: 2 años de garantía sobre defectos de ejecución.

## 4. PRESUPUESTO

El presente presupuesto evalúa la viabilidad económica del proyecto, detallando las mediciones, precios unitarios y el presupuesto global estimado.

### 4.1. MEDICIONES

En este apartado se detallan las cantidades de los distintos materiales y equipos que se emplearán en el proyecto y su descripción, así como los trabajos de ejecución necesarios para su correcta implementación.

#### 4.1.1. MATERIALES Y EQUIPOS PRINCIPALES

Descripción	Unidad	Cantidad
<b>Módulo fotovoltaico Tensite 600W</b>	ud	12
Panel solar monocristalino de alta eficiencia con una potencia nominal de 600W, tensión en el punto de máxima potencia de 42,52V y corriente de 13,64A.		
<b>Inversor Solis 8kW S6-EH3P5K-H-EU</b>	ud	1
Inversor trifásico híbrido de 8kW de entrada con compatibilidad para baterías de alto voltaje, eficiencia superior al 98% y protección integrada contra sobretensiones y sobrecargas.		
<b>Batería BYD battery-box premium hvm 13.8</b>	ud	4
Batería de ion de litio de gran capacidad compuesta por 5 módulos y compatible con instalaciones aisladas.		
<b>Grupo electrógeno Pramac GSW-10P</b>	ud	1
Generador diesel de 10 kVA para cubrir problemas de suministro de la instalación fotovoltaica y baterías a las bombas.		
<b>Estructura de aluminio con zapatas de hormigón</b>	m <sup>2</sup>	20
Soporte resistente a la corrosión con inclinación óptima para maximizar la captación solar, fijado mediante zapatas de hormigón para mayor estabilidad.		
<b>Cableado en CC</b>	m	25
Cable solar de 4mm <sup>2</sup> con aislamiento UV y resistencia a temperaturas extremas para la conexión segura entre los paneles y el inversor.		
<b>Cableado en CA (trifásico, inversor a bomba)</b>	m	10



Cable de 1,5mm <sup>2</sup> diseñado para el transporte de corriente alterna trifásica con baja caída de tensión y alta resistencia térmica.		
<b>Cuadro de mando y protección con fusibles</b>	ud	2
Sistema de control eléctrico con interruptores y protecciones integradas para la gestión segura del sistema de bombeo y la instalación fotovoltaica.		
<b>Fusibles CC gG 16A-1000V (10x38 mm)</b>	ud	1
Protección para evitar sobrecorrientes y cortocircuitos en la instalación de corriente continua.		
<b>Interruptores magnetotérmicos en CA</b>	ud	3
Dispositivos de protección para la instalación en corriente alterna, evitando sobrecargas y cortocircuitos.		
<b>Dispositivos de protección contra sobretensiones (Clase II)</b>	ud	1
Protección contra sobretensiones transitorias para la entrada de corriente continua del inversor.		
<b>Controlador permanente de aislamiento (integrado en inversor)</b>	ud	1
Sistema integrado en el inversor que detecta fallos en el aislamiento del circuito de corriente continua.		
<b>Sistema de puesta a tierra y diferenciales 0,3 A</b>	ud	1
Protección contra contactos indirectos mediante interruptores diferenciales de alta sensibilidad y puesta a tierra con resistencia menor a 20Ω.		
<b>Grupo de bombeo Flygt C 3060 MT 3~ 2p</b>	ud	2
Bomba sumergible trifásica de alto rendimiento con motor de dos polos, diseñada para operación continua en entornos exigentes.		
<b>Conexiones eléctricas y terminales</b>	ud	1 lote
Conectores y terminales eléctricos adecuados para garantizar una conexión segura y estable entre los distintos elementos de la instalación.		
<b>Canalizaciones y tubos</b>	m	15
Tubos protectores para el cableado eléctrico, asegurando su aislamiento mecánico y térmico.		
<b>Material de fijación (tornillería, soportes)</b>	ud	1 lote
Elementos de fijación necesarios para el montaje seguro de los paneles solares, estructura y demás componentes de la instalación.		

#### 4.1.2. TRABAJOS DE EJECUCIÓN

Descripción	Unidad	Cantidad
<b>Desbroce y limpieza del terreno</b>	m <sup>2</sup>	50
Eliminación de maleza y residuos para preparar el terreno donde se instalarán los paneles solares y el grupo de bombeo.		

<b>Excavación y nivelación</b>	m <sup>3</sup>	5
Movimiento de tierras necesario para la correcta instalación de la estructura fotovoltaica y canalización del cableado.		
<b>Instalación de estructura fotovoltaica</b>	ud	1
Montaje y fijación de la estructura de aluminio con zapatas de hormigón.		
<b>Montaje de paneles solares</b>	ud	12
Instalación de los módulos fotovoltaicos sobre la estructura, incluyendo fijaciones y conexionado eléctrico.		
<b>Instalación de cableado y canalizaciones</b>	ud	1
Tendido del cableado en corriente continua y alterna, asegurando su correcta fijación y protección mediante canalizaciones.		
<b>Instalación de inversor y protecciones</b>	ud	1
Montaje del inversor y dispositivos de seguridad asociados, incluyendo protecciones contra sobretensiones y diferenciales.		
<b>Instalación de grupo de bombeo</b>	ud	2
Instalación de las bombas sumergibles, conexionado hidráulico y eléctrico.		
<b>Pruebas y puesta en marcha</b>	ud	1
Comprobación del correcto funcionamiento de la instalación, ajustes de configuración y verificación de protecciones eléctricas.		

## 4.2. PRECIOS UNITARIOS

Aquí se presentan los costos unitarios de los materiales, equipos y trabajos de ejecución especificados en el apartado anterior, proporcionando una base para la estimación del presupuesto global.

Concepto	Unidad	Precio Unitario (€)
Módulos fotovoltaicos	ud	250
Inversor Solis 8kW	ud	2.500
Batería BYD	ud	5.585
Grupo electrógeno Pramac	ud	8.180
Estructura de aluminio	m <sup>2</sup>	50
Cableado CC	m	5
Cableado CA	m	8
Cuadro de protección	ud	400
Fusibles CC	ud	15
Interruptores magnetotérmicos	ud	50
Dispositivos de protección contra sobretensiones	ud	100

Controlador de aislamiento	ud	200
Puesta a tierra y diferenciales	ud	300
Grupo de bombeo	ud	3.000
Canalizaciones y tubos	ud	10
Material de fijación	m	200
Conexiones eléctricas y terminales	ud	300
Desbroce y limpieza	m <sup>2</sup>	3
Excavación y nivelación	m <sup>3</sup>	20
Instalación de estructura	ud	500
Montaje de paneles solares	ud	100
Instalación de cableado	ud	300
Instalación de inversor y protecciones	ud	500
Instalación del grupo de bombeo	ud	700
Pruebas y puesta en marcha	ud	600

### 4.3. PRESUPUESTO GLOBAL

Este apartado recoge la valoración económica total del proyecto, considerando los costos de materiales, mano de obra, gastos generales y beneficio industrial, así como los impuestos aplicables.

#### 4.3.1. COSTE DE MATERIALES Y EQUIPOS

Concepto	Cantidad	Precio Unitario (€)	Coste (€)
Módulos fotovoltaicos	12	100	1.200
Inversor Solis 8kW	1	2.500	2.500
Baterías BYD	4	5.585	22.340
Grupo electrógeno Pramac	1	8.180	8.180
Estructura de aluminio	20	50	1.000
Cableado CC	25	5	125
Cableado CA	10	8	80
Cuadro de protección	2	400	800
Fusibles CC	1	15	15
Interruptores magnetotérmicos	3	50	150
Dispositivos de protección contra sobretensiones	1	100	100
Controlador de aislamiento	1	200	200
Puesta a tierra y diferenciales	1	300	300
Grupo de bombeo	2	3.000	6.000
Canalizaciones y tubos	15	10	150

Material de fijación	1	200	200
Conexiones eléctricas y terminales	1	300	300
<b>Total Materiales</b>			<b>43.640</b>

#### 4.3.2. COSTE DE MANO DE OBRA Y EJECUCIÓN

Concepto	Cantidad	Precio Unitario (€)	Coste (€)
Desbroce y limpieza	50	3	150
Excavación y nivelación	5	20	100
Instalación de estructura	1	500	500
Montaje de paneles solares	12	100	1.200
Instalación de cableado	1	300	300
Instalación de inversor y protecciones	1	500	500
Instalación del grupo de bombeo	2	700	1.400
Pruebas y puesta en marcha	1	600	600
<b>Total Mano de Obra</b>			<b>4.750</b>

#### 4.3.3. COSTE TOTAL DEL PROYECTO

Concepto	Coste (€)
Total Materiales	43.640
Total Mano de Obra	4.750
<b>Presupuesto de Ejecución Material (PEM)</b>	<b>48.390</b>
Gastos generales (13%)	6.290
Beneficio industrial (6%)	2.903
<b>Presupuesto Base de Licitación (PBL)</b>	<b>57.583</b>
IVA (21%)	12.092
<b>Presupuesto Total</b>	<b>69.675</b>

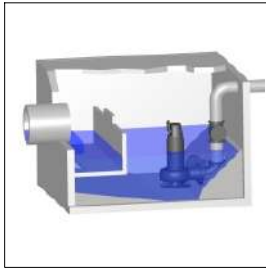
## 5. ANEXOS

A continuación, se adjunta documentación relacionada con el proyecto como informes de cálculo del bombeo y la instalación fotovoltaica, así como datasheets de los distintos elementos propuestos en este proyecto.

Orden de los documentos adjuntos:

- Informe de cálculo de pérdida de carga con software de Xylect.
- Informes de PVGIS.
- Hojas de especificaciones.





