COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA
ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio-Optimización de riego de un olivar

VERSION FINAL.

Autor: Luis Martínez Rivas.

Director: Íñigo Sanz Fernández

Madrid

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

Estudio-optimización de riego de un olivar.

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico 2020/21 es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido

tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Luis Martínez Rivas. Fecha: 08/06/2021

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Íñigo Sanz Fernández Fecha: 07/06/2021

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESINAS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Luis Martínez Rivas DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: Estudio-Optimización de riego de un olivar, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar "marcas de agua" o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente)*.

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusive del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 8 de Junio de 2021.

ACEPTA

Fdo:

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA
ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio-optimización de riego de un olivar

Autor: Luis Martínez Rivas

Director: Íñigo Sanz Fernández

Madrid

Agradecimientos

Agradecer el trabajo de Íñigo, que aparte de ser el director del proyecto, ha sido y es un buen amigo.
Me ha transmitido su pasión y vocación por el mundo de la ingeniería y desde primera hora ha estado al pie del cañón, dándome consejos que me servirán para toda la vida.
Espero que nos echemos un partido de pÁdel algún día.
Agradecer también a mi familia, que son los que han hecho posible que esté dónde estoy, haciendo lo que más me gusta.
Siempre han estado, tanto en los buenos momentos como en los malos, dándome consejos y haciendo todo lo posible para animarme y levantarme las veces que hiciera falta, sin darme opción tirar la toalla, porque desde primera hora han visto que podría hacer lo que me propusiera.
También, agradecer a todos mis compañeros, tanto los que han estado durante toda la carrera conmigo como los que no.
Siempre hemos estado sufriendo juntos cuando había que sufrir y siempre hemos disfrutado y reído cuando había que disfrutar.
Por último, agradecer a todos mis amigos del colegio mayor San Pablo, los cuales han convivido conmigo durante estos 4 años y desde primera hora, hemos vivido experiencias únicas.
A pesar de ser de diferentes carreras, ‘todos tirábamos de todos’ cuando hacía falta y cuando no, también.
Siempre seréis buenos amigos y mis hermanos, os llevaré conmigo allá dónde vaya.
Todos vosotros habéis hecho posible que haya conseguido cumplir este objetivo.
Os estaré eternamente agradecido, muchas gracias.

ESTUDIO-OPTIMIZACIÓN DE RIEGO DE UN OLIVAR.

Autor: Martínez Rivas, Luis.
Director: Sanz Fernández, Íñigo.
Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

RESUMEN DEL PROYECTO

Palabras clave: Instalaciones solares fotovoltaicas, Bombas, Coste del ciclo de vida, Puntos de bombeo, Variador de frecuencia.

1. Introducción

En este proyecto se desarrolla en una localidad de Jaén llamada Ibros.

Se quiere cambiar el sistema de riego, que es un riego demasiado viejo, por uno más novedoso con bombas de mejor rendimiento, más pequeñas y distribuidas en más puntos de bombeo.

Para reducir en gran medida el alto consumo que tiene un sistema de riego, se ha implementado un sistema de generación solar fotovoltaica.

2. Definición del Proyecto

Este proyecto se define en 2 grandes partes:

1- Se desarrolla el sistema de riego, con la elección de bombas, puntos de bombeo, análisis detallado de costes, cableado, tuberías… Se tiene muy en cuenta el coste del ciclo de vida de las bombas a emplear debido a que muchas empresas, erróneamente, tienen en cuenta solo una parte del coste, que es la inversión inicial.
2- Por otra parte, se desarrolla un sistema de generación solar fotovoltaica, constituido por 5 instalaciones en total, 4 de abastecimiento (se centran en satisfacer el consumo de las bombas) y otra instalación de apoyo (centrada en satisfacer los demás elementos y ayudar en el arranque).

3. Descripción del modelo/sistema/herramienta

El modelo del Sistema de riego se basará en 4 puntos de bombeo con unas bombas de modelo XFP105J CB2 DN150/DN100, cuya elección viene del programa ABSEL de SULZER y cuyas características cumplen con la altura y el caudal necesario (Q=167,9 m^3/h, H=43m). La configuración de las bombas será 1+1 de reserva, la cual permite que las bombas trabajen en alternancia y así evitar el sobrefuncionamiento y alargar la vida útil de las bombas.

Durante todo el proyecto hemos tenido en cuenta la mejor solución, basándonos principalmente en el factor económico. Por este motivo, se ha hecho un análisis detallado del coste de ciclo de vida de las bombas, teniendo en cuenta costes como el de inversión inicial, avería, operación, energético…

Como ya hemos mencionado, se implantará un sistema fotovoltaico, basado en 4 instalaciones de abastecimiento para las bombas y 1 instalación de apoyo de apoyo para ayudar en los arranques y para satisfacer los consumos de aparatos anexos a las bombas, por ejemplo los variadores y elementos que ayuden a la tropicalización del container dónde se encontrarán las bombas.

4. Resultados

En la siguiente imagen, se verá el 'peso' que tiene cada tipo de coste durante un periodo de 20 años para las bombas que forman el proyecto:

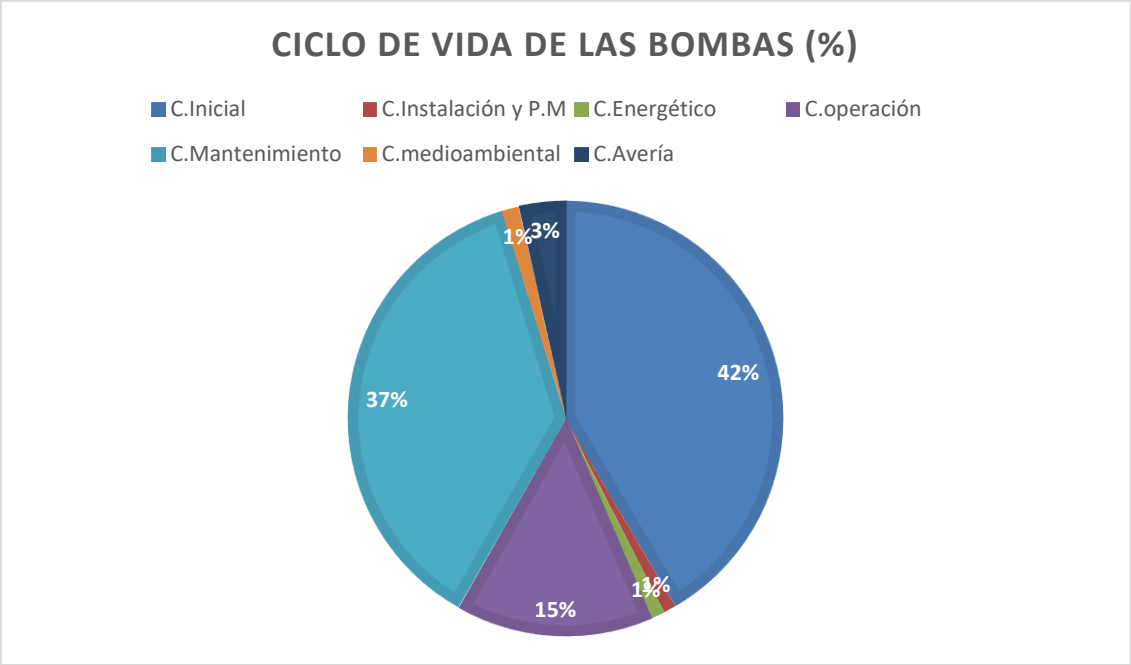


Ilustración 1.1 – Coste en porcentaje del ciclo de vida de las bombas empleadas, elaboración propia

Vemos que el coste energético es muy pequeño, esto se debe a que hemos tenido en cuenta todo lo que aporta las instalaciones fotovoltaicas.

Con respecto a la configuración de los paneles solares fotovoltaicos de las instalaciones, será de tipo serie-paralelo, dado que se ha tenido que adaptar a las condiciones de los variadores de frecuencia.

Tabla 1.1 Configuración de los paneles solares según tipo de instalación, elaboración propia.

nº Paneles totales por instalación	nº paneles serie	nº paralelos	Tensión planta	Corriente planta	Tipo de instalación
70	10	7	453,3	96,53	Abastecimiento
40	10	4	453,3	55,16	Apoyo

5. Conclusiones

Para concluir, se mostrará la distribución del terreno:

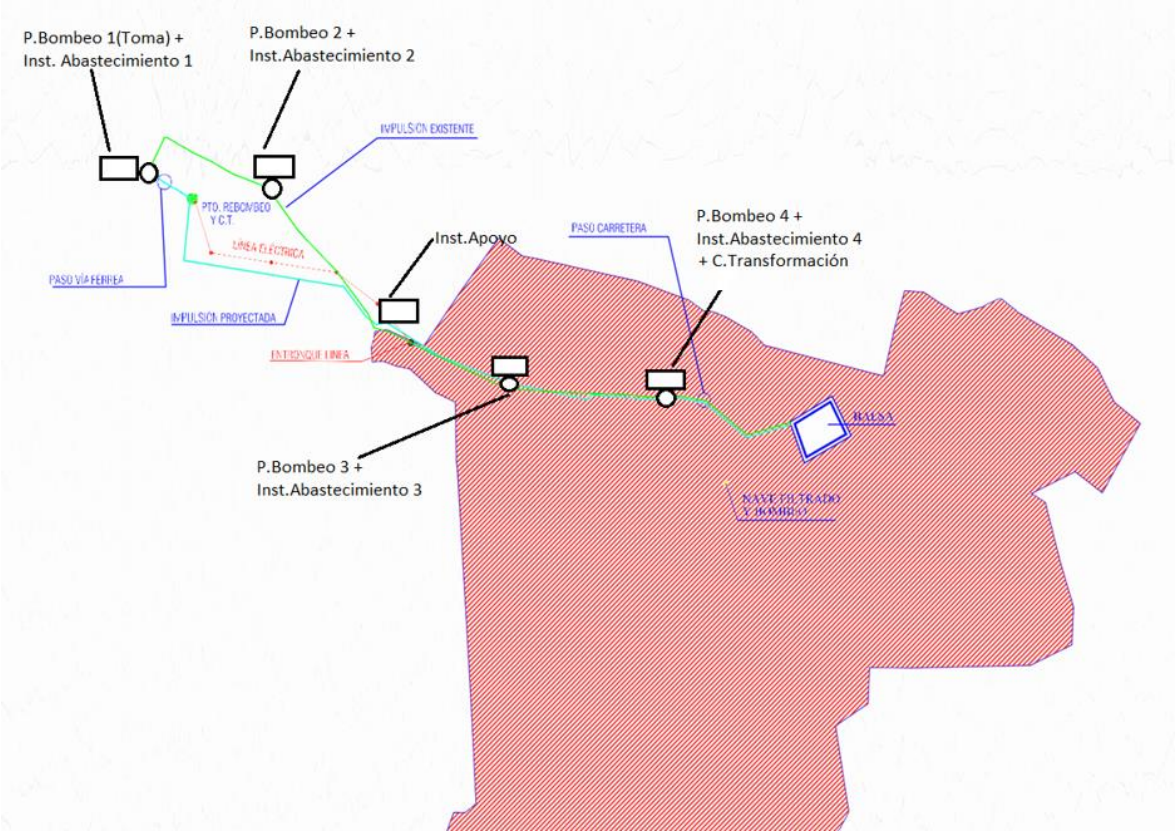


Ilustración 1.2 Plano orientativo de ubicación de las instalaciones, 'Reformado proyecto de modernización de riego para la comunidad de regantes 'Hoja de Capones'', Sita en el término municipal de Ibros (Jaén), Jose María Delgado Jiménez, Junio 2013 y elaboración propia.

La porción de terreno en color rojo, es la parte correspondiente al terreno de estudio. Como se puede ver, hay 3 instalaciones solares fotovoltaicas con sus respectivos containers en terreno vecino. Para solucionar esto, dado que es negociable, se ha compensado económicamente a los vecinos por el terreno ocupado, que es el equivalente a una pista de padel (200 m^2).

Por último, se quiere remarcar que se han cumplido con los siguientes ODS, los cuales se explicarán más detalladamente a lo largo del proyecto:

- Energía asequible y no contaminante.
- Industria, innovación e infraestructura.
- Producción y consumo responsables.
- Acción por el clima.

STUDY-OPTIMIZATION OF IRRIGATION OF AN OLIVE GROVE.

Author: Martínez Rivas, Luis.
Supervisor: Sanz Fernández, Íñigo.
Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

ABSTRACT

Keywords: Solar PV installations, Water pumps, Life Cycle Cost (LCC), Pumping points, Variable frequency drive (VFD).

1. Introduction

This Project is located in the village of Ibros, Jaén.

The aim of it is to change the old water system to a new one, with smaller, more efficient water pumps and a better water system distribution.

To supply and reduce high consumption of energy in these type of water systems, it is implemented a generation system with solar PV.

2. Project definition

This Project is based in 2 main groups:

1. Water system, choosing all water pumps, pumping points, and analyzing all costs related to the new water systems. LCC is one of the most important cost because normally, so many companies refuse to analyze this cost, focusing on the initial one which is only a little piece of total cost.
2. Solar PV installations, 5 installations in total, which are divided into two groups: the supplying ones (4), which supply the consumption of water pumps, and the supporting one, which is focused on supply water pumps during the start and supply all electric gadgets.

3. Description of the model/system/tool

The water system model, is based on 4 pumping points with water pumps XFP105J CB2 DN150/DN100, chosen with the program ABSEL by SULZER and its features satisfy our needs (Q=167,9 m^3/h, H=43m). Water pumps configuration is 1+1 reserve because it allows to alternate the water pumps work and extend its life.

In this Project, we tried to find the best solution, focusing on the economic criterium. This reason is because we analyze all costs with details.

As it is said, we implement a solar PV system, based on 4 supplying installations to supply water pumps consumptions and supporting installations, which support water pumps during the start and supply the rest of electric gadgets.

4. Results

The graph below shows the different weights of all cost included in the LCC during 20 years with the model of water pumps chosen in this project:

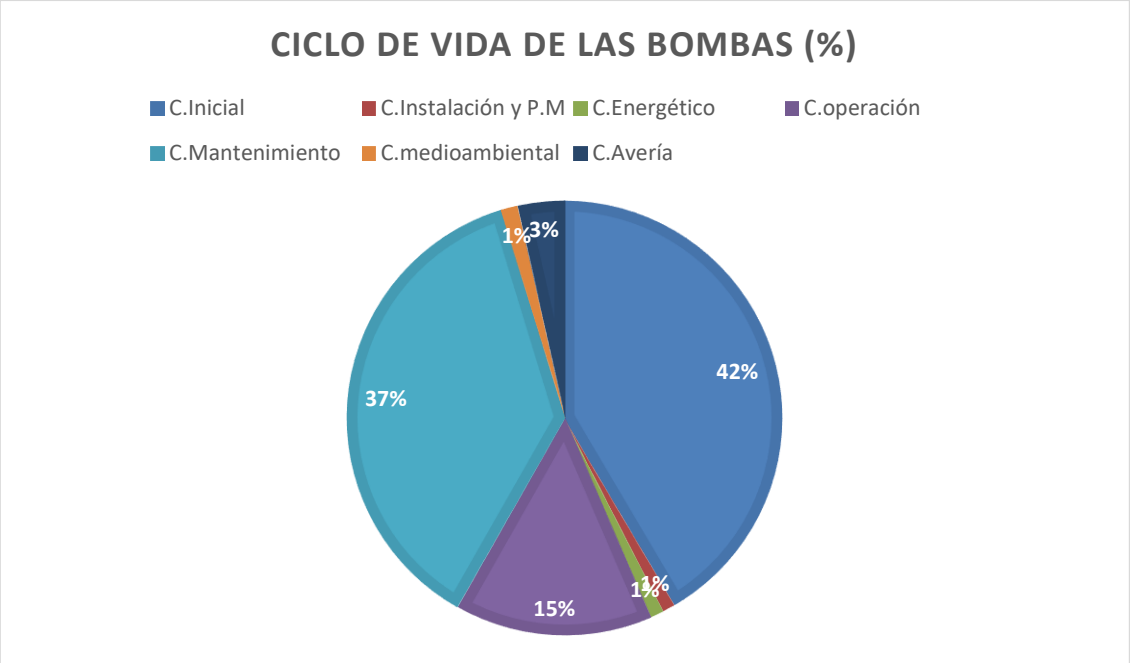


Ilustración 1.3 Weights of all cost included in the LCC with the model of water pumps chosen, own elaboration.

This image shows a very low energetic cost because in this project, solar PV installations can supply almost all the consumption.

The configuration of the solar PV system is shown in the next table:

Tabla 1.2 Solar PV Configuration based on the type of installation, own elaboration.

nº Paneles totales por instalación	nº paneles serie	nº paralelos	Tensión planta	Corriente planta	Tipo de instalación
70	10	7	453,3	96,53	Abastecimiento
40	10	4	453,3	55,16	Apoyo

We had to adapt the configuration to the Variable Frequency Drives (VFD) needs.

5. Conclusion

To conclude, it is shown the ground distribution:

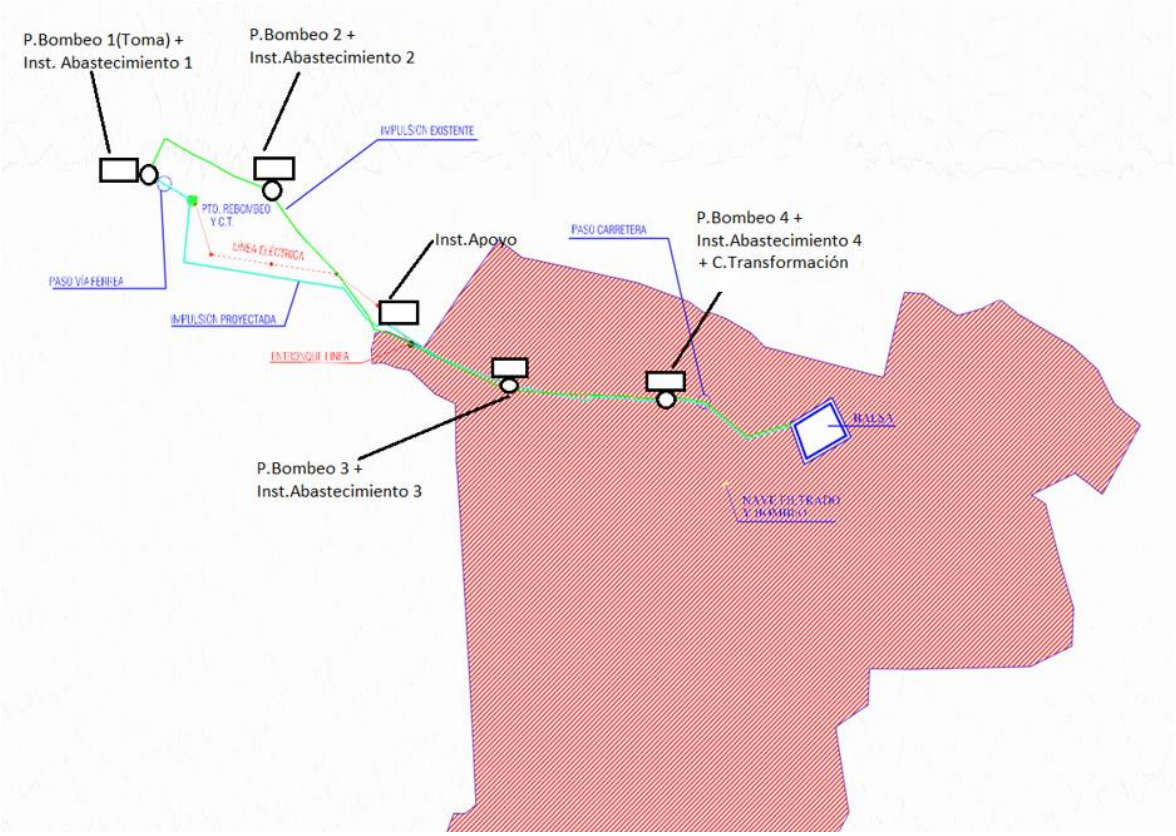


Ilustración 1.4 Orientative map where the installations are located, 'Reformado proyecto de modernización de riego para la comunidad de regantes 'Hoja de Capones', Sita en el término municipal de Ibros (Jaén), Jose María Delgado Jiménez, Junio 2013, own elaboration.

The red zone, is the one where the project is based. As the image shows, there are 3 solar PV installations out of the red zone. We have to negotiate with the neighbours and pay to take their ground, which is more or less like a Paddle court (200 m^2).

Finally, we have met with the next sustainable development goals:

- Renewable energy.
- Innovation and infrastructure.
- Responsible consumption.
- Climate action.

Índice de la memoria

Capítulo 1. Introducción 11

1.1 Motivación del proyecto 11

Capítulo 2. Estado de la Cuestión 13

Capítulo 3. Definición del Trabajo 17

3.1 Justificación 17

3.2 Objetivos 18

3.3 Metodología 19

3.4 Planificación y Estimación Económica 20

Capítulo 4. Sistema/Modelo Desarrollado I 21

Capítulo 5. Sistema/modelo desarrollado II 65

Capítulo 6. Análisis de Resultados 95

Capítulo 7. Conclusiones y Trabajos Futuros 99

Capítulo 8. Bibliografía 101

ANEXO I 105

ANEXO II 124

Índice de figuras

Ilustración 1.1 – Coste en porcentaje del ciclo de vida de las bombas empleadas, elaboración propia 9
Ilustración 2.1 Objetivo 'Energía asequible y no contaminante', Organización de las Naciones Unidas (ONU). 14
Ilustración 2.2 Objetivo 'Industria, innovación e infraestructura, Organización de las Naciones Unidas (ONU). 14
Ilustración 2.3 Objetivo 'Producción y consumo responsables', Organización de las Naciones Unidas (ONU). 15
Ilustración 2.4 Objetivo 'Acción por el clima', Organización de las Naciones Unidas (ONU). 15
Ilustración 4.4.1 Mapa de situación del proyecto de estudio, 'Reformado proyecto de modernización de riego para la comunidad de regantes 'Hoja de Capones'', Sita en el término municipal de Ibros (Jaén), Jose María Delgado Jiménez, Junio 2013. 22
Ilustración 4.4.2 Características del punto de la toma del río, Reformado proyecto de modernización de riego para la comunidad de regantes 'Hoja de Capones', Sita en el término municipal de Ibros (Jaén), Jose María Delgado Jiménez, Junio 2013. 23
Ilustración 4.4.3 Nubosidad anual de media en la provincia de Jaén, Weather Spark. 28
Ilustración 4.4.4 Porcentaje de días despejados en el mes de Mayo, Weather Spark. 29
Ilustración 4.4.5 Porcentaje de días despejados en el mes de Julio, Weather Spark. 29
Ilustración 4.4.6 Porcentaje de días despejados en el mes de Septimbre, Weather Spark. . 30
Ilustración 4.4.7 Tendencia de coste de mantenimiento, elaboración propia. 32
Ilustración 4.4.8 Periodo de riego estimado para un año normal, elaboración propia. 33
Ilustración 4.4.9 Ciclo de vida de bombas aplicado a aguas residuales, El coste de ciclo de vida en las bombas de Íñigo Sanz Fernández, Anales de Mecánica y electricidad (Septiembre-Octubre 2003). 35
Ilustración 4.4.10 Diferencia de dimensiones de container estándar y HQ, CONTAINER discounts. 37
Ilustración 4.4.11 Respiraderos para container, Amazon. 40

Ilustración 4.4.12 Extractores de humo para container, GEMI elettronica. 40
Ilustración 4.4.13 Deshumidificador para container, TROTEC 41
Ilustración 4.4.14 Deshumidificador para container, TROTEC 41
Ilustración 4.4.15 Características de ventilador industrial para container, Ikhos. 42
Ilustración 4.4.16 Características de ventilador industrial para container, Ikhos. 43
Ilustración 4.4.17 Tubos de PVC 10 atm, tienda aldimosa. 44
Ilustración 4.4.18 Tabla de diámetros de Polietileno de alta densidad, Rekalde. 44
Ilustración 4.4.19 Tabla de diámetros de Polietileno de alta densidad, Rekalde. 45
Ilustración 4.4.20 Tabla de diámetros de Polipropileno, EGB group..... 45
Ilustración 4.4.21 Tabla de diámetros de Polipropileno, EGB group..... 46
Ilustración 4.4.22 Tabla de diámetros de Polipropileno, EGB group..... 46
Ilustración 4.4.23 Tabla de diámetros de Polipropileno, EGB group..... 46
Ilustración 4.4.24 Diferencia entre diámetro exterior, interior y espesor, EGB group. 47
Ilustración 4.4.25 Reductor de diferentes diámetros para las bombas, Amazon. 48
Ilustración 4.4.26 Reductor para las bombas, Growland. 48
Ilustración 4.4.27 Partes necesarias para el control de velocidad de las bombas, Video 'Ventajas del uso de variadores de frecuencia en las bombas sumergibles', Grundfos Argentina 2020. 50
Ilustración 4.4.28 Variador de frecuencia, Direct Industry, Toscano..... 51
Ilustración 4.4.29 Variadores de frecuencia, SALICRU. 51
Ilustración 4.4.30 Modelos de variadores para bombeo solar, catalogo 'Series CONTROLVIT' de SALICRU. 52
Ilustración 4.4.31 Precios de modelos de variadores para bombeo solar, catalogo 'Series CONTROLVIT' de SALICRU. 52
Ilustración 4.4.32 Modelos de filtros de salida senoidales, VMC 54
Ilustración 4.33 Vista satélite de la zona de riego ampliada, Dices, Mapa-Jaen-Cortijo-de-Capones-2309200. 57
Ilustración 4.34 Intensidades máximas admisibles según el tipo de cable y diámetro, 'Intensidad admisible de los conductores eléctricos de baja tensión',cables RCT. 59

Ilustración 4.35 Características del cable según el método de instalación, 'Intensidad admisible de los conductores eléctricos de baja tensión',cables RCT. 59
Ilustración 4.36 Cable trifásico libre halógenos, laObra. 60
Ilustración 4.37 Cable trifásico libre halógenos, laObra. 60
Ilustración 4.38 Plano orientativo de ubicación de las instalaciones, 'Reformado proyecto de modernización de riego para la comunidad de regantes 'Hoja de Capones'', Sita en el término municipal de Ibros (Jaén), Jose María Delgado Jiménez, Junio 2013 y elaboración propia. 63
Ilustración 4.39 Mapa de relieve 'Reformado proyecto de modernización de riego para la comunidad de regantes 'Hoja de Capones'', Sita en el término municipal de Ibros (Jaén), Jose María Delgado Jiménez, Junio 2013. 64
Ilustración 5.5.1 Tipos de paneles solares, Inarquia. 67
Ilustración 5.5.2 Generación de España según tecnologías, REE. 69
Ilustración 5.5.3 Efecto de la temperatura sobre el rendimiento de los paneles solares, Rául Germán Cordero, Sunfields EUROPE 70
Ilustración 5.5.4 Ángulo óptimo de las diferentes provincias de Andalucía, Tarifas gas luz by Selectra. 73
Ilustración 5.5Captación de radiación de paneles bifaciales, FP eficiencia energética y energía solar térmica, 26/03/2019. 74
Ilustración 5.5.6 Diferencia de captación del albedo según la altura de los paneles solares, Inarquia. 75
Ilustración 5.5.7 Sombra de un panel en función de la altura, Inarquia. 75
Ilustración 5.5.8 Conteiner SunBOX 35A MOVEit POWER. 78
Ilustración 5.5.9 Esquema de instalación fotovoltaica conectada a la red, mheducation. ... 78
Ilustración 5.5.10 Placa solar, teknosolar. 79
Ilustración 5.5.11 Placa solar, teknosolar. 79
Ilustración 5.5.12 Placa solar, autosolar. 80
Ilustración 5.5.13 Placa solar, autosolar. 80
Ilustración 5.5.14 Soporte sobre suelo, Tienda Aldimosa. 81
Ilustración 5.5.15 Soporte sobre suelo, Tienda Aldimosa. 81

Ilustración 5.5.16 Soporte sobre suelo, suministrosdelsol..... 82
Ilustración 5.5.17 Soporte sobre suelo, teknosolar..... 82
Ilustración 5.5.18 Soporte sobre suelo, teknosolar..... 83
Ilustración 5.5.19 Soporte sobre suelo, teknosolar..... 83
Ilustración 5.5.20 Conexión de paneles paralelo-serie, Autosolar. 89
Ilustración 5.5.21 Inversor, Autosolar..... 93
Ilustración 5.5.22 Inversor, Autosolar..... 94
Ilustración 6.1 Porcentaje de cada concepto del ciclo de vida de las bombas seleccionadas, elaboración propia 96
Ilustración 0.1 Bomba de alquiler utilizada en caso de avería, Máquinas y Máquinas..... 106
Ilustración 0.2 Coste de ciclo de vida de las bombas en 10 años, elaboración propia 108
Ilustración 0.3 Coste de ciclo de vida de las bombas en 15 años, elaboración propia 109
Ilustración 0.4 Coste de ciclo de vida de las bombas en 20 años, elaboración propia. 109
Ilustración 0.5 Tendencia de tarifa de contrato de mantenimiento, elaboración propia.... 110
Ilustración 0.6 MTS TUBO PVC PRESIÓN 110 10 ATM..... 111
Ilustración 0.7 Representación y características técnicas del reductor elegido, Amazon. 112
Ilustración 0.8 Respiraderos elegidos para tropicalización, Amazon..... 113
Ilustración 0.9 Deshumidificador para container, TROTEC..... 114
Ilustración 0.10 Caracteristicas de ventilador industrial para conteiner, Ikhos..... 115
Ilustración 0.11 Página 1 de la ficha técnica de la bomba seleccionada, SULZER. 116
Ilustración 0.12 Página 2 de la ficha técnica de la bomba seleccionada, SULZER. 117
Ilustración 0.13 Página 3 de la ficha técnica de la bomba seleccionada, SULZER. 118
Ilustración 0.14 Plano de la bomba seleccionada, SULZER..... 119
Ilustración 0.15 Página 1 de la ficha técnica del variador seleccionado, SALICRU. 120
Ilustración 0.16 Página 2 de la ficha técnica del variador seleccionado, SALICRU. 121
Ilustración 0.17 Página 3 de la ficha técnica del variador seleccionado, SALICRU. 122
Ilustración 0.18 Página 4 de la ficha técnica del variador seleccionado, SALICRU. 123
Ilustración 0.1 Página 1 de la ficha técnica del panel solar convencional seleccionado, JAsolar..... 125

Ilustración 0.2 Página 2 de la ficha técnica del panel solar convencional seleccionado, JAsolar. 126
Ilustración 0.3 Página 1 de la ficha técnica del panel solar bifacial seleccionado, LG. 127
Ilustración 0.4 Página 2 de la ficha técnica del panel solar bifacial seleccionado, LG. 128
Ilustración 0.5 Página 3 de la ficha técnica del panel solar bifacial seleccionado, LG 129
Ilustración 0.6 Página 1 de la ficha técnica de la estructura seleccionada, proporcionado por Teknosolar. 133
Ilustración 0.7 Página 1 de la ficha técnica del inversor seleccionado para Inst:Abastecimiento, HUAWEI. 134
Ilustración 0.8 Página 2 de la ficha técnica del inversor seleccionado para Inst.Abastecimiento, HUAWEI. 135
Ilustración 0.9 Página 1 de la ficha técnica del inversor seleccionado para Inst.Apoyo, HUAWEI. 136
Ilustración 0.10 Página 2 de la ficha técnica del inversor seleccionado para Inst.Apoyo, HUAWEI. 137

Índice de tablas

Tabla 1.1 Configuración de los paneles solares según tipo de instalación, elaboración propia. 9
Tabla 4.4.1 Modelos y características de bombas para 4 puntos de bombeo, elaboración propia. 23
Tabla 4.4.2 Modelos y características de bombas para 5 puntos de bombeo, elaboración propia. 24
Tabla 4.4.3 Modelos y características de bombas para 6 puntos de bombeo, elaboración propia. 24
Tabla 4.4.4 Modelos y características de bombas para 5 puntos de bombeo, elaboración propia. 25
Tabla 4.4.5 Resumen de nubosidad según el mes, Weather Spark y elaboración propia.... 30
Tabla 4.4.6 Tiempo estimado de avería de los equipos de bombeo, elaboración propia. ... 32
Tabla 4.4.7 Dimensiones de container y carga máxima, artículo 'Contenedores Marítimos' de Jaime Díez-Cascón Martínez, Proyecto de fin de carrera 2021 y elaboración propia.... 36
Tabla 4.4.8 Dimensiones de container y carga máxima, artículo 'Contenedores Marítimos' de Jaime Díez-Cascón Martínez, Proyecto de fin de carrera 2021 y elaboración propia.... 36
Tabla 4.4.9 Comparación del metro de tubo de los diferentes materiales, elaboración propia. 47
Tabla 4.4.10 Comparación de precio de los reductores, elaboración propia. 49
Tabla 4.4.11 Comparación de los variadores de frecuencia seleccionados, elaboración propia. 52
Tabla 4.12 Datos necesarios que deben cumplir los variadores, elaboración propia 53
Tabla 4.4.13 Comparación de los modelos seleccionados, VMC ,ZUENDO y elaboración propia. 54
Tabla 4.4.14 Características y coste del modelo seleccionado, elaboración propia 55
Tabla 4.4.15 cotas y distancias de los puntos de bombeo y las instalaciones solares fotovoltaicas elaboración propia. 58