### Rozamiento en la pérdida de carga

<b>Fluido bombeado</b> Agua residual	<b>Altura estática</b> 3,5	<b>Opciones de visualización</b> Instalación sumergida
<b>Caudal</b> 37,5 m <sup>3</sup> /h	<b>Número de bombas</b> 1	<b>Modelo de cálculo</b> Colebrook-White
<b>Viscosidad</b> 1,569 mm <sup>2</sup> /s	<b>Tipo de estación de bombeo</b> Una bomba sola	

Tipo	Ø (mm)	¿ o L	Cant.	v (m/s)	k (mm)	ΔH (m)
<b>Ø = Diámetro v = Velocidad k = Rugosidad tubería ΔH = Pérdidas de carga</b>						
<b>Tubería de descarga común - Plastic / PE100 (HDPE) PE 4710</b>						
Longitud tubería	172	3527 m	1	0,4483	0	4,387
Conexión de descarga	172	0,3	1	0,4483		0,003073
Codos	172	0,6	2	0,4483		0,006146
Válvulas antirretorno	172	0,9	1	0,4483		0,00922
Pieza en T	172	0,4	1	0,4483		0,004098
VÁLVULA	172	0,3	1	0,4483		0,003073
<b>pérdidas de carga totales</b>						<b>4,413</b>
Pérdidas de carga						4,413 m
presión estática						3,5 m
<b>Altura de imp. total</b>						<b>7,913 m</b>



# Rendimiento de un sistema FV conectado a red

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

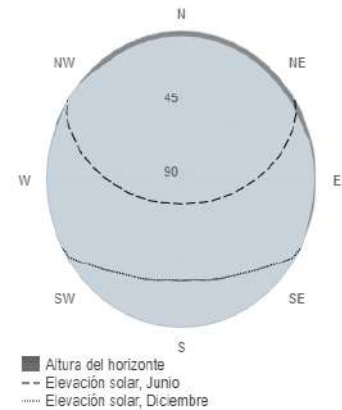
## Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 38.164,-0.476  
 Horizonte: Calculado  
 Base de datos: PVGIS-SARAH3  
 Tecnología FV: Silicio cristalino  
 FV instalado: 7.2 kWp  
 Pérdidas sistema: 14 %

## Resultados de la simulación

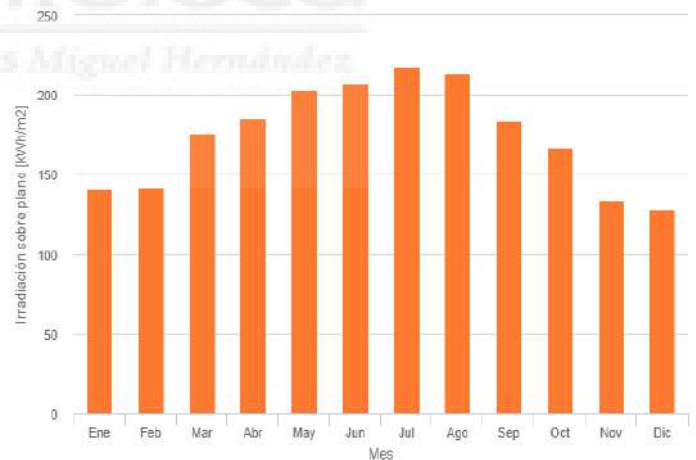
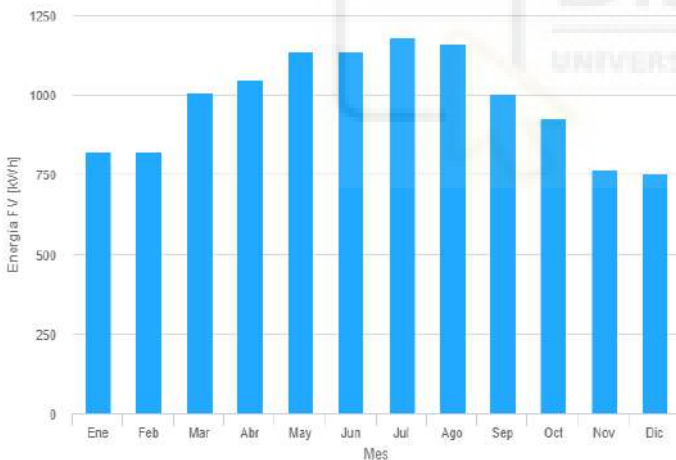
Ángulo de inclinación: 36 °  
 Ángulo de azimut: 0 °  
 Producción anual FV: 11760.19 kWh  
 Irradiación anual: 2097.59 kWh/m<sup>2</sup>  
 Variación interanual: 317.61 kWh  
 Cambios en la producción debido a:  
 Ángulo de incidencia: -2.51 %  
 Efectos espectrales: NaN %  
 Temperatura y baja irradiancia: -7.12 %  
 Pérdidas totales: -22.13 %

## Perfil del horizonte en la localización seleccionada



## Producción de energía mensual del sistema FV fijo:

## Irradiación mensual sobre plano fijo:



## Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	820.9	140.8	91.1
Febrero	821.4	141.7	93.9
Marzo	1008.6	176.1	123.5
Abril	1049.0	185.0	72.0
Mayo	1136.3	203.5	85.5
Junio	1136.9	207.0	31.4
Julio	1180.9	217.2	25.9
Agosto	1159.0	213.6	39.5
Septiembre	1004.7	183.6	53.2
Octubre	925.8	166.4	78.8
Noviembre	766.1	134.1	72.3
Diciembre	750.6	128.7	67.3

E\_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].

H(i)\_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SD\_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

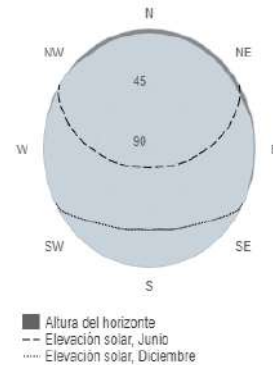
# Rendimiento de un sistema FV autónomo

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar

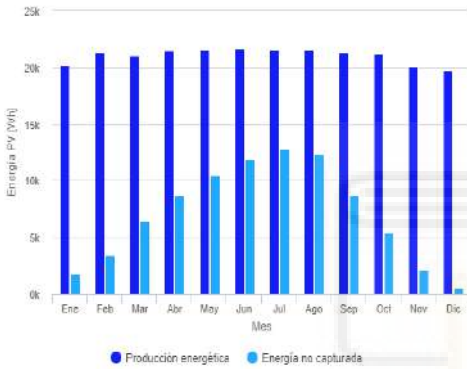
## Datos proporcionados

Latitud/Longitud:	38.164,-0.476	Ángulo de inclinación:	36 °
Horizonte:	Calculado	Ángulo de azimut	0 °
Base de datos:	PVGIS-SARAH3	<b>Resultados de la simulación</b>	
FV instalado:	7200 Wp	Porcentaje días batería cargada:	64.95 %
Capacidad de la batería:	55200 Wh	Porcentaje días batería descargada:	7.84 %
Limitador de descarga:	20 %	Energía media no capturada:	10877.27 Wh
Consumo diario:	21600 Wh	Energía media que falta:	6894.76 Wh

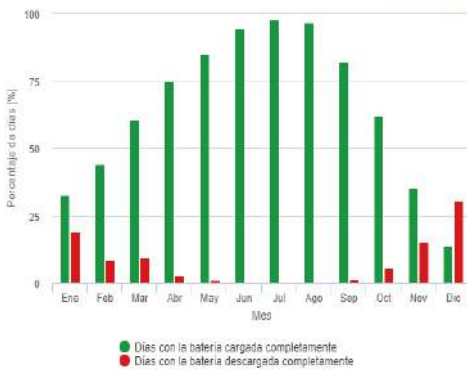
## Perfil del horizonte en la localización seleccionada



## Producción energética estimada para un sistema FV autónomo:



## Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:



## Rendimiento medio mensual

Mes	E_d	E_l	f_f	f_e
Enero	20183.2	1759.2	32.7	19.1
Febrero	21282.5	3421.3	44.0	8.5
Marzo	21005.6	6457.8	60.6	9.5
Abril	21494.5	8698.2	74.7	2.5
Mayo	21585.9	10445.9	84.9	1.2
Junio	21655.9	11880.2	94.4	0.0
Julio	21599.3	12755.6	97.8	0.0
Agosto	21553.2	12354.4	96.6	0.3
Septiembre	21332.5	8728.4	82.1	1.6
Octubre	21216.1	5406.7	61.8	5.6
Noviembre	20074.0	2144.8	35.1	15.1
Diciembre	19719.4	513.6	13.8	30.4

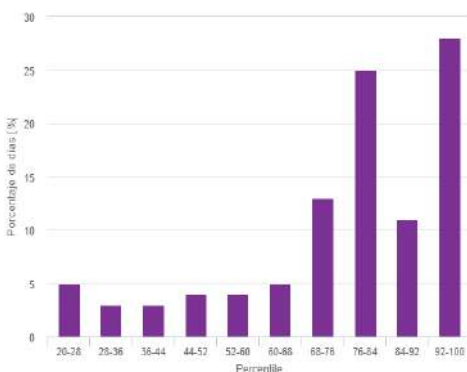
E\_d: Producción energética media diaria [Wh/día].

E\_l: Energía media diaria no capturada [Wh/día].

f\_f: Porcentaje de días con la batería cargada completamente [%].

f\_e: Porcentaje de días en los que la batería se descarga completamente [%].

## Probabilidad del estado de carga de la batería al final del día:



## Cs Cb

20-28	5.0
28-36	3.0
36-44	3.0
44-52	4.0
52-60	4.0
60-68	5.0
68-76	13.0
76-84	25.0
84-92	11.0
92-100	28.0

Cs: Estado de carga al final de cada día [%].

Cb: Porcentaje de días con este estado de carga [%].