Tabla 4.4.16 distancias de conexión de la Inst.Apoyo con los puntos de bombeo,elaboración propia. 61
Tabla 4.4.17 coste total del cable de Inst.Apoyo-conteiners, elaboración propia. 61
Tabla 4.4.18 Distancia entre puntos de bombeo,elaboración propia 61
Tabla 4.4.19 Ahorro de cable de las bombas por aportación del fabricante, elaboración propia. 61
Tabla 4.4.20 coste total de cable de CT-conteiners y Inst.Abastecimiento-containers, elaboración propia. 62
Tabla 4.4.21 Superficie ocupada por estructura y container, elaboración propia. 62
Tabla 4.4.22 Superficie ocupada por tipo de instalación fotovoltaica, elaboración propia. 62
Tabla 4.4.23 Superficie total ocupada por punto de bombeo e Inst.Apoyo con container, elaboración propia. 62
Tabla 4.4.24 Compensación por terreno ocupado en superficie vecina, elaboración propia 62
Tabla 5.5.1 las principales características (cualitativas) de los paneles de silicio monocristalino y policristalino, Raúl Germán Cordero, Sunfields EUROPE. 67
Tabla 5.5.2 Coste de paneles bifaciales, LG y elaboración própia. 76
Tabla 5.5.3 Coste de paneles standar, LG y elaboración própia 76
Tabla 5.5.4 Modelos de anclaje, HILTI y elaboración propia. 84
Tabla 5.5.5 Modelos de anclaje, HILTI y elaboración propia. 84
Tabla 5.5.6 Costes de las estructuras elegidas, elaboración propia. 85
Tabla 5.5.7 Costes de las estructuras elegidas, elaboración propia. 85
Tabla 5.5.8 Modelo de placa solar seleccionado, elaboración propia. 86
Tabla 5.5.9 Dimensiones de conteiner estándar, Jaime Díez Cascón, Contenedores Marítimos TFG 2020/2021 y elaboración propia. 86
Tabla 5.5.10 Ahorro de anclajes usando los conteiners como estructuras, elaboración propia. 86
Tabla 5.5.11 Coste por estructura de instalación de abastecimiento, elaboración propia. .. 87
Tabla 5.5.12 Superficie ocupada por estructura, elaboración propia. 87
Tabla 5.5.13 Superficie ocupada en cada tipo de instalación, elaboración propia. 87

Tabla 5.5.14 Limitación del variador según la conexión de los paneles, elaboración propia. 88
Tabla 5.5.15 Coste del tipo de panel elegido, elaboración propia. 89
Tabla 5.5.16 Datos de la instalación de abastecimiento, elaboración propia. 90
Tabla 5.17 Datos de la instalación de apoyo, elaboración propia. 90
Tabla 5.5.18 Conexión de la instalación de abastecimiento, elaboración propia. 90
Tabla 5.5.19 Conexión de la instalación de apoyo, elaboración propia. 90
Tabla 5.5.20 Opción para la conexión de inversores, elaboración propia. 92
Tabla 5.5.21 Opción para la conexión de inversores, elaboración propia. 92
Tabla 6.1 Comparación de las diferentes bombas seleccionadas para diferentes puntos de bombeo, elaboración propia. 95
Tabla 6.2 Coste del ciclo de vida de las bombas seleccionadas, elaboración propia. 96
Tabla 6.3 Comparación entre paneles solares convencionales y bifaciales, elaboración propia. 96
Tabla 6.4 Configuración de las instalaciones solares fotovoltaicas, elaboración propia. ... 97
Tabla 6.5 Coste de las instalaciones fotovoltaicas con paneles convencionales, elaboración propia. 97
Tabla 6.6 Comparación entre instalaciones con paneles convencionales y containers SunBox 35 A, elaboración propia. 97
Tabla 0.1 Datos empleados para elección de bombas y punto de bombeo, elaboración propia 105
Tabla 0.2 Modelos y características de bombas para 4 puntos de bombeo, elaboración propia 105
Tabla 0.3 Modelos y características de bombas para 6 puntos de bombeo, elaboración propia 105
Tabla 0.4 Selección del modelo de bombas, elaboración propia..... 106
Tabla 0.5 Coste y tiempo de avería estimado, elaboración propia. 106
Tabla 0.6 Coste de ciclo de vida de las bombas en 10 años, elaboración propia. 107
Tabla 0.7 Coste de ciclo de vida de las bombas en 15 años, elaboración propia. 107
Tabla 0.8 Coste de ciclo de vida de las bombas en 20 años, elaboración propia 108

Tabla 0.9 Coste por año de mantenimiento, elaboración propia. 110
Tabla 0.10 Coste de tuberías de PVC, elaboración propia. 111
Tabla 0.11 Coste de reductores. Elaboración propia. 111
Tabla 0.12 Coste de containers, elaboración propia. 112
Tabla 0.13 Coste de tropicalización por conteiner 113
Tabla 0.1 coste de paneles convencionales, elaboración propia..... 124
Tabla 0.2 coste de paneles bifaciales, elaboración propia. 124
Tabla 0.3 Dimensiones de paneles solares seleccionados, elaboración propia. 130
Tabla 0.4 Dimensiones de estructuras solares seleccionadas, elaboración propia. 130
Tabla 0.5 Coste de anclajes y mano de obra según tipo de instalación, elaboración propia 130
Tabla 0.6 Coste de instalación de la instalación de abastecimiento, elaboración propia. . 131
Tabla 0.7 Coste de instalación de la instalación de apoyo, elaboración propia. 131
Tabla 0.8 Superficie ocupada de una estructura, elaboración propia. 131
Tabla 0.9 Coste de inversores según modelo, elaboración propia..... 132

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1.1 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

La agricultura es unos de los pilares más importantes en un país como España, dónde hay una gran tradición por los cultivos. En Jaén, dónde se centra nuestro proyecto, es una de las mayores productoras de aceite a nivel mundial. El proyecto se centrará en una región de Jaén dónde el cultivo es un gran olivar para la producción de aceite, o como nos gusta a los jienenses llamarlo, oro líquido.

El proyecto se centra en el análisis energético de este sistema de riego, proponiendo mejoras para reducir el consumo de recursos, costes… También, usaremos energía solar fotovoltaica para satisfacer en gran medida el consumo energético de la instalación.

El olivar, se consolidó como cultivo en el siglo XX y especialmente en la zona de Jaén, la cual también fue pionera en los sistemas de regadío dada la cantidad de embalses a lo largo del rio Guadalquivir y sus afluentes.

El comienzo de este tipo de cultivos, empezó siendo de secano, pero fue a partir de la crisis hídrica de los 90, cuando la implementación del sistema de regadío se introdujo de manera sólida en estos cultivos.

Los tipos de riegos más comunes para un olivar son el riego por goteo, que es el más extendido y el cual se basa este proyecto, y el super intensivo (muy de moda en los últimos años).

El olivo, es un árbol principalmente del clima mediterráneo que tolera muy bien las sequías y condiciones `relativamente` complicadas y el consumo de agua viene influido por muchos factores, como el volumen de copa de árbol, separación de árboles, localización etc.

La energía solar fotovoltaica, es una energía renovable y limpia que gracias a la captación de la radiación solar, produce electricidad, basado en el efecto fotoeléctrico.

Algunas de las ventajas de la energía fotovoltaica son: Es inagotable, no contaminante, renovable, ideal para entornos aislados o rurales y es modular, pueden ser tanto grandes plantas fotovoltaicas como pequeños paneles en los tejados.

Se busca, esta combinación de mejora del sistema de riego e implementación de energía solar, para buscar mayor rendimiento de la cosecha y conseguir mayores beneficios.

Capítulo 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

La práctica masiva de poner el olivar de regadío viene de principios de los 90, por tanto la maquinaria suele ser antigua (rendimientos más bajos, más propensas a averías etc). Por lo tanto, se estudiará la posibilidad de cambiar la maquinaria existente para que nos proporcione mayor eficacia y se hará un estudio de costes -ganancias y ver en cuantos años se amortizan etc.

Las instalaciones fotovoltaicas, se centrarán en generar energía eléctrica para los diferentes puntos de bombeo y así satisfacer en parte el elevado consumo. Esta central será de gran utilidad, dado a que el periodo más importante de riego es durante el día y en meses de verano/primavera, donde la radiación solar es más fuerte.

¿Por qué es una buena idea implantar instalaciones solares fotovoltaicas?

El consumo de energía, en estos sistemas, es muy elevada dado que se tiene que bombear agua del río hasta la balsa, la cual, mediante otro centro de bombeo, ya se distribuye a los diferentes puntos de la parcela. Como se verá a lo largo del proyecto, se pondrán diferentes puntos de bombeo, también conocidos como ‘rebombeos’. Estos procesos de rebombeo y distribución de agua, son muy costosos en términos de energía.

También, esta parcela tiene una amplia zona de llanura y dado que estamos en jaén, dónde la mayoría del tiempo el cielo se encuentra despejado, la implementación de esta idea puede ser muy productiva, además de ser una energía limpia con poco impacto visual dado a que no estaría en una zona visible al público.

Hay dos tipos de plantas fotovoltaicas, las que están conectadas a la red y las que no. Nuestras instalaciones, estarán conectadas a la red a través de inversores, para que en el caso de que no se utilice toda la energía producida, se pueda invertir a la red.

Un aspecto muy notable de este tipo de energía es que el precio de los equipos y coste totales han ido bajando durante la última década, y se prevé que siga bajando.

El proyecto, se alinea principalmente con los siguientes objetivos de desarrollo sostenible (ODS):

Ilustración 2.1 Objetivo 'Energía asequible y no contaminante', Organización de las Naciones Unidas (ONU).

Ilustración 2.2 Objetivo 'Industria, innovación e infraestructura, Organización de las Naciones Unidas (ONU).

Ilustración 2.3 Objetivo 'Producción y consumo responsables', Organización de las Naciones Unidas (ONU).

Ilustración 2.4 Objetivo 'Acción por el clima', Organización de las Naciones Unidas (ONU).

Para las conclusiones:

Estos objetivos de desarrollo sostenible son los que más presentes han estado en nuestro proyecto y los cuales sea han cumplido.

El de industria, innovación e infraestructura se ha cumplido porque hemos propuesto un sistema de producción de energía para el consumo de las bombas, que es poco aplicado y se

aleja del sistema de riego tradicional por la implementación de varias instalaciones fotovoltaicas.

Los demás objetivos los cubre el uso de las instalaciones fotovoltaicas porque intentamos que el impacto medioambiental sea el menor posible, es una energía limpia y renovable, lo que se genera es para el consumo de las bombas y la energía sobrante se vertería a la red para aprovecharla.

Capítulo 3. DEFINICIÓN DEL TRABAJO

3.1 JUSTIFICACIÓN

Con la implementación de este nuevo sistema de bombeo, se intenta ahorrar en recursos como son los energéticos, de mantenimiento etc. Por ejemplo, al usar los variadores de frecuencia, podemos hacer arranques suaves que evitarían picos de corriente que consumen mucha energía y podrían acortar la vida de las bombas, por no hablar de que la implantación de un control de velocidad en una bomba aumenta su eficiencia en un 30%.

Otro ejemplo, la elección de todas las bombas del mismo tipo y marca, ahorraría en gran medida el coste de mantenimiento preventivo y correctivo.

La implementación de las instalaciones fotovoltaicas nos ayudarán a reducir el coste energético al mínimo durante los periodos de riego. A parte de ser un tipo de energía subvencionada por el estado, con lo que la inversión se reduce, contribuimos al medio ambiente usando una energía limpia que tiene contaminación 0, dado que la contaminación visual sería prácticamente nula al estar en una zona alejada del público.

La gran ventaja de invertir en un buen sistema de riego, está en las ganancias que nos dará la cosecha ya que su rendimiento mejorará.

En una hectárea (10000 m^2) caben 100 olivas si la configuración es de 10x10, que es la configuración de nuestro terreno. Si la oliva tiene unos buenos cuidados, como es el caso, te puede dar una media de 60-70 kg de aceituna. Nuestro proyecto, se basa en una superficie dónde se encuentran algo más de 30000 olivos, por lo que obtendríamos unos 2100000 kg de aceituna. Al precio que se vende el aceite Virgen Extra (3,4 €/l a 26/05/2021), nos saldría una cantidad de 1428000 € que obtendríamos de esa cosecha, aunque habría que quitar los gastos, el beneficio es muy elevado.

NOTA 1: Se ha supuesto que por 5 kg de aceituna, sale 1 litro de aceite, esto equivale a un rendimiento de la aceituna de un 20%. Los rendimientos de la aceituna oscilan entre

ese porcentaje e incluso hay rendimientos de 27-30% pero para un tipo de cultivo muy especifico (sierra). Para nuestro tipo de cultivo, este rendimiento es aceptable.

3.2 OBJETIVOS

(Comentar los objetivos del proyecto ¿qué es lo que se va a hacer?)

- Nuevos puntos de bombeo distribuidos por el terreno.
- Análisis detallado del coste de ciclo de vida de las bombas.
- Cambio de las bombas existentes por nuevas, de menor tamaño y mejor ajustadas a nuestras especificaciones.
- Elección de tubos y elementos auxiliares para la conexión entre bombas.
- Utilización de conteiners, de segunda mano, en sustitución de la tradicional 'caseta de obra'.
- Tropicalización de los conteiners con diferentes aparatos.
- Elección de variadores de frecuencia, filtro de salida, cables apantallados etc, para hacer control de velocidad de las bombas y hacer el arranque suave en las mismas.
- Cableado entre el centro de transformación y los conteiners dónde se encuentran las bombas y entre las instalaciones fotovoltaicas y los conteiners
- Revisión del terreno ocupado por las instalaciones fotovoltaicas para la compensación económica a los vecinos afectados.
- Analizar parámetros que influyen para generación de energía fotovoltaica.
- Elección de la forma en la que sale más económico la generación de energía fotovoltaica, panel tradicional, bifacial, container preparado para generación...
- Elección de paneles.
- Elección del nº de instalaciones fotovoltaicas necesarias (abastecimiento y apoyo).
- Conexionado entre paneles (serie-paralelo).
- Elección de estructuras.
- Elección del inversor.

3.3 METODOLOGÍA

Ha sido un camino completamente deductivo.

Primero, se ha hecho un planteamiento general del proyecto.

En segundo lugar, se han presentado varias opciones para las diferentes partes del proyecto, las cuales se ha hecho un análisis detallado de las mismas.

Por último, se descartaron las opciones que no cumplían los requisitos buscados, centrándonos siempre en lo más económico, aunque en algunas ocasiones hemos tenido más en cuenta la fiabilidad del producto.

Programas utilizados para el desarrollo del proyecto:

- Excell, para la creación de tablas de costes,dimesiones etc, y para la creación de gráficos relacionados con dichas tablas.
- Absel, para la selección de las bombas que se implementarán en el proyecto.
- Word, dónde se ha escrito y desarrollado la memoria de este proyecto.

3.4 PLANIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN ECONÓMICA

PRESUPUESTO

Años 20

Concepto	Cantidad	Importe
Ciclo de vida de bombas	-	375.395,53 €
Conteiners	4	9.196,00 €
Tropicalización	-	1.232,75 €
Tuverías PVC	2740 m	12.439,60 €
Reductores PVC	8	63,20 €
Variador VFD CV30-550-4F PV	8	45.992,00 €
Filtro de salida FLCZ115A	8	7.295,20 €
Cables Apantallados RS PRO	50 m	92,36 €
Cableado entre Inst.Fotovoltaicas	2191 m	13.558,82 €
Cableado entre CT e Inst.Fotovoltaicas	2021 m	30.086,70 €
Ocupación de terreno	-	3.000,00 €
Placas solares JA Solar JAM66S30	320	68.800,00 €
Estructura + instalación Inst.Abastecimiento	20	12.400,00 €
Estructura + instalación Inst.Apoyo	4	2.480,00 €
Inversor Huawei Inst.Abastecimiento	4	5.204,44 €
Inversor Huawei Inst.Apoyo	1	2.720,08 €
Coste material	-	589.956,68 €
Imprevistos	-	147.489,17 €
Horas de trabajo ingeniero	125h	8750
TOTAL		746.195,84 €

Capítulo 4. SISTEMA/MODELO DESARROLLADO I

El proyecto, dónde se basará nuestro estudio, se sitúa en la localidad de Ibros, provincia de Jaén. Cuenta con una superficie, para riego por goteo, de 311 ha y un total de 33000 olivos aproximadamente.

Datos de la concesión de aguas:

- Titular: C.R HOJA DE CAPONES.
- Objeto: Riego por goteo.
- Caudal: 46,64 l/s = 167,9 m^3/h.
- Superficie: 310,93 ha.

La toma de agua se hace del rio Guadalimar.

El ciclo de agua tiene el siguiente recorrido:

- En sus inicios: Toma río-Arquetón, Arquetón-Balsa.
- Actualidad: Toma - Arquetón, Arquetón – Punto rebombeo y Punto rebombeo-balsa.

En este proyecto se modificará, como se verá más adelante, el número de puntos de bombeo para poder abaratar costes de energía, mantenimiento, minimizar pérdidas etc.

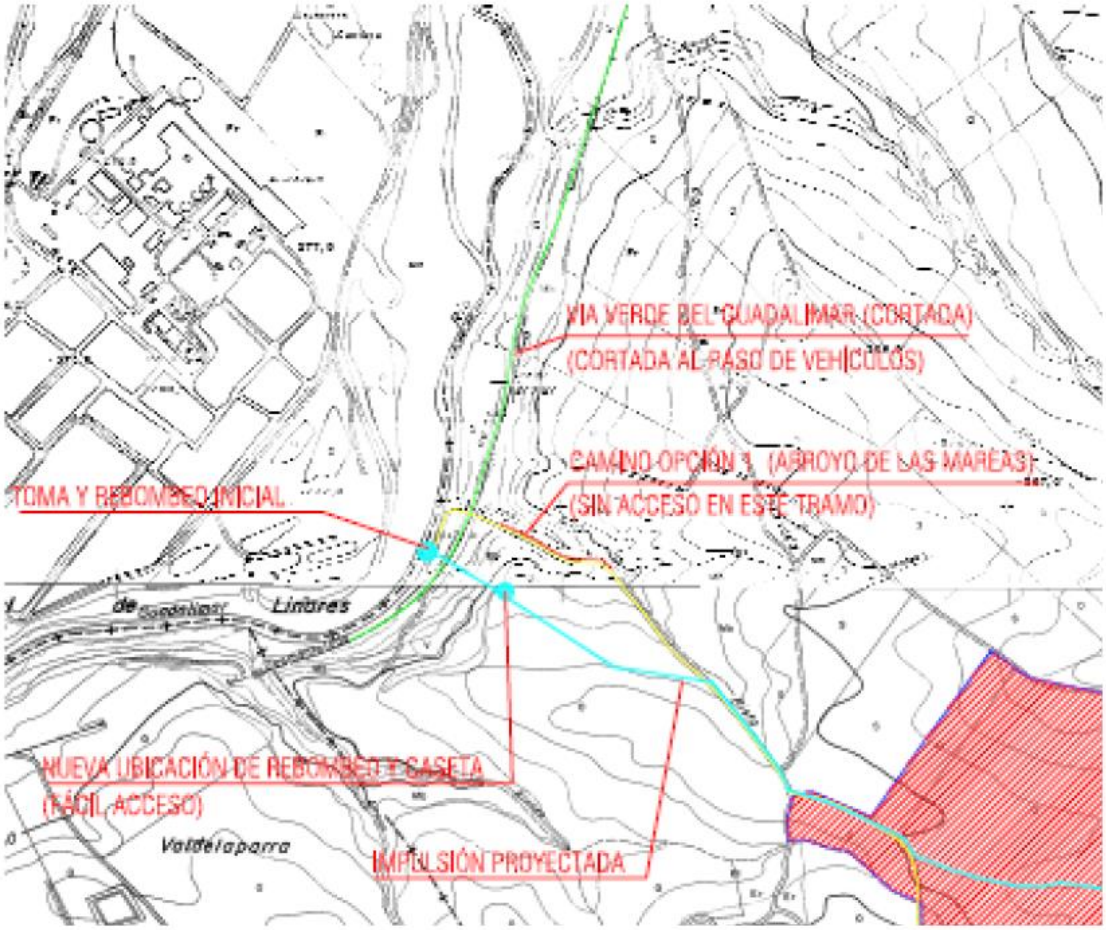


Ilustración 4.4.1 Mapa de situación del proyecto de estudio, 'Reformado proyecto de modernización de riego para la comunidad de regantes 'Hoja de Capones'', Sita en el término municipal de Ibros (Jaén), Jose María Delgado Jiménez, Junio 2013.

Aquí se muestra dónde está la toma y rebombeo inicialmente (difícil acceso) y el nuevo punto dónde se encuentra el rebombeo y la caseta de transformación dónde el acceso es fácil para activar los grupos de bombeo.

DIMENSIONAMIENTO DE LAS BOMBAS.

NOTA: Las bombas sumergibles pueden trabajar tanto en seco como sumergidas, sin embargo, las bombas en seco solo trabajan en seco pero los mantenimientos son menores

Caudal (l/h)	672.000
Cota Bombeo	265,0
Presión en bombeo Toma	59,0
Presión de rebombeo:	155,0

Ilustración 4.4.2 Características del punto de la toma del río, Reformado proyecto de modernización de riego para la comunidad de regantes 'Hoja de Capones', Sita en el término municipal de Ibros (Jaén), Jose María Delgado Jiménez, Junio 2013.

Este caudal equivale a 672 $m^3/_h$, que corresponde a un caudal mayor que el que nos permite la concesión (167,9 $m^3/_h$).

Por tanto, cogeremos el caudal de la concesión para hacer los cálculos del dimensionamiento de las bombas.

Para la diferencia de cotas, se cogerá el punto de la toma del río, h1= 263,9 m, y el punto más alto (balsa), h2=437,35 m.

Queremos que las bombas sean del mismo modelo para así facilitar las tareas de mantenimiento.

Se intentará buscar bombas cuya potencia, peso, sea menor a las propuestas en el proyecto original y con unos rendimientos similares o mayores. Para ello, proponemos poner más puntos de rebombeo que hagan que las bombas tengan que elevar el caudal a menos altura con lo que conseguiríamos mayores rendimientos y se reduciría la potencia de las bombas.

En las siguientes tablas, mostramos las bombas que mejor se adaptan a las condiciones pedidas en función del número de puntos de bombeo:

Puntos de bombeo: 4 en saltos de ≈43m (43,37m).

Tabla 4.4.1 Modelos y características de bombas para 4 puntos de bombeo, elaboración propia.

Denominación	n(rpm)	Q ($m^3/_h$)	H (m)	P (kW)	η(%)
XFP105J CB2 DN150/DN100	1489	170,3	44,63	32,7	63,19
XFP150M CB2 DN150	1490	163,7	41,26	31,42	58,5

XFP155J CB2 DN200/DN150	1492	175,1	47,18	39,26	57,14

Puntos de bombeo: 5 en saltos de ≈35m (34,7m).

Tabla 4.4.2 Modelos y características de bombas para 5 puntos de bombeo, elaboración propia.

Denominación	n(rpm)	Q (m^3/h)	H (m)	P (kW)	η(%)
XFP105G CB2 DN100	1480	167,3	34,7	23,33	67,09
XFP105J CB2 DN50/DN100	1481	167,2	34,4	25,24	61,98
XFP105M CB2 DN150/DN100	1489	180,5	40,1	32,4	60,73

Puntos de bombeo: 6 en saltos de ≈29m (28,9m).

Tabla 4.4.3 Modelos y características de bombas para 6 puntos de bombeo, elaboración propia.

Denominación	n(rpm)	Q (m^3/h)	H (m)	P (kW)	η(%)
XFP105G CB2 DN100	1482	172,8	30,72	21,47	67,12
XFP155G CB2 DN150	1481	170,5	29,89	22,07	63,46
XFP105J CB2 DN150/DN100	1481	171,1	30,11	22,35	62,67

Puntos de bombeo: 7 en saltos de ≈25m (24,78m).

Tabla 4.4.4 Modelos y características de bombas para 5 puntos de bombeo, elaboración propia.

Denominación	n(rpm)	Q (m^3/h)	H (m)	P (kW)	η(%)
XFP100G CB2 DN100	1471	176,2	27,53	18,49	71,4
XFP105G CB2 DN100	1474	166,3	24,54	16,84	63,69
XFP155G CB2 DN150	1484	169,5	25,48	18,55	62,13

Para cada punto de bombeo, se instalarán dos bombas, 1 + 1 de reserva, también llamado 'Bombas en alternancia'.

Esto se hace para repartir el trabajo y no deteriorarlas tan rápido, por ejemplo, si trabajan 6 horas al día, la bomba A trabaja las 6 horas el día x y el día x+1 descansa porque trabaja la bomba B. Con esto se consigue el mismo desgaste de las bombas y ahorro en el mantenimiento.

La conexión de esta configuración se hará en paralelo.

Hemos descartado la opción de poner bombas en serie porque, aunque son capaces de elevar el agua a más altura (en nuestro caso se traduce a que nos ofrecen unas potencias menores), la bombas 'sufren' demasiado, lo que se traduce en un mantenimiento costoso.

Mejores opciones:

Mirando la tabla anterior, hemos decidido que los puntos de bombeo 4 y 6 son los que mejor se adaptan a las condiciones.

Hemos descartado directamente aquellas bombas cuyo caudal es menor que el especificado (167,9m^3/h) y lo mismo para la altura, dado que, si sobrepasan los límites mostrados en la anterior tabla, la máquina la estaríamos forzando.

Tendremos en cuenta el peor caso posible para el consumo de energía, esto es, el caso en el que todas las bombas tenga que funcionar (caso extremo).

Además, tendremos en cuenta la situación de arranque de las bombas, por lo que dejaremos un margen del 20 % para estimar la potencia consumida.

El arranque lo haremos de manera secuencia y un arranque suave con rampa de frecuencia, es decir, controlaremos el tiempo de arranque, pero no la corriente y se pasara de velocidad nula hasta la velocidad nominal.

Por tanto, la estimación que se hará de energía consumida será:

$$P = 1{,}2 * (puntos\ de\ bombeo) * Pn$$

P= Potencia consumida.
Pn= Potencia nominal de la bomba.

NOTA: Las bombas elegidas, son de aguas residuales y esto se debe a que no van a bombear en muchos casos agua totalmente limpia, el agua de riego suele llevar impurezas de todo tipo, por lo cual este tipo de bombas son las más adecuadas.

Opción 4 puntos de bombeo:

Para esta opción hemos cogido la bomba XFP105J CB2 DN150/DN100 cuya potencia nominal es de 32,7 kW, por tanto la estimación de potencia consumida en el peor de los casos es:

$$P = 1{,}2 * 4 * 32{,}7 = 156{,}96\ kW$$

El precio de esta moto-bomba es de 19500 $€/_{unidad}$ por lo que el gasto total de las 8 bombas (2 en cada punto de bombeo) es de unos 156000 €.

Las horas de funcionamiento serán unas 6 horas al día. Con esto, conseguimos menos desgaste de las bombas y su vida útil será de 10 años o más.

Opción 6 puntos de bombeo:

Para esta opción hemos cogido la bomba XFP105G CB2 DN100 cuya potencia nominal es de 21,47 kW, por tanto, la estimación de potencia consumida es:

$$P = 1{,}2 * 6 * 21{,}47 = 154{,}584\ kW$$

La potencia estimada será de unos 160 kW.

El precio de esta moto-bomba es de 13450 $€/_{unidad}$ por lo que el gasto total de las 12 bombas (2 en cada punto de bombeo) es de unos 161400 €.

Nota: El peor caso es cuando las bombas,1 por cada punto de bombeo, tengan que arrancar a la vez.
En condiciones normales aplicaremos un coeficiente de simultaneidad de 0,7.

Tendremos en cuenta, el coste del ciclo de la vida de las bombas, que consiste en tener en cuenta todos los costes a lo largo de su vida útil, tales como el coste de compra, instalación, funcionamiento, mantenimiento y retirada.

La ecuación que rige estos costes es:

LCC = (Cic + Cin + Ce + Co + Cm + Cs + Camb + Cd)

Cic = coste inicial, coste de compra (bomba, sistema, tubería, accesorios)
Cin = instalación y puesta en marcha
Ce = costes energéticos
Co = coste de operación (coste del trabajo de supervisión normal del sistema)
Cm = coste de mantenimiento (piezas, horas de mano de obra)
Cs = tiempo de avería, pérdida de producción
Camb = costes medioambientales
Cd = retirada/cierre definitivo

En el coste de instalación se tendrá en cuenta:

- Colocación y anclaje del equipo en la solera. En nuestro caso, usaremos unos contenedores transportables de los cuales hablaremos más adelante.
- Conexión de los tubos (fontanería/calderería).
- Conexión de la aparamenta eléctrica y la

instrumentación.

- Conexión de los sistemas auxiliares y otros

accesorios.

- Prevención anti inundaciones.
- Puesta a punto y arranque, que en nuestro caso se hará un arranque suave con rampa de frecuencia.
- Rodaje.

Para el coste de mantenimiento se ditinguen 2 modos de trabajo:

1- "no hay bomba reparable disponible":

Coste adicional cuando no hay bomba reparable disponible = coste de transporte de la bomba + coste de limpieza + costes de inspección + costes de reinstalación.

-

2- "bomba reparable disponible".

Coste de bomba reparable disponible = costes de reparación + costes de piezas de recambio

- otro material de desgaste + coste de

pérdidas de producción o recambio temporal .

Al no ser un sistema peligroso el coste de operación no será grande debido a que no necesitará revisiones periódicas .

En nuestro estudio no se tendrá en cuenta el coste de retirada/cierre porque no se contempla desmantelar las zonas de bombeo.

Coste energético.

El precio del kWh para un sistema de riego aproximadamente es de 0,008 $^{€}/_{kWh}$.
Las horas de funcionamiento serán unas 6 horas al día.

La idea de este proyecto es que las própias bombas y los aparatos eléctricos que comprendan toda la instalación, sean abastecidos por energía solar fotovoltaica.

Este coste, en principio debería ser mínimo, pero hay que tener en cuenta los periodos en los que el tiempo pueda estar nublado que es cuando la generación de los paneles es mínima o nula.

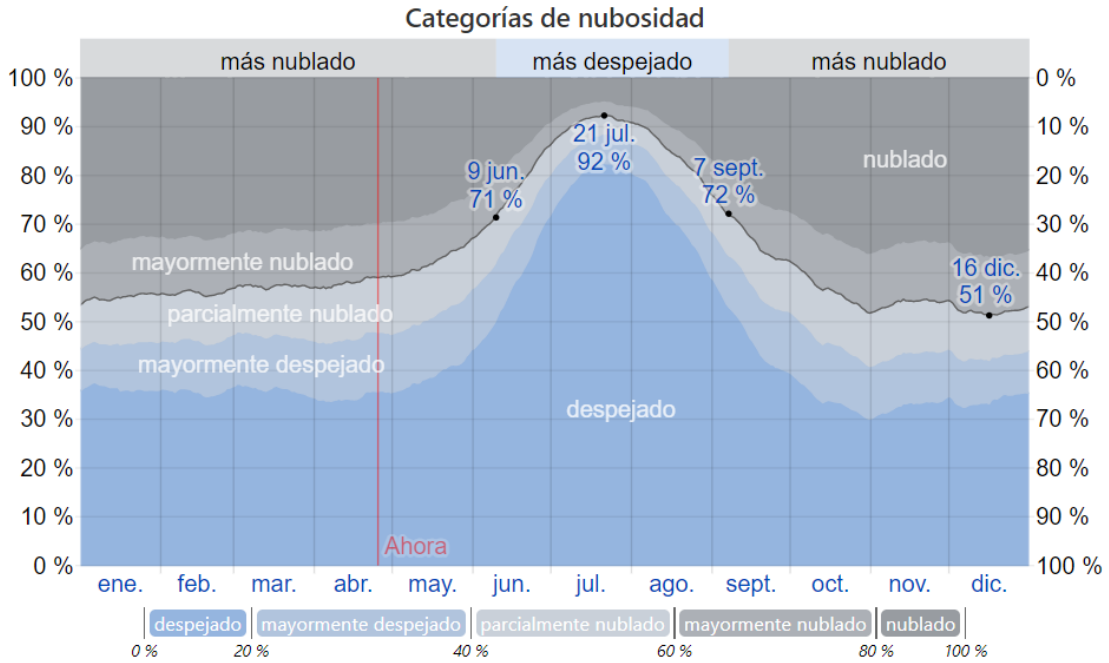


Ilustración 4.4.3 Nubosidad anual de media en la provincia de Jaén, Weather Spark.

En las siguiente imágenes se observa el porcentaje de días despejados de los meses Mayo, Julio y Septiembre:

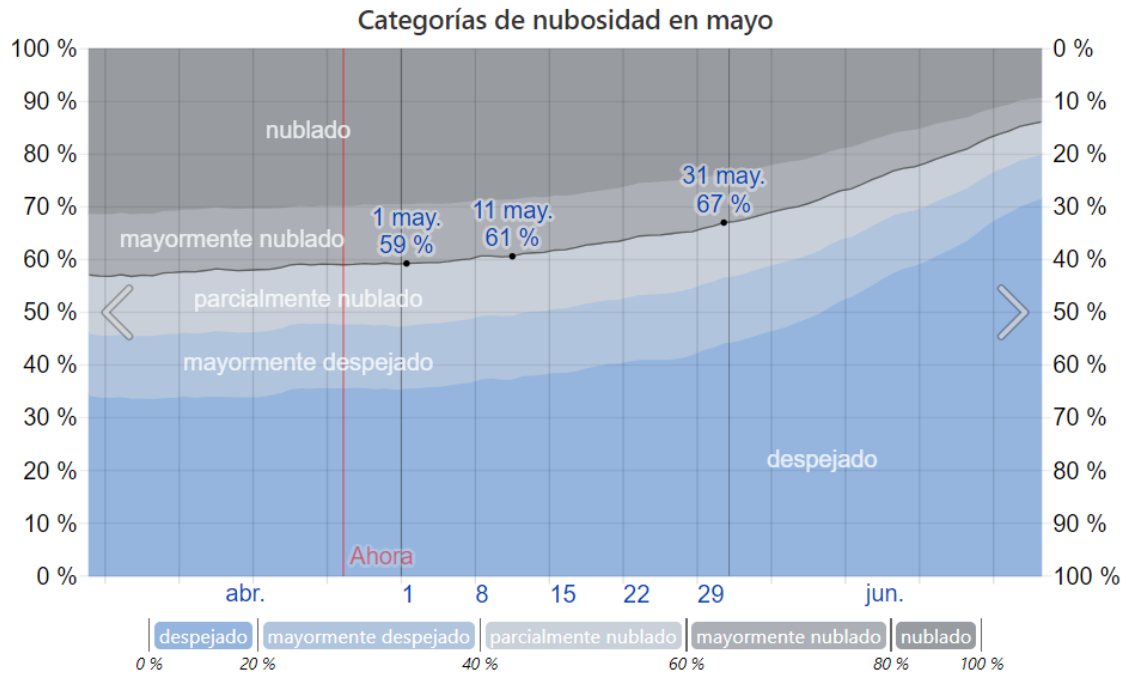


Ilustración 4.4.4 Porcentaje de días despejados en el mes de Mayo, Weather Spark.

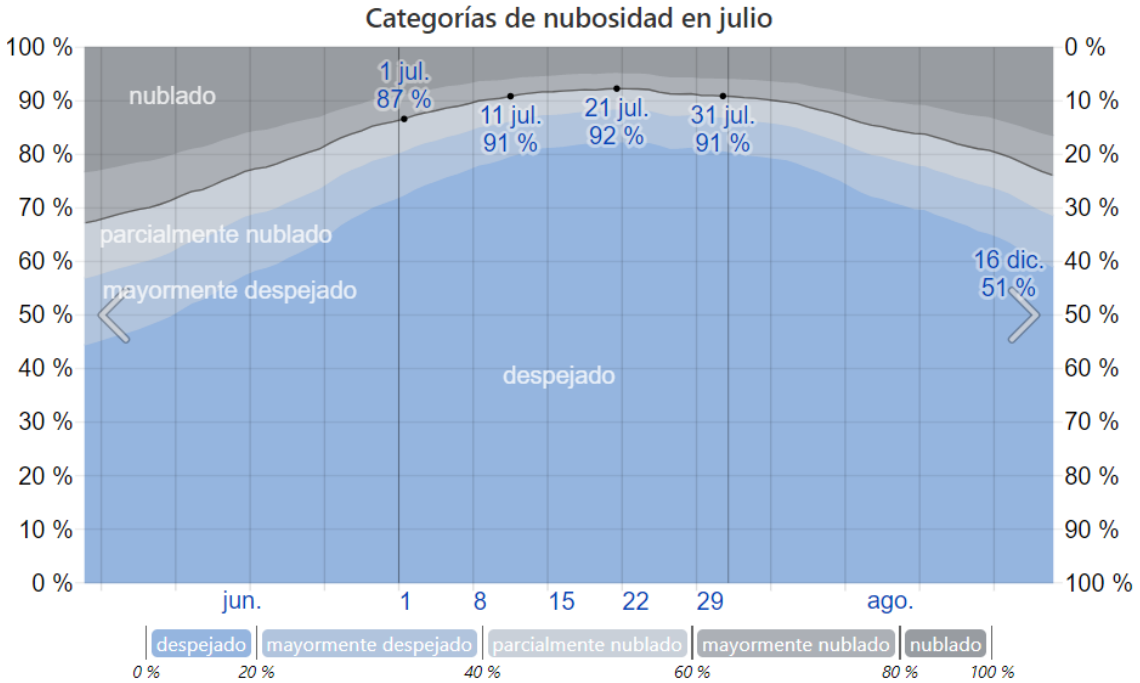


Ilustración 4.4.5 Porcentaje de días despejados en el mes de Julio, Weather Spark.

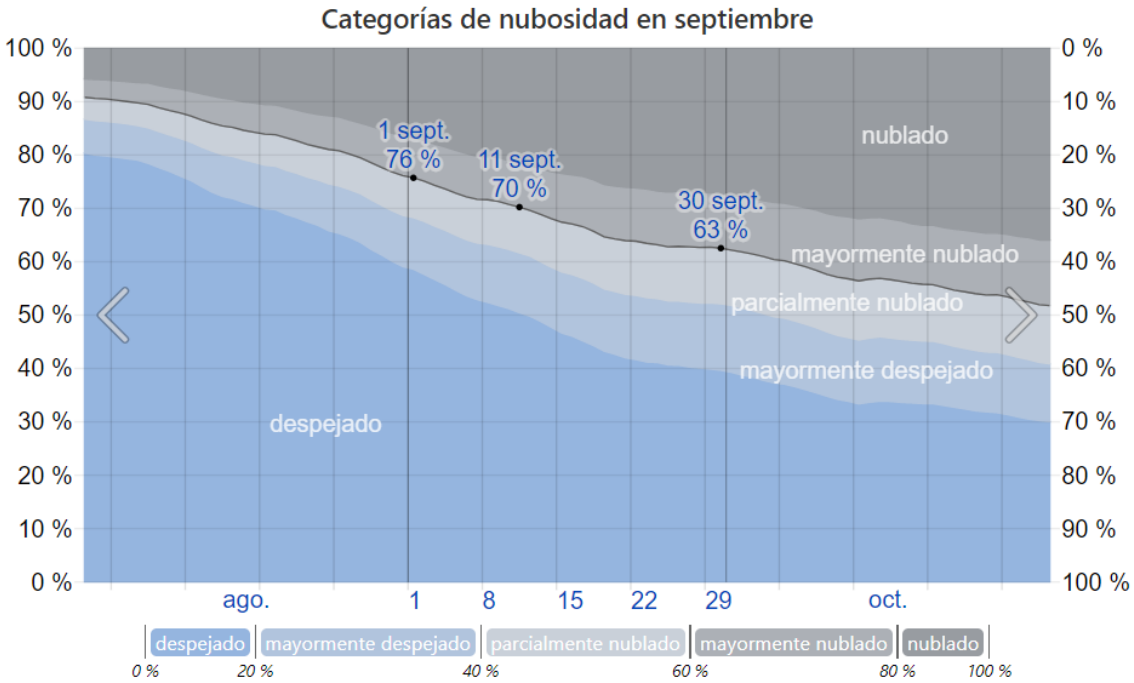


Ilustración 4.4.6 Porcentaje de días despejados en el mes de Septimbre, Weather Spark.

Tabla resumen de nubosidad en los meses de riego:

Tabla 4.4.5 Resumen de nubosidad según el mes, Weather Spark y elaboración propia.

Mes	% medio de nubosidad	Media de nubosidad total
Mayo	39%	27%
Junio	27%	
Julio	9%	
Agosto	13%	
Septiembre	30%	
Octubre	43%	

Por tanto, un 27% de los días durante los 6 meses de riego, los suponemos como generación nula y debemos consumir de la red.

Fuente: https://es.weatherspark.com/m/36637/9/Tiempo-promedio-en-septiembre-en-Ja%C3%A9n-Espa%C3%B1a#Sections-Clouds

Periodo de no riego.

Durante los meses de no riego, podemos desconectar los paneles para que no generen energía, sin ningún problema.

Por otro lado, las bombas no pueden estar inactivas durante tanto tiempo, ya que si han estado trabajando periódicamente durante los meses de riego, ante una época de inactividad, pueden bloquearse.

Para evitarlo, debemos arrancar las bombas y bombear agua del río a la balsa, viceversa y/o desviarla a otro sitio**.**

Se ha decidido arrancar las bombas 2 horas a la semana para evitar el bloqueo. Este consumo se hará de la red y lo tendremos en cuenta en el coste energético del ciclo de vida de las bombas.

Coste de instalación y puesta en marcha

La propia empresa manda un equipo de fontanería para la puesta en marcha y la instalación. El coste puede rondar los 880 $€/_{2\ bombas}$ (600 por la instalación de bombas de elevación de agua y 280 por la puesta en marcha)

Coste de operación

Para este tipo de coste tendremos en cuenta, que en los primeros 3 años se harán revisiones de 2 veces al año. A partir del cuarto, hasta la ruptura de la máquina, se hará 1 vez al año.

Cada revisión cuesta en torno 600 $€/_{2\ bombas}$. Estas revisiones son el mantenimiento preventivo de las bombas.

Coste de mantenimiento.

El contrato de mantenimiento, pagado normalmente en tarifas mensuales, nos permite, en caso de avería, el recambio sea prácticamente inmediato con una sustitución de piezas (impulsores, cierre mecánico y rodamiento). Esto nos permite reducir el tiempo de parada y el funcionamiento del sistema vuelva rápidamente a las condiciones normales.

Para el cálculo de este tipo de coste, hemos tenido en cuenta que el precio irá bajando por año de contrato, cogiendo el precio en media de 150 $€/_{mes}$ para el año '10' y 100 $€/_{mes}$ para el año de contrato '15'. Con ello, sacamos la ecuación de la recta que se puede ver en el siguiente gráfico:

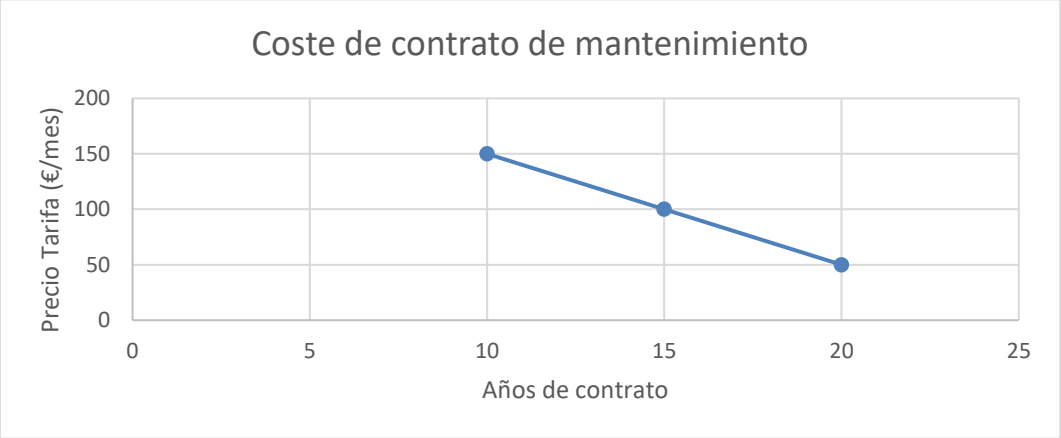


Ilustración 4.4.7 Tendencia de coste de mantenimiento, elaboración propia.

Coste de avería.

Este tipo de coste viene dado por el alquiler de equipos en el caso de que nos fallen los equipos principales.

Se han mirado equipos de alquiler, y con una conexión adecuada, podemos conseguir las prestaciones de nuestros equipos principales.

Al no tener un registro histórico, se estimaría que el 5% del tiempo de funcionamiento en los 10 primeros años son de avería. A partir de 10 años, este porcentaje de fallo de máquina asciende a un 20%. Además se espera que a partir de 10 años de uso la motobomba pueda fallar en cualquier momento dejándola inutilizada, por lo que a partir de los 10 años se contará con un equipo nuevo, de las mismas características, que se reservará hasta el fallo de la máquina antigua.

NOTA: Los equipos nuevos, los tendremos en cuenta en otro coste.

La bomba que usaremos para la sustitución (Anexo), no cumple, a priori, las características que necesitamos (167,9$m^3/_h$ y 43m) por lo que hay que hacer conexiones de grupos de bombeo.

Para llegar al caudal requerido tenemos que poner los grupos de sustitución en paralelo.

Para llegar a la altura requerida tenemos que poner los grupos de sustitución en serie.

Las características del grupo de sustitución son: Q=70$m^3/_h$ y H=32m.

La conexión sería: 4 bombas en total→ 3 bombas en paralelo y una bomba en serie.

Tiempos de avería (por bomba):

Tabla 4.4.6 Tiempo estimado de avería de los equipos de bombeo, elaboración propia.

Vida de las bombas	Días en avería	Semanas en avería

10	64	10
15	193	28
20	321	46

El tiempo de avería está calculado sobre el tiempo de funcionamiento, que para un riego de buenas características es normalmente 6 meses al año (4 meses 2 veces a la semana y 2 meses 4 veces a la semana).

Con respecto a este coste, debemos de tener en cuenta que todas las bombas no estarán funcionando a la vez, por lo que tendremos en cuenta un coeficiente de simultaneidad de 0,7 y además, supondremos que se rompe una única 1 bomba de las 4 que están operando, por lo que el coeficiente de simultaneidad desciende a 0,175.

La tabla donde se ve este coste está en el Anexo.

El caudal excelente de un riego bueno es de 8 litros a la hora por oliva pero con nuestro caudal de la concesión me sale un caudal de 5 litros a la hora por oliva, que es un caudal de riego aceptable (>4 l/oliva se considera un buen caudal de riego).

El riego se aplicará durante 6 meses: 2 veces a la semana durante 4 meses y 4 veces a la semana durante los 2 meses más calurosos (julio agosto).

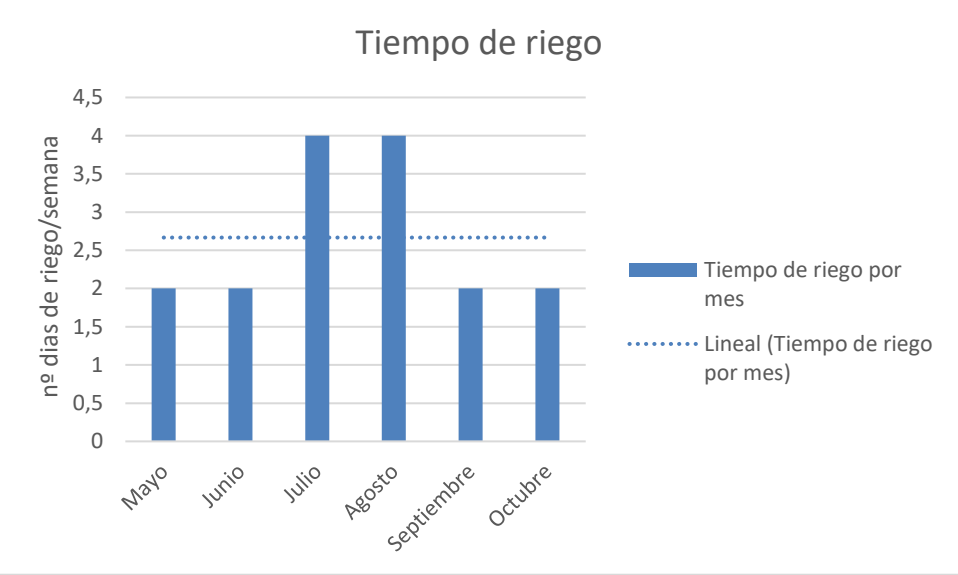


Ilustración 4.4.8 Periodo de riego estimado para un año normal, elaboración propia.

Sale una media de riego a la semana de 2,67 veces durante los 6 meses de riego.

Coste medioambiental

En este coste tendremos en cuenta las tasas a pagar al ayuntamiento por la obra y la instalación del sistema.

El impuesto es un 3% del coste inicial (Cic).

¿Es importante tener en cuenta el ciclo de vida de las bombas?

El coste de la vida de cualquier equipo es el coste total de toda su vida que incluye la compra, instalación, funcionamiento, mantenimiento y retirada de dicho equipo.

Para nuestro estudio, hemos tenido en cuenta esta metodología (**LCC**), con la que podremos obtener una solución más rentable.

Calcular/estimar el ciclo de vida de las bombas nos permitirá reducir en gran medida los costes energéticos, de funcionamiento y mantenimiento, con lo cual, a parte de la parte económica, al reducir el consumo, se gestionan mejor los recursos naturales y se reducen las emisiones provocando, menos impacto medioambiental.

Todavía son muchas las empresas que sólo tienen en cuenta el coste inicial e instalación de la aparamenta, no sabiendo que este coste sólo representa una pequeña parte del coste total a lo largo de la vida útil. Además, no estarían optimizando el proceso.

El coste energético y de inversión inicial, en general, son los costes predominantes de los costes totales. Sin embargo, el coste de parada por averías, dependiendo de la planta, puede ser tan importante como el de mantenimiento y energía. Para estimarlo, es necesario tener un registro histórico. En nuestro caso, no se dispone de ese registro, pero hemos hemos supuesto porcentajes de avería basados en la experiencia del profesor en el sector.

En la siguiente gráfica, vemos en porcentaje, la parte de los diferentes tipos de costes a lo largo de la vida útil del tipo de bombas residuales:

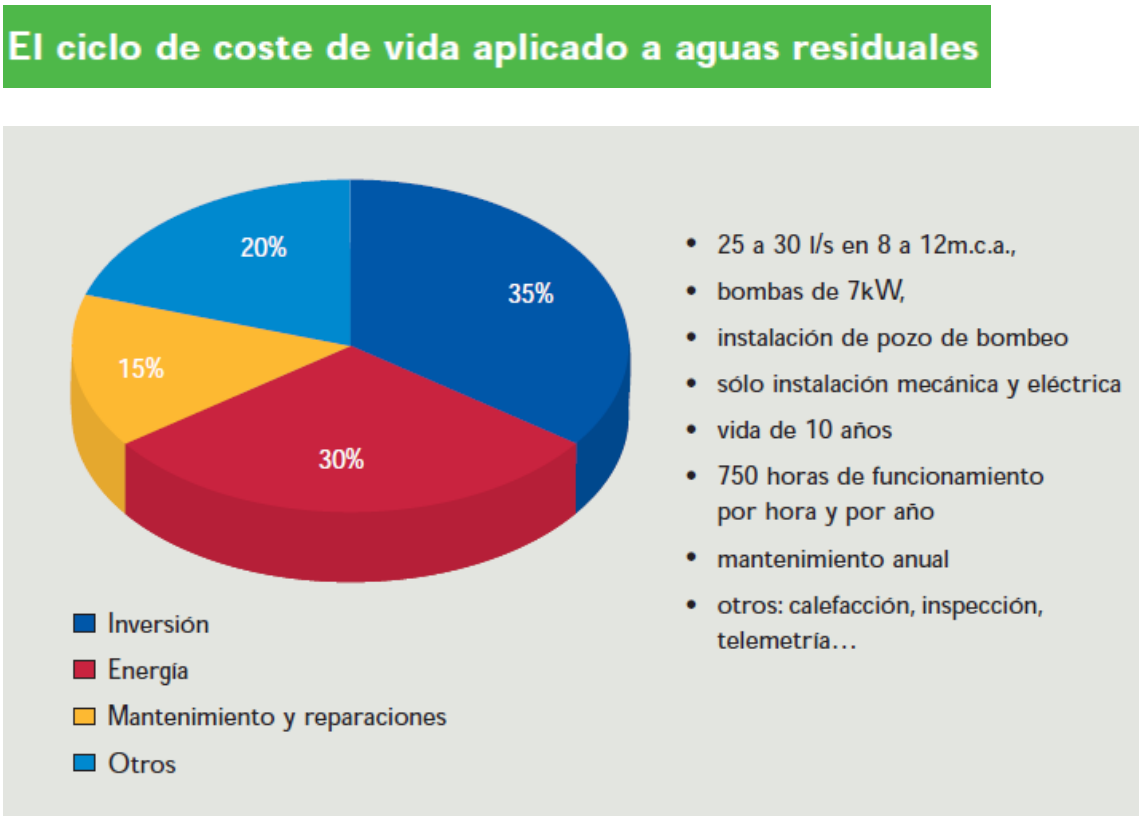


Ilustración 4.4.9 Ciclo de vida de bombas aplicado a aguas residuales, El coste de ciclo de vida en las bombas de Íñigo Sanz Fernández, Anales de Mecánica y electricidad (Septiembre-Octubre 2003).

En esta gráfica, se observa que la inversión inicial es solo una tercera parte de coste total a lo largo de la vida útil de la bomba, ya que hay que tener en cuenta todos los tipos de costes ya mencionados.

Analizando los costes en diferentes escenarios (tablas en el anexo), la mejor opción es 4 puntos de bombeo con las bombas seleccionadas.

Containers.

Para poner las bombas y la aparamenta eléctrica, se baraja la opción de poner contenedores marinos, containers, de segunda mano, en vez de hacer casetas de obra.

Los tipos de contenedores que estamos buscando son de tipo standard o HQ (high cube). Los más comunes son los de 20’ y 40’ standard y 20’ y 40’ HQ, aunque hay de más medidas.

En la siguiente tabla se muestran sus características.

Tipo Standard.

Tabla 4.4.7 Dimensiones de container y carga máxima, artículo 'Contenedores Marítimos' de Jaime Díez-Cascón Martínez, Proyecto de fin de carrera 2021 y elaboración propia.

Pies	**Largo**	**Ancho**	**Alto**	**Carga Max (t)**
20	5,9	2,3	2,3	21,8
40	12	2,3	2,3	26,7

Tipo HQ.

Tabla 4.4.8 Dimensiones de container y carga máxima, artículo 'Contenedores Marítimos' de Jaime Díez-Cascón Martínez, Proyecto de fin de carrera 2021 y elaboración propia.

Pies	**Largo**	**Ancho**	**Alto**	**Carga Max (t)**
20	5,7	2,3	2,7	21,8
40	11,8	2,3	2,7	26,7

Ambos tipos tienen las mismas características y no disponen de ventilación.

Ilustración 4.4.10 Diferencia de dimensiones de container estándar y HQ, CONTAINER discounts.

Hay muchos tipos de containers según los usos. Por ejemplo:

- Contenedores nuevos (0 años de antigüedad): Para transporte y almacenaje.
- Contenedores IICL5 (entre 2 y 8 años de antigüedad): Para transporte y almacenaje.
- Contenedores Cargo Worthy o CW(más de 8 años de antigüedad): Han sufrido alguna reparación pero se encuentra en buen estado en general. Su uso es para transporte y almacenaje.
- Contenedores AS IS: No se han reparado y se encuentran en mal estado. Sólo utilizables en almacenaje.
- Contenedores para el desguace.

En nuestro caso, nos interesa el tipo de contenedores IICL5 y CW, dado a que van a ser transportados y los queremos para almacenamiento.

Necesitaremos tantos containers como puntos de bombeo debido a que en cada punto de bombeo van a estar situadas las bombas con sus diferentes elementos anexos.

En nuestro caso, el número de puntos de bombeo elegidos es 4.

Precios de los containers:

Provincia:

Valencia.

- • *20' DV (6 metros) en condición Cargo Worthy y placa CSC en vigor. Precio...**1390€+IVA/Unidad***
- *40'DV (12 metros) en condición Cargo Worthy y placa CSC en vigor.* ***Precio... 1900€+IVA/Unidad***
- *40'HC (12metros) en condición Cargo Worthy y placa CSC en vigor....Precio... 1995€+IVA/Unidad*

Barcelona.

- *20' DV (6m) en condición Cargo Worthy y placa CSC en vigor.* ***Precio...1390 € + IVA / Unidad***
- *40' DV (12m) en condición Cargo Worthy y placa CSC en vigor.* ***Precio... 1900 € + IVA / Unidad***
- *40'HC, (12m en condición Cargo Worthy y placa CSC en vigor.* ***Precio... 1995€+IVA/Unidad***

En España, la mayor parte de los transportes se hacen por tierra, por lo que hay una gran competencia, es por esto, que el transporte terrestre y descarga de los conteiner, vienen ya incluidos en el precio total y no los tenemos en cuenta como costes totales.

Tropicalización de los containers.

Información apoyándome en: https://concontainers.com/ventilacion-en-casa/

Los containers están diseñados para que estén herméticamente sellados. Como en nuestro caso podremos en el conteiner aparatos eléctricos, tenemos que ventilar este tipo de contenedores por si se acumula humedad dentro de ellos y dañar los equipos eléctricos. Este proceso de ventilación se conoce como tropicalización del conteiner.

Para reducir/eliminar gran parte de la condensación existen varios métodos de ventilación:

- Ventilación pasiva: Es un proceso de bajo coste, que se basa en la forma natural de ventilación.
  - El proceso más barato y común es el uso de respiraderos los cuales permiten que el aire sople dentro y fuera del conteiner únicamente por la acción del viento.
  - Otra opción sería poner ventanas de manera estratégica, por ejemplo en el techo del conteiner, para que haya paso de aire. Esta opción suele usarse para conteiners que se usan como vivienda.
- Ventilación mecánica: Es una opción más cara. Consiste en coger el aire de dentro del conteiner y expulsarlo al exterior. El elemento más común es el extractor, el cual evita que se produzca humedad dentro del conteiner(debe colocarse en una zona alta).
- Ventilación sólo de suministro: Es la contraria a la ventilación mecánica y consiste en recoger aire fresco del exterior y meterlo en el interior del conteiner. Para nuestro proyecto este tipo de ventilación no es válido.
- Ventilación equilibrada: Es la opción más cara y es una mezcla de ventilación mecánica y sólo de suministro. Consiste en expulsar el aire 'viejo' de dentro del contenedor y recoger aire fresco del exterior. Para nuestro proyecto este tipo de ventilación no es válido.
- Deshumidificador: Su función es reducir la humedad del aire para que no haya condensación y así evitar corrosión y fallos en los sistemas eléctricos.
  - Se puede comprar en aparatos pequeños e independientes y distribuirlos por el conteiner.

Precios:

Respiraderos:

Ilustración 4.4.11 Respiraderos para container, Amazon.

Extractores:

Ilustración 4.4.12 Extractores de humo para container, GEMI elettronica.

Tienen una vida útil de10 años por lo que hay que sustituirlos cada 10 años.

Deshumidificadores: Nuestro conteiner es 27,6 m^2 (40 pies)

Ilustración 4.4.13 Deshumidificador para container, TROTEC

Ilustración 4.4.14 Deshumidificador para container, TROTEC

Tienen una vida útil de 7 años por lo que hay que sustituirlos cada 7 años.

Las opciones que proponemos serían:

Opción 1: Respiraderos +dehumidificadores.
Opción 2: Poner un único extractor.
Se elegirá la opción 1 (respiraderos+dehumidificador) por ser más fiable y porque el mantenimiento requerido sería mucho menor que en el extractor.
Para esta opción elegida, tendremos en cuenta que en los días más calurosos no será suficiente estos dispositivos para refrigerar los aparatos, por lo que optamos por poner ventiladores enfrentados, en los extremos del conteiner, para conseguir una convección forzada. Lo cuál será suficiente para una buena refrigeración/ventilación del conteiner.

Ventiladores:

EOLUS TURBO PRO - Ventilador de Suelo estilo Industrial 20"

54,95 € AHORRA 8% Precio recomendado ~~59,95 €~~

Ventilador de suelo de estilo industrial de 20 pulgadas. Gracias a su amplio diámetro, este ventilador gana en potencia y consigue generar un flu ... Ver más

En Stock, envío en 24h-48h

Color: Negro

2

Total
109,90 €
IVA incluido

Características

» Potencia	**120W**
» Frecuencia	**50/60 Hz**
» Diámetro	**Ø54 cm**
» Dimensiones	**580x210x610 mm**
» Nivel Sonoro	**52dB**
» N.º Aspas	**3**
» Tensión	**220-230V**
» Velocidades	**3**
» Certificados	**CE & RoHS**
» Garantía	**2 Años**

Ilustración 4.4.15 Características de ventilador industrial para container, Ikhos.

EOLUS TURBO - Ventilador de suelo Industrial 18"

32,94 € AHORRA 26% Precio recomendado ~~44,94 €~~

Nuevo y **potente ventilador de suelo de estilo industrial EOLUS TURBO de IKOHS.** 110W de Potencia impulsados por un motor 100% cobre, los más e ... Ver más

En Stock, envío en 24h-48h

2

Total
65,88 €
IVA incluido

AÑADIR AL CARRITO

Características

» Potencia	110 W
» Base Antideslizante	Sí
» Diámetro	Ø50 cm
» Dimensiones	535x190x540 mm
» Material	Aluminio / Acero Inoxidable / ABS
» Nivel Sonoro	50 dB SUBnoise System
» Peso	5 Kg
» Sistema de seguridad	Sí
» Velocidades	3: High, Medium, Slow
» Velocidad ventilador	962/1233/1324 rpm
» Tensión	220-240V / 50Hz
» Tipo de Motor	100% Cobre
» Certificados	CE & RoHS
» Garantía	2 Años

Ilustración 4.4.16 Características de ventilador industrial para container, Ikhos.

Viendo que las prestaciones son muy parecidas, el criterio principal será el precio, por lo que cogeremos el más barato.

Tienen una vida útil de 2 años por lo que hay que sustituirlos cada 2 años.

Tuberías de conexión de puntos de bombeo.

La motobomba elegida, XFP105J CB2 DN150/DN100, es la que usaremos para los 4 puntos de bombeo.

DN150/DN100 significa que la DN150 es la tubería de admisión y la DN100 es la tubería de impulsión. Para conectar un extremo (DN100) con el extremo de la bomba siguiente (DN150) usaremos reductores/adaptadores.

Nota: DN es el diámetro nominal de la tubería (diferente al diámetro exterior e interior).

Un diámetro exterior de 110 mm, corresponde a un DN 100.
PVC a presión: Diámetro exterior 110, 10 atm:

Ilustración 4.4.17 Tubos de PVC 10 atm, tienda aldimosa.

Polietileno de alta densidad PE-100:

1,0 MPa. (10Atm)		
Ø Ext. mm.	Espesor Pared mm.	Precio €
32	2,0	1,47
40	2,4	1,77
50	3,0	2,28
63	3,8	3,59
75	4,5	5,06
90	5,4	7,27
110	6,6	10,37

Ilustración 4.4.18 Tabla de diámetros de Polietileno de alta densidad, Rekalde.

1,6 MPa. (16Atm)		
Ø Ext. mm.	Espesor Pared mm.	Precio €
20	2,0	1,40
25	2,3	2,29
32	3,0	1,72
40	3,7	2,11
50	4,6	3,26
63	5,8	5,14
75	6,8	7,17
90	8,2	10,41
110	10,0	15,03

Ilustración 4.4.19 Tabla de diámetros de Polietileno de alta densidad, Rekalde.

Polipropileno:

NOVEDAD

TUBERÍA PPR FASER-CLIMA SDR 7,4 / SDR 11

AGUA NO POTABLE FRIA CALIENTE

	Ø Diámetro	Ø Diámetro Int.	Espesor	Ø Artículo	Longitud	M.Fardo	M.Jaula	€ Euros
SDR 7,4	20	14,4	2,8	PPRTBFC20	4	100	2.400	2,25
	25	18	3,5	PPRTBFC25	4	100	2.100	3,55
SDR 11	32	26,2	2,9	PPRTBFC32	4	40	1.000	3,95
	40	32,6	3,7	PPRTBFC40	4	40	680	6,05
	50	40,8	4,6	PPRTBFC50	4	20	400	9,30
	63	51,4	5,8	PPRTBFC63	4	20	240	14,90
	75	61,4	6,8	PPRTBFC75	4	20	340	20,45
	90	73,6	8,2	PPRTBFC90	4	12	240	29,75
	110	90	10	PPRTBFC110	4	8	200	44,60
	125	102,2	11,4	PPRTBFC125	4	4	64	55,75
	160	130,8	14,6	PPRTBFC160	5,8	5,8	52,20	77,05

Ilustración 4.4.20 Tabla de diámetros de Polipropileno, EGB group.

TUBERÍA PPR SDR 7.4 SERIE 3,2 PARA AGUA FRIA Y CALIENTE

	Ø Diámetro	Ø Diámetro Int.	Espesor	® Artículo	Longitud	M.Fardo	M.Jaula	€ Euros
SDR 7.4	20	14,4	2,8	PPRTB1620	4	100	2.400	1,02
	25	18	3,5	PPRTB1625	4	80	1.680	1,55
	32	23,2	4,4	PPRTB1632	4	40	1.000	2,45
	40	29	5,5	PPRTB1640	4	40	680	3,75
	50	36,2	6,9	PPRTB1650	4	20	400	5,90
	63	45,8	8,6	PPRTB1663	4	20	240	9,55
	75	54,4	10,3	PPRTB1675	4	12	204	13,85
	90	65,4	12,3	PPRTB1690	4	8	160	22,45
	110	79,8	15,1	PPRTB16110	4	4	100	33,50
	125	90,08	17,1	PPRTB16125	4	4	64	59,60
	160	116,2	21,9	PPRTB16160	4	4	36	92,60

Ilustración 4.4.21 Tabla de diámetros de Polipropileno, EGB group.