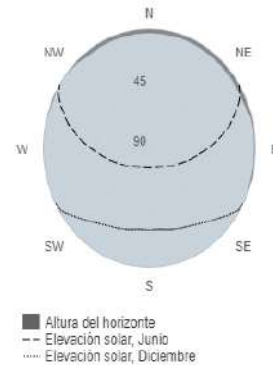
# Rendimiento de un sistema FV autónomo

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar

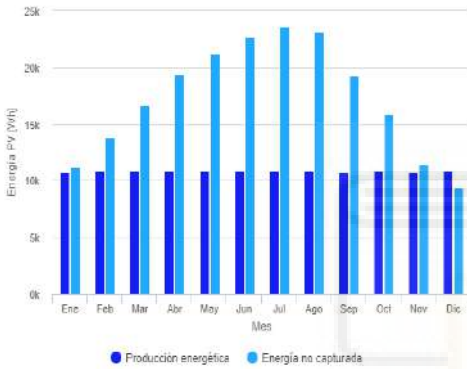
## Datos proporcionados

Latitud/Longitud:	38.164,-0.476	Ángulo de inclinación:	36 °
Horizonte:	Calculado	Ángulo de azimut	0 °
Base de datos:	PVGIS-SARAH3	<b>Resultados de la simulación</b>	
FV instalado:	7200 Wp	Porcentaje días batería cargada:	91.57 %
Capacidad de la batería:	55200 Wh	Porcentaje días batería descargada:	0 %
Limitador de descarga:	20 %	Energía media no capturada:	18915.7 Wh
Consumo diario:	10800 Wh	Energía media que falta:	0 Wh

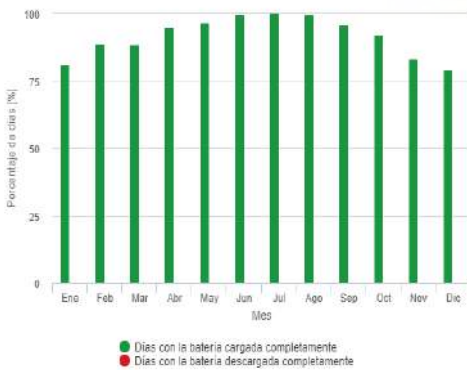
## Perfil del horizonte en la localización seleccionada



## Producción energética estimada para un sistema FV autónomo:



## Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:

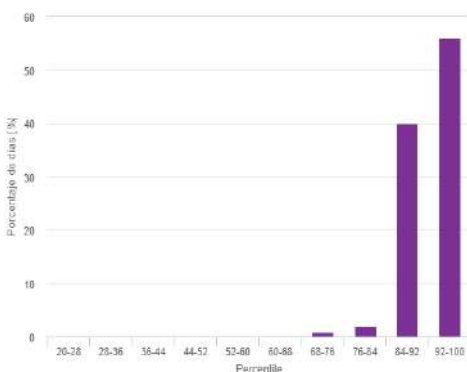


## Rendimiento medio mensual

Mes	E_d	E_l	f_f	f_e
Enero	10764.9	11177.4	80.9	0.0
Febrero	10844.6	13859.3	88.7	0.0
Marzo	10811.4	16652.0	88.5	0.0
Abril	10807.8	19385.0	94.7	0.0
Mayo	10807.0	21224.8	96.6	0.0
Junio	10810.0	22726.1	99.5	0.0
Julio	10798.0	23556.9	99.8	0.0
Agosto	10795.4	23112.2	99.5	0.0
Septiembre	10767.4	19293.5	95.8	0.0
Octubre	10806.0	15816.8	92.2	0.0
Noviembre	10752.1	11466.7	83.5	0.0
Diciembre	10829.3	9403.6	79.1	0.0

E\_d: Producción energética media diaria [Wh/día].  
 E\_l: Energía media diaria no capturada [Wh/día].  
 f\_f: Porcentaje de días con la batería cargada completamente [%].  
 f\_e: Porcentaje de días en los que la batería se descarga completamente [%].

## Probabilidad del estado de carga de la batería al final del día:



Cs	Cb
20-28	0.0
28-36	0.0
36-44	0.0
44-52	0.0
52-60	0.0
60-68	0.0
68-76	1.0
76-84	2.0
84-92	40.0
92-100	56.0

Cs: Estado de carga al final de cada día [%].  
 Cb: Porcentaje de días con este estado de carga [%].

## C 3060 MT 3~ 2p

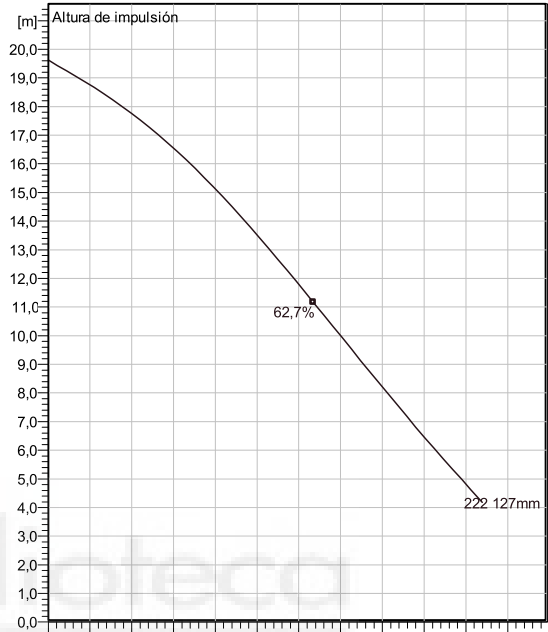
Flygt 3000 Stainless Steel submersible pump for challenging applications containing high chlorides and/or extreme pH levels



### Especificaciones técnicas



Curvas según: Agua Agua [100%], 4 °C, 1000 kg/m<sup>3</sup>, 1,569 mm<sup>2</sup>/s



Nominal (mean) data shown. Under- and over-performance from this data should be expected due to standard manufacturing tolerances. Please consult your local Flygt representative for performance guarantees.

### Configuración

**Motor number**  
C3060.390 14-10-2AF-W  
2.4KW

**Impeller diameter**  
127 mm

**Tipo de instalación**  
P - Semipermanente,  
húmeda

**Diámetro de descarga**  
65 mm

### Información sobre la bomba

**Diámetro del impulsor**  
127 mm

**Discharge diameter**  
65 mm

**Diámetro interno**  
65 mm

**Maximum operating speed**  
2825 rpm

**Número de aspas**  
2

**Temp. máx. fluido**  
40 °C

### Material

**Rodete**  
Acero inoxidable

Nombre del proyecto: 22086953

Bloque 0

Creado por

Creado el: 4/2/2024 Última actualización 4/2/2024

## C 3060 MT 3~ 2p

### Especificaciones técnicas

#### Motor - General



<b>Motor number</b> C3060.390 14-10-2AF-W 2.4KW	<b>Fases</b> 3~	<b>Velocidad nominal</b> 2825 rpm	<b>Potencia nominal</b> 2,4 kW
<b>Certificación ATEX</b> No	<b>Nº de polos</b> 2	<b>Corriente nominal</b> 10 A	<b>Variante de estator</b> 27
<b>Frecuencia</b> 50 Hz	<b>Tensión nominal</b> 190 V	<b>Clase de aislamiento</b> H	<b>Tipo de servicio</b> S1
<b>Código de la versión</b> 390			

#### Motor - Técnica

<b>Factor de potencia - 1/1 Carga</b> 0,91	<b>Rendimiento del motor - 1/1 Carga</b> 77,0 %	<b>Momento de inercia total</b> 0,0021 kg m <sup>2</sup>	<b>Máx. arranques / h</b> 15
<b>Factor de potencia - 3/4 carga</b> 0,88	<b>Rendimiento del motor - 3/4 carga</b> 79,0 %	<b>Corriente arranque, arranque directo</b> 56 A	
<b>Factor de potencia - 1/2 Load</b> 0,81	<b>Rendimiento del motor - 1/2 Load</b> 78,5 %	<b>Corriente arranque, arranque estrella-triángulo</b> 18,7 A	



Nombre del proyecto: 22086953  
Bloque 0

Creado por  
Creado el: 4/2/2024 Última actualización 4/2/2024

# C 3060 MT 3~ 2p

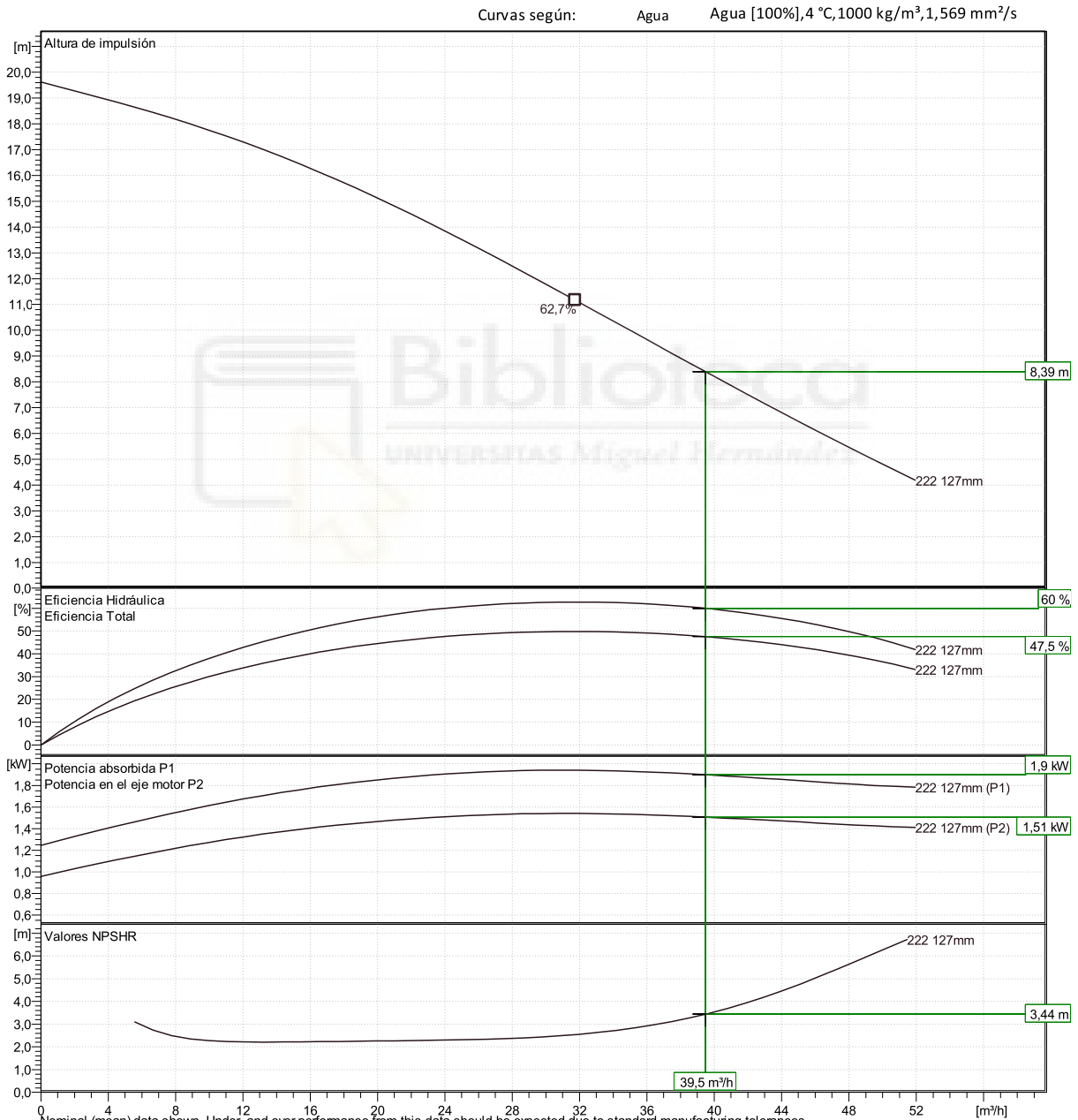
## Curva de rendimiento



### Punto de funcionamiento

Caudal  
39,5 m<sup>3</sup>/h

Altura impulsión  
8,39 m



Nominal (mean) data shown. Under- and over-performance from this data should be expected due to standard manufacturing tolerances. Please consult your local Flygt representative for performance guarantees.

Curve: ISO 9906

Xylect-22086953

0

Creado el: 4/2/2024 Última actualización 4/2/2024

# C 3060 MT 3~ 2p

## Análisis de la carga



Curvas según: Agua, limpia [100%] ; 4°C; 1000kg/m<sup>3</sup>; 1,569mm<sup>2</sup>/s



### Características de funcionamiento

Pumps / Systems	Caudal m <sup>3</sup> /h	Altura de impulsión m	Potencia absorbida kW	Caudal m <sup>3</sup> /h	Altura de impulsión m	Potencia absorbida kW	Rend. hidr.	Espec. Energ. kWh/m <sup>3</sup>	NPSHre m
1	39,5	8,39	1,51	39,5	8,39	1,51	60 %	0,0481	3,44

Nombre del proyecto:

Bloque Xylect-22086953

Creado por

Creado el: 4/2/2024

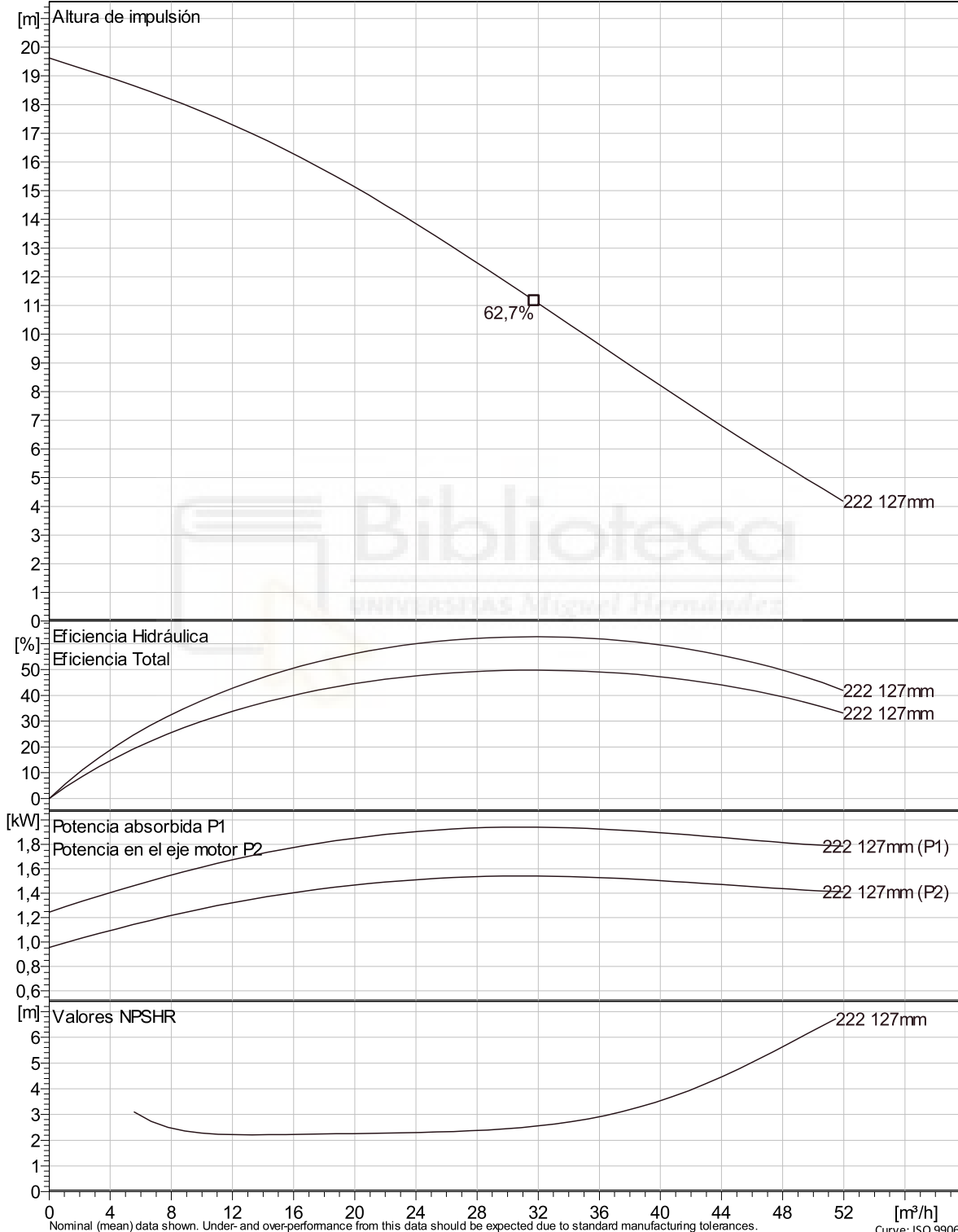
Ultima actualización 4/2/2024

# C 3060 MT 3~ 2p

## Curva VFD



Curvas según: Agua, 4 °C, 1000 kg/m³, 1,569 mm²/s



Nominal (mean) data shown. Under- and over-performance from this data should be expected due to standard manufacturing tolerances. Please consult your local Flygt representative for performance guarantees. Curve: ISO 9906

Nombre del proyecto: 22086953	Creado por:	
Bloque: 0	Creado el: 4/2/2024	Ultima actualiz: 4/2/2024

# C 3060 MT 3~ 2p

## Análisis de VFD



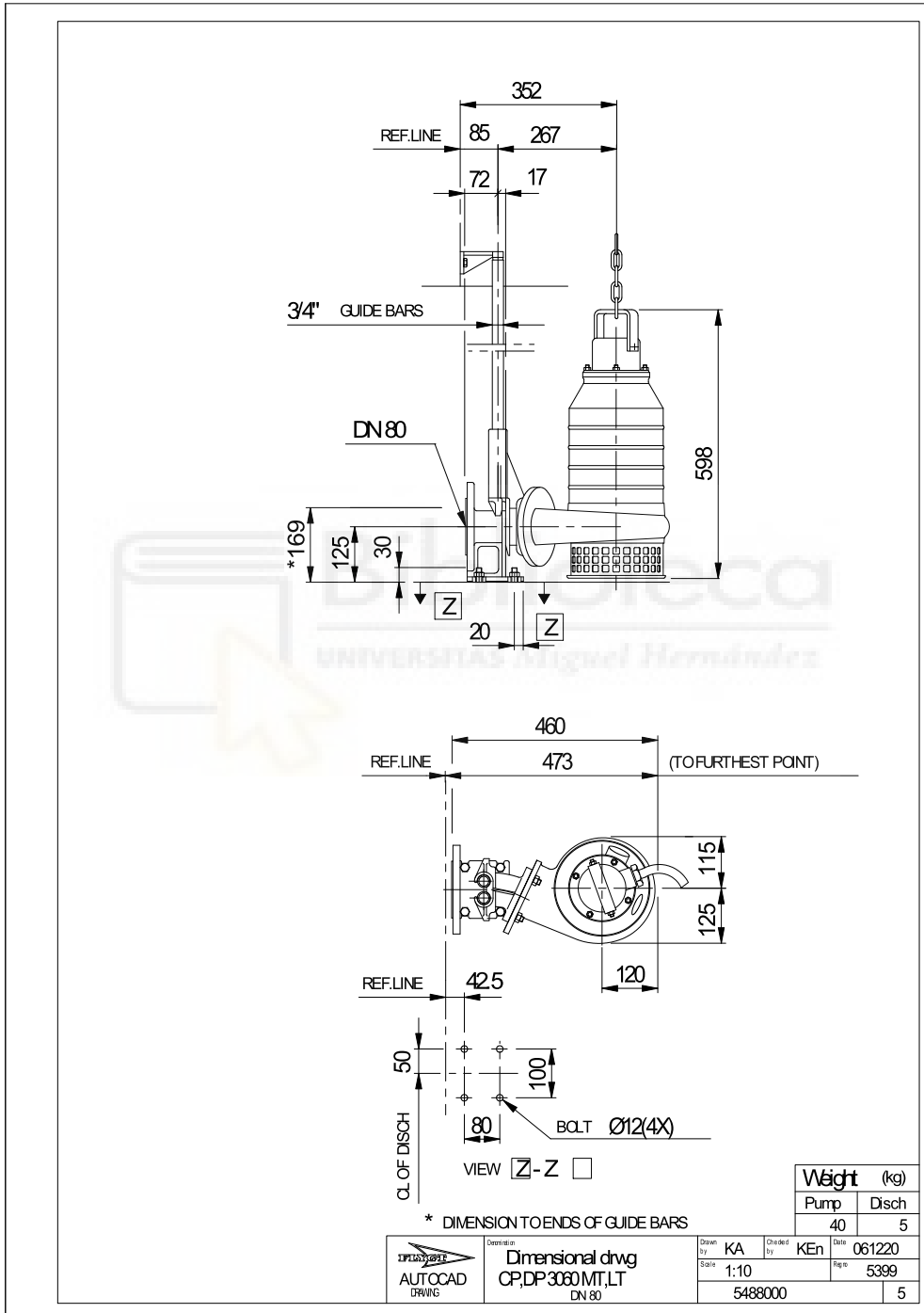
### Operating Characteristics

Pumps / Systems	Frecuencia	Caudal	Altura de impulsión	Potencia absorbida	Caudal	Altura de impulsión	Potencia absorbida	Rend. hidr.	Especificar energía	NPSHre
		m³/h	m	kW	m³/h	m	kW	%	kWh/m³	m
1	49,6 Hz	39,5	8,39	1,51	39,5	8,39	1,51	60 %	0,0481	3,44

Nombre del proyecto:	22086953	Creado por:	
Bloque:	0	Creado el:	4/2/2024
		Ultima actualización:	4/2/2024