TUBERÍA PPR SDR 6 SERIE 2,5 PARA AGUA FRIA Y CALIENTE

	Ø Diámetro	Ø Diámetro Int.	Espesor	® Artículo	Longitud	M.Fardo	M.Jaula	€ Euros
SDR 6	20	13,2	3,4	PPRTB2020	4	100	2.400	1,10
	25	16,6	4,2	PPRTB2025	4	80	1.680	1,73
	32	21,2	5,4	PPRTB2032	4	40	1.000	3,05
	40	26,6	6,7	PPRTB2040	4	40	680	4,60
	50	33,4	8,3	PPRTB2050	4	20	400	7,15
	63	42	10,5	PPRTB2063	4	20	240	11,40
	75	50	12,5	PPRTB2075	4	12	204	17,30
	90	60	15,0	PPRTB2090	4	8	160	26,85
	110	73,4	18,3	PPRTB20110	4	4	100	42,50
	125	83,4	20,8	PPRTB20125	4	4	64	69,50
	160	106,8	26,6	PPRTB20160	4	4	36	99,50

Ilustración 4.4.22 Tabla de diámetros de Polipropileno, EGB group.

TUBERÍA PPR FASER SDR 7.4 SERIE 3,2 PARA AGUA FRIA Y CALIENTE

	Ø Diámetro	Ø Diámetro Int.	Espesor	® Artículo	Longitud	M.Fardo	M.Jaula	€ Euros
SDR 7.4	20	14,4	2,8	PPRTBF20	4	100	2.400	1,50
	25	18	3,5	PPRTBF25	4	80	1.680	2,20
	32	23,2	4,4	PPRTBF32	4	40	1.000	3,45
	40	29	5,5	PPRTBF40	4	40	680	5,45
	50	36,2	6,9	PPRTBF50	4	20	400	7,90
	63	45,8	8,6	PPRTBF63	4	20	240	13,45
	75	54,4	10,3	PPRTBF75	4	12	204	18,90
	90	65,4	12,3	PPRTBF90	4	8	160	27,25
	110	79,8	15,1	PPRTBF110	4	4	100	40,55
	125	90,8	17,1	PPRTBF125	4	4	64	72,50
	160	116,2	21,9	PPRTBF160	4	4	36	98,50

Ilustración 4.4.23 Tabla de diámetros de Polipropileno, EGB group.

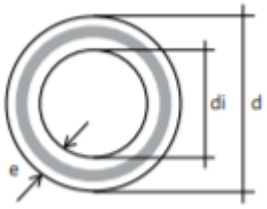


Ilustración 4.4.24 Diferencia entre diámetro exterior, interior y espesor, EGB group.

Nota: En la sección del polipropileno nos dan el precio referido a 4 metros.

Tabla 4.4.9 Comparación del metro de tubo de los diferentes materiales, elaboración propia.

Material	Presión (atm)	Diámetro ext(mm)	Precio (€/m)
PVC	10	110	4,54
PE de alta densidad	10	110	10,37
PE de alta densidad	16	110	15,03
Polipropileno (Faser-clima)	-	110	11,15
Polipropileno (SDR 7,4 serie 3,2)	-	110	8,375
Polipropileno (SDR 6 serie 2,5)	-	110	10,625
Polipropileno (SDR Faser 7,4 serie 3,2)	-	110	10,1375

Dado a que cualquier tipo de las tuberias analizadas es capaz de realizar la función de transportar agua, nos centraremos únicamente en le factor económico. La mejor opción es PVC.

Nota: DN100, equivale a un diámetro exterior de 110 mm.

La cantidad de metros que necesesitamos es igual a la distancia entre el punto 1 de bombeo (Toma) y la própia balsa.

Las distancias ente puntos está en el anexo.

La tabla de coste de los tubos de PVC se encuentran en el anexo.

También se puede ver en el plano de relieve.

Reductores.

Reductor de PVC de alta calidad:

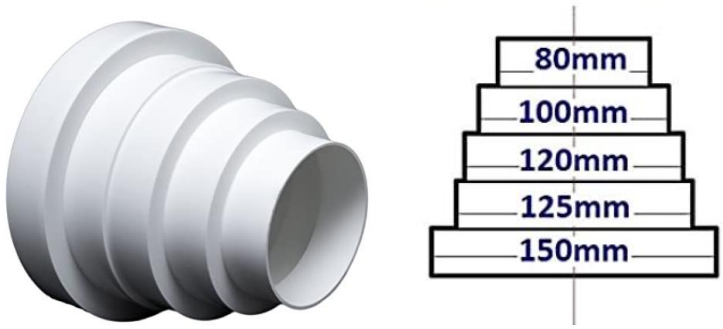


Ilustración 4.4.25 Reductor de diferentes diámetros para las bombas, Amazon.

Precio final (unidad): 7,90 €.
Material: PVC de alta calidad.

Reductor de diámetro 150 mm – 100 mm:

Ilustración 4.4.26 Reductor para las bombas, Growland.

Precio final (Unidad): 6,95 € + 19% IVA.

Tabla 4.4.10 Comparación de precio de los reductores, elaboración propia.

	Material	Rango de diametros (mm)	Precio final (€)
Opción 1	PVC alta calidad	80-150	7,9
Opción 2	Sin especificar	100/150	8,27

La mejor opción es la 1 tanto por el tema económico como en su variedad de diámetros.

Variador de frecuencia (VFD).

El variador de frecuencia, es un dispositivo que permite controlar tensión y frecuencia cuando en un principio la tensión y frecuencia son fijas (por ejemplo la red).

El control de tensión y frecuencia (velocidad) que nos proporciona el variador tiene muchas ventajas:

- Control inteligente: El consumo se adapta a las necesidades (a tiempo real) por lo que los consumos de electricidad se reducen.
- Aumentamos la eficiencia de las bombas.
- Vamos a evitar arranque directo: Este punto es importante ya que podemos evitar picos de corriente, de 7 a 8 veces la corriente nominal, que acortan la vida útil de las bombas (eje, golpes de ariete, impulsor, cavitación). El control v/f que nos proporciona el variador, nos permite hacer un arranque suave (la corriente será menor o igual a la nominal). En nuestro caso, usaremos arranques suaves con rampa de frecuencia.

En resumen, el uso del variador, nos proporciona ventajas, económicas, operativas y medioambientales, las cuales nos proporcionan mayor eficiencia, aprovechamiento de recursos,productividad, y mayor vida útil, reduciendo deterioros y evitando paradas inesperadas.

Limitación:

Con el control V/f lo que estamos controlando realmente es el flujo, por tanto, para mantenerlo constante, si queremos regular la velocidad (aumentandola), tenemos que regular la tensión en la misma proporción (aumentandola).

Si el flujo no se mantiene constante, podemos perder la capacidad de dar par (si el flujo cae por debajo del nominal 1 pu), o puede saturarse el material magnético (si el flujo es superior al nominal).

Componentes del sistema de regulación

Al aumentar la velocidad, la potencia aumenta en gran medida, por eso el dimensionamiento de la instalación y la elección del variador es muy importante.

Para la elección del variador de frecuencia, cogeremos el que tenga potencia nominal igual al consumo de cada bomba (32,7 kW) y un 15% de margen. En total la potencia nominal del VFD ha de ser aproximadamente 38 kW.

En primer lugar, necesitaremos el propio variador (VFD), que será un variador de frecuencia para motores de corriente alterna (CA).

En segundo lugar, está el filtro de salida. Este dispositivo se requiere cuando la tensión es mayor a 380 V (nuestras bombas son de 400 V) y su función es evitar que la señal que sale del variador dañe el equipo transformándola en una forma de onda que no ponga en riesgo nuestra bomba.

El filtro de salida más recomendado es el de onda senoidal y es el que usaremos. Este filtro transforma la onda que sale del variador (sinusoidales superpuestas con interferencias) en una onda senoidal pura (inofensiva para nuestros equipos).

Este filtro nos da la ventaja de que aumenta su vida útil y que no necesitamos tantos cables apantallados, lo que reduce el coste de la instalación.

En último lugar, hablaremos de la conexión de los cables apantallados.

1- De la fuente de tensión al variador, usaremos un cable sin apantallamiento.
2- Del variador al filtro de salida, usaremos un cable apantallado.
3- Del filtro de salida a la bomba, usaremos un cable apantallado.

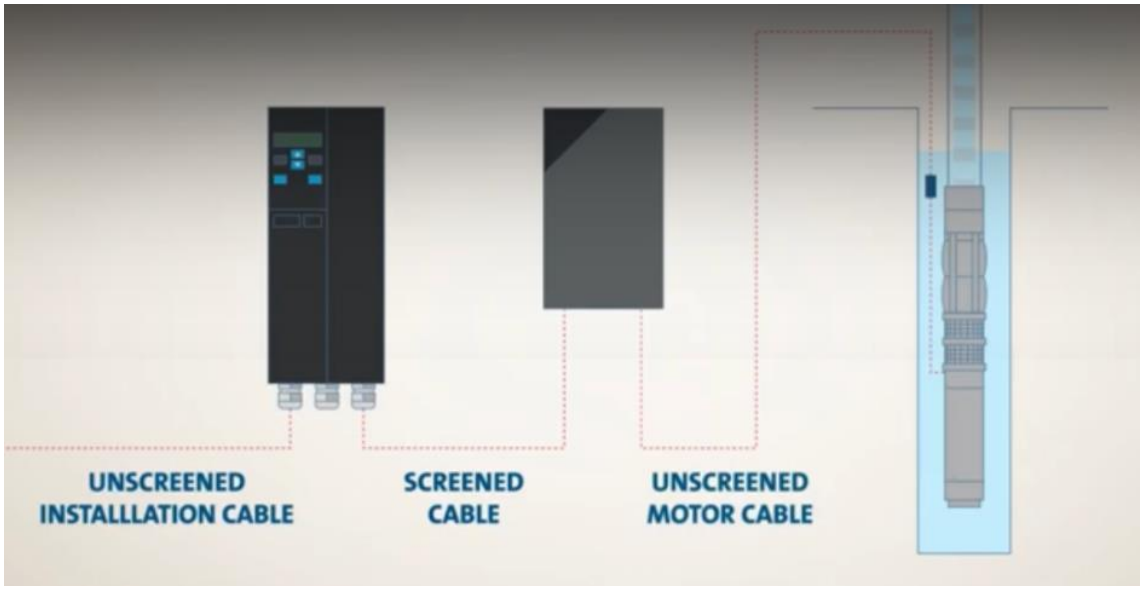


Ilustración 4.4.27 Partes necesarias para el control de velocidad de las bombas, Video 'Ventajas del uso de variadores de frecuencia en las bombas sumergibles', Grundfos Argentina 2020.

Nota: En este esquema la conexión del filtro de salida a la bomba, va con cable no apantallado. Nosotros hemos decidido poner cables apantallados para una mejor protección de la bomba.

Nos centraremos en buscar variadores electrónicos para el bombeo solar.

Estos tipos de variadores, están diseñados para que el tipo de corriente de entrada sea DC (que es lo que generarán los paneles solares). Aunque la onda de entrada sea en continua, el variador 'engañará' al motor de la bomba haciendo que la onda sea senoidal. La evolución de la onda es de DC a AC.

Variadores:

Ilustración 4.4.28 Variador de frecuencia, Direct Industry, Toscano.

Ilustración 4.4.29 Variadores de frecuencia, SALICRU.

BOMBEO SOLAR	VARIADOR	kW par cte	POSIBILIDAD DE BOOSTER	CONMUTACIÓN AUTOMÁTICA	FERRITA (50…100m)	FILTRO SENOIDAL (>100m)	FUSIBLES DC	PROTECTOR SOBRETENSIONES DC	MAGNETO-TÉRMICO AC	CONTAC-TOR AC
CV30-PV DC: 200…400Vdc AC: 1ϕ 220…240Vac	CV30-008-S2 PV	0,75	Sí	Booster	OPF-FER-21	OPF-SW-42-2	16A 1000Vdc	Tipo II 1000Vdc	2P 16A Curva C	16 A
	CV30-015-S2 PV	1,5	Sí	Booster	OPF-FER-28	OPF-SW-100-2	16A 1000Vdc	Tipo II 1000Vdc	2P 25A Curva C	25 A
	CV30-022-S2 PV	2,2	Sí	Booster	OPF-FER-28	OPF-SW-100-2	16A 1000Vdc	Tipo II 1000Vdc	2P 40A Curva C	40 A
CV30-PV DC: 300…750Vdc AC: 3ϕ 380…440Vac	CV30-008-4 PV	0,75	Sí	Booster	OPF-FER-21	OPF-SW-42-4	16A 1000Vdc	Tipo II 1000Vdc	3P 10A Curva C	12 A
	CV30-015-4 PV	1,5	Sí	Booster	OPF-FER-21	OPF-SW-42-4	16A 1000Vdc	Tipo II 1000Vdc	3P 10A Curva C	12 A
	CV30-022-4 PV	2,2	Sí	Booster	OPF-FER-21	OPF-SW-55-4	16A 1000Vdc	Tipo II 1000Vdc	3P 10A Curva C	12 A
	CV30-040-4F PV	4	No	ATS MOD-550-4-PV	OPF-FER-21	OPF-SW-95-4	16A 1000Vdc	Tipo II 1000Vdc	3P 25A Curva C	25 A
	CV30-055-4F PV	5,5	No	ATS MOD-550-4-PV	OPF-FER-28	OPF-SW-185-4	25A 1000Vdc	Tipo II 1000Vdc	3P 25A Curva C	25 A
	CV30-075-4F PV	7,5	No	ATS MOD-550-4-PV	OPF-FER-28	OPF-SW-185-4	25A 1000Vdc	Tipo II 1000Vdc	3P 40A Curva C	40 A
	CV30-150-4F PV	15	No	ATS MOD-550-4-PV	OPF-FER-28	OPF-SW-320-4	63A 1000Vdc	Tipo II 1000Vdc	3P 63A Curva C	65 A
	CV30-220-4F PV	22	No	ATS MOD-1100-4-PV	OPF-FER-48	OPF-SW-450-4	100A 1000Vdc	Tipo II 1000Vdc	3P 100A Curva C	95 A
	CV30-370-4F PV	37	No	ATS MOD-1100-4-PV	OPF-FER-48	OPF-SW-750-4	125A 1000Vdc	Tipo II 1000Vdc	3P 125A Curva C	115 A
	CV30-550-4F PV	55	No	ATS MOD-1600-4-PV	3 x OPF-FER-58	OPF-SW-1150-4	160A 1000Vdc	Tipo II 1000Vdc	3P 200A Curva C	170 A
	CV30-750-4F PV	75	No	ATS MOD-3200-4-PV	3 x OPF-FER-58	Consultar	250A 1000Vdc	Tipo II 1000Vdc	3P 250A Curva C	205 A

Ilustración 4.4.30 Modelos de variadores para bombeo solar, catalogo 'Series CONTROLVIT' de SALICRU.

CV30-PV Tensión de alimentación DC: 300~750Vdc / AC: 380~440Vac / Bomba: 3 x 400V

MODELO	CÓDIGO	POTENCIA kW	POTENCIA (CV)	In SALIDA (A)	DIMENSIONES (F x AN x AL mm)	CONSOLA	FILTRO EMC	P.V.R. (€)
CV30-008-4 PV	6B1DC000011	0,75	1	2,5	140 x 80 x 185	Incorporada No extraíble	Opcional	594,00
CV30-015-4 PV	6B1DC000010	1,5	2	4,2	140 x 80 x 185			614,00
CV30-022-4 PV	6B1DC000001	2,2	3	5,5	140 x 80 x 185			731,00
CV30-040-4F PV	6B1DC000002	4	5,5	9,5	167 x 146 x 256	Incorporada extraíble	Incorporado	868,00
CV30-055-4F PV	6B1DC000003	5,5	7,5	14	167 x 146 x 256			1.089,00
CV30-075-4F PV	6B1DC000004	7,5	10	18,5	196 x 170 x 320			1.274,00
CV30-150-4F PV	6B1DC000005	15	20	32	196 x 170 x 320			1.920,00
CV30-220-4F PV	6B1DC000006	22	30	45	184 x 200 x 340			2.837,00
CV30-370-4F PV	6B1DC000007	37	50	75	202 x 250 x 400			4.178,00
CV30-550-4F PV	6B1DC000008	55	75	115	238 x 282 x 560			5.749,00
CV30-750-4F PV	6B1DC000009	75	100	150	238 x 282 x 560			7.752,00

Ilustración 4.4.31 Precios de modelos de variadores para bombeo solar, catalogo 'Series CONTROLVIT' de SALICRU.

Tabla 4.4.11 Comparación de los variadores de frecuencia seleccionados, elaboración propia.

Modelo	Precio unitario (€)	nº variadores	Potencia (kW)	Intensidad Max (A)	Tesión de entrada (V)	Precio total (€)
TDS600	480,5	8	2,2-75	150	300-750	3.844 €
CV30-550-4F PV	5749	8	55	115	300-750	45.992 €
CV30-750-4F PV	7752	8	75	150	300-750	62.016 €

Hemos elegido este inversor por ser el que mejor se adapta a nuestras condiciones, ofreciéndonos más fiabilidad que el inversor TDS600, cuyas prestaciones son poco fiables.

Criterio:

- variador tiene que admitir la potencia de las bombas + el 15%.
- Los valores de tensión y de corriente los van a cumplir dado que hemos impuesto que nuestras instalaciones solares se vean limitadas por unos valores típicos de entrada del inversor (Intensidad max=150 A y tensiones entre 350-750V).

Parámetros a cumplir por los variadores:

Tabla 4.12 Datos necesarios que deben cumplir los variadores, elaboración propia

Potencia bomba (kW)	Potencia reserva adicional	Potencia min variador (kW)	Tensión min variador (V)	nº variadores (numero de bombas)	Tipo de variador
32,7	15%	38	450	8	Para bombeo solar

Otra opción:

Se podría usar, un único variador de frecuencia para arrancar y para las bombas de forma simultanea, pero dado a que vamos a usar instalaciones fotovoltaicas aisladas, esta idea la descartamos.

Por tanto, usaremos un variador de frecuencia para cada bomba. El arranque en ambas opciones se hace de manera simultanea:

- Puesta en marcha: Se arrancan las bombas empezando por la de menor cota a mayor cota.
- Parada de bombas: Se paran las bombas empezando por la de mayor cota a menor cota (evitamos posibles golpes de ariete y cavitación).
- Las rampas de frecuencia para el arranque suave se harán, en torno a los 10-12s. En este tipo de arranque la variable que controlamos es el tiempo de arranque, la intensidad de arranque no la controlamos pero podemos asegurar que es menor a la corriente nominal debido a que es arranque suave.

Filtros de salida de onda senoidal.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS / *TECHNICAL CHARACTERISTICS*

Código *Code*	In (A)	Potencia *Power* (kW)	Pérdidas *Losses* (W)	Tipo *Type*	Conexión *Connection*
FLCZ004A	4	1,5	30	1	Bornes *Shrouded*
FLCZ006A	6	2,2	45	1	Bornes *Shrouded*
FLCZ010A	10	4	60	1	Bornes *Shrouded*
FLCZ016A	16	5,5 - 7,5	85	1	Bornes *Shrouded*
FLCZ025A	25	11	130	2	Pletina *Busbars*
FLCZ048A	48	15 - 22	130	2	Pletina *Busbars*
FLCZ080A	80	30 - 37	150	2	Pletina *Busbars*
FLCZ115A	115	45 - 55	220	2	Pletina *Busbars*
FLCZ155A	155	75	320	2	Pletina *Busbars*
FLCZ180A	180	90	310	2	Pletina *Busbars*
FLCZ270A	270	110 - 132	470	2	Pletina *Busbars*
FLCZ310A	310	160	420	2	Pletina *Busbars*
FLCZ450A	450	220	750	2	Pletina *Busbars*

Ilustración 4.4.32 Modelos de filtros de salida senoidales, VMC

Precios según modelo:

Tabla 4.4.13 Comparación de los modelos seleccionados, VMC ,ZUENDO y elaboración propia.

Modelo	Potencia(kW)	Precio unitario (€)	nº de filtros necesarios	Precio filtros ((€)
FLCZ115A	45-55	911,9	8	7295,2
FLCZ155A	75	954,8	8	7638,4
FLCZ180A	90	1524,6	8	12196,8

Cables apantallados.

Como ya se ha comentado, usaremos cables apantallados tanto para la conexión variador-filtro, como para la conexión filtro bomba.

En la siguiente imagen, podemos ver algunos tipos de cables apantallados para variadores de frecuencia.

Ilustración 4.33 Cable apantallado, RS pro.

Los dispositivos eléctricos-electrónicos, y las propias bombas se encontrarán dentro del conteiner por lo que la extensión de cable será aproximada 30m.

Elección de cable apantallado:

Tabla 4.4.14 Características y coste del modelo seleccionado, elaboración propia

Modelo	Longiud de carrete	Coste (€/m)	Coste carrete (€)	Cantidad Carretes	Coste total (€)
RS PRO	50	1,8472	92,36	1	92,36

No obstante, este coste puede ser ahorrado, dado que el fabricante a petición nuestra nos puede proporcionar 30 m de cable.

El cable de la bomba es un cable SIEMENS apantallado por lo que es este tipo de cable el que se nos proporcionaría.

Conexionado/cableado de las bombas con las instalaciones solares fotovoltaicas.

Las bombas, vienen de serie con 10 metros de cable, pero si se le pide al fabricante, nos pueden llegar con 30 metros.

La conexión ideal de las instalaciones fotovoltaicas, a las bombas correspondientes, será la más próxima a los cuadros eléctricos, para reducir las pérdidas adicionales que pueda haber entre las conexiones de cables, en los propios cables y cuadros eléctricos intermedios.

Para ver si es posible esta conexión ideal, es necesario mirar el terreno que disponemos.

Para ello se dispone del siguiente gráfico:

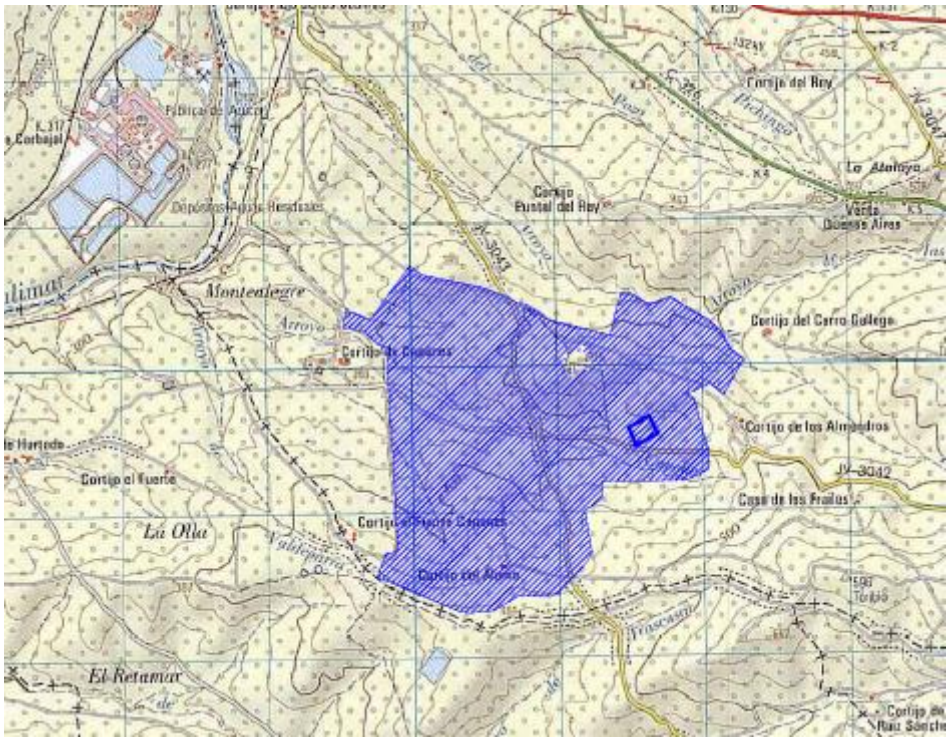


Ilustración 4.34 Zona de riego del proyecto, , Reformado proyecto de modernización de riego para la comunidad de regantes 'Hoja de Capones', Sita en el término municipal de Ibros (Jaén), Jose María Delgado Jiménez, Junio 2013.

Se dispone de suficiente terreno semi-llano (ondulación razonable) para poner los conteiners y las instalaciones fotovoltaicas repartidos en los 4 puntos de bombeo que disponemos.

Cada instalación de abastecimiento , irá lo más cerca posible a su respectivo conteiner.

Por otra parte, la instalación de apoyo, se ubicará en una posición intermedia para evitar un cableado demasiado largo entre algún conteiner y la propia instalación.

Otra causa por la que queremos distancias cortas de cableado es par identificar posibles roturas a causa de roedores, las cuales son frecuentes.

Pondremos las instalaciones de abastecimiento a unos 10-20 metros de su respectivo conteiner y la instalación de apoyo la pondremos entre el punto de bombeo 2 y 3.

En la siguiente imagen satélite, se ve un marco general del río de donde se extrae el agua y la zona de riego.

El punto marcado corresponde al Cortijo Capones.

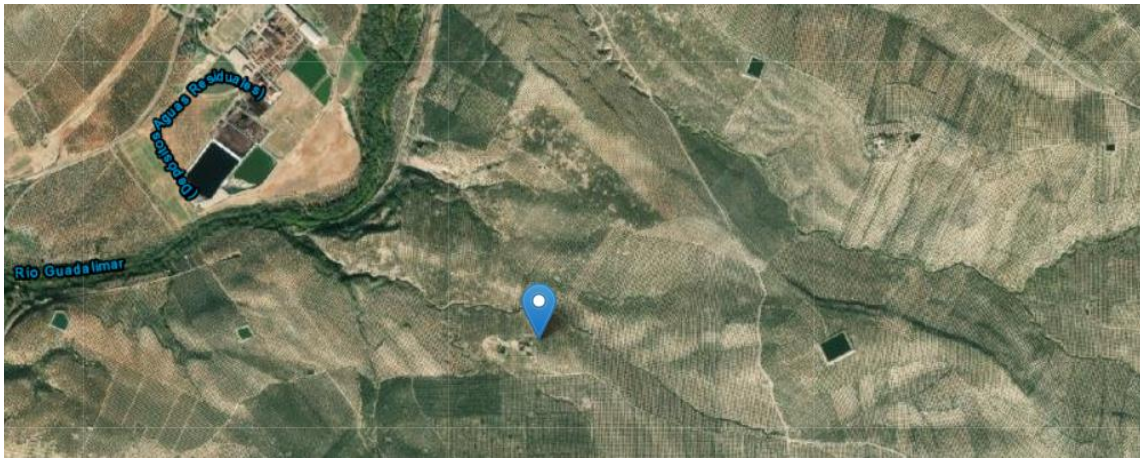


Ilustración 4.35 Vista satélite de la zona de riego, Dices, Mapa-Jaen-Cortijo-de-Capones-2309200.

La orientación de las olivas varían porque son conjuntos de muchas parcelas.

Como podemos ver en la siguiente imagen, una gran parte lleva dirección Norte-Sur y otra gran parte llevan una dirección Noreste-Suroeste.

Ilustración 4.33 Vista satélite de la zona de riego ampliada, Dices, Mapa-Jaen-Cortijo-de-Capones-2309200.

Resumen de cotas y distancias de los puntos de bombeo y las instalaciones solares fotovoltaicas:

Tabla 4.4.15 cotas y distancias de los puntos de bombeo y las instalaciones solares fotovoltaicas elaboración propia.

Puntos de bombeo	Cota (m)	Distancia Origen (m)	Difencia de cotas Aprox (m)
1(TOMA)	263,9	19,131 (0)	43
2	206,9	310	43
3	349,9	1380	43
4	392,9	2200	43

Nota: Como se ha explicado antes, la instalación de apoyo se pondrá en un punto intermedio entre el punto de bombeo 2 y 3. Se encuentra aproximadamente a una distancia al origen de 845 m.

Centro de transformación.

El centro de transformación debe de estar en una zona estratégica de fácil acceso y que la distancia de cableado no sea muy grande.

Hemos decidido ponerlo en el mismo conteiner del punto 4 de bombeo, ya que se encuentra muy cerca de un camino de fácil acceso.

El recorrido del cableado será, desde el centro de transformación al punto de bombeo 1 (toma), pasando por todos los puntos de bombeo (se acoplarán los cables a medida que vayamos pasando por los diferentes puntos de bombeo).

Cableado:

A continuación veremos la intensidad máxima admisible por los cables según el tipo de instalación:

	Método de instalación C				Método de instalación E				Método de instalación F			
	2x		3x		2x		3x		2x		3x	
Sección	XLPE	PVC	XLPE	PVC	XLPE	PVC	XLPE	PVC	XLPE	PVC	XLPE	PVC
1,5	21	16	18	15	24	18	21	16	-	-	24	-
2,5	29	22	25	21	33	25	29	22	-	-	33	-
4	38	30	34	27	45	34	38	30	-	-	45	-
6	49	37	44	36	57	44	49	37	-	-	57	-
10	68	52	60	50	76	60	68	52	-	-	76	-
16	91	70	80	66	105	80	91	70	-	-	105	-
25	116	88	106	84	123	106	116	88	-	-	123	96
35	144	110	131	104	154	131	144	110	-	-	154	119
50	175	133	159	125	188	159	175	133	-	-	188	145
70	224	171	202	160	244	202	224	171	-	-	244	188
95	271	207	245	194	296	245	271	207	-	-	296	230
120	314	240	284	225	348	284	314	240	-	-	348	267
150	363	278	338	260	404	338	363	278	-	-	404	310
185	415	317	386	297	464	386	415	317	-	-	464	354
240	490	374	455	350	552	455	490	374	-	-	552	419
300	565	423	524	404	640	524	565	423	-	-	640	484

Se indican como 3x los circuitos trifásicos y como 2x los monofásicos.

A efecto de las intensidades los cables con aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1) son equivalentes a los cables con aislamiento de policloruro de vinilo (V).

Ilustración 4.34 Intensidades máximas admisibles según el tipo de cable y diámetro, 'Intensidad admisible de los conductores eléctricos de baja tensión',cables RCT.

Hemos seleccionado el Método de instalación E:

Método de instalación E

- Cables multiconductores a aire libre (4). Distancia a la pared no inferior a 0,3D (5).
- Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas perforadas en horizontal o vertical.
- Cables unipolares o multiconductores sobre soportes.
- Cables unipolares o multiconductores suspendidos de un cable fiador.

Ilustración 4.35 Características del cable según el método de instalación, 'Intensidad admisible de los conductores eléctricos de baja tensión',cables RCT.

Nota:La elección de nuestros cables se basan en esta tabla, buscando la sección adecuada y el tipo de aislamiento para que no se supere la intensidad máxima.

Para la instalaciones de abastecimiento con sus propios conteiners y para conectar todas las bombas con el CT, usaremos el mismo tipo de cable, el cual mostraremos en la siguiente imagen:

Ilustración 4.36 Cable trifásico libre halógenos, laObra.

Para el cableado de la instalación de apoyo con los conteiners, usaremos un cable de menor sección, debido a que la corriente que genera la instalación de apoyo, es menor que la de la instalación de abastecimiento.

El tipo de cable que usaremos en la estación de apoyo será el mostrado a continuación:

Ilustración 4.37 Cable trifásico libre halógenos, laObra.

Tabla 4.4.16 distancias de conexión de la Inst.Apoyo con los puntos de bombeo,elaboración propia.

Puntos	Longitud entre puntos (m)
P.Bombeo1-Inst.Apoyo	836
P.Bombeo4-Inst.Apoyo	1355

Como podemos ver en esta tabla, las conexiones de las instalaciones fotovoltaicas a sus respectivos conteiners son de 20 m. Por otra parte, las conexiones de los conteiners con la instalación de apoyo se harán en 2 tiradas de cable:

1- De la Inst.Apoyo a la toma, pasando por el punto de bombeo 2 (acoplo).
2- De la Inst.Apoyo al punto de bombeo 4, pasando por el punto de bombeo 3 (acoplo).

Tabla de coste total del cable de Inst.Apoyo-conteiners:

Tabla 4.4.17 coste total del cable de Inst.Apoyo-conteiners, elaboración propia.

Total cable (m)	metros cable por carrete	nº de carretes	Precio carrete (€)	Coste cable (€)
2191	100	22	616,31	13558,82

Tabla 4.4.18 Distancia entre puntos de bombeo,elaboración propia

Puntos.	Longitud entre puntos (m)
Punto 4-Punto 4	0
Punto 4-Punto3	820
Punto 4-Punto2	1890
Punto 4-Punto1 (Toma)	2181
P.Bombeo-Inst.Abast	20

Tabla 4.4.19 Ahorro de cable de las bombas por aportación del fabricante, elaboración propia.

Ahorro cable (m)
240

Tabla 4.4.20 coste total de cable de CT-conteiners y Inst.Abastecimiento-containers, elaboración propia.

Total cable (m)	metros cable por carrete	nº de carretes	Precio carrete (€)	Coste cable (€)
2021	100	21	1432,7	30086,7

Como podemos ver en esta tabla, las conexiones de las instalaciones fotovoltaicas a sus respectivos conteiners son de 20 m (en total son 80 m).

Tabla 4.4.21 Superficie ocupada por estructura y container, elaboración propia.