# C 3060 MT 3~ 2p

Dibujo dimensional



Nombre del proyecto: 22086953

Bloque 0

Creado por

Creado el: 4/2/2024

Ultima actualización

4/2/2024





144 Células MBB Half-Cut N-Type Mono



Mayor eficiencia de conversión del módulo



Mayor potencia de salida



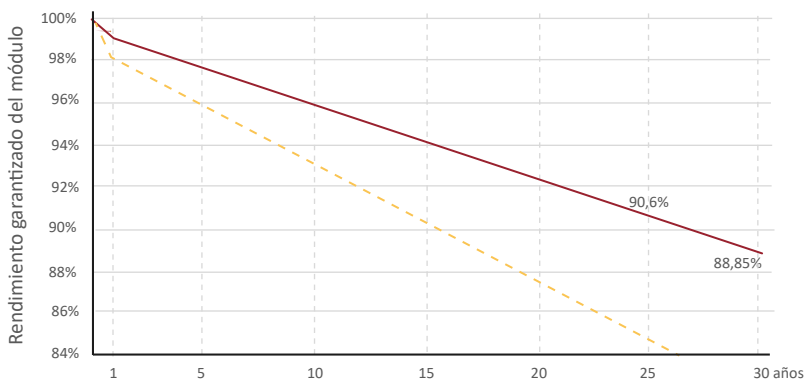
Diseño ligero



Rendimiento con poca luz

## GARANTÍA

Garantía lineal de Potencia



Tolerancia positiva de vatios



Años de garantía del producto



Años de garantía de potencia lineal



## Datos Eléctricos STC

## EM600-PH

Máxima potencia (Wp)	600 Wp
Corriente de potencia máxima (I <sub>mp</sub> )	13,64A
Voltaje de potencia máxima (V <sub>mp</sub> )	42,52V
Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	14,25A
Voltaje de circuito abierto (V <sub>oc</sub> )	50,90V
Eficiencia del módulo	22,45%
Capacidad máx. fusible en serie	25A
Número de Diodos	3
Tolerancia positiva en vatios	±3%
Condiciones de prueba estándar	1000 W/m <sup>2</sup> , 25 °C, AM 1.5
Tensión máxima del sistema	1500V / DC
Coefficiente de temperatura I <sub>sc</sub>	+0,043% / °C
Coefficiente de temperatura V <sub>oc</sub>	-0,24% / °C
Coefficiente de temperatura P <sub>mp</sub>	-0,30% / °C
Rango temperatura funcionamiento	-40°C / +85°C
Temperatura operación célula (TONC)	45°C ±2
Capacidad carga cubierta del módulo (vidrio)	5400Pa IEC61215 (nieve)
Capacidad carga frontal/trasera del módulo	2400Pa IEC61215 (viento)

\*Condiciones Estandar de Medida STC: Irradiación 1.000 W/m<sup>2</sup>, espectro AM1.5, célula a 25°C.

## Valores en condiciones TONC\*\*

Potencia máxima TONC (P <sub>max</sub> )	437W
Voltaje de potencia máxima (V <sub>mp</sub> TONC)	39,95V
Corriente de potencia máxima (I <sub>mp</sub> TONC)	10,94A
Voltaje de circuito abierto (V <sub>oc</sub> TONC)	48,28V
Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> TONC)	11,55A

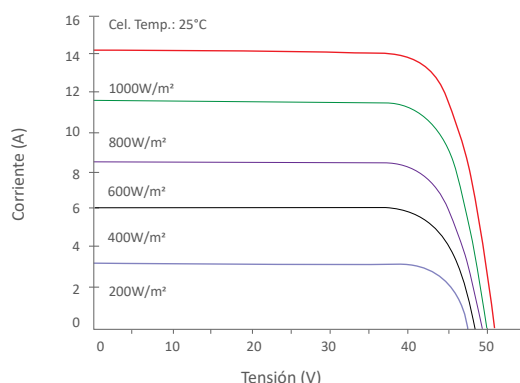
\*\*Condiciones TONC: Irradiación de 800 W/m<sup>2</sup>, AM1.5, temperatura ambiente 20 °C y viento de 1 m/s.

## Características mecánicas

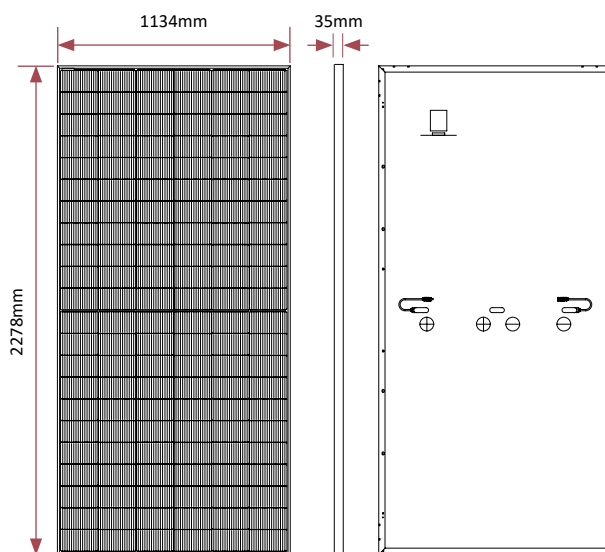
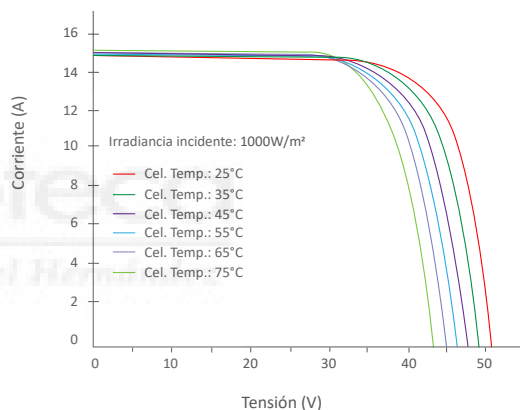
Cubierta frontal (material/espesor)	Vidrio templado / 3,2mm
Peso del módulo	27kg ±3%
Dimensiones del módulo	2278x1134x35mm
Revestimiento (color)	TPT en blanco
Células (cantidad/material/dimensiones)	144(6x24) / Silicio monocristalino
Marco (material/color)	Aluminio anodizado / Plata
Grado protección caja de conexiones	≥ IP68
Cables y conectores	4mm <sup>2</sup> (IEC), long. 350mm
Clasificación de calidad	Clase A
Clase de protección eléctrica	Clase II
Clase de seguridad contra incendios	IEC Clase C

## Curvas de Corriente-Tensión:

Temperaturas constantes @ 25°C y variables de irradiancia



## Irradiancia constante de 1000 W/m<sup>2</sup> a temperaturas variables



## S6-EH3P(5-10)K-H-EU

# Inversores Solis para almacenamiento de energía

### Características:

- 3 o 4 MPPT integrados para varias orientaciones del conjunto
- Capacidad máxima de carga/descarga de 50 A/10 kW líder del sector
- Conmutación automática del SAI
- Compatible con el modo de ahorro de picos
- Cableado de batería, medidor y CAN prefabricado para reducir el tiempo de instalación
- Admite cargas desequilibradas y de media onda tanto en el puerto de red como en el de respaldo
- Compatible con varias marcas de modelos de baterías de litio
- Mayor protección de la batería y funciones operativas para prolongar la vida útil de la batería

### Modelo:

S6-EH3P5K-H-EU / S6-EH3P6K-H-EU

S6-EH3P8K-H-EU / S6-EH3P10K-H-EU



Vista 360°



## Hoja de datos

## S6-EH3P(5-10)K-H-EU

Modelo	5K	6K	8K	10K
<b>Entrada DC (lado FV)</b>				
Potencia FV máxima de entrada recomendada	8 kW	9.6 kW	12.8 kW	16 kW
Voltaje máximo de entrada	1000 V			
Voltaje nominal	600 V			
Voltaje de arranque	160 V			
Rango de voltaje MPPT	200-850 V			
Corriente máxima de entrada	16 A / 16 A / 16 A		16 A / 16 A / 16 A / 16 A	
Corriente máxima de cortocircuito	24 A / 24 A / 24 A		24 A / 24 A / 24 A / 24 A	
Número de MPPT/Número máximo de cadenas de entrada	3/3		4/4	
<b>Batería</b>				
Tipo de Batería	Ion-litio			
Rango de voltaje de la batería	120-600 V			
Potencia de carga / descarga máxima	5 kW	6 kW	8 kW	10 kW
Corriente máxima de carga / descarga	25 A		50 A	
Comunicación	CAN/RS485			
<b>Salida AC (Red)</b>				
Potencia nominal de salida	5 kW	6 kW	8 kW	10 kW
Potencia máxima de salida	5.5 kVA	6.6 kVA	8.8 kVA	11 kVA
Voltaje nominal de la red	3/N/PE, 380 V / 400 V			
Frecuencia nominal de la red	50 Hz / 60 Hz			
Corriente nominal de salida de red	7.6 A / 7.2 A	9.1 A / 8.7 A	12.2 A / 11.5 A	15.2 A / 14.4 A
Corriente máxima de salida	8.4 A / 7.9 A	10 A / 9.6 A	13.4 A / 12.7 A	16.7 A / 15.8 A
Factor de potencia	>0.99 (0.8 capacitivo a 0.8 inductivo)			
THDi	<3%			
<b>Entrada AC (Red)</b>				
Potencia máxima de entrada	7.5 kW	9 kW	12 kW	15 kW
Corriente nominal de entrada	11.4 A	13.8 A	18.2 A	22.8 A
Voltaje de entrada nominal	3/N/PE, 380 V / 400 V			
Frecuencia nominal de entrada	50 Hz / 60 Hz			
<b>Salida AC (backup)</b>				
Potencia nominal de salida	5 kW	6 kW	8 kW	10 kW
Potencia aparente de salida máxima	8 kVA, 60 sec	9.6 kVA, 60 sec	12.8 kVA, 60 sec	16 kVA, 60 sec
Tiempo de respuesta en respaldo	<10 ms			
Voltaje de salida nominal	3/N/PE, 380 V / 400 V			
Frecuencia nominal	50 Hz / 60 Hz			
Corriente nominal de salida	7.6 A / 7.2 A	9.1 A / 8.7 A	12.2 A / 11.5 A	15.2 A / 14.4 A
THDv (@carga lineal)	<2%			
<b>Eficiencia</b>				
Eficiencia máxima	97.9%	97.9%	98.0%	98.0%
Eficiencia EU	96.8%	97.1%	97.4%	97.5%
Carga de batería mediante eficiencia FV máxima	98.4%	98.5%	98.2%	98.3%
Carga/descarga de batería a eficiencia máxima de AC	97.3%	97.3%	97.5%	97.5%
<b>Protección</b>				
Protección Anti-isla	Sí			
Protección de sobrecorriente de salida	Sí			
Protección contra cortocircuito	Sí			
AFCI integrado (Protección de falla de arco DC)	Sí <sup>(1)</sup>			
Interruptor de DC integrado	Sí			
Protección contra polaridad inversa DC	Sí			
Protección contra sobrevoltaje fotovoltaico	Sí			
Protección anti-retorno de la batería	Sí			
<b>Datos generales</b>				
Dimensiones (longitud*altura*ancho)	600*500*230 mm			
Peso	32.6 kg			
Topología	Sin Transformador			
Consumo propio (noche)	<25 W			
Rango de temperatura de funcionamiento	-25 ~ +60°C			
Nivel de protección	IP66			
Enfriamiento	Convección natural			
Altitud máxima de funcionamiento	4000 m			
Estándar de conexión de red	G98 o G99, VDE-AR-N 4105 / VDE V 0124, EN 50549-1, VDE 0126 / UTE C 15/VFR:2019, RD 1699/RD 244 / UNE 206006 / UNE 206007-1, CEI 0-21, C10/11, NRS 097-2-1, TOR, EIFS 2018.2, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683, EN 50530, MEA, PEA			
Estándar de seguridad / EMC	IEC/EN 62109-1/-2, IEC/EN 61000-6-1/-3			
<b>Características</b>				
Conexión fotovoltaica	Conector MC4			
Conexión de la batería	Enchufe de conexión rápida			
Conexión de AC	Enchufe de conexión rápida			
Pantalla	LED + Bluetooth + APP			
Comunicación	CAN, RS485, Ethernet, Opcional: Wi-Fi, Celular, LAN			

(1) Activación necesaria.