Superficie de estructura 35 V (m^2)	33,3437
Superficie conteiner (m^2)	27,6

Tabla 4.4.22 Superficie ocupada por tipo de instalación fotovoltaica, elaboración propia.

	nº de estructuras	Total superficie (m^2)
Instalación de abastecimiento	5	166,7185
Instalación de apoyo	4	133,3748

Tabla 4.4.23 Superficie total ocupada por punto de bombeo e Inst.Apoyo con container, elaboración propia.

Superficie necesaria por P.Bombeo (m^2)	194,3185
Superficie necesaria para instalación de apoyo (m^2)	160,975

Debemos compensar a los vecinos las olivas que se quiten en esos 200 m^2 (lo equivalente a una pista de padel).
Dado que el precio es negociable, una compensación de 400-500 €/oliva sería suficiente.
Este terreno, tiene una distribución de olivas de 10x10.
Dada esta distribución, en una hectárea que son 10000 m^2, se encuentran 100 olivas.
Tabla de coste de compensación:

Tabla 4.4.24 Compensación por terreno ocupado en superficie vecina, elaboración propia

Terreno ocupado por instalación (m^2)	Nº Instalaciones en terreno vecino	Nº de olvias quitadas	Compensación por oliva (€)	Total (€)
200	3	2	500	3000

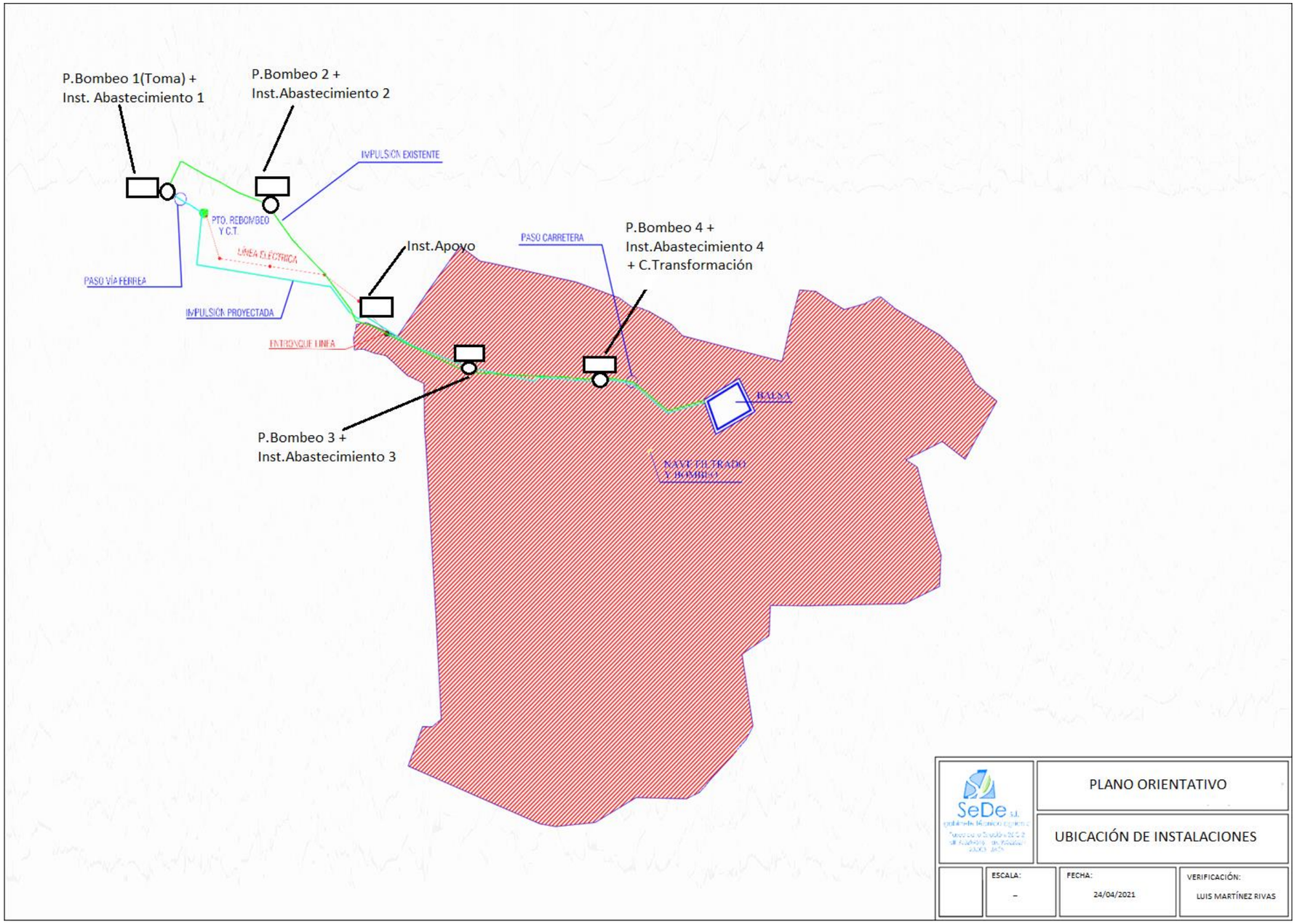


Ilustración 4.38 Plano orientativo de ubicación de las instalaciones, 'Reformado proyecto de modernización de riego para la comunidad de regantes 'Hoja de Capones'', Sita en el término municipal de Ibros (Jaén), Jose María Delgado Jiménez, Junio 2013 y elaboración propia.

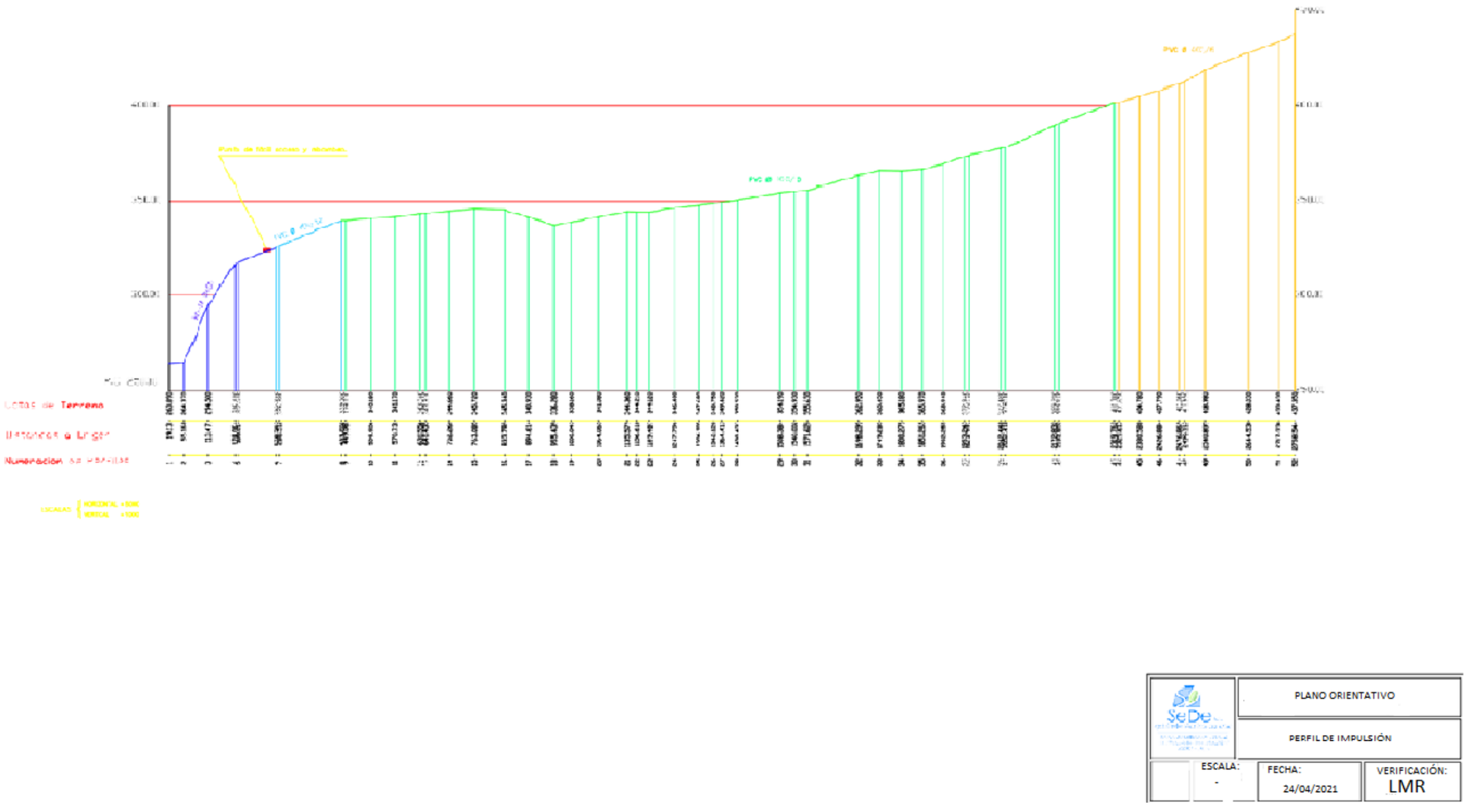


Ilustración 4.39 Mapa de relieve 'Reformado proyecto de modernización de riego para la comunidad de regantes 'Hoja de Capones'', Sita en el término municipal de Ibros (Jaén), Jose María Delgado Jiménez, Junio 2013.

Capítulo 5. SISTEMA/MODELO DESARROLLADO II

Planta solar fotovoltaica.

La energía solar fotovoltaica, se basa en el efecto fotoeléctrico, absorben fotones y liberan electrones para producir una corriente eléctrica, transforman directamente la radiación solar en energía eléctrica. Para ello, se usan semiconductores, también llamados celdas o células, que pueden ser de silicio monocristalino, policristalino o de capa fina y se diferencian en el rendimiento que ofrecen.

Los rendimientos, en media, son:

-Silicio monocristalino: µ= 18%-20%

- Silicio policristalino: µ=16%-17,5% → Mejores para climas más cálidos (nuestro caso), muy buena calidad precio.

-Capa fina: µ=7%-13%

Tipos de paneles.

Paneles solares de silicio monocristalino.

Este tipo de paneles se construyen a través de lingotes de silicio, de forma cilíndrica, usando el método **Czochralsk.**

Aspectos positivos de estos paneles:

- Son los que propocionan mayores rendimientos (µ= 18%-20%).
- Necesitan menos espacio dado a que producen más potencia.
- Tienen elevada durabilidad (garantía de unos 25 años).
- Funcionan mejor que los policristalinos en condiciones de poca luz.

Aspectos negativos de estos paneles:

- Elevado coste: En ocasiones sale más rentable el uso de policristalinos o de capa fina.

- Muy sensibles: Si el panel está cubierto parcialmente de suciedad, sombra o nieve el circuito entero se podría romper.
- Tienden a ser más eficientes en climas cálidos, pero como veremos más adelante, la eficiencia va cayendo cuando la temperatura sube.
- El proceso Czochralsk hace que se desperdicie gran cantidad de silicio.

Paneles solares de silicio monocristalino.

Estos paneles no requieren el proceso Czochralsk. El silicio se funde y se vierte en un molde cuadrado dónde es cortado.

Aspectos positivos de estos paneles:

- El proceso es menos costoso y genera menos residuo.
- El coste general del panel es menor que el de silicio monocristalino y en muchas aplicaciones se prefiere este tipo de panel.

Aspectos negativos de estos paneles:

- Peor tolerancia a la temperatura: Funcionan peor que los de silicio monocristalino a altas temperaturas.
- Requieren más espacio, dado a que tienen menos eficiencia que los monocristalinos.

Paneles solares de capa fina.

Se fabrican, depositando una o varias capas de material fotovoltaico sobre un sustrato. Dependiendo del material fotovoltaico hay de los siguientes tipos:

- Silicio ammorfo (a-Si): µ=6%-8%
- Telururo de Cadmio (TeCd): µ=9%-11%
- Seleniuro de Cobre, galio e indio (CIS/CIGS): µ=10%-12%
- Células solares orgánicas (OPC): µ=7%-10%

La eficiencia de estos paneles, depende del tipo, está entre un 7-13%.

Aspectos positivos de estos paneles:

- Son los más baratos.
- Producción en masa más simple.
- Pueden hacerse flexibles
- No son muy sensibles a la sombra o a las altas temperaturas.

Aspectos negativos de estos paneles:

- Menor durabilidad que los demás paneles.
- El espacio requerido es muy grande.
- Tienen la menor eficiencia.

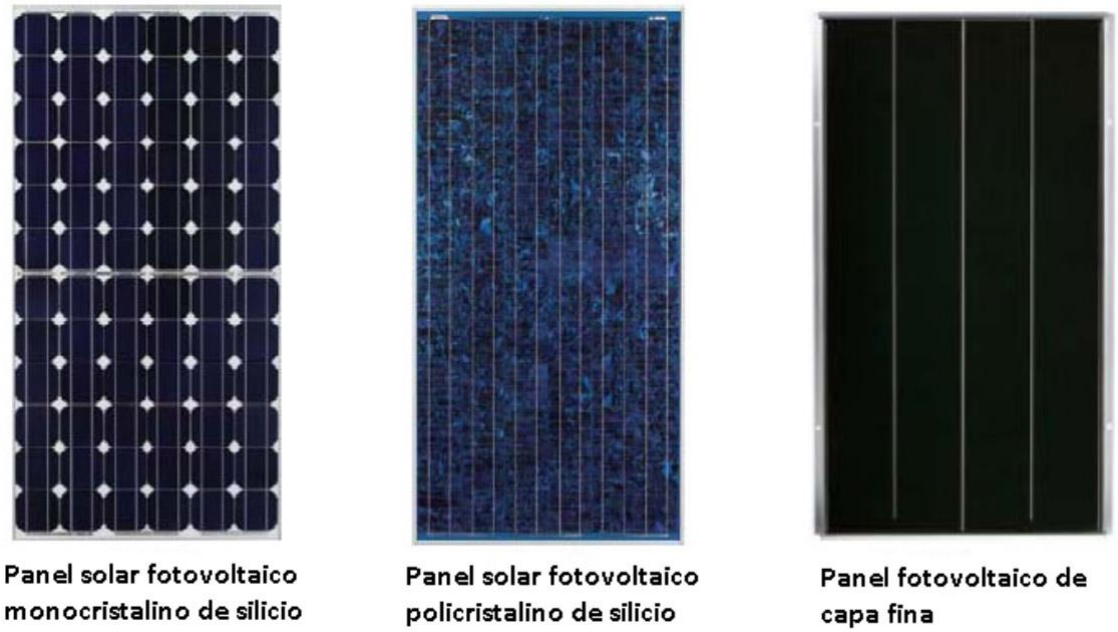


Ilustración 5.5.1 Tipos de paneles solares, Inarquia.

Tabla 5.5.1 las principales características (cualitativas) de los paneles de silicio monocristalino y policristalino, Raúl Germán Cordero, Sunfields EUROPE.

	S. Monocristalino	S.Policristalino
Eficiencia	Mayor que en Policristalino	Menor que en Monocristalino
Durabilidad	Al menos 25 años	Al menos 25 años
Coste	Mayor que en Policristalino	Menor que en Monocristalino
Rendimiento	Mayor que en Policristalino	Menor que en Monocristalino

Color	Negro, azul muy oscuro	Azulado

La diferencia de eficiencia de los paneles monocristalinos y policristalinos se ve reflejada en el precio. No obstante, puede salir más rentable los paneles monocristalinos. De media, las placas policristalinas generan unos 170 $\frac{W}{m^2}$, en cambio, las monocristalinas generan de entre 180 a 220 $\frac{W}{m^2}$.

Tipos de plantas solares fotovoltaicas.

Hay dos tipos de plantas fotovoltaicas, las que están conectadas a la red y las que no.

De las que están conectadas a la red hay de dos tipos:

- Central fotovoltaica: Toda la energía producida se vuelca a la red.
- Generador con autoconsumo: Lo que se produce lo consume el propietario y en caso de que sobre energía se vierte a la red. Por otra parte, si se necesita energía para satisfacer el consumo, se puede alimentar de la red.

Los módulos solares con capacidad de conexión a la red y autoconsumo son:

- Paneles solares de 12 V: Para aplicaciones muy concretas.
- Paneles solares de 24V o superiores: Son los más utilizados, tienen diversas aplicaciones.
- Paneles solares de conexión a la red: Son los que elegiremos para nuestra planta solar fotovoltaica. Este tipo de paneles se suelen usar para huertos solares de gran tamaño o autoconsumos a nivel residencial e industrial.

Este último tipo es el que nos interesa para el proyecto.

Los elementos usados en una planta solar fotovoltaica son:

- Paneles fotovoltaicos: Conjunto de celdas fotovoltaicas.
- Inversor: Para cambiar de corriente continua a alterna debido que la planta genera en CC y la maquinaria trabaja con CA.
- Transformadores : Necesarios en caso de necesitar tensiones superiores a los 800 V, ya que el inversor proporciona a sus salida una tensión de entre 380-800V.
- Baterías: Almacenan energía (no usadas si los paneles están conectados a la red).
- Reguladores: Protegen y mejoran la eficiencia de las mismas.

La central enlaza con el objetivo de impactos medio ambientales, es una energía limpia, renovable, inagotable y no hay emisiones con el ambiente. El mayor inconveniente sería el impacto visual y la contaminación por baterías (si las hubiera).

El inconveniente más notable es que es una energía con unos rendimientos bajos y no es rentable su producción, por eso está subvencionada.

En España, la generación por este tipo de energía es muy pequeña en comparación con otras renovables como la hidráulica y la eólica, además, fluctúa mucho su generación ya que depende fuertemente de las condiciones climatológicas.

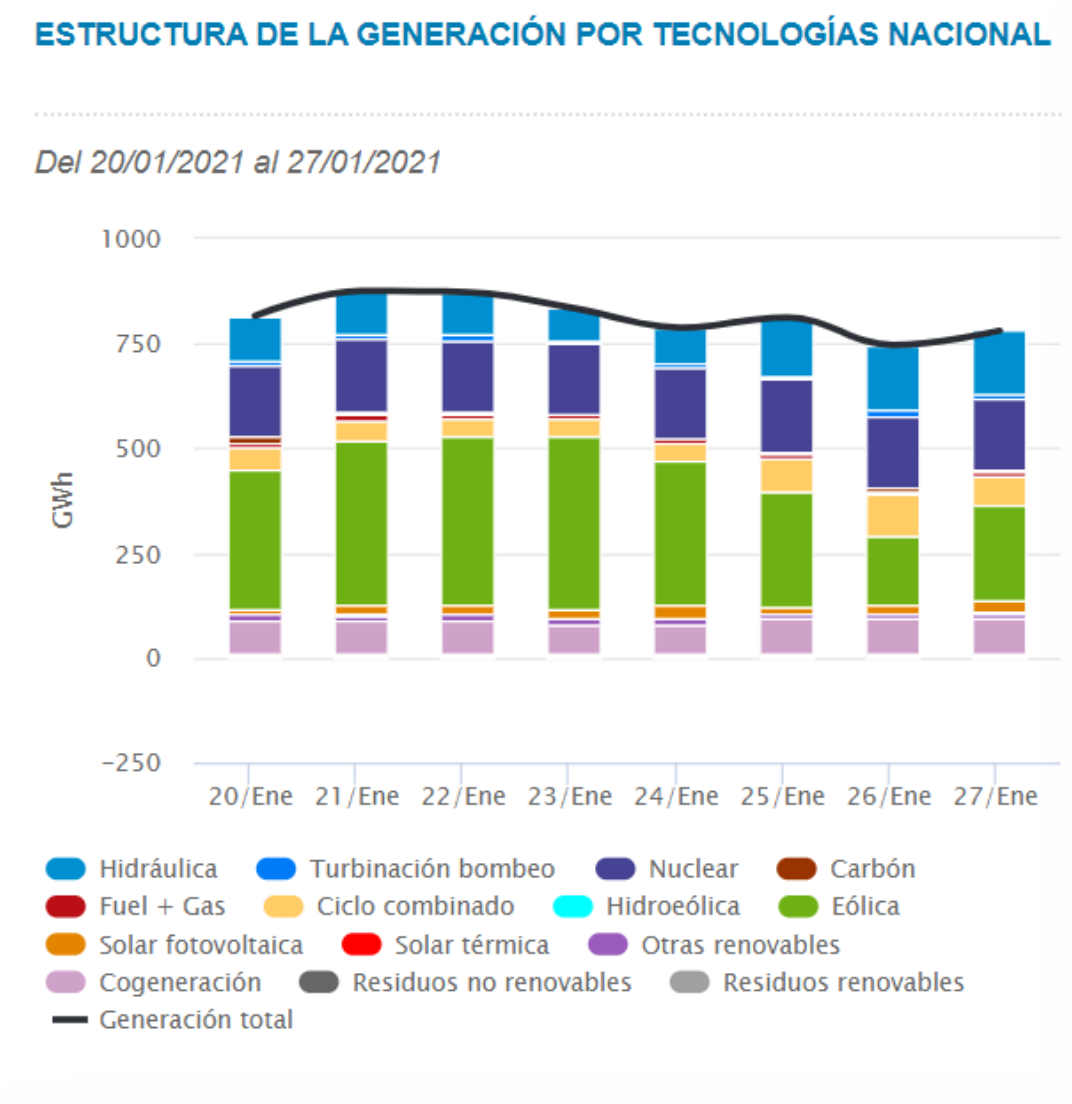


Ilustración 5.5.2 Generación de España según tecnologías, REE.

En el gráfico no se ve el dato exacto pero la energía generada por centrales solares fotovoltaicas, han generado 21 GWh de los 834 GWh totales, lo que corresponde a un 2,52% de la generación total.

Temperatura.

Un factor que influye en la eficiencia de los paneles solares es la temperatura, por cada grado que aumenta a partir de 25ºC, se pierde un % de potencia en el panel que viene dado por un coeficiente de temperatura (**%/ºC o %/K**) que viene en la ficha técnica.

Los coeficientes de temperatura para los paneles monocristalinos, son mucho mejores que para los policristalinos. En otras palabras, se comportan mucho mejor frente a cambios de temperatura.

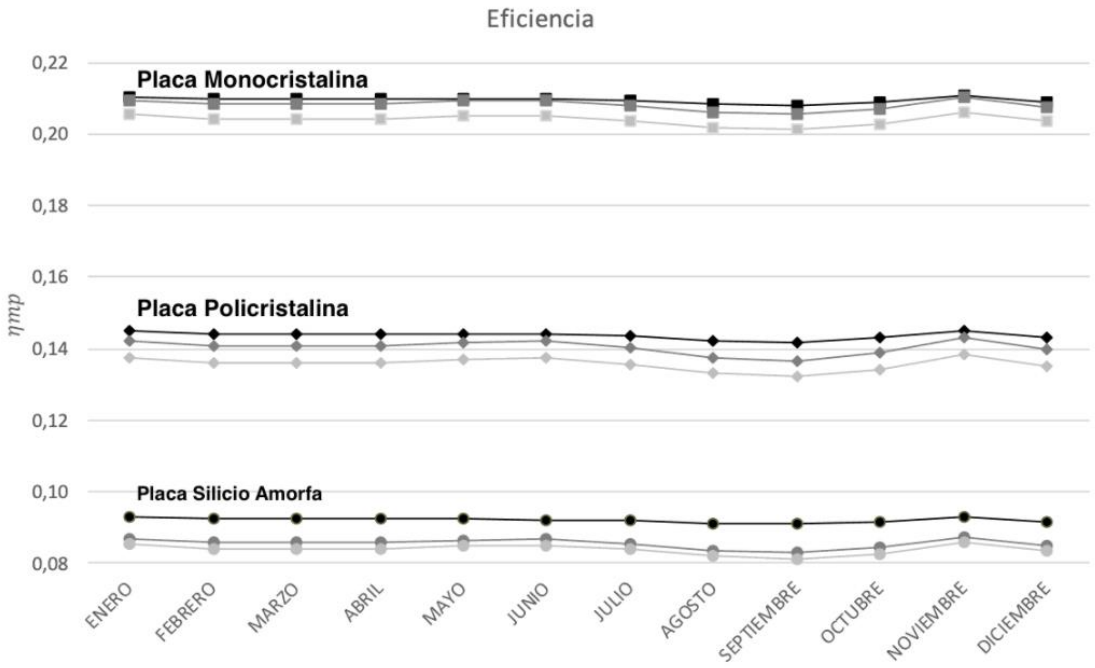


Ilustración 5.5.3 Efecto de la temperatura sobre el rendimiento de los paneles solares, Rául Germán Cordero, Sunfields EUROPE

Como podemos ver en la gráfica, la eficiencia de conversión de energía, es menor cuando la temperatura es mayor (meses de verano).

Ángulo de incidencia y seguidores solares. (información apoyándome en sotysolar)

En los paneles la generación de energía es proporcional a la superficie alcanzada por los rayos solares. Es por esto, que cuanto más perpendicular sea la superficie con los rayos solares, más energía se produce.

El ángulo de inclinación con respecto a los rayos solares se llama ángulo de incidencia.

Los seguidores solares, constan de una estructura móvil la cual permite adaptar el ángulo de incidencia para que siempre se mantengan los 90º y poder producir el máximo de energía que pueden dar los paneles.

Su uso está recomendado para grandes instalaciones de más de 1MW, debido sobre todo a los costes de instalación y de mantenimiento ya que son sistemas complejos, otro inconveniente es el peso dado que son sistemas muy pesados.

Como nuestra instalación es de menos de 1 MW, esta idea quedaría descartada en una primera instancia, pero se ha de tener muy en cuenta el ángulo de incidencia a la hora de orientar los paneles.

Ángulo de inclinación/ orientación de los paneles.

La inclinación y la orientación de los paneles solares juega un importante papel a la hora de producción de energía, en este proyecto se verá la orientación idónea y el grado de inclinación de los paneles para un mejor aprovechamiento.

Orientación de los paneles según los puntos cardinales.

La mejor orientación de los paneles es cuando están orientados hacia el sur ya que la radiación solar incide perpendicularmente en la superficie de los paneles (ángulo de incidencia 90º) y se obtiene la máxima eficiencia.

Si se orientan los paneles fotovoltaicas hacia el sureste o suroeste, no serán tan eficientes pero no suponen ningún problema porque las pérdidas son entre un 1-4%.

En el caso de que se tengan que instalar en el este u oeste, las pérdidas ascenderán a un 20%. Si debes elegir entre ponerlas al este y al oeste se prefiere al oeste desde un punto

de vista de producción, porque los módulos orientados hacia el oeste a las 17h generan un 55% de su potencial y los dirigidos hacia el sur tan solo un 15%.

Por último, paneles orientados hacia el norte casi no recibirían radiación solar y habría que replantearse el instalar los paneles.

La superficie de nuestro se encuentra al sur de España (Jaén) y no presentará dificultades para orientar los paneles solares en dirección sur.

Inclinación de los paneles.

En España, la inclinación media de los paneles solares está entre 30 y 40 grados dependiendo de la zona en la que se encuentre.

La inclinación vendrá condicionada por la latitud del lugar y por la época del año (en verano está el sol más alto que en invierno), por eso se debe buscar un ángulo de inclinación medio que nos permita maximizar la producción (obtener los 90 grados con respecto a los rayos solares), dado que hemos descartado la opción de seguidores solares.

En nuestro caso, los paneles estarán funcionando durante todo el año por lo que no veremos la opción de cambiar el ángulo según la estación, porque esto se suele hacer si los paneles trabajan en estaciones en concreto.

Para Jaén, el ángulo óptimo sería de unos 33º, coincide con la latitud de la región. Con esto se consigue la máxima perpendicularidad del módulo con respecto a la radiación.

Ángulo de inclinación óptimo de las placas solares en España

Andalucía

Ciudad	Ángulo óptimo
Almería	34
Cádiz	33
Córdoba	34
Granada	33
Huelva	33
Jaén	33
Málaga	33
Sevilla	33

Ilustración 5.5.4 Ángulo óptimo de las diferentes provincias de Andalucía, Tarifas gas luz by Selectra.

Efecto de las sombras en los paneles solares.

El efecto que puede producir la sombra en los paneles, puede afectar muy negativamente en todo el sistema fotovoltaico (normalmente se hacen conexiones en serie de los paneles).

En nuestro caso, la principal fuente de sombra serían los árboles por lo que este efecto es relevante.

Al haber una placa parcialmente cubierta por una sombra, en vez de producir energía, ésta la consume y como se ha dicho, un fallo en un único panel, tiene repercusión en todo el conjunto.

Por otro lado, las sobras hacen que haya fluctuaciones de energía debido a que los paneles sin sombra producen más que los que están con sombra. Esto puede dañar los o inutilizar los demás elementos como los inversores o acumuladores aparte de dañar los componentes internos de los paneles.

En nuestro caso, podemos evitar las zonas de sombra sin ningún problema, pero en cualquier caso, los paneles cuentan con diodos by-pass los cuales protegen individualmente a los módulos frente el efecto de la sombra.

Opción paneles solares bifaciales:

Video orientativo: https://youtu.be/byYsXUVGrPY

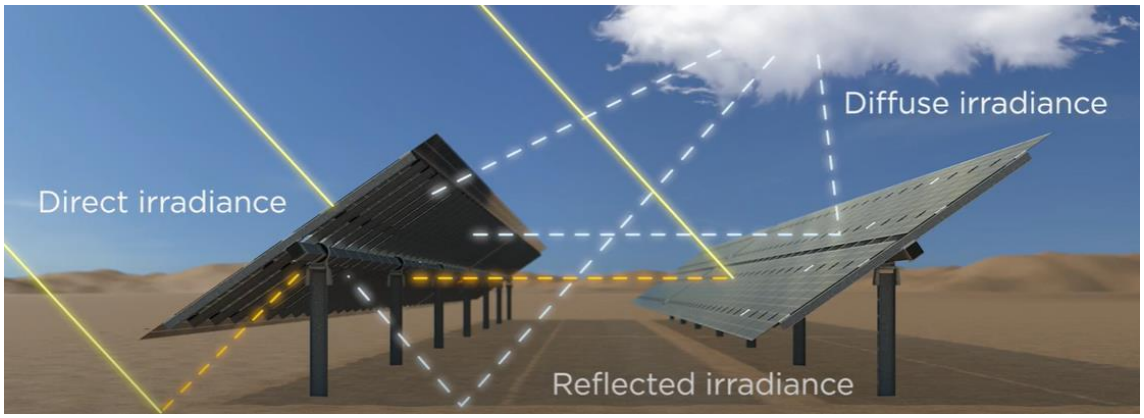


Ilustración 5.5Captación de radiación de paneles bifaciales, FP eficiencia energética y energía solar térmica, 26/03/2019.

Las placas solares normalmente utilizadas son de una cara, captan la radiación solar por la parte que está expuesta a dicha radiación. Sin embargo, las placas bifaciales captan la radiación directa del sol por la cara expuesta y captan la radiación reflejada por la parte no expuesta. Al captar radiación por las dos caras, éste tipo de panel no incrementa su eficiencia con respecto a los paneles clásicos, pero aumenta la generación de electricidad, lo que se traduce en más potencia.

La mejor configuración para este tipo de paneles es sobre el suelo horizontal.

En el este tipo de placas, factores como la sombra, el albedo, distancia ente placas y altura de las mismas juegan un papel importante.

Albedo: Fracción de radiación que es reflejada por la tierra. Como cabría de esperar el tipo de suelo es crucial para esta fracción de radiación reflejada. Por ejemplo, en suelos claros y brillantes el albedo ronda el 60 % , mientras que en terrenos oscuros y rugosos (gravilla) el albedo no llegaría al 30 %.

Mientras más albedo la placa bifacial será capaz de generar mas energía.

Distancia de las placas: como veremos en las siguientes imágenes mientras más separación haya entre placas, mayor será la radiación que capte la placa inferior a causa del albedo.

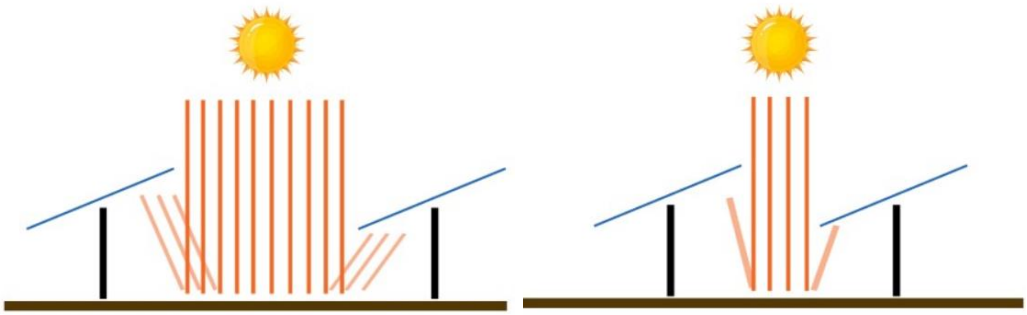


Ilustración 5.5.6 Diferencia de captación del albedo según la altura de los paneles solares, Inarquia.

Sombreado: Como ya hemos visto, el sombreado por cualquier tipo de agente externo puede dañarnos la placa e incluso el sistema entero. Al llevar la estructura y el cableado de la placa en la cara inferior, el sombreado será prácticamente inevitable y muchos fabricantes están investigando como minimizar la zona sombreada, ya que puede producirnos pérdidas de aproximadamente el 20 %.

Altura de las placas: Mientras más altura tiene la placa, su sombra pierde fuerza y por tanto la radiación que recibirá será mayor.

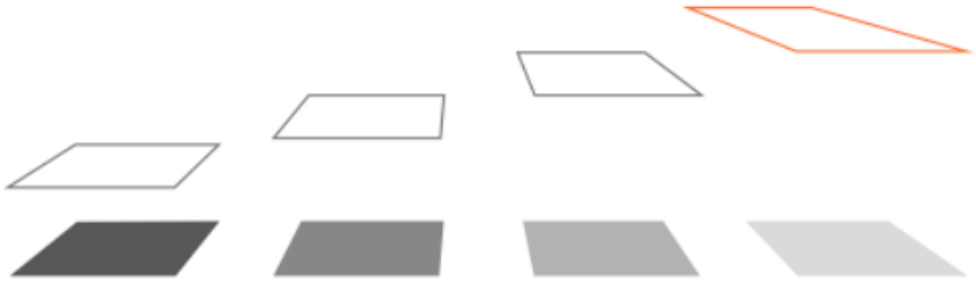


Ilustración 5.5.7 Sombra de un panel en función de la altura, Inarquia.

También, al estar a más altura, la placa recibe una bisa más fría que si está a ras de suelo por lo que, como ya hemos visto anteriormente, menos temperatura (hasta cierto punto) tiene mejor rendimiento que altas temperaturas.

Ligado a las placas bifaciales, suelen estar los guiadores solares. Como ya hemos visto los seguidores solares para una planta fotovoltaica pequeña, no son rentables, pero podemos poner los paneles en estructura fija, que es la opción más interesante económicamente para nuestra planta.

Una correcta colocación de los paneles nos puede aumentar la producción de energía de entre un 5 y un 30%.

Precio de los paneles bifaciales:

Marca LG.

Tabla 5.5.2 Coste de paneles bifaciales, LG y elaboración própia.

Modelo	Nº células	Potencia max (W)	Precio/unidad
LG NeON 2 BiFacial	72	514	350
LG300N1T-G4	60	300	260

Coste de paneles:

Tabla 5.5.3 Coste de paneles standar, LG y elaboración própia

Modelo	Número de Paneles	Precio Paneles
LG NeON 2 BiFacial	306	107100 €
LG300N1T-G4	524	136240€

Opción paneles solares en conteiner SunBOX 35A – mobile solar container

Esta es una innovadora opción, consiste en un 'container' que lleva placas solares en el interior.

Ventajas:

Este contenedor de placas solares lleva instalado guiadores solares que hacen que aumente su eficiencia, adaptando la posición de los paneles según la radiación solar.

Es de fácil transporte y se puede instalar prácticamente en cualquier zona.

Tiene una rápida puesta en marcha y sólo hace falta una persona. Se puede plegar y desplegar en 15 minutos, por lo que en periodos de mal tiempo se puede plegar y guardar sin que los paneles sufran daños.

Además, el contenedor tiene capacidad en el interior para la instalación de inversores y baterías.

El área de superficie de los paneles solares llega a los 140 m^2 ,con un número total de 35 paneles.

Para una primera estimación, la generación por metro cuadrado es algo más de 200 W, por tanto, el 'container' nos produciría un total de 28 kW (30 kW).

Para satisfacer el consumo de la instalación de bombeo, 157 kW con la elección de 4 puntos de bombeo, serían necesarios 6 'conteiner', lo que supone una superficie total de 840 m^2.

El precio de cada 'container' es : 72500 €

Total: 435000 €.

Esta opción es demasiado cara para el objetivo del proyecto.

Ilustración 5.5.8 Conteiner SunBOX 35A MOVEit POWER.

Video explicativo: https://youtu.be/0e5EKalDjDE

Esquema de una instalación solar fotovoltaica conctada a la red:

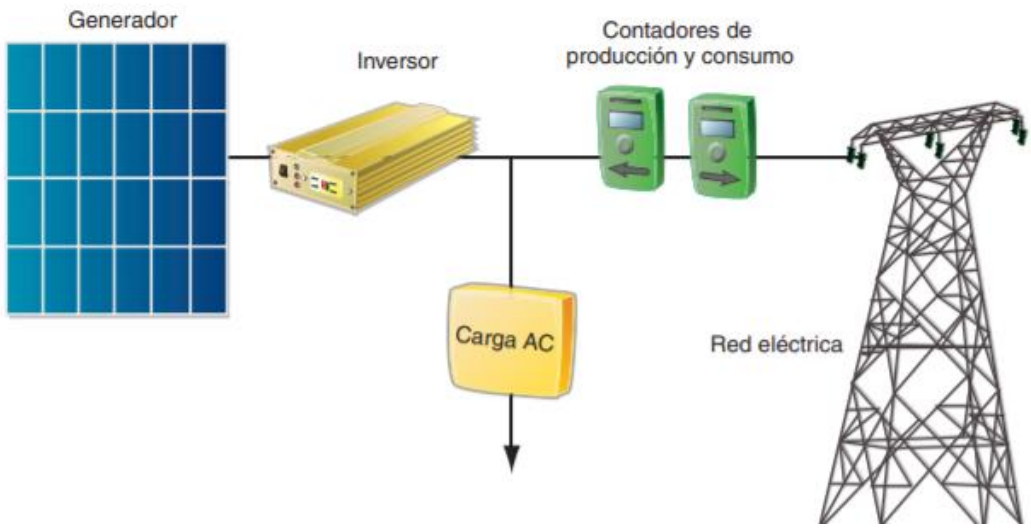


Ilustración 5.5.9 Esquema de instalación fotovoltaica conectada a la red, mheducation.

Pasos a seguir para la instalación de plantas solares fotovoltaicas:

- Montar los soportes de las placas.
- Fijar la cubierta.

- Conexionado del sistema con el inversor.
- Conexión del inversor al cuadro eléctrico.
- Conectar baterías si son necesarias (en nuestro proyecto no lo son).

Paneles para la planta solar fotovoltaica.

Nota: Wp (Watt pico) es la potencia pico capaz de dar el panel.

JA Solar JAM72S10-405/MR 405 Wp

Precio: 185€

Ilustración 5.5.10 Placa solar, teknosolar.

AXIPREMIUM XL HC AC-405MH/144V 405 Wp

Precio: 219 €

Ilustración 5.5.11 Placa solar, teknosolar.

JA Solar JAM66S30 490 Wp

Precio: 215 €

Ilustración 5.5.12 Placa solar, autosolar.

JA Solar 450 W 24V Monocristalino Perc

Precio: 189,16 €

Ilustración 5.5.13 Placa solar, autosolar.

Elección: JA Solar JAM66S30 490 Wp, teniendo en cuenta la potencia pico y el precio que ofrece.

La tabla de costes se encuentra en el Anexo.

Criterio de elección de los módulos fotovoltaicos.

1- Nos fijamos principalmente en la potencia máxima que puede dar.
2- Factor económico
3- El tipo de panel, policristalino o monocristalino.
4- Número de células:

- 36 células (12 V).
- 72 células (24 V).

- 60 células.

5- Tolerancia: Buscamos en los paneles una tolerancia positiva para que por lo menos obtengamos la potencia que hemos pagado. Los grandes fabricantes de módulos fotovoltaicos ofrecen una tolerancia de: 0~+5W
6- Eficiencia
7- Coeficiente de temperatura de potencia: Como ya hemos explicado, mientras menor sea el coeficiente, menores pérdidas de potencia tendremos a mayores temperaturas (por encima de los 25 ºC).

Estructuras para la planta solar fotovoltaica.

Opciones:

Soporte sobre suelo:

Cubierta plana de 4 módulos: Precio de 210,23 €

SOPORTE INCLINADO CUBIERTA PLANA O SUELO 4 MODULOS DISPOSICIÓN VERTICAL MODULOS DE 1650 / 2000X1000 SOPORTE INCLINADO REGULABLE 20° A 35 ° PARA CUBIERTA DE CHAPA TORNILLERIA ANCLAJE NO INCLUIDA FABRICANTE SUNFER

Ilustración 5.5.14 Soporte sobre suelo, Tienda Aldimosa.

Cubierta plana de 6 módulos: Precio de 196,39 €

SOPORTE INCLINADO CUBIERTA PLANA O SUELO 6 MODULOS DISPOSICIÓN VERTICAL MODULOS DE 2100 X 1050 SOPORTE INCLINADO TRIANGULO 15° 30° TORNILLERIA ANCLAJE NO INCLUIDA FABRICANTE SUNFER

Ilustración 5.5.15 Soporte sobre suelo, Tienda Aldimosa.

Mejores opciones:

Ilustración 5.5.16 Soporte sobre suelo, suministrosdelsol.

Para paneles de 2000x1000 mm.

Precio: 286,44€

Ilustración 5.5.17 Soporte sobre suelo, teknosolar.

Tornillería de anclaje no incluida.

Capacidad: De 1 a 4 módulos fotovoltaicos dispuestos en 1 fila en vertical

Precio: 150€

Ilustración 5.5.18 Soporte sobre suelo, teknosolar.

Tornillería de anclaje no incluida.

Precio: 360 €

Ilustración 5.5.19 Soporte sobre suelo, teknosolar.

Tornillería y anclajes incluidos.

Precio: 520 €

Anclajes.

Para las estructuras que no disponen de anclajes, recomendamos y utilizaremos anclajes químicos de la empresa Hilti Española.

Instalación de abastecimiento:

Tabla 5.5.4 Modelos de anclaje, HILTI y elaboración propia.

Modelo Anclaje	ModeloEstrctura	Superficie	Precio unitario(€)	nº estructuras	nº de patas	Anclaje por pata	Precio anclajes(€)
HIT-HY 10	Estructura 14.1 V	Hormigon-Mampostería	19,3479	18	4	4	5572,1952
	Estructura 31 V	Hormigon-Mampostería	19,3479	6	8	4	3714,7968

Instalación de apoyo:

Tabla 5.5.5 Modelos de anclaje, HILTI y elaboración propia.

Modelo Anclaje	ModeloEstrctura	Superficie	Precio unitario(€)	nº estructuras	nº de patas	Anclaje por pata	Precio anclajes(€)
HIT-HY 10	Estructura 14.1 V	Hormigon-Mampostería	19,3479	10	4	4	3095,664
	Estructura 31 V	Hormigon-Mampostería	19,3479	4	8	4	2476,5312

Con los precios de los anclajes, podemos hacer una comparación entre las posibles estructuras para las instalaciones solares:

El coste de mano de obra, será de 45 €/h cada 2 operarios.

Para las horas invertidas, hemos supuesto que para instalar 18 estructuras con los correspondientes anclajes se tardarían 40 horas de trabajo (una semana), con dos operarios trabajando.

Tabla 5.5.6 Costes de las estructuras elegidas, elaboración propia.

Instalación de abastecimiento:

Modelo	Precio unitario(€)	Módulos admisibles	nº paneles	nº instalaciones	nº estrcuturas por instalación	Precio anclajes por instalación (€)	Mano de obra por instalación(€)	Precio total(€)
Estructura 14.1 V	150	4	70	4	18	5572,1952	1800	40288,7808
Estructura 31 V	360	12	70	4	6	3714,7968	600	25899,1872
Estructura 35 V	520	12	70	4	6	0	450	14280

Tabla 5.5.7 Costes de las estructuras elegidas, elaboración propia.

Instalación de apoyo.

Modelo	Precio unitario(€)	Módulos admisibles	nº paneles	nº instalaciones	nº estrcuturas por instalación	Precio anclajes por instalación (€)	Mano de obra por instalación(€)	Precio total(€)
Estructura 14.1 V	150	4	40	1	10	3095,664	1000	5595,664
Estructura 31 V	360	12	40	1	4	2476,5312	400	4316,5312
Estructura 35 V	520	12	40	1	4	0	270	2350

Opción:

Una opción posible, sería poner paneles solares en el techo de los conteiner por los siguientes motivos:

- Aprovechamiento de espacio.
- Ahorro en coste de estructuras e instalación.
- Propocionan sombra: Al tener encima del conteiner los paneles solares, estos nos proporcionarán sombra y evitarán que haya demasiado sobrecalentamiento en los aparatos eléctricos-electrónicos.

- No hacen falta anclajes específicos: Se pueden soldar al techo del conteiner.

El modelo de panel escogido tiene las siguientes dimensiones:

Tabla 5.5.8 Modelo de placa solar seleccionado, elaboración propia.

Modelo	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
JA Solar JAM66S30 490Wp	2094	1134	35

Dimensiones de nuestro conteiner:

Tipo Standard.

Tabla 5.5.9 Dimensiones de conteiner estándar, Jaime Díez Cascón, Contenedores Marítimos TFG 2020/2021 y elaboración propia.

Pies	Largo	Ancho	Alto
40	12	2,3	2,3

Con esta solución, podemos poner hasta 10 paneles distribuidos en el techo del conteiner.

Tabla de ahorro usando esta opción:

Tabla 5.5.10 Ahorro de anclajes usando los conteiners como estructuras, elaboración propia.

Modelo	Precio unitario(€)	Módulos admisibles	nº paneles ahorrados	nº estructuras ahorradas	Ahorro en estructura	Ahorro en anclajes	Ahorro en mano de obra	Ahorro total
Estructura 14.1 V	150	4	10	2	300 €	619,13 €	200 €	1.119 €
Estructura 31 V	360	12	10	1	360 €	619,13 €	100 €	1.079 €
Estructura 35 V	520	12	10	1	520 €	- €	45 €	565 €

Tabla 5.5.11 Coste por estructura de instalación de abastecimiento, elaboración propia.

Modelo	Precio unitario(€)	Módulos admisibles	nº paneles	nº instalaciones	nº estrcuturas	Precio anclajes por instalación(€)	Mano de obra por instalación(€)	Precio total(€)
Estructura 14.1 V	150	4	70	4	16	4.953,06 €	1.600 €	35812,2496
Estructura 31 V	360	12	70	4	5	3.095,66 €	500 €	21582,656
Estructura 35 V	520	12	70	4	5	0	405 €	12020

Superficie requerida según el tipo de instalación:

Tabla 5.5.12 Superficie ocupada por estructura, elaboración propia.

Superficie de estructura 35 V (m^2)	33,3437

Tabla 5.5.13 Superficie ocupada en cada tipo de instalación, elaboración propia.

	nº de estructuras	Total superficie (m^2)
Instalación de abastecimiento	5	166,7185
Instalación de apoyo	4	133,3748

Nota: Sólo disponemos de 4 conteiners, un conteiner por cada punto de bombeo.

Nuestra elección, será la estructura 35 V y la opción en la que se ponen paneles en el techo del conteiner.

Criterio de selección de las estructuras:

1- Hemos elegido las estructuras en función de las dimensiones de los paneles solares escogidos (Anexo).
2- Para garantizar una buena fijación y evitar posibles daños y accidentes, queremos que lleve incluida la tornillería de acero inoxidable.
3- El grado de inclinación debe poder ajustarse a nuestras necesidades (33º), aunque hemos dado por válido una inclinación de las estructuras de 30º .
4- El factor económico.

Conexión de los paneles solares.

Para nuestra planta solar fotovoltaica, el tipo de conexión entre paneles que usaremos será en paralelo-serie

Usaremos este tipo de conexión para adaptarnos a las condiciones de los variadores cuyas limitaciones son:

Tabla 5.5.14 Limitación del variador según la conexión de los paneles, elaboración propia.

Limitación Variador	
Corriente Max (A)	Intensidad panel (A)
150	13,79
Limitación Variador	
Tensión Max(V)	Tensión Panel (V)
750	45,33

A continuación se verá un ejemplo de este tipo de conexión:

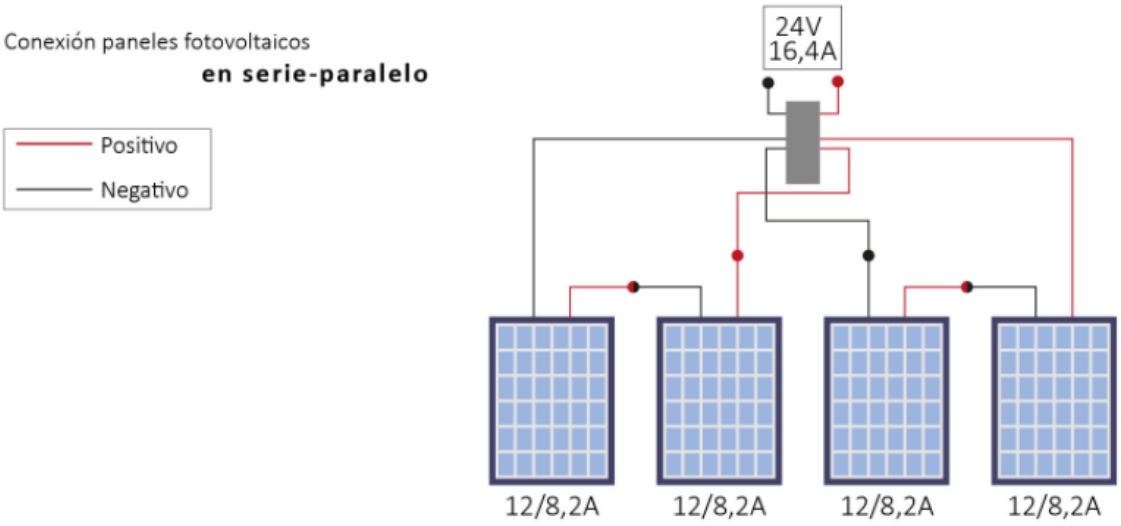


Ilustración 5.5.20 Conexión de paneles paralelo-serie, Autosolar.

Por otra parte, optamos por poner instalaciones aisladas repartidas por todo el terreno en vez de una única instalación. Ante fallo general de una instalación podemos usar las otras de respaldo.

Usaremos 4 instalaciones, una por cada punto de bombeo que se encargarán de suministrar la potencia necesaria a las bombas.

Para suplir y apoyar en el arranque, hemos puesto otra instalación de menor tamaño, cuya función será de respaldo.

En la siguiente tabla podemos ver las características de las instalaciones:

Tabla 5.5.15 Coste del tipo de panel elegido, elaboración propia.

Modelo de panel a emplear	Wp	nº paneles	Potencia Max generada(kW)	Precio unitario(€)	Coste paneles
JA Solar JAM66S30 490Wp	490	320	156,8	215	68.800 €

Tabla 5.5.16 Datos de la instalación de abastecimiento, elaboración propia.

nº de Instalaciones aisladas abastecimiento	nº de paneles por instalación	Potencia Max por instalación	Tensión panel (V)	Intensidad panel (A)
4	70	34,3	45,33	13,79

Tabla 5.17 Datos de la instalación de apoyo, elaboración propia.

nº de Instalaciones aisladas apoyo	nº de paneles por instalación	Potencia Max por instalación	Tensión panel (V)	Intensidad panel (A)
1	40	19,6	45,33	13,79

A continuación, se mostrará la conexión entre paneles para las diferentes instalaciones:

Instalación de abastecimiento:

Tabla 5.5.18 Conexión de la instalación de abastecimiento, elaboración propia.

nº Paneles totals por instalación	nº paneles serie	nº paralelos	Tensión planta (V)	Corriente planta (A)
70	10	7	453,3	96,53

Instalación de apoyo:

Tabla 5.5.19 Conexión de la instalación de apoyo, elaboración propia.

nº Paneles totals por instalación	nº paneles serie	nº paralelos	Tensión planta (V)	Corriente planta (A)
40	10	4	453,3	55,16

Critero principal:

- Adaptamos la conexión para que puedan proporcionar unos niveles adecuados para los variadores.

Inversor.

Este aparato, es el componente más importante de la instalación fotovoltaica y se encarga de transformar la corriente continua (DC), que genera la própia instalación, en corriente alterna (AC), con la que alimentaremos nuestro sistema de bombeo.

También, el inversor se encargará de sincronizar la onda eléctrica generada con la onda eléctrica de la red.

Características principales:

- Alta eficiencia: Debe funcionar bien para amplios rangos de potenica.
- Bajo consumo en vacío : Cuando no haya cargas conectadas.
- Protección ante faltas : Principalmente cortocircuitos.
- Seguridad
- Buena regulación de tensión y frecuencia de salida: Debe ser compatible con la red

Parámetros que determinan las características y prestaciones del inversor:

- Potencia: determina la potencia máxima que suministra el inversor en condiciones óptimas. Hay una amplia gama de potencias en el mercado. Para permitir el crecimiento de la potencia total de la instalación, algunos modelos de inversores se pueden conectar en paralelo.
- Fases: Los inversores de pequeña potencia (<5kW) son monofásicos pero se pueden acoplar para generar corriente trifásica. Los inversores de más de 15 kW son trifásicos.
- Rendimiento: Es un rendimiento alto para toda la gama de potencias (90%). Este rendimiento es mayor cuando más cercanos estamos a su potencia nominal y con el fin de optimizar el balance energético, es esencial hacer coincidir la potencia pico del campo fotovoltaico y la potencia nominal del inversor. Para un funcionamiento óptimo de la planta, la potencia de pico del campo fotovoltaico, nunca debe ser menor que la potencia nominal del inversor.
- Protecciones: El inversor debe tener como mínimo el siguiente tipo de protecciones.

- Interruptor automático.
- Funcionamiento en isla.
- Limitador de tensión y frecuencia.
- Protección contra contactos directos.
- Protección contra cortocircuitos.

- Protección contra sobrecarga.
- Bajos niveles de emisión e inmunidad de armónicos.

El inversor lo utilizaremos para inyectar en la red, la energía sobrante generada por los paneles solares.

Para ello, se hará una estimación de la potencia sobrante teniendo en cuenta 2 opciones:

Opción 1: Ponemos un único inversor que se encargue de transformar toda la potencia sobrante de la instalación.

La corriente de salida máxima será la de cada instalación sumada, ya que para poner 1 solo inversor tenemos que poner las propias instalaciones en paralelo.

Opción 1:

Tabla 5.5.20 Opción para la conexión de inversores, elaboración propia.

P.Max gen (kW)	Coef.Simult	P.Cons Bombas (kW)	P.Sobrante (kW)	Tensión salida (V)	Corriente Salida Max (A)	nº inversor
156,8	0,7	109,76	47,04	453,3	96,53	1

Esta opción no es viable viable por la elevada corriente, conexionado etc.

Opción 2: Pondremos un inversor por cada instalación fotovoltaica (en total 5).

En esta opción no hemos tenido en cuenta el coeficiente de simultaneidad.

Opción 2:

Tabla 5.5.21 Opción para la conexión de inversores, elaboración propia.

	P. Gen Max por instalación	P. Requerida (kW)	P.Sobrante (kW)	Tensión salida (V)	Corriente Salida Max (A)	nº inversor
Instalación de abastecimiento	34,3	32,7	1,6	453,3	96,53	4
Instlación de apoyo	19,6	2	17,6	453,3	55,16	1

La potencia requerida en la instalación de apoyo, una vez las bombas estén en régimen, será para abastecer a los aparatos electrónicos, ventiladores etc de los conteiners.

Hemos supuesto un margen de unos 2 kW de potencia requerida, dado que todos los ventiladores requieren de una potencia de 880 W.

Nota: En ambas opciones, hemos hecho los cálculos cuando estamos en un régimen permanente, es decir, ya se ha hecho el arranque de las bombas y está funcionando todo con normalidad (están en régimen).

Elección de inversores.

Instalación de abastecimiento:

Como la potencia sobrante para la instalación de apoyo es 1,6 kW, el inversor que debemos elegir debe de tener esa potencia o superior.

Ilustración 5.5.21 Inversor, Autosolar.

Rango de tensiones: 140-980 V (cumple)

Tensión nominal de entrada: 600 V

Máxima corriente de entrada por MPPT: 15 A

Instalación de apoyo:

Como la potencia sobrante para la instalación de apoyo es 17,6 kW, el inversor que debemos elegir debe de tener esa potencia o superior.

Ilustración 5.5.22 Inversor, Autosolar.

Rango de tensiones: 160-950 V

Tensión nominal de entrada: 600 V

Máxima corriente de entrada por MPPT: 22 A

Para la elección del inversor, no hemos tenido tanto en cuenta el factor económico dado que son precios muy parecidos. Nos hemos fijado en la fiabilidad de la marca.

Por tanto hemos decidido escoger los inversores Huawei que hemos mostrado en las imágenes anteriores.

Capítulo 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tabla 6.1 Comparación de las diferentes bombas seleccionadas para diferentes puntos de bombeo, elaboración propia.

Nº de puntos	Altura requerida (m)	Bomba seleccionada	n(rpm)	Q (m^3/h)	H (m)	P (kW)	η(%)
4	43,3625	XFP105J CB2 DN150/DN100	1489	170,3	44,63	32,7	63,19
5	34,69	XFP105M CB2 DN150/DN100	1489	180,5	40,1	32,4	60,73
6	28,90833333	XFP105G CB2 DN100	1482	172,8	30,72	21,47	67,12
7	24,77857143	XFP100G CB2 DN100	1471	176,2	27,53	18,49	71,4

Lo primero en lo que nos fijamos, es en si cumplen con el caudal requerido (167,9 m^3/h) y con la altura requerida en cada caso. Todas las bombas mostradas en la tabla cumplen con estos requisitos.

Descartamos la bomba de 5 puntos de bombeo porque tiene un rendimiento menor que las demás. También se descarta la posibilidad de poner 7 puntos de bombeo por ser demasiados, debido a que con nuestro sistema de 1+1 de reserva, serían un total de 14 bombas y la inversión sería mucho mayor.

Por último, se descarta la de 6 puntos de bombeo por las mismas razones que se descartó la de 7 puntos de bombeo, y además tiene un rendimiento parecido al de 4 puntos de bombeo.

Los 4 puntos de bombeo es la mejor opción y la más económica.

El coste del ciclo de vida de la bomba seleccionada y de los 4 puntos de bombeo es:

Tabla 6.2 Coste del ciclo de vida de las bombas seleccionadas, elaboración propia.

Puntos de bombeo	**Total(LCC)**
4	375.395,53 €

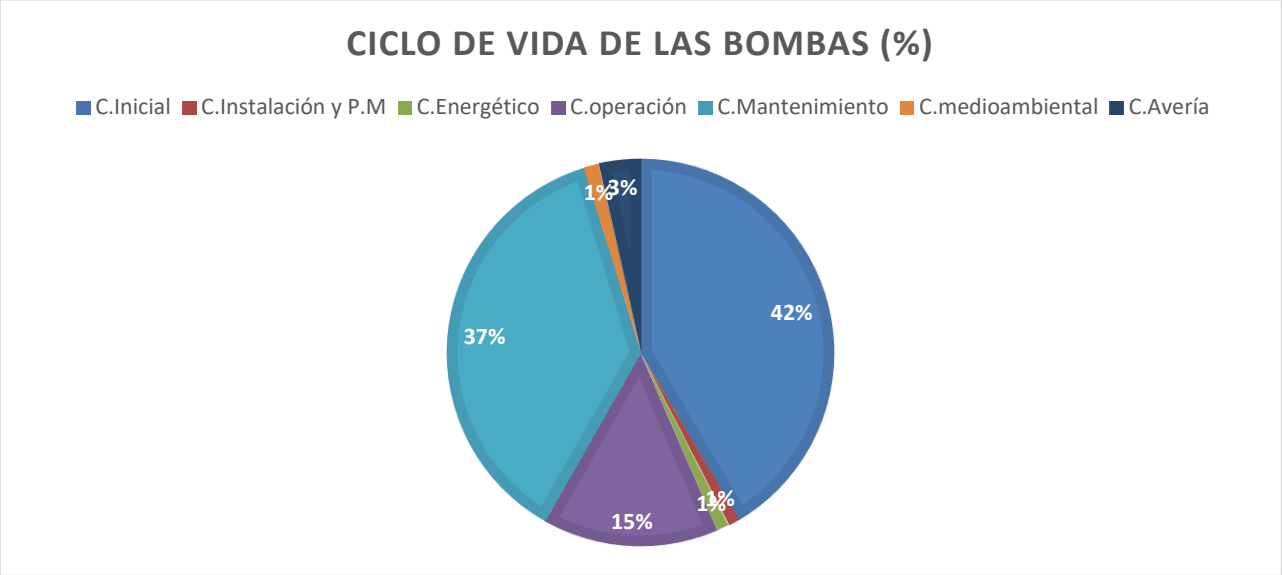


Ilustración 6.1 Porcentaje de cada concepto del ciclo de vida de las bombas seleccionadas, elaboración propia

Otra elección importante ha sido la elección de paneles, en la cual se han barajado las opciones de poner placas solares convencionales, bifaciales o una práctica innovadora de paneles solares en un container con guiadores solares (SunBox 35 A).

Tabla 6.3 Comparación entre paneles solares convencionales y bifaciales, elaboración propia.

Modelo	Tipo	Wp	nº paneles	nº Pan.totales	Precio unitario(€)	Coste paneles
Ja Solar 450W 24V Monocristalino Perc	Convencional	450	348,80	349	189,16	66.016 €
JA Solar JAM66S30 490Wp	Convencional	490	320,33	321	215	69.015 €
LG NeON 2 BiFacial	Bifacial	514	305,37	306	350	107.100 €
LG Neon 2 BIFACIAL LG405N2T-J5 405Wp	Bifacial	405	523,20	524	325	170.300 €

Las placas solares bifaciales, las descartamos por la diferencia de precio que hay con respecto a las convencionales.

Se ha elegido la placa solar JA Solar JAM66S30 490Wp debido a que tiene una potencia pico mayor, que el otro modelo de placa convencional, y por lo tanto se requiere de menos espacio y menos placas. La diferencia de precio entre las placas convencionales nos es apreciable.

Se usaran 320 paneles convencionales en vez de 321 (como pone en la tabla) para que nos quede una matriz adecuada de conexiones serie-paralelo.

Tabla 6.4 Configuración de las instalaciones solares fotovoltaicas, elaboración propia.

nº Paneles totales por instalación	nº paneles serie	nº paralelos	Tensión planta (V)	Corriente planta (A)	Tipo de instalación
70	10	7	453,3	96,53	Abastecimiento
40	10	4	453,3	55,16	Apoyo

La opción innovadora de los paneles solares en conteiners con guiadores solares se descarta según el factor económico que mostramos en las siguientes tablas:

Tabla 6.5 Coste de las instalaciones fotovoltaicas con paneles convencionales, elaboración propia.

Concepto	Cantidad	Importe
Placas solares JA Solar JAM66S30	320	68.800,00 €
Estructura + instalación Inst.Abastecimiento	20	12.400,00 €
Estructura + instalación Inst.Apoyo	4	2.480,00 €
Inversor Huawei Inst.Abastecimiento	4	5.204,44 €
Inversor Huawei Inst.Apoyo	1	2.720,08 €
Total	-	88.884,44 €

Tabla 6.6 Comparación entre instalaciones con paneles convencionales y containers SunBox 35 A, elaboración propia.

Coste total de la Instalacion solar	88.884,44 €
Coste containers SunBox 35A	435.000,00 €
Diferencia	346.115,56 €

El importe total es de 375.395,53 € LCC Bombas + 88.884,44 € instalaciones solares + 8.750 € horas de ingeniería + 147.487,17 € imprevistos + 122.956,63 € elementos anexos al proyecto (variadores, containers, tuberías….), lo que hace un total de 746.195,84 €

Capítulo 7. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En primer lugar, se han sustituido los equipos viejos del proyecto inicial, por unas bombas nuevas, las cuales son mas eficientes, son más pequeñas y están dotadas de un control de velocidad, mediante variadores de frecuencia, que hace que su eficiencia mejore considerablemente (30%).

Se han añadido nuevos puntos de bombeo/rebombeo (4 en total), para evitar que una o dos bombas grandes se encarguen de todo el proceso de bombeo, poniendo bombas más pequeñas en una configuración 1+1 de reserva.

Se ha hecho un análisis detallado del coste de ciclo de vida de las bombas.

Se han usado containers como refugio de las bombas y de los demás componentes anexos a las mismas. También se ha incorporado diferentes elementos para la tropicalización de los containers.

El último punto de esta parte más notable es el cableado, tanto el que conecta las instalación de apoyo con las demás instalaciones y containers, como las que conectan el centro de transformación, ubicada en el punto de bombeo 4, con los containers.

Por otra parte, en las instalaciones solares fotovoltaicas, lo más relevante ha sido elegir el tipo de panel solar, comparando entre distintos tipos, tanto de paneles bifaciales como convencionales, quedándonos con la opción de paneles convencionales como hemos visto en el capítulo anterior.

Otro punto importante, fue la configuración y la manera de conexión de las instalaciones haciendo 5 instalaciones en total, 4 de abastecimiento y 1 de apoyo, todas ellas con una configuración de paralelo-serie. Para esta configuración, se ha buscado que se cumplan las especificaciones de tensión e intensidad máxima de los variadores de frecuencia.

También hemos aprovechado los containers, para poner placas solares en el techo debido a que ayuda a dar sombra y que no se sobrecaliente tanto el interior del conteiner y también, para ahorrarnos una estructura y su instalación.

Para las estructuras, hemos elegido las que se adapten a las dimensiones de nuestros paneles, se puedan poner la mayor cantidad de paneles en ellas y que incluyan anclaje y tornillería de acero inoxidable.

Se barajó la opción de poner anclajes químicos HILTI, pero el coste de estos anclajes aumentaba mucho el coste de las estructuras.

Por último, se han elegido los inversores atendiendo a lo que se necesita y a la fiabilidad de la marca, que en este caso es HUAWEI.

Dado que los costes generales, referidos a energía solar fotovoltaica, están bajando, el presupuesto irá bajando con cada año que se espere. Por tanto, cabe la posibilidad de esperar y que la inversión sea menor.