# BATTERY-BOX PREMIUM HVS / HVM

- Capacidad de Backup de Alta Potencia y de Off-Grid (aislada)
- La Más Eficiente Gracias a ser un Alto Voltaje Rea por la Conexión en Serie
- Diseño Pulgín Patentado Sin Cables Internos que permite Máxima Flexibilidad e Instalación Sencilla
- Libre de Cobalto. Litio Fosfato de Hierro (LFP): Máxima Seguridad, Ciclos de Vida y Potencia
- Compatible con Inversores Líderes en el Mercado Mono y Trifásicos
- Dos Modelos Disponibles para Cubrir un Amplio Rango de Demanda y Proyectos
- Más Altos Estándares de Seguridad como VDE2510-50



## BATTERY-BOX PREMIUM HVS

BYD Battery-Box Premium HVS se compone de 2 a 5 módulos HVS conectados en serie para ofrecer un rango de capacidad útil de 5.1 kWh hasta 12.8 kWh.

Adicionalmente, desde el inicio es posible conexión directa en paralelo hasta un máximo de 3 torres HVS con el mismo número de módulos lo que permite alcanzar 38.4 kWh.

Es posible añadir módulos HVS para ampliar el sistema para cubrir necesidades futuras.

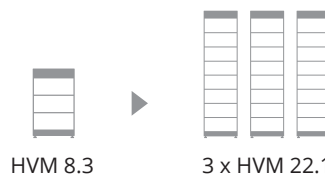


## BATTERY-BOX PREMIUM HVM

BYD Battery-Box Premium HVM se compone de 3 a 8 módulos HVM conectados en serie para ofrecer un rango de capacidad útil de 8.3 kWh hasta 22.1 kWh.

Adicionalmente, desde el inicio es posible la conexión directa en paralelo hasta un máximo de 3 torres HVM con el mismo número de módulos lo que permite alcanzar 66.3 kWh.

Es posible añadir módulos HVM para ampliar el sistema para cubrir necesidades futuras.



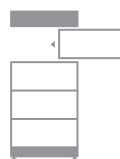
## FLEXIBLE, EFICIENTE, SIMPLE



**Conexión Plugín**  
Sin cables internos



**5.1 - 66.2 kWh**  
Capacidad Diseñada para Cada Aplicación











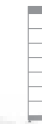

**Ampliación en Cualquier Momento**  
Sencilla Adaptación a Necesidades Futuras



**Alta Potencia**  
Potencia para Cada Aplicación

## PARÁMETROS TÉCNICOS PREMIUM HVS / HVM

	 HVS 5.1	 HVS 7.7	 HVS 10.2	 HVS 12.8
Módulo	HVS (2.56 kWh, 102.4 V, 38 kg)			
Número de módulos	2	3	4	5
Energía Utilizable [1]	5.12 kWh	7.68 kWh	10.24 kWh	12.8 kWh
Máx. Corriente de Salida [2]	25 A	25 A	25 A	25 A
Corriente de salida pico [2]	50 A, 5 s	50 A, 5 s	50 A, 5 s	50 A, 5 s
Voltaje Nominal	204 V	307 V	409 V	512 V
Voltaje Operativo	160~240 V	240~360 V	320~480 V	400~600 V
Dimensiones (H/W/D)	712x585x298 mm	945x585x298 mm	1178x585x298 mm	1411x585x298 mm
Peso	91 kg	129 kg	167 kg	205 kg

	 HVM 8.3	 HVM 11.0	 HVM 13.8	 HVM 16.6	 HVM 19.3	 HVM 22.1
Módulo	HVM (2.76 kWh, 51.2 V, 38 kg)					
Número de módulos	3	4	5	6	7	8
Energía Utilizable [1]	8.28 kWh	11.04 kWh	13.80 kWh	16.56 kWh	19.32 kWh	22.08 kWh
Máx. Corriente de Salida [2]	50 A	50 A	50 A	50 A	50 A	50 A
Corriente de salida pico [2]	75 A, 5 s	75 A, 5 s	75 A, 5 s	75 A, 5 s	75 A, 5 s	75 A, 5 s
Voltaje Nominal	153 V	204 V	256 V	307 V	358 V	409 V
Voltaje Operativo	120~180 V	160~240 V	200~300 V	240~360 V	280~420 V	320~480 V
Dimensiones (H/W/D)	945 x 585 x 298 mm	1178 x 585 x 298 mm	1411 x 585 x 298 mm	1644 x 585 x 298 mm	1877 x 585 x 298 mm	2110 x 585 x 298 mm
Peso	129 kg	167 kg	205 kg	243 kg	281 kg	319 kg

### HVS & HVM

Temperatura Operativa	-10 °C to +50°C
Tecnología de Celda	Litio Fosfato de Hierro (libre de Cobalto)
Comunicación	CAN/RS485
Protección IP	IP55
Eficiencia Ida/Vuelta	≥96%
Certificados	VDE2510-50 / IEC62619 / CEC / CE / UN38.3
Aplicaciones	ON Grid / ON Grid + Backup / OFF Grid
Garantía [3]	10 Años
Inversores Compatibles	Consulte la Lista de Configuración Mínima e Inversores Compatibles de Battery-Box Premium

[1] Energía Utilizable en CC. Condiciones de Test: 100% DO, 0.2C carga & descarga a 25°C. La energía utilizable puede variar con el inversor que se utilice

[2] Derating de corriente de carga ocurre desde -10°C a +5°C

[3] Aplican condiciones. Consulte la Carta de Garantía de BYD Battery-Box Premium



## GSW-10P



### Principales Características

Frecuencia	Hz	50
Voltaje	V	400
Factor de potencia	cos $\phi$	0.8
Fases		3

### Potencia nominal

Potencia de Emergencia ESP	kVA	10.00
Potencia de Emergencia ESP	kW	8.00
Potencia continua PRP	kVA	9.03
Potencia continua PRP	kW	7.22

### Definiciones de las potencias (según la norma ISO8528)

**ESP** - Potencia de Emergencia: Es la potencia máxima disponible durante una secuencia de potencia eléctrica variable, bajo las condiciones de operación establecidas, para la cual un grupo electrógeno es capaz de entregar en caso de corte de energía de la red o bajo condiciones de prueba por hasta 200 h de operación por año con los intervalos y procedimientos de mantenimiento se llevan a cabo según lo prescrito por los fabricantes. La potencia de salida promedio permitida durante 24 h de operación no debe exceder el 70% de la potencia de emergencia (ESP).

**PRP** - Prime Power: Identifica la máxima potencia que el grupo electrógeno puede generar en forma continua alimentando una carga variable, durante un número ilimitado de horas al año, en las condiciones operativas y con los intervalos de mantenimiento establecido por el constructor. La media de la carga consumida durante 24 horas de funcionamiento, no debe ser superior al 70% de la PRP. Una sobrecarga del 10% es permisible durante 1 hora cada 12 horas de funcionamiento.

## Especificaciones de motor

Marca Motor		Perkins
Modelo		403A-11G1
Emisión de escape optimizado para 97/68 50Hz (COM)		Sin certificado de emisiones
Sistema de refrigeración		Agua
Número de cilindros y disposición		3 en línea
Cilindrada	cm <sup>3</sup>	1131
Aspiración		Natural
Regulador de velocidad		Mecánica
Potencia Prime bruta PRP	kW	8.6
Máxima potencia	kW	9.5
Capacidad de aceite	l	4.9
Capacidad de refrigerante	l	5.2
Combustible		Diésel
Consumo específico de combustible al 75% PRP	g/ kWh	258
Consumo específico de combustible en PRP	g/ kWh	252
Sistema de arranque		Eléctrico
Capacidad de arranque del motor	kW	2
Circuito eléctrico	V	12



## Equipo de motor

### Normas

Las siguientes puntuaciones representan las capacidades de rendimiento a las condiciones determinadas en ISO 8528/1, ISO 3046/1:1986, BS 5514/1.

### Sistema de Combustible

Clase de bomba Rotativa.

### Sistema de Aceite lubricante

Sumidero de acero húmedo con relleno y varilla medidora.

### Filtro

- Filtro de Combustible.
- Filtro de aire.
- Filtro de aceite.

### Sistema de refrigeración

- Montaje de radiador.
- Sistema controlado termostáticamente por una bomba refrigerante con correa y pulsador de ventilación.



## Especificaciones de alternador

Alternador	Mecc Alte	
Modelo	ECP28-2VS 4C	
Voltaje	V	400
Frecuencia	Hz	50
Factor de potencia	$\cos \phi$	0.8
Polos	4	
Tipo	Sin escobillas	
Tolerancia de tensión	%	1
Efficiency @ 75% load	%	87.2
Clase	H	
Protección IP	23	



### Estructura mecánica

Estructura mecánica robusta que permite un fácil acceso a las conexiones y los componentes durante los chequeos y tareas de mantenimiento.

### Regulador de voltaje

Regulación de voltaje con DSR. El DSR digital controla el rango de voltaje, evitando cualquier posible problema que pueda generar un personal no cualificado. La precisión de la tensión es de  $\pm 1\%$  en condición estática con cualquier factor de potencia y con variación de velocidad entre 5% y 30% con referencia a la velocidad nominal.