Por último, se han cumplido con los siguientes ODS:

- Energía asequible y no contaminante, por la implementación de instalaciones solares fotovoltaicas.
- Industria, innovación e infraestructura, por implementar las instalaciones, el uso de variadores de frecuencia, containers…
- Producción y consumo responsables, porque se ha buscado que todo lo que se genere en las instalaciones se consuma y lo poco que sobre se inyecte a la red.
- Acción por el clima, porque se ha buscado en todo momento el menor impacto medioambiental.

Capítulo 8. BIBLIOGRAFÍA

[1] Proyecto basado en el proyecto 'Reformado proyecto de modernización de riego para la comunidad de regantes 'Hoja de Capones'', Sita en el término municipal de Ibros (Jaén), José María Delgado Jiménez, Junio 2013.

[2] Artículo, 'El coste de ciclo de vida en las bombas' de Íñigo Sanz Fernández, Anales de mecánica y electricidad, Septiembre-Octubre 2003.

[3] Artículo, 'Contenedores Marítimos' de Jaime Díez-Cascón Martínez, Proyecto de fin de carrera 2021.

[4] Selección de bombas ABSEL, SULZER.

[5] Organización de las Naciones Unidas, objetivos de desarrollo sostenible 2021.

[6] Página web de Weather Spark: https://es.weatherspark.com/m/36637/9/Tiempo-promedio-en-septiembre-en-Ja%C3%A9n-Espa%C3%B1a#Sections-Clouds

[7] Artículo '¿Cómo debes ventilar tu casa conteiner?' de la página Con Conteiners: https://concontainers.com/ventilacion-en-casa/

[8] Amazon:

- https://www.amazon.es/rejillas-difusores-respiraderos/b?ie=UTF8&node=3051820031
- https://www.amazon.es/Universal-ventilaci%C3%B3n-80-100-120-125-150-mm-Transici%C3%B3n-Ventilaci%C3%B3n/dp/B075T85JV8/ref=dp_prsubs_1?pd_rd_i=B075T85JV8&psc=1

[9] Empresa Gemi Elettronica (extratores de humo): https://www.gemimarket.it/es/86-extractor-de-humos-profesional

[10] Empresa TROTEC (deshumidificadores): https://es.trotec.com/shop/maquinas/deshumidificacion/deshumidificadores-para-uso-domestico.html?gclid=CjwKCAjw6fCCBhBNEiwAem5SOxE0sdoG8q2j0Ko-TYz1QHezieNThqzsay_DD8NB4n7OEwhlN29SDBoC53MQAvD_BwE

[11] Empresa CREATE by Ikhos: https://www.ikohs.com/es/comprar-ventiladores-industriales/64311-eolus-turbo-pro-ventilador-de-suelo-estilo-industrial.html?id_c=126298#features

[12] Empresa Almidosa: https://tienda.aldimosa.com/pvc/tuberia-pvc-presion/ferroplast-tub-presion/2064-mts-tubo-pvc-presion-110-10-atm.html

[13] Empresa Rekalde: http://www.rekalde.com/es_tubo_de_polietileno_alta_densidad_pe-100.aspx

[14] Empresa Growland: https://www.growland.es/Reductor-r-de-150-a-100-mm

[15] Teoría de la asignatura de Accionamientos Electricos, impartida por Lukas Sigrist, curso 2020/2021,ICAI.

[16] Página web de ABB: https://new.abb.com/drives/es/que-es-un-variador#:~:text=El%20variador%20de%20frecuencia%20regula,un%2020%20y%20un%2070%25.

[17] Catálogo SALICRU, series CONTROLVIT: https://www.aunadistribucion.com/mostrar-catalogo/541

[18] Empresa Direct industry: https://www.directindustry.es/prod/toscano-linea-electronica/product-18204-2017650.html

[19] Empresa SALICRU: https://www.salicru.com/cv30-pv.html?ppc_keyword=variador%20solar&gclid=CjwKCAjw9r-DBhBxEiwA9qYUpUZSya2vwsrp51uCnRydSwA5TrrQ2F2mdxzzjyWhsF9tyKqCzCWIrBoCAr4QAvD_BwE

[20] Empresa VMC: https://www.vmc.es/es/filtros-senoidales-flc

[21] Empresa Zuendo: https://www.zuendo.com/accesorios-de-variadores/4223-filtros-de-salida-flc-filtros-senoidales.html#/506-elige_modelo_flc-flc155a

[22] Dices.net, Mapa satélite: https://www.dices.net/espana/mapa-Jaen-Cortijo-de-Capones-2309200

[23] Empresa laObra: https://www.laobra.es/cables-electricos/mangueras/rz1k/4-25-mm.html#:~:text=1.432%2C70%20%E2%82%AC%20I.V.A.,incluido.

[24] Artículo 'Intensidad admisible de los conductoreseléctricos de baja tensión' de la empresa Cables RCT: https://www.cablesrct.com/descargas/varios/intensidades_admisibles.pdf

[25] Empresa RS: es.rs-online.com

[26] Artículo de Raúl Germán Cordero en sunfields EUROPE: https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/tipos/

[27] Página web de paneles solares barcelona: www.panelessolaresbarcelona.com

[28] Página web de Tarifasgasluz by Selectra: https://tarifasgasluz.com/autoconsumo/instalacion/inclinacion-y-orientacion#:~:text=La%20orientaci%C3%B3n%20id%C3%B3nea%20para%20dirigir,%C3%A1ngulo%20azimutal%20de%20180%20%C2%BA).&text=Al%20orientar%20los%20paneles%20hacia,se%20obtiene%20la%20m%C3%A1xima%20eficacia.

[29] Página web de CAMBIO ENERGETICO: https://www.cambioenergetico.com/blog/placas-solares-bifaciales/#:~:text=Los%20paneles%20solares%20bifaciales%2C%20por,pero%20tambi%C3%A9n%20de%20la%20inferior.

[30] Página web de Inarquia: https://inarquia.es/panel-solar-bifacial-que-es-ventajas-precios/#:~:text=Precio%20de%20los%20Paneles%20Solares%20Bifaciales&text=Este%20modelo%20puede%20encontrarse%20en%20el%20mercado%20por%20unos%20260%20euros.

[31] Página Web de Sotysolar: https://sotysolar.es/placas-solares/seguidores-solares

[32] Artículo de MOVEit POWER SunBOX 35A – mobile solar container.

[33] PDF de mheducation:

https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf

[34] Página wed de Octovo:
https://www.otovo.es/blog/placas-solares/como-instalar-paneles-solares/

[35] Empresa de elementos fotovoltaicos, Teknosolar:
www.teknosolar.com

[36] Empresa de elementos fotovoltaicos, Autosolar:
www.autosolar.es

[37] Empresa de Anclajes químicos para estructuras, Hilti:
https://www.hilti.es/c/CLS_FASTENER_7135/CLS_INJECTABLE_ADHESIVE_ANCHORS_7135/r2815817

[38] Empresa Almidosa:
https://tienda.aldimosa.com

[39] Empesa de elementos fotovoltaicos, Suministros Del Sol:
https://suministrosdelsol.com

[40] Página web de Autosolar:
https://autosolar.es/blog/placas-fotovoltaicas/conexion-de-las-placas-solares-tipos-y-puntos-a-tener-en-cuenta#:~:text=Para%20realizar%20las%20conexiones%20de,frente%20a%20las%20inclemencias%20atmosf%C3%A9ricas.

[41] Empresa de elementos fotovoltaicos, Atersa:
https://atersa.shop/inversor-huawei-sun2000-3ktl-m1/

[42] Empresa de elementos fotovoltaicos, Technosun:
https://www.technosun.com/es/inversores-solares/solax-power/#1564663406919-e173a0cb-784f

[43] Empresa de elementos fotovoltaicos, Autosolar:
https://autosolar.es/inversor-de-conexion-a-red?page=2

[44] Videos explicativos de Youtube:

- https://youtu.be/0e5EKalDjDE
- **https://youtu.be/byYsXUVGrPY**

[45] Empresa de alquiler de bombas Máquinas y Máquinas:
https://www.maquinas-maquinas.com/maquinaria/alquiler-bombas-de-agua/bomba-sumergible-55kw-3-pulgadas-trifasica/

ANEXO I

Dimensionamiento de bombas.

Tabla 0.1 Datos empleados para elección de bombas y punto de bombeo, elaboración propia

DATOS EMPLEADOS	
CAUDAL(CONCESIÓN) m^3/h	167,9
COTA TOMA m	263,9
COTA BALSA m	437,35
DIFERENCIA DE COTAS	173,45

Tabla 0.2 Modelos y características de bombas para 4 puntos de bombeo, elaboración propia

ELECCIÓN DE BOMBAS
PUNTOS DE BOMBEO: 4

Denominación	n(rpm)	Q (m^3/h)	H (m)	P (kW)	η(%)
XFP105J CB2 DN150/DN100	1489	170,3	44,63	32,7	63,19
XFP150M CB2 DN150	1490	163,7	41,26	31,42	58,5
XFP155J CB2 DN200/DN150	1492	175,1	47,18	39,26	57,14

Tabla 0.3 Modelos y características de bombas para 6 puntos de bombeo, elaboración propia

PUNTOS DE BOMBEO: 6

Denominación	n(rpm)	Q (m^3/h)	H (m)	P (kW)	η(%)
XFP105G CB2 DN100	1482	172,8	30,72	21,47	67,12
XFP155G CB2 DN150	1481	170,5	29,89	22,07	63,46
XFP105J CB2 DN150/DN100	1481	171,1	30,11	22,35	62,67

Tabla 0.4 Selección del modelo de bombas, elaboración propia

Puntos de bombeo	Bomba (seleccionada)	Cantidad	P nominal unitaria(kW)	Potencia total a instalar(kW)	Horas de funcionamiento	Precio de la energía (kW/h)	Precio energía mes (€)	Precio unitario bomba(€)	Precio bombas(€)
4	XFP105J CB2 DN150/DN100	8	32,7	313,92	6	0,008	452,0448	19500	156000
6	XFP105G CB2 DN100	12	21,47	309,168	6	0,008	445,20192	13450	161400

Grupo de sustitución en caso de avería.

Bomba sumergible agua limpia 5,5kW, 3”, trifásica

Alquiler bomba sumergible

Modelo: BSD 70-32
Caudal de agua max: 70 m3/h
Altura máxima: 32 m
Diámetro de tubería: DN80mm-3”, PN16
Conexión tubería: Toma Bauer 3” H
Long. max. tubería horizontal: 200 m
Tensión: 400V 50Hz 3F
Potencia nominal: 5,5 kW – 7,5 HP
Intensidad nominal: 11,4 A
Revoluciones: 2.900 rpm
Arranque: Directo
Nivel mínimo de agua: 150 mm
Impulsor: Drenaje
Temperatura max. del líquido: 40º C
Protección térmica interior: Si
Tamaño sólidos: 8.5 mm
Profundidad máx: 20 m
Longitud de cable: 20 m
Dimensiones LxAxH: 306x259xalto810mm
Peso neto: 84 kg

100,80
€/ semana

Alquiler mínimo 3 semanas

Ilustración 0.1 Bomba de alquiler utilizada en caso de avería, Máquinas y Máquinas.

Tiempos de averías:

Tabla 0.5 Coste y tiempo de avería estimado, elaboración propia.

Vida útil bombas	Est. Dias averías	Est.Sem.Averías	nº de bombas	Coef. Simultaneidad	C.Avería (€)
10	64,08	10	4	0,175	2822,4

Vida útil bombas	Est. Dias averías	Est.Sem.Averías	nº de bombas	Coef. Simultaneidad	C.Avería (€)

15	192,24	28	4	0,175	7902,72

Vida útil bombas	Est. Dias averías	Est.Sem.Averías	nº de bombas	Coef. Simultaneidad	C.Avería (€)
20	320,4	46	4	0,175	12983,04

Este nuevo coste de simultaneidad (0,175), se debe a que se rompería una de las cuatro bombas que estarían funcionando simultáneamente con el coeficiente de simultaneidad anterior visto (0,7).

Costes del ciclo de vida de las bombas.

Tablas de costes del ciclo de vida de las bombas para las opciones de 4 y 6 puntos de bombeo:

Tabla 0.6 Coste de ciclo de vida de las bombas en 10 años, elaboración propia.

Puntos de bombeo	Vida útil	C.Inicial	C.Instalación y P.M	C.Energético	C.operación	C.Mantenimiento	C.medioambiental	C.Avería	**Total(LCC)**
4	10	156.000,00 €	3.520,00 €	1.906,24 €	31.200,00 €	93.600,00 €	4.680,00 €	2.822,40 €	293.728,64 €
6	10	161.400,00 €	5.280,00 €	1.877,39 €	46.800,00 €	140.400,00 €	4.842,00 €	4.233,60 €	364.832,99 €
								Diferencia(€)	71.104,34 €

Puntos de bombeo	Vida útil	C.Inicial	C.Instalación y P.M	C.Energético	C.operación	C.Mantenimiento	C.medioambiental	C.Avería	**Total(LCC)**
4	15	156.000,00 €	3.520,00 €	2.859,36 €	43.200,00 €	122.400,00 €	4.680,00 €	7.902,72 €	340.562,08 €
6	15	161.400,00 €	5.280,00 €	2.816,08 €	64.800,00 €	183.600,00 €	4.842,00 €	11.854,08 €	434.592,16 €
								Diferencia(€)	94.030,08 €

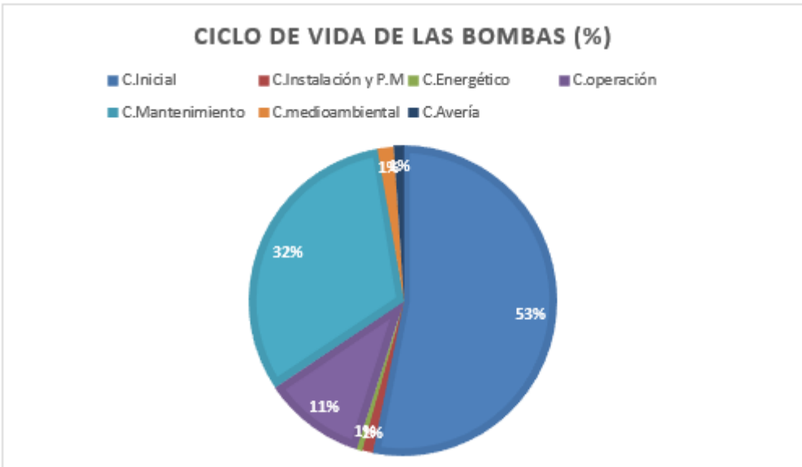
Tabla 0.7 Coste de ciclo de vida de las bombas en 15 años, elaboración propia.

Tabla 0.8 Coste de ciclo de vida de las bombas en 20 años, elaboración propia

Puntos de bombeo	Vida útil	C.Inicial	C.Instalación y P.M	C.Energético	C.operación	C.Mantenimiento	C.medioambiental	C.Avería	**Total(LCC)**
4	20	156.000,00 €	3.520,00 €	3.812,49 €	55.200,00 €	139.200,00 €	4.680,00 €	12.983,04 €	375.395,53 €
6	20	161.400,00 €	5.280,00 €	3.754,77 €	82.800,00 €	208.800,00 €	4.842,00 €	19.474,56 €	486.351,33 €
								Diferencia(€)	110.955,81 €

Gráficas para 4 puntos de bombeo:

10 años.



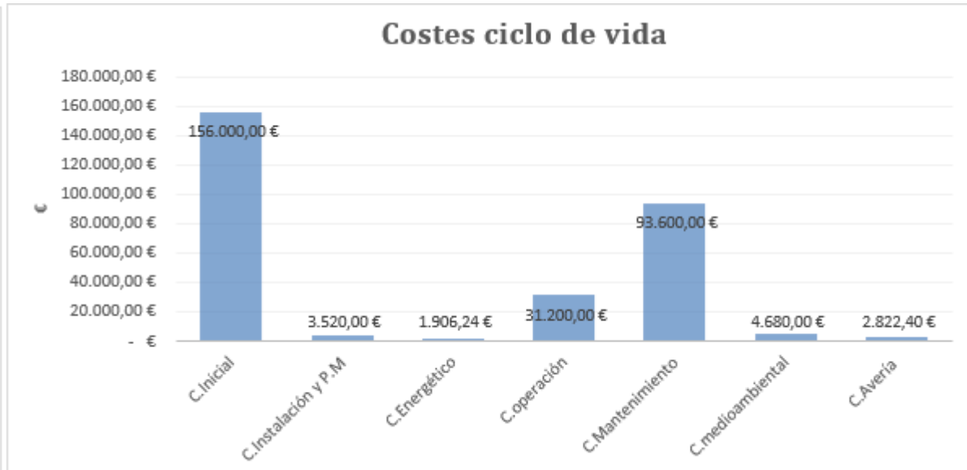
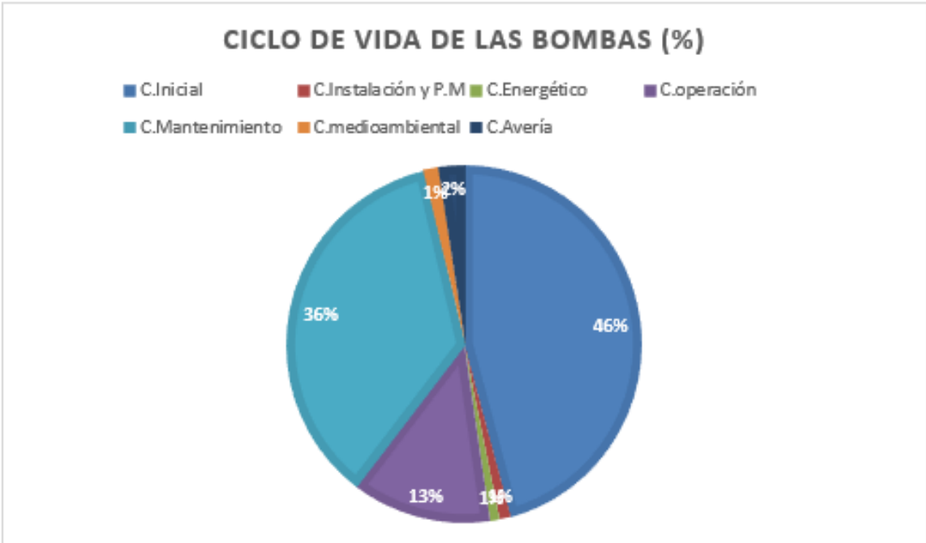


Ilustración 0.2 Coste de ciclo de vida de las bombas en 10 años, elaboración propia

15 años.



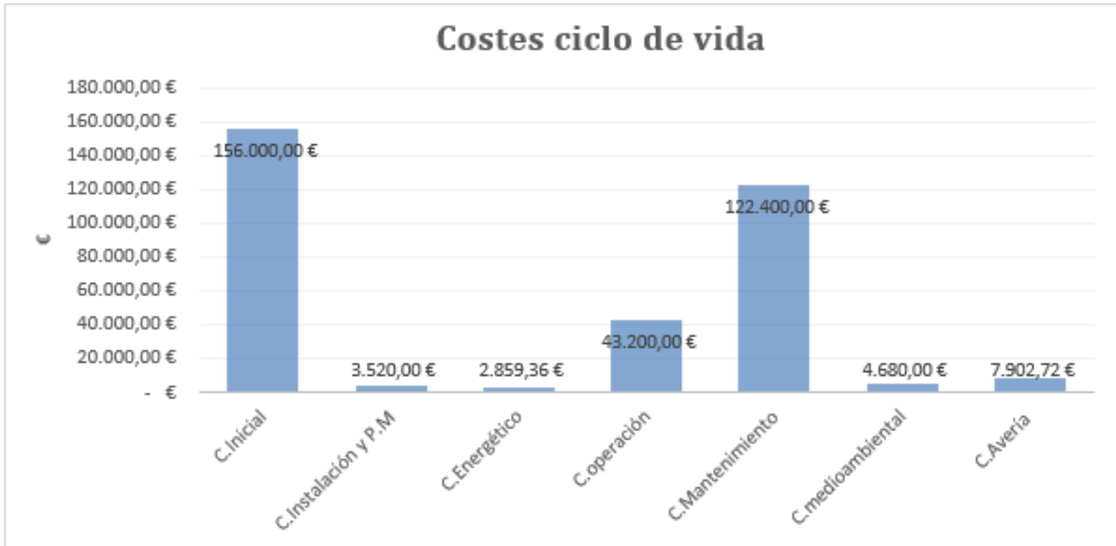
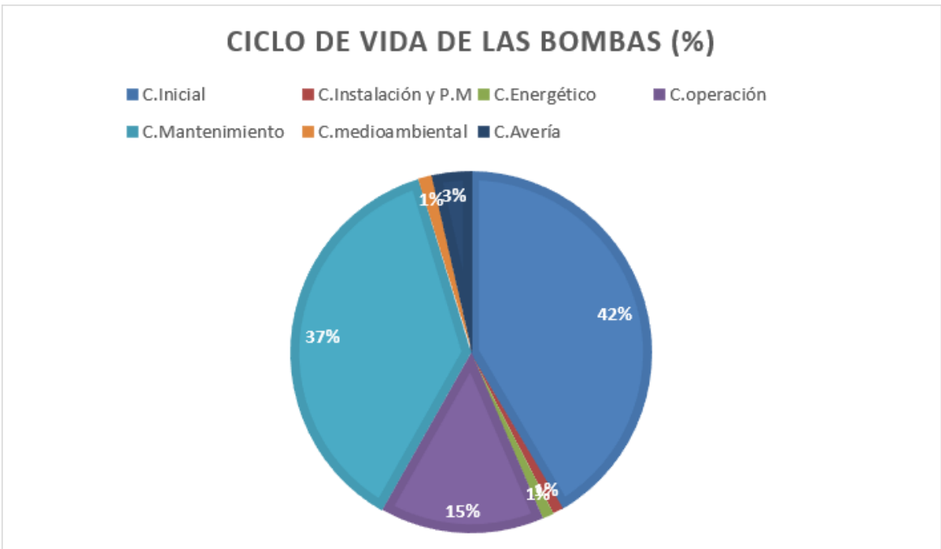


Ilustración 0.3 Coste de ciclo de vida de las bombas en 15 años, elaboración propia

20 años.



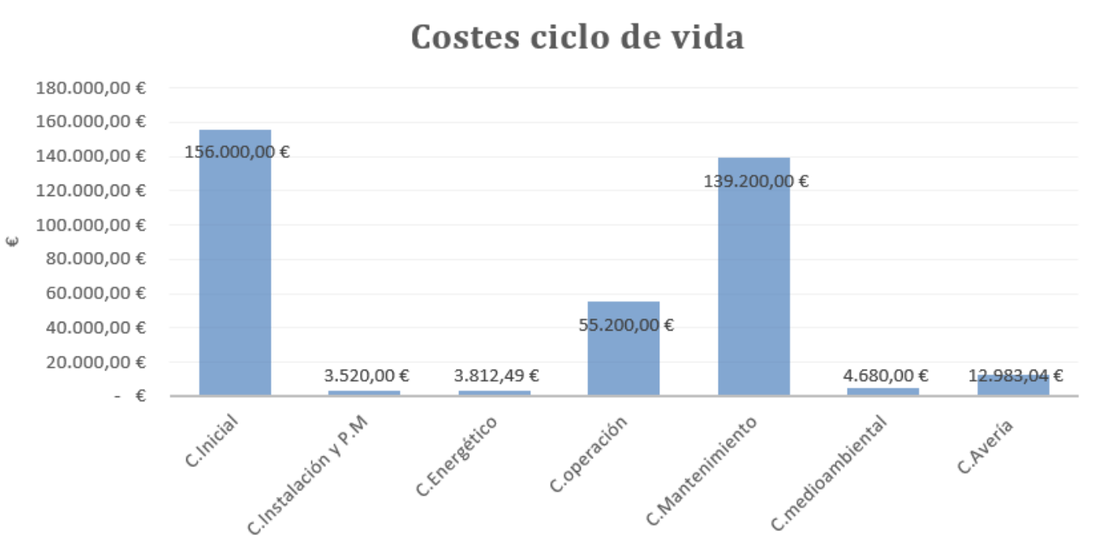


Ilustración 0.4 Coste de ciclo de vida de las bombas en 20 años, elaboración propia.

Tabla del precio al año del contrato de mantenimiento:

Tabla 0.9 Coste por año de mantenimiento, elaboración propia.

Años de contrato	Precio Contrato(€/mes)	Precio total año puntos 4 (€)	Precio total año 6 puntos (€)
1	240	11520	17280
2	230	11040	16560
3	220	10560	15840
4	210	10080	15120
5	200	9600	14400
6	190	9120	13680
7	180	8640	12960
8	170	8160	12240
9	160	7680	11520
10	150	7200	10800
11	140	6720	10080
12	130	6240	9360
13	120	5760	8640
14	110	5280	7920
15	100	4800	7200
16	90	4320	6480
17	80	3840	5760
18	70	3360	5040
19	60	2880	4320
20	50	2400	3600

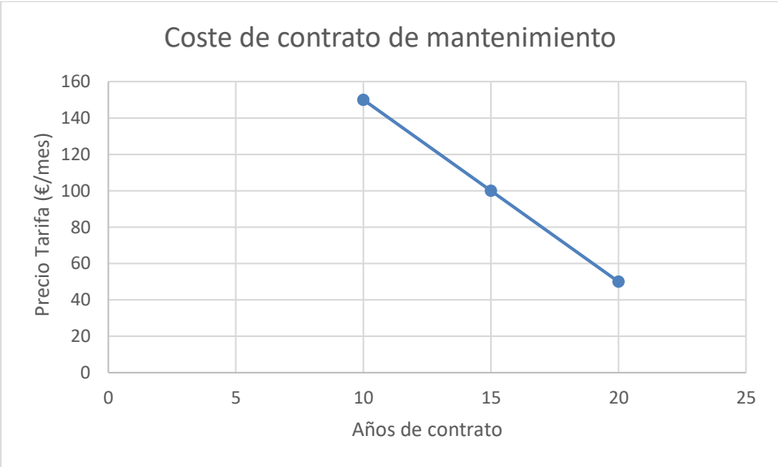


Ilustración 0.5 Tendencia de tarifa de contrato de mantenimiento, elaboración propia.

Costes tuberías y reductores.

Tuberías:

Tabla 0.10 Coste de tuberías de PVC, elaboración propia.

Material	Precio por metro (€/m)	Puntos de bombeo	Longitud de tuberias(m)	Precio
PVC	4,54	4	2740	12.439,6 €

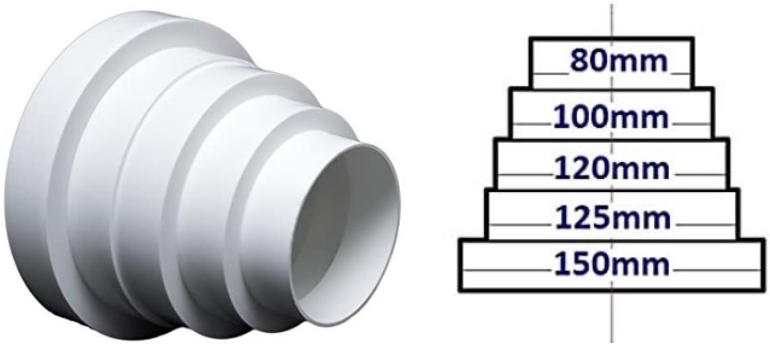
Ilustración 0.6 MTS TUBO PVC PRESIÓN 110 10 ATM

Peso teórico para DN 100: 11,86 m/l (Plasticbages.com tablas de PVC)

Reductores:

Tabla 0.11 Coste de reductores. Elaboración propia.

Material	Precio uniario (€)	Número de bombas	Número de reductores	Precio (€)
PVC alta calidad	7,9	8	8	63,2



- Reductor universal para sistemas de ventilación de diámetro 80, 100, 120, 125, 150 mm.
- Diseñado y pensado para su uso en sistemas de ventilación interior y exterior del edificio, fabricado con material de alta calidad resistente a factores externos (PVC de alta calidad).
- No se corroen y mantienen un aspecto estético durante toda la vida útil. Mantiene las propiedades técnicas e higiénicas en condiciones de funcionamiento cambiantes.
- Amplio rango de temperatura de uso (de -20 °C a +65 °C) que proporciona una ventilación silenciosa, cómoda y altamente eficiente durante todo el año.
- Seguro de usar. Instalación fácil, rápida y sencilla. Adecuado para todos los elementos del sistema de ventilación de diámetro 80, 100, 120, 125, 150 mm (tanto MM-T, como otros. Ventilación de locales residenciales y comerciales, pero también para la cocina, baño, aseos, garajes. Alta calidad al mejor precio.

Detalles técnicos

Fabricante	MM TECHNIK
Identificador de producto del fabricante	Coolguy-dd5
Dimensiones del paquete	15.9 x 15.7 x 15.3 cm; 110 gramos
Número de modelo del producto	Coolguy-dd5
Número de productos	1
Incluye baterías	No
Necesita baterías	No
Peso del producto	110 g

Ilustración 0.7 Representación y características técnicas del reductor elegido, Amazon.

Container.

Coste total de Container:

Precio Container: *1900€+IVA/Unidad = 2299€/ Unidad*

Tabla de coste total del container. (Opción 4 puntos de bombeo)

Tabla 0.12 Coste de containers, elaboración propia.

Precio (€/ Unidad)	nº containers	Precio total (€)
2299	4	9196

Tabla 0.13 Coste de tropicalización por conteiner

	nº Respiraderos	nº Deshumidificador	nº estractores	nº ventiladores	Coste/unidad respiradero	Coste/unidad Deshu.	Coste/unidad extrac	Coste/unidad Ventiladores	Precio final
Opción 1	10	2	-	2	5,995 €	89,95 €	248,9 €	32,94 €	305,73 €
Opción 2	-	-	1	2	5,995 €	89,95 €	248,9 €	32,94 €	314,78 €

Elementos elegidos para la tropicalización (opción 1):
Respiradero:

Ilustración 0.8 Respiraderos elegidos para tropicalización, Amazon.

Deshumidificador:

Ilustración 0.9 Deshumidificador para container, TROTEC

Ventilador:

EOLUS TURBO - Ventilador de suelo Industrial 18"

32,94 € AHORRA 26% Precio recomendado ~~44,94 €~~

Nuevo y **potente ventilador de suelo de estilo industrial EOLUS TURBO de IKOHS.** 110W de Potencia impulsados por un motor 100% cobre, los más e ... Ver más

En Stock, envío en 24h-48h

2

Total
65,88 €
IVA incluido

AÑADIR AL CARRITO

Características

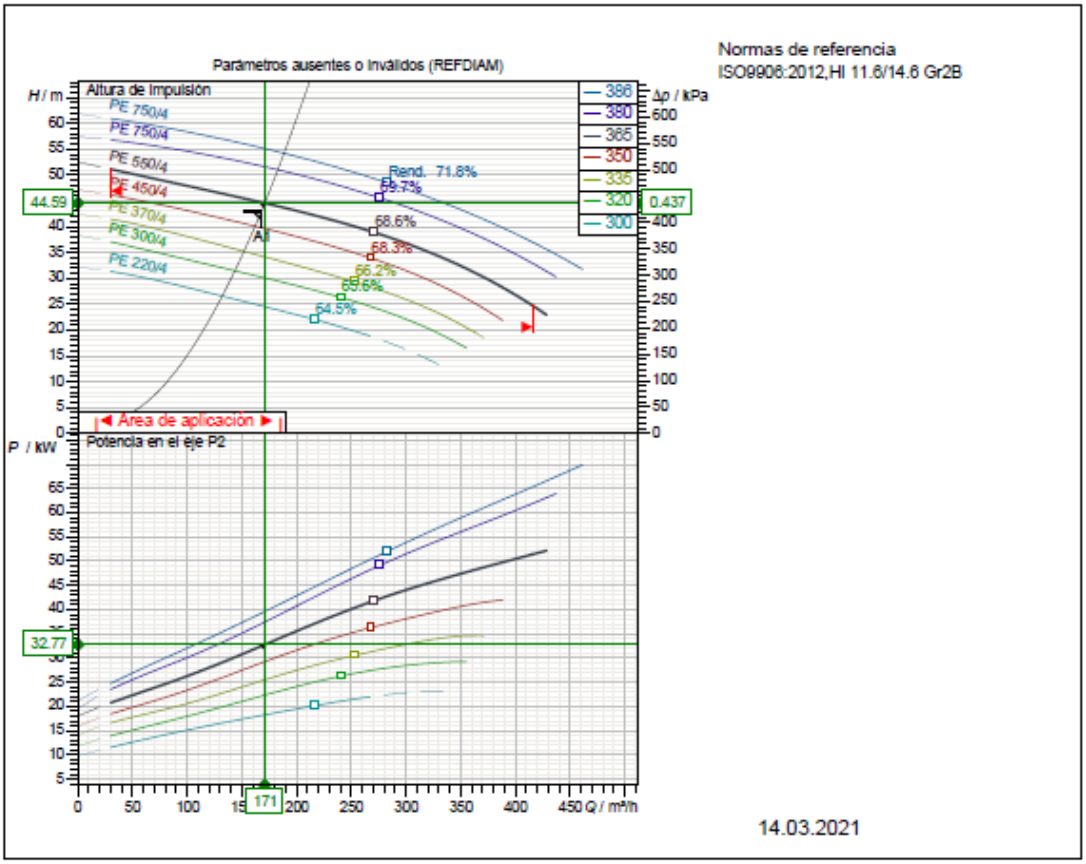
» Potencia	**110 W**
» Base Antideslizante	**Sí**
» Diámetro	**Ø50 cm**
» Dimensiones	**535x190x540 mm**
» Material	**Aluminio / Acero Inoxidable / ABS**
» Nivel Sonoro	**50 dB SUBnoise System**
» Peso	**5 Kg**
» Sistema de seguridad	**Sí**
» Velocidades	**3: High, Medium, Slow**
» Velocidad ventilador	**962/1233/1324 rpm**
» Tensión	**220-240V / 50Hz**
» Tipo de Motor	**100% Cobre**
» Certificados	**CE & RoHS**
» Garantía	**2 Años**

Ilustración 0.10 Caracteristicas de ventilador industrial para conteiner, Ikhos.