### Sistema de cableado / excitación

El estator del generador está enrollado en 2/3. Esto elimina los triples armónicos ( $3^a$ ,  $9^a$ ,  $15^a$  ...) en la onda de tensión, este óptimo diseño evita problemas en el suministro de cargas no lineales. El diseño del bobinado a 2/3 evita corrientes en neutro excesivas, que si se han presentado en bobinados de mayor tamaño. MAUX (estándar): El embobinado auxiliar MAUX MeccAlte es un embobinado independiente incluido en el estator principal que alimenta al regulador. Este embobinado permite soportar una sobrecarga de un 300% de la corriente nominal (manteniendo la corriente de cortocircuito) durante 20 segundos. Esto es ideal para los requerimientos del arranque del motor.

### Impregnación de aislamiento

El aislamiento es de clase H estándar. La impregnación se realiza con resinas epoxi premium adheridas mediante inmersión y goteo. Las partes de alto voltaje están impregnadas en vacío, por lo que el nivel de aislamiento es siempre muy bueno. En los modelos de alta potencia, los bobinados del estator se someten a un segundo proceso de aislamiento. La protección gris se aplica en el excitador del estator principal para conseguir una mayor protección.

### Normativas estándar

El alternador cumple y está fabricado de acuerdo con las especificaciones más comunes tales como: CEI 2-3, IEC 34-1, EN 60034-1, VDE 0530, BS 4999-5000, CAN/CSA-C22.2 No14-95-No100-95.

## Equipamiento del grupo electrógeno

### BANCADA REALIZADA EN PERFIL DE ACERO SOLDADO COMPLETO CON:

- Soportes antivibración adecuadamente dimensionados
- Patas de apoyo soldadas



### DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE DE PLÁSTICO CON LOS SIGUIENTES COMPONENTES:

- Boca de llenado
- Entrada de aire (Tubería de ventilación)
- Sensor de bajo nivel de combustible



### TUBO DE DRENAJE DEL ACEITE CON TAPA

- Facilidades de drenaje de aceite.



### MOTOR COMPLETO CON:

- Batería
- Líquidos (no incluye combustible)

### CARROCERIA:

- Carrocería insonora formada por paneles modulares, realizados en acero galvanizado con tratamiento anticorrosión y condiciones adversas, debidamente fijada y sellada se consigue un receptáculo completamente impermeable.
- Fácil acceso al grupo electrógeno para fines de mantenimiento gracias a: las puertas de acceso laterales fijadas por bisagras de acero inoxidable y provistas de asas con cierre de plástico e interior de acero galvanizado perforado; Paneles desmontables, con orificios de tornillos protegidos por tapa de plástico
- Puerta de protección del panel de control provista de ventana adecuada y cerradura.
- Abertura de entrada de aire lateral adecuadamente protegida e insonorizada.
- Escape de salida de aire en el techo, canaleta para lluvia protegida por una rejilla apropiada.
- Argolla de elevación desmontable situada en el techo.



### INSONORIZACIÓN:

- Atenuación de ruido gracias al material fonoabsorbente con aislamiento acústico
- Eficiente silenciador residencial colocado dentro de la carrocería



### Dimensiones

Longitud	(L) mm	1800
Ancho	(W) mm	850
Altura	(H) mm	1260
Peso seco	kg	745
Capacidad de tanque de combustible	l	68
Material del tanque de combustible		Plastic



### Autonomía

Consumo de combustible @ 75% PRP	l/h	1.97
Consumo de combustible @ 100% PRP	l/h	2.58
Autonomía al 75% PRP	h	34.52
Autonomía al 100% PRP	h	26.36

### Nivel sonoro

Nivel sonoro garantizado (LWA)	dB	95
Nivel de presión de ruido @ 7 mt	dB	66



### Datos de instalación

Flujo de aire total	m <sup>3</sup> /min	47.50
Flujo de gases de escape	m <sup>3</sup> /min	1.66
Temperatura de gases de escape	°C	420

### Corriente de datos

Battery capacity	Ah	60
Intensidad máxima	A	14.43
Interruptor magnetotérmico	A	16

### PANEL DE CONTROL DISPONIBLE

CUADRO DE CONTROL AUTOMÁTICO	ACP
------------------------------	-----

### PANEL DE SALIDA MPF

ETB - BORNERO DE POTENCIA EXTERNO		ETB
Kit de enchufes		Standard
Protección Individual con magnetotermico y de Toma de Tierra		✓
3P+N+T CEE 400V 32A IP67	n	1
3P+N+T CEE 400V 16A IP67	n	1
230V/16A 2P+T CEE IP67	n	1
230V 16A SCHUKO IP68	n	1



## ACP - Cuadro de control automático

Instalado en el generador, con una unidad de control digital para monitorizar y controlar el grupo. El dispositivo se encuentra protegido por una puerta con cerradura.

### INSTRUMENTACIÓN DIGITAL

- Tensión del generador (trifásico)
- Tensión de red
- Frecuencia del generador
- Medición de corriente (trifásico)
- Tensión de la batería
- Potencia (kVA - kW - kVAr)
- Factor de potencia Cos
- Cuentahoras
- Velocidad del motor r.p.m.
- Nivel de combustible (%)
- Temperatura del motor (depende del modelo)

### COMANDOS Y OTROS

- Cuatro modos de funcionamiento: Apagado - Arranque manual - Arranque automático - Prueba automática
- Pulsador para conectar la red o el generador
- Pulsadores: arranque/parada, reseteo por avería, selección arriba/abajo/página/entrada
- Posibilidad de arranque a distancia
- Alarma sonora
- Cargador de batería automático
- Puertos de comunicación USB, RS232 y RS485
- PIN configurable para nivel de protección

### PROTECCIONES CON ALARMA

- Protecciones del motor: bajo nivel de combustible, baja presión de aceite, alta temperatura del motor
- Protecciones del generador: baja/alta tensión, sobrecarga, baja/alta frecuencia, fallo de arranque, baja/alta tensión de batería

### PROTECCIONES CON PARADA

- Protecciones del motor: bajo nivel de combustible, baja presión de aceite, alta temperatura del motor.
- Protecciones del generador: baja/alta tensión, sobrecarga, baja/alta tensión de la batería, fallo de carga de la batería

### OTRAS PROTECCIONES

- Botón de parada de emergencia

### PANEL DE SALIDA ACP

Bornero para conexión desde ACP al cuadro LTS.	√
Conexión de los cables de alimentación al interruptor magnetotérmico	√



**Suplementos:**

Sólo disponible bajo petición :

**SUPLEMENTOS DEL MOTOR**

PHS - Sistema de precaldeo ACP



## Accesorios

Elementos disponibles como equipamiento accesorio

### LTS - Cuadro de conmutación (Accesorio disponible junto con cuadro ACP)

El Cuadro de conmutación (LTS) controla el cambio de suministro de energía entre el generador y la red en uso de emergencia, lo que garantiza el suministro en un corto período de tiempo.

Se compone de un cuadro independiente que se puede instalar por separado del grupo electrógeno. El control del cambio de fuente de alimentación se efectúa por medio del panel de control automático montado en el grupo electrógeno, por lo tanto no se requiere ningún dispositivo de control en el panel de LTS.



# Ficha técnica

## Soporte inclinado abierto regulable. Vertical.

# 12V



- Soporte inclinado para cubierta de hormigón o subestructura.
- Anclaje a hormigón.
- Soporte premontado.
- Regulable de 20° a 35°
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Valido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm.
- Tornillería de anclaje no incluida.
- Kits disponibles de 1 hasta 6 módulos.


**Viento:** Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)

**Materiales:** Perfilaría de aluminio EN AW 6005A T6  
Tornillería de acero inoxidable A2-70


*Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.  
Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.*

**Dos opciones:**

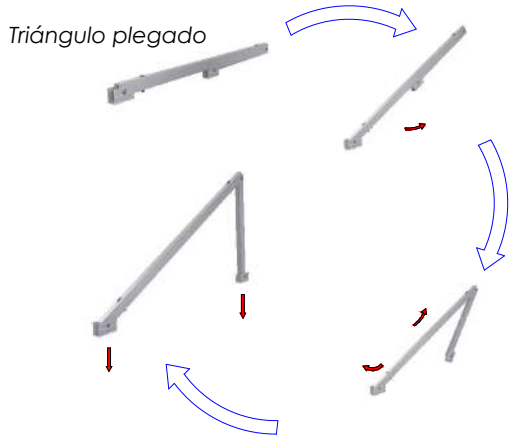
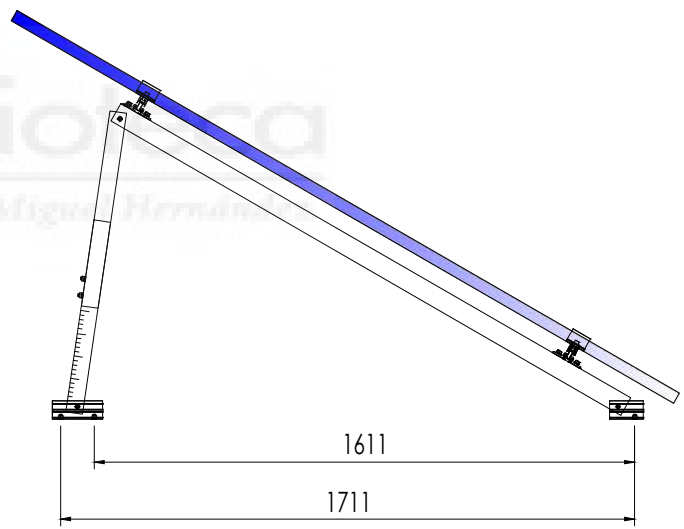
Para módulos de hasta **2279x1150 - Sistema Kit**

2279x1150  (Ver página 2)

Para módulos de hasta **2400x1350 - Sistema PS**

2400x1350  (Ver página 3)

 Carga de nieve: 40 kg/m<sup>2</sup>



**Par de apriete:**

Tornillo Presor	7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal	20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal	40 Nm
Tornillo M4.2/4.8 Hexagonal	6 Nm
Tornillo M6.3 Hexagonal	10 Nm

Detalle fijación G1 a triángulo  
(Son necesarios 2 fijaciones por perfil, 1 por cada lado)

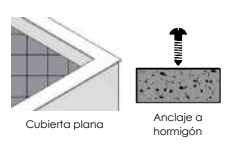
Herramientas necesarias:



Seguridad:



Apriete de las uniones y anclaje al suelo mediante tornillo de hasta M10.



Marcado ES19/86524 CE

Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

# Ficha técnica - Sistema KIT

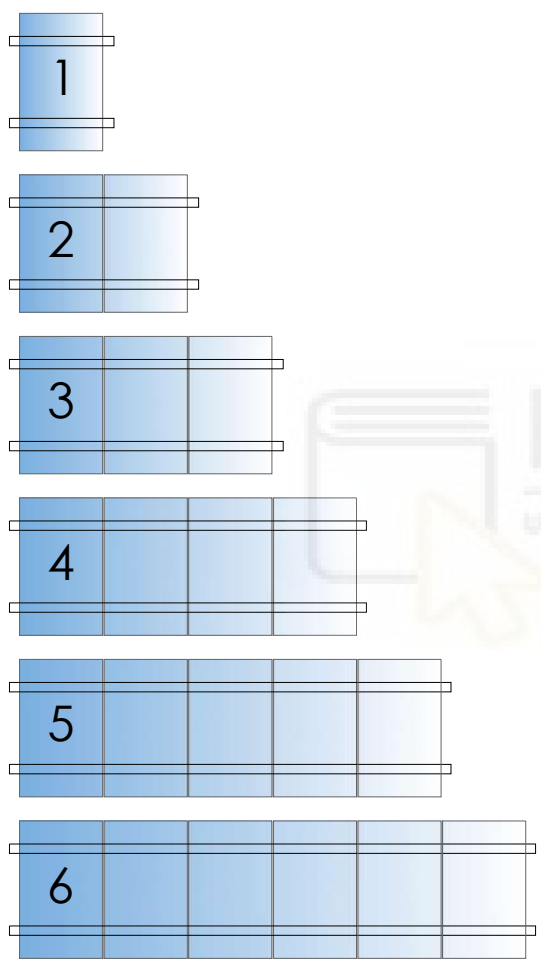
## Para módulos de hasta 1150



Para módulos de hasta **2279x1150** - Sistema KIT

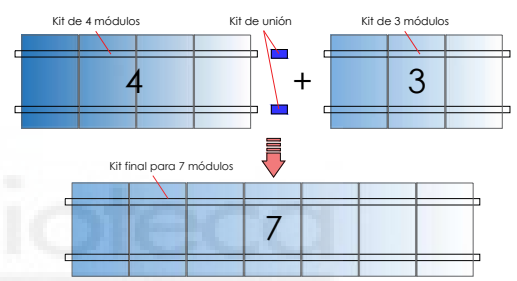
2279x1150 

Kits disponibles:

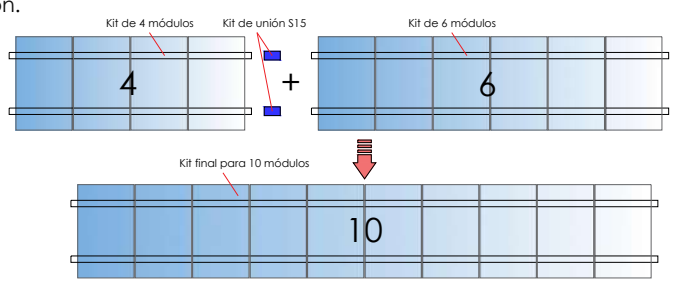


### EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN

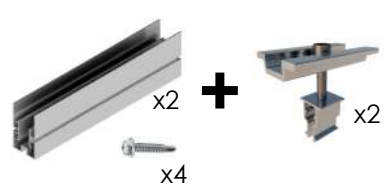
Para realizar una fila de 7 módulos se realizaría con 1 Kit de 4 + 1 Kit de 3 + 1 Kit de unión



Para realizar una fila de 10 módulos se realizaría con 1 kit de 4 + 1 Kit de 6 + 1 Kit de unión.



S15 Kit de unión



\* Por dilataciones se recomienda no exceder de más de 20 metros por fila

Reservado el derecho a efectuar modificaciones · Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.



# Ficha técnica - Sistema PS

## Para módulos de gran formato hasta 1350



Para módulos de hasta **2400x1350** - Sistema PS

2400x1350



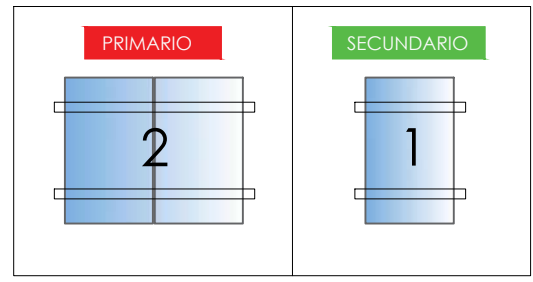
Kits disponibles:

Sistema modular para instalaciones con módulos de gran formato de hasta 2400x1350.

El sistema consta de **1 kit primario** y X número de **kit secundario**

El Kit primario es un Kit para 2 módulos.

El Kit secundario es un producto complementario de 1 módulo para unirse al Kit primario al incorporar el Kit de unión.



### SOPORTES INCLINADOS COMPATIBLES CON EL SISTEMA PS

09V

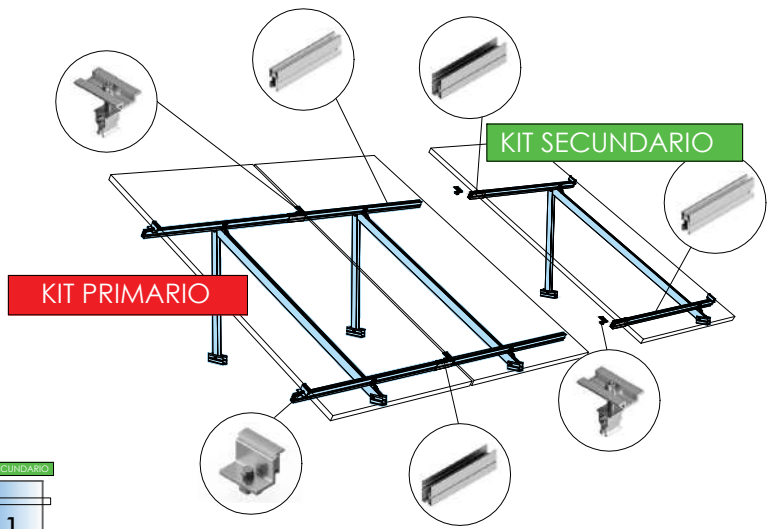
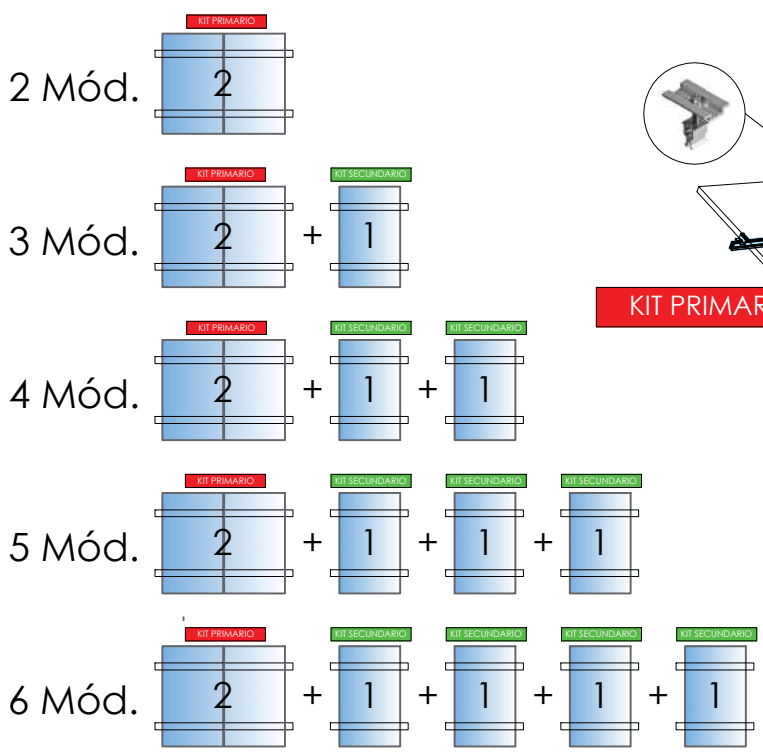
11V

12V

13V



### EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN



Reservado el derecho a efectuar modificaciones · Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.



\* Por dilataciones se recomienda no exceder de más de 20 metros por fila

# Velocidades de viento

# 12V

Soporte inclinado abierto regulable. Vertical.

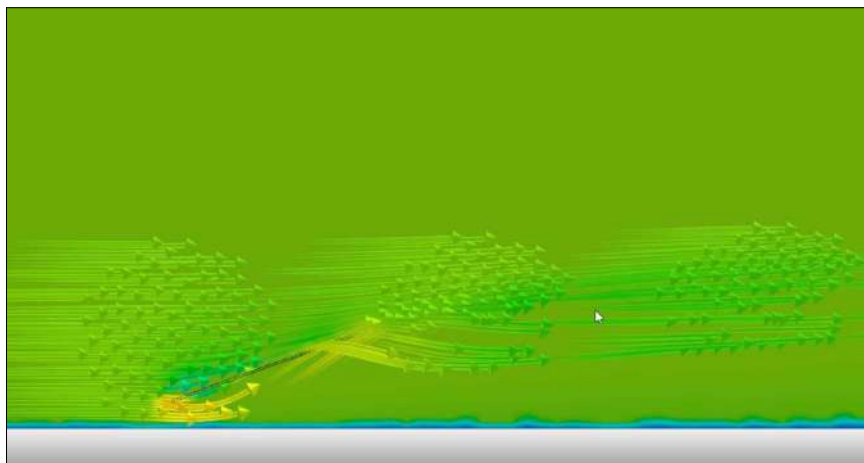


- **Cargas de viento:** Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- **Cálculo estructural:** Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"

Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento									
Inclinación	Tamaño del módulo	1	2	3	4	5	6	nº de módulos	
KIT	De 5° a 30°	<2000x1000	150	150	150	150	150	150	Velocidad de viento km/h
		<2279x1150	150	150	150	130	150	150	
	35°	<2000x1000	150	150	150	150	150	150	
		<2279x1150	150	150	150	130	130	150	
SISTEMA PS	<2400x1350	130							

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.

- Para garantizar la resistencia a la velocidad máxima de diseño se deberán utilizar anclajes adecuados y utilizar el lastre indicado por el fabricante para cada situación.



Flujo viento - En estructura inclinada.

Para cumplir con las velocidades máximas admisibles de viento especificadas en la tabla 1, se deberán respetar todas las instrucciones indicadas en los planos de montaje.  
Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.

Reservado el derecho a efectuar modificaciones · Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.