Ficha técnica de la bomba escogida.

SULZER

XFP 105J-CB2 50 HZ



Datos de diseño			
Caudal	171 m³/h	Potencia P1	34.8 kW
Rendimiento	63.3 %	Altura	44.6 m
NPSH	2.26 m	Pot. en el eje P2	32.8 kW
Temperatura	20 °C	Fluido	Agua
N° de bombas	1	Tipo de instalación	Bomba simple
Datos de la bomba			
Tipo	XFP 105J-CB2 50 HZ	Marca	SULZER
Serie	XFP PE4-PE7	Impulsor	Impulsor Contrablock Plus
N° de álabes	2	Diámetro impulsor	365 mm
Paso de sólidos	75 x 100 mm	Boca aspiración	DN150
Boca impulsión	DN100	Tipo de instalación	
Momento de inercia	0.516 kg m²		instalación vertical sumergida 2"
Datos del motor			
Tensión nominal	400 V	Frecuencia	50 Hz
Pot. abs. ejeP2	55 kW	Velocidad nominal	1480 1/min
Nº de polos	4	Rendimiento	94.6 %
Factor de potencia	0.891	Corriente nominal	94.1 A
Intensidad arranque	762 A	Par nominal	355 Nm
Par de arranque	887 Nm	Grado proteoción	IP 68
Clase de aislamiento	H(140)	N° arranques/hora	15

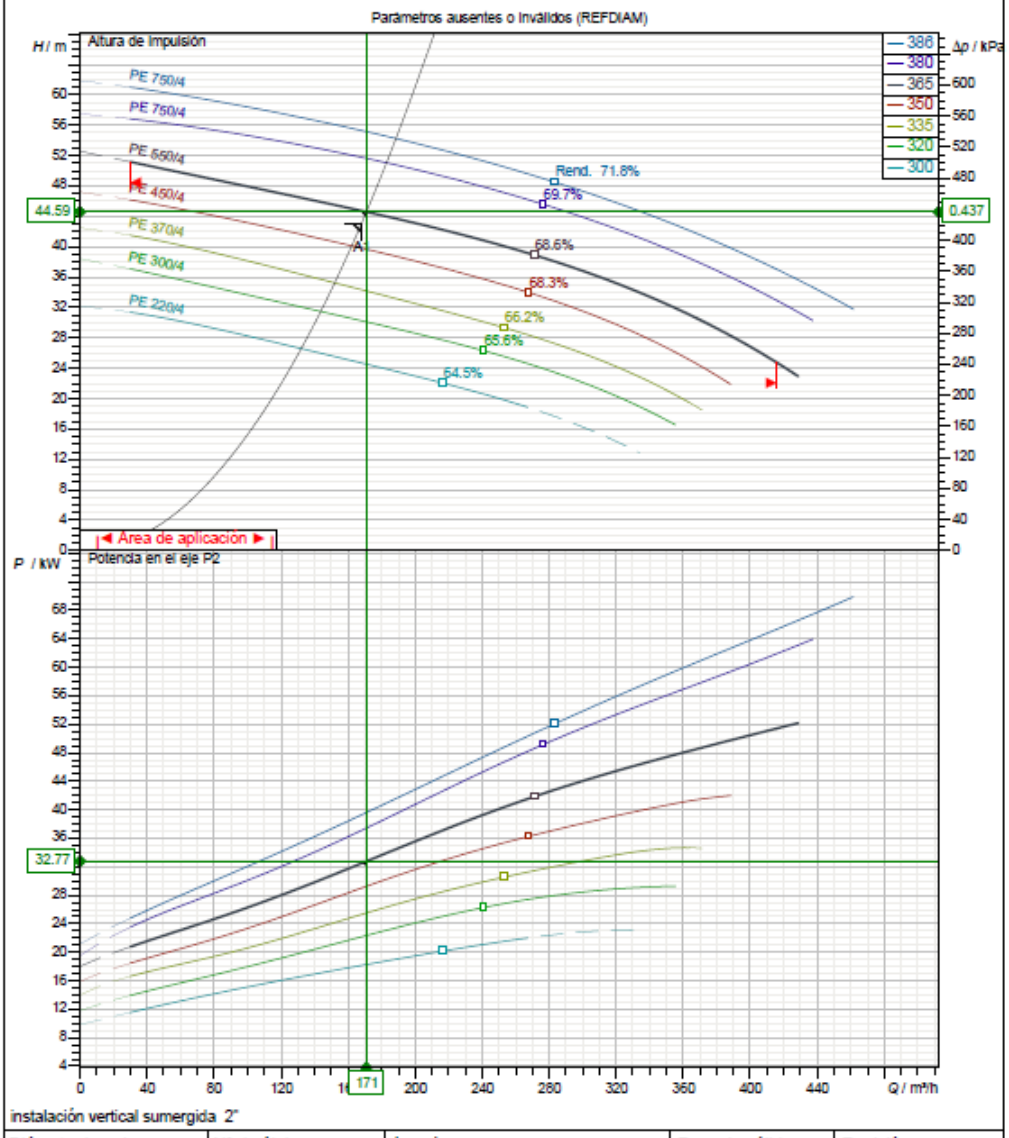
Sulzer se reserva el derecho de cambiar cualquier dato u dimensiones sin notificación previa y no será responsable para el uso de información contenido en este software.

Spalxi® 5-2021.1 - 2021/03/10 (Build 507), 64 bit
Versión de datos Feb 2021

Ilustración 0.11 Página 1 de la ficha técnica de la bomba seleccionada, SULZER.

N° curva	Curva característica de la bomba	SULZER
Curva de referencia XFP 105J-CB2 50 HZ	XFP 105J-CB2 50 HZ	

					Boca impulsión DN100	Frecuencia 50 Hz
Densidad 998.2 kg/m³	Viscosidad 1 mm²/s	Normas de referencia ISO9906:2012,HI 11.6/14.6 Gr2B			Velocidad nominal 1489 1/min	Fecha 14.03.2021
Caudal 171 m³/h	Altura 44.6 m	Pot. en el eje P2 32.8 kW	Potencia P1 34.8 kW	Pot. abs. ejeP2 55 kW	Rendimiento hidr. 63.3 %	NPSH 2.26 m



Diámetro impulsor	N° de álabes	Impulsor	Paso de sólidos	Revisión
365 mm	2	Impulsor Contrablock Plus	75 x 100 mm	

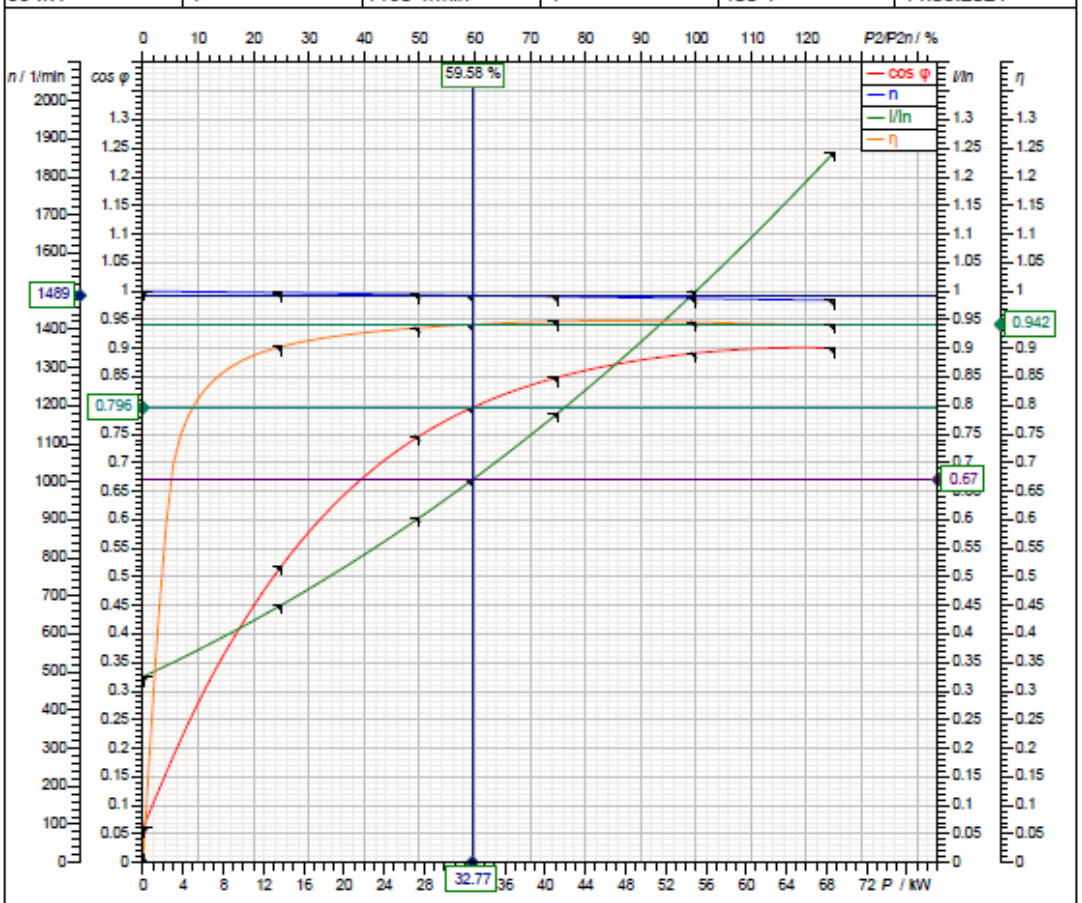
Sulzer se reserva el derecho de cambiar cualquier dato u dimensiones sin notificación previa y no será responsable para el uso de información contenido en este software.

Spaix® 5-2021.1 - 2021/03/10 (Build 507), 64 bit
Versión de datos Feb 2021

Ilustración 0.12 Página 2 de la ficha técnica de la bomba seleccionada, SULZER.

Frecuencia 50 Hz	PE5	Curvas motor PE 550/4	SULZER

Potencia nom.	Factor de servicio	Velocidad nominal	Nº de polos	Tensión nominal	Fecha
55 kW	1	1480 1/min	4	400 V	14.03.2021



Symbol	En vacío	25 %	50 %	75 %	100 %	125 %
P2/ kW	0	13.75	27.5	41.25	55	68.75
P1/ kW	1.275	15.22	29.38	43.55	58.14	72.98
I / A	30.6	42.4	56.8	74	94.1	117
cos φ	0.06016	0.5182	0.7466	0.8494	0.8918	0.9003
n / 1/min	1500	1496	1491	1486	1481	1476
s / %	0	0.268	0.5974	0.936	1.265	1.6
M / Nm	0	87.77	176.1	265.1	354.6	444.8
η / %	0	90.32	93.61	94.72	94.6	94.2

Tolerancia conforme a VDE 0530 T1 12.84 para potencia nominal

Intensidad arranque	Par de arranque	Momento de inercia	Nº arranques/hora
762 A	887 Nm	1.09 kg m²	15

Sulzer se reserva el derecho de cambiar cualquier dato u dimensiones sin notificación previa y no será responsable para el uso de información contenido en este software.

Spalx® 5-2021.1 - 2021/03/10 (Build 507), 64 bi
Versión de datos Feb 2021

Ilustración 0.13 Página 3 de la ficha técnica de la bomba seleccionada, SULZER.

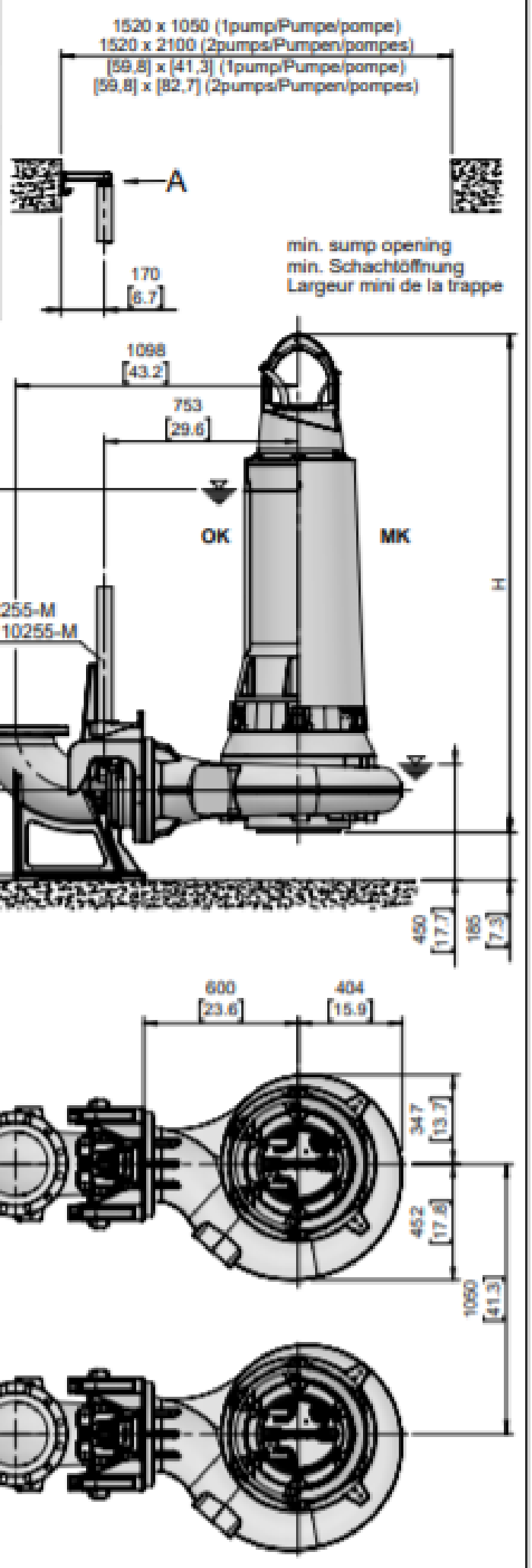
Dimensiones de la bomba elegida.

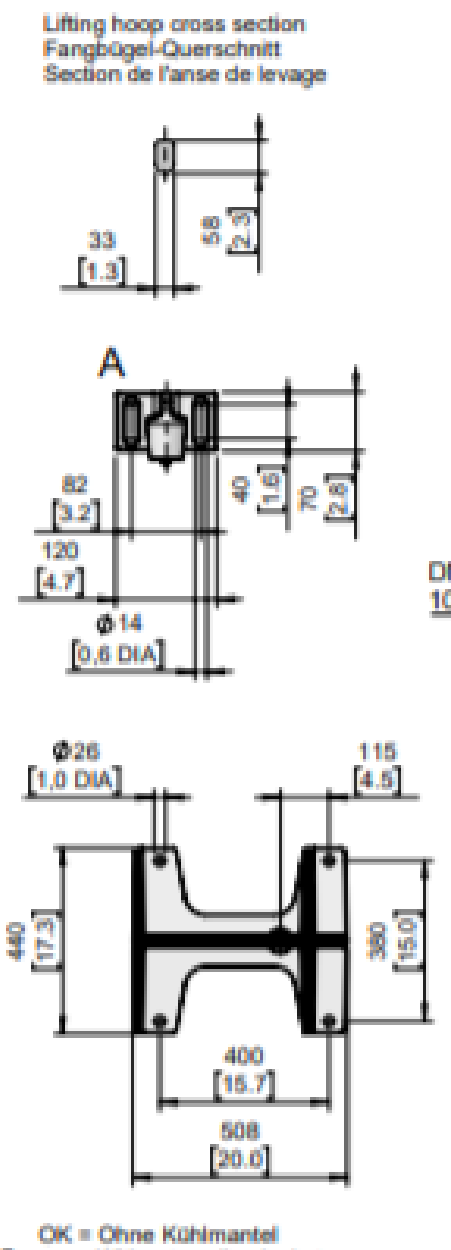
No: M-02.3064 - 04	2	XFP 250M-CH2
Dat/Nam.: 17.05.2016 / K. Srb		Dimension sheet PE5 WET WELL Installation
Cad Code: M_023064		Maßblatt PE5 Nassinstallation
Technical changes reserved Änderungen vorbehalten Sous réserve de modifications		Plan d'encombrement PE5 installation submersible

SULZER

Type Typ Type 50Hz	Type Typ Type 60Hz	Weight Gewicht Poids OK (~kg)	Weight Gewicht Poids OK (~lb)	Weight Gewicht Poids MK (~kg)	Weight Gewicht Poids MK (~lb)	H (mm)	H (inch)	Size
PE 550/4-M		1390	3065	1505	3319	1817	71.5	A
PE 750/4-M		1450	3197	1565	3451			
PE 900/4-M		1550	3418	1675	3693	1937	76.3	B
PE 1100/4-M	PE 1250/4-M-60	1635	3605	1765	3892			
PE 450/6-M	PE 520/6-M-60	1425	3142	1540	3396	1817	71.5	A
PE 550/6-M	PE 630/6-M-60	1515	3341	1645	3627	1937	76.3	B
PE 750/6-M	PE 860/6-M-60	1605	3539	1735	3826			
PE 900/6-M	PE 1040/6-M-60	1655	3649	1780	3925			

Weight: Includes pump, slider bracket and 10m cable
Gewicht: Beinhaltet Pumpe, Halterung und 10m Kabel
Poids: Pompe, coulisseau et 10m de câble
For different cable length see IOM, chapter 1.5
Für abweichende Kabellänge siehe EBA, Kapitel 1.5
Pour des longueurs supérieures, voir la section 1.5 du manuel
For hex.-woodscrew 0,4*2,8 plug 0,5 DIA
Für Skt.-Holzschr.10*70 Dübel Ø12mm
Pour vis à bois hexagonale 10*70 trou de 12mm
Installation instructions "pedestal" 1 597 2507
Installationsanweisung "Fußstück" 1 597 2507
Instruction d'installation du "pied d'assise" 1 597 2507





[mm / [inch]]

OK = Ohne Kühlmantel
Without cooling jacket
Sans enveloppe de refroidissement

MK = Mit Kühlmantel
With cooling jacket
Avec enveloppe de refroidissement

Ilustración 0.14 Plano de la bomba seleccionada, SULZER.

Ficha técnica del variador elegido:

CV30-PV

Variadores de frecuencia para bombeo solar de 0,4 kW a 75 kW

CV30-PV: Variadores de frecuencia para bombeo solar

El variador **CV30-PV** permite bombear agua utilizando como fuente de energía la radiación captada por paneles solares. La energía lumínica solar obtenida se transforma en corriente continua que alimenta al variador, y éste a su vez, alimenta una bomba sumergible en forma de corriente alterna, pudiendo así extraer el agua de la tierra. El agua extraída puede ser almacenada en un depósito o balsa para usarla posteriormente, o bien puede ser utilizada para riego directo, dependiendo de las necesidades de la explotación.

Este sistema es muy útil en todas aquellas instalaciones que necesiten un suministro hidráulico fiable, rentable, de larga vida útil y bajos costes de mantenimiento. Además, es respetuoso con el medio ambiente, ya que no produce contaminación ni ruido.

Aplicaciones:

La aplicación principal del variador **CV30-PV** es el riego agrícola, pudiendo ser por acumulación de agua en depósito para un uso posterior, o bien riego directo desde el pozo.

Otras aplicaciones son consumo doméstico en zonas aisladas, abastecimiento de agua para ganado, piscicultura, riego municipal y forestal, control de desiertos, etc.

salicru SMART SOLUTIONS

salicru

Ilustración 0.15 Página 1 de la ficha técnica del variador seleccionado, SALICRU.

Prestaciones

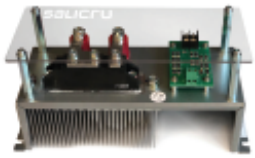
- Algoritmo avanzado MPPT integrado: Rastreo del punto de máxima potencia de los paneles solares, con doble control PID y eficiencia del 99%.
- Arranque y parada automática en función de la radiación solar.
- Fácil configuración: Sólo es necesario ajustar unos pocos parámetros.
- Funcionamiento óptimo en todo momento, adaptándose a las condiciones ambientales.
- Múltiples protecciones: Destacan la protección contra sobretensión y advertencia de polaridad inversa en la entrada fotovoltaica, y la desclasificación automática contra sobretemperatura.
- Detección de pozo seco y depósito lleno.
- Gran reducción de los paneles solares necesarios gracias al módulo de refuerzo opcional (hasta 2,2 kW).
- Permite la alimentación aislada y conmutada (red eléctrica o generador diesel) mediante la instalación de un módulo opcional.

Módulo de refuerzo (Booster)

El módulo BOOST MOD-320-PV permite reducir en gran medida el número de paneles solares necesarios para alimentar el sistema, consiguiendo un gran ahorro económico ysimplificando la instalación. Permite también la conmutación automática a red o a grupo electrógeno. Puede ser utilizado en modelos de variador de hasta 2,2 kW.

Módulo de conmutación automática

Los módulos ATS MOD-…-4PV permiten realizar una instalación conmutada automática. El variador pasa a alimentarse de la red o de un grupo electrógeno cuando la energía disponible en los paneles solares no es suficiente, y vuelve a alimentarse de éstos cuando sí lo es.



Soporte & servicios

- Servicio de asesoramiento preventa y postventa.
- Soporte técnico telefónico.

Garantía Salicru

- Registro on-line en www.salicru.com.
- 2 años de garantía.
- Cambio por sustitución para equipos hasta 30 kW.

Ilustración 0.16 Página 2 de la ficha técnica del variador seleccionado, SALICRU.

Gama

MODELO	CÓDIGO	POTENCIA (kW)	INTENSIDAD SALIDA (A)	DIMENSIONES (F × AN × AL mm)	PESO (Kg)	CONFIGURACIÓN DE PANELES SOLARES (MÓDULOS POR STRING * Nº DE STRINGS)			
						Potencia: 270 ± 5Wp Voc: 38,5 V		Potencia: 320 ± 5Wp Voc: 45,8 V	
						Sin BOOSTER	Con BOOSTER	Sin BOOSTER	Con BOOSTER
CV30-008-S2 PV	6B1DA000001	0,75	4,2	123 × 80 × 160	1,3	11*1	5*1	9*1	4*1
CV30-015-S2 PV	6B1DA000003	1,5	7,5	140 × 80 × 185	1,6	11*1	8*1	9*1	7*1
CV30-022-S2 PV	6B1DA000002	2,2	10	140 × 80 × 185	1,6	11*1	N/D	9*1	N/D

Tensión de alimentación DC: 200 ÷ 400 V / Tensión de alimentación de red: Monofásica 230 V

MODELO	CÓDIGO	POTENCIA (kW)	INTENSIDAD SALIDA (A)	DIMENSIONES (F × AN × AL mm)	PESO (Kg)	CONFIGURACIÓN DE PANELES SOLARES (MÓDULOS POR STRING * Nº DE STRINGS)			
						Potencia: 270 ± 5Wp Voc: 38,5 V		Potencia: 320 ± 5Wp Voc: 45,8 V	
						Sin BOOSTER	Con BOOSTER	Sin BOOSTER	Con BOOSTER
CV30-008-4 PV	6B1DC000011	0,75	2,5	140 × 80 × 185	1,4	18*1	5*1	15*1	4*1
CV30-015-4 PV	6B1DC000010	1,5	4,2	140 × 80 × 185	1,4	18*1	8*1	15*1	7*1
CV30-022-4 PV	6B1DC000001	2,2	5,5	140 × 80 × 185	1,4	18*1	12*1	15*1	10*1
CV30-040-4F PV	6B1DC000002	4	9,5	167 × 146 × 256	3,9	19*1	N/D	16*1	N/D
CV30-055-4F PV	6B1DC000003	5,5	14	167 × 146 × 256	3,9	18*2	N/D	15*2	N/D
CV30-075-4F PV	6B1DC000004	7,5	18,5	196 × 170 × 320	6,5	18*2	N/D	15*2	N/D
CV30-150-4F PV	6B1DC000005	15	32	196 × 170 × 320	6,5	18*4	N/D	15*4	N/D
CV30-220-4F PV	6B1DC000006	22	45	184 × 200 × 340	11	18*6	N/D	15*6	N/D
CV30-370-4F PV	6B1DC000007	37	75	202 × 250 × 400	17	18*9	N/D	15*9	N/D
CV30-550-4F PV	6B1DC000008	55	115	238 × 282 × 560	27	18*13	N/D	15*13	N/D
CV30-750-4F PV	6B1DC000009	75	150	238 × 282 × 560	27	18*18	N/D	15*18	N/D

Tensión de alimentación DC: 300 ÷ 750 V / Tensión de alimentación de red: Trifásica 400 V
N/D: No disponible

Dimensiones

CV30-015/022-S2 PV
CV30-008÷022-4 PV

CV30-220-4F PV

CV30-550/750-4F PV

salicru

Ilustración 0.17 Página 3 de la ficha técnica del variador seleccionado, SALICRU.

Características técnicas

MODELO		Modelos -S2	Modelos -4 / -4F
ENTRADA FOTOVOLTAICA	Entrada DC recomendada	200 ÷ 400 V	300 ÷ 750 V
	Tensión MPPT recomendada	330 V	550 V
	Máxima tensión DC	440 V	800 V
	Tensión de arranque	200 V (80 V con booster)	300 V (80 V con booster)
	Mínima tensión DC	150 V (70 V con booster)	250 V (70 V con booster)
ENTRADA DE RED	Tensión	Monofásica 220 V (-15%) ÷ 240 V(+10%)	Trifásica 380 V (-15%) ÷ 440 V (+10%)
	Frecuencia	50/60 Hz Rango permitido: 47 ÷ 63 Hz	
SALIDA	Tensión nominal	Trifásica, 0 ÷ 100% de la tensión de entrada	
	Sobrecarga admisible	150% durante 1 min; 180% durante 10 s; 200% durante 1s	
	Distancia máxima	<50 m sin filtro / entre 50 y 100 m instalar ferritas / >100 m filtro LC	
SEÑALES DE ENTRADA	Digitales	5 entradas programables, lógica PNP o NPN. Polaridad seleccionable, tiempos de retardo on/off	
	Analógicas	Variadores ≤ 2,2 kW: No disponible / Variadores ≥ 4 kW: 2 entradas, AI2: 0 ÷ 10V / 0 ÷ 20 mA y AI3: -10 ÷ 10 V	
SEÑALES DE SALIDA	Relé	Variadores ≤ 2,2 kW: 1 salida multifunción conmutada NO/NC / Variadores ≥ 4 kW: 2 salidas multifunción conmutadas NO/NC Máximo 3 A / 250 Vac, 1 A / 30 Vdc	
	Analógicas	Variadores ≤ 2,2 kW: No disponible / Variadores ≥ 4 kW: 2 salidas seleccionables 0 ÷ 10V / 0 ÷ 20 mA	
	Digitales	Variadores ≤ 2,2 kW: No disponible / Variadores ≥ 4 kW: 1 salida multifunción de colector abierto (50 mA / 30V)	
	Puerto de comunicación	Variadores ≤ 2,2 kW: 1 puerto RS-485 Modbus-RTU + 1 puerto RS-422 / Variadores ≥ 4 kW: 1 puerto RS-485 Modbus-RTU	
PROTECCIONES ESPECÍFICAS BOMBEO SOLAR	Fallos	Sobretensión, subtensión, sobrecorriente, conexión de polaridad inversa, fallo de comunicación con el módulo de refuerzo, sonda hidráulica rota.	
	Alarmas	Luz débil, subcarga, depósito lleno.	
FILTRADO	Filtro EMC	Variadores ≤ 2,2 kW: Categoría C3 de fácil conexión como opción / Variadores ≥ 4 kW: Categoría C3 integrado	
GENERALES	Temperatura ambiente	-10 – 50° C (desclasificación de un 1% por grado que supere los 40° C).	
	Grado de protección	IP20	
NORMATIVA	Seguridad	EN 61800-5-1	
	Compatibilidad electromagnética (CEM)	EN 61800-3 C3	
	Gestión de Calidad y Ambiental	ISO 9001 & ISO 14001	

Datos sujetos a variación sin previo aviso

@salicru_SA www.linkedin.com/company/salicru

(*) Solo para España (**) Resto del mundo
902 482 400* +34 938 482 400** WWW.SALICRU.COM
AVDA. DE LA SERRA 100 - 08460 PALAUTORDERA - FAX +34 93 848 11 51 - salicru@salicru.com

salicru

Ilustración 0.18 Página 4 de la ficha técnica del variador seleccionado, SALICRU.

ANEXO II

NOTA: ESTOS PRECIOS ESTÁN BAJANDO CONTINUAMENTE

Comparativa de los diferentes tipos de paneles.

Tabla de coste de paneles convencionales:

Tabla 0.1 coste de paneles convencionales, elaboración propia.

Modelo	Wp	nº paneles	nº Pan.totales	Precio unitario(€)	Coste paneles
JA Solar JAM72S10-405/MR 405Wp	405	775,31	776	185	143.560 €
AXIPREMIUM XL HC AC-450MH/144V 450Wp	450	697,78	698	219	152.862 €
Ja Solar 450W 24V Monocristalino Perc	450	697,78	698	189,16	132.033,7 €
JA Solar JAM66S30 490Wp	490	640,82	641	215	137.815 €

Tabla de coste de paneles bifaciales:

Tabla 0.2 coste de paneles bifaciales, elaboración propia.

Modelo	Wp	nº paneles	nº Pan.totales	Precio unitario(€)	Coste paneles
LG NeON 2 BiFacial	514	610,89	611	350	213.850 €
LG300N1T-G4	300	1046,67	1047	260	272.220 €
LG Neon 2 BIFACIAL LG405N2T-J5 405Wp	405	775,31	776	325	252.200 €

Ficha técnica de los paneles seleccionados.

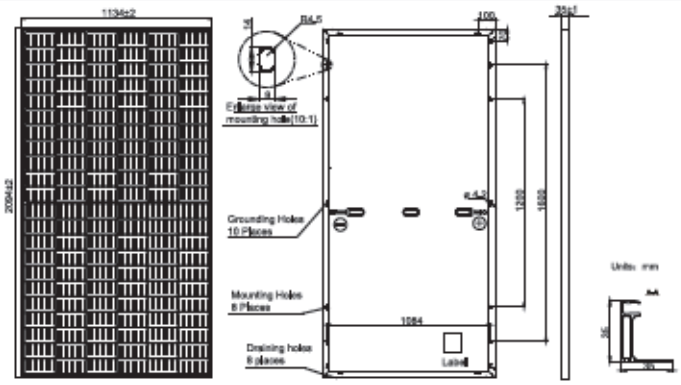
Panel convencional.

Ilustración 0.1 Página 1 de la ficha técnica del panel solar convencional seleccionado, JAsolar.

JA SOLAR

JAM66S30 480-505/MR Series

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	26.3kg±3%
Dimensions	2094±2mm×1134±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm² (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	132(6×22)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/Pallet, 682pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM66S30 -480/MR	JAM66S30 -485/MR	JAM66S30 -490/MR	JAM66S30 -495/MR	JAM66S30 -500/MR	JAM66S30 -505/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	480	485	490	495	500	505
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	45.07	45.20	45.33	45.46	45.59	45.72
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	37.62	37.81	37.99	38.17	38.35	38.53
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.65	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00
Maximum Power Current(Imp) [A]	12.76	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11
Module Efficiency [%]	20.2	20.4	20.6	20.8	21.1	21.3
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α_Isc)	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β_Voc)	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ_Pmp)	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m², cell temperature 25°C, AM1.5G					

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

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

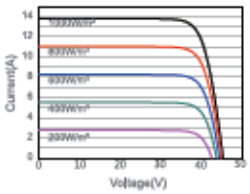
TYPE	JAM66S30 -480/MR	JAM66S30 -485/MR	JAM66S30 -490/MR	JAM66S30 -495/MR	JAM66S30 -500/MR	JAM66S30 -505/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	363	367	370	374	378	382
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	42.15	42.30	42.43	42.58	42.72	42.86
Max Power Voltage(Vmp) [V]	35.54	35.67	35.76	35.84	35.93	36.02
Short Circuit Current(Isc) [A]	10.99	11.06	11.13	11.20	11.27	11.34
Max Power Current(Imp) [A]	10.21	10.28	10.36	10.44	10.52	10.60
NOCT	Irradiance 800W/m², ambient temperature 20°C,wind speed 1m/s, AM1.5G					

OPERATING CONDITIONS

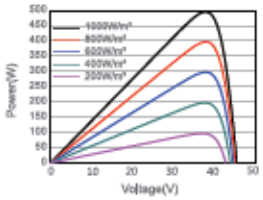
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40℃~+85℃
Maximum Series Fuse Rating	25A
Maximum Static Load,Front* Maximum Static Load,Back*	5400Pa(112lb/ft²) 2400Pa(50lb/ft²)
NOCT	45±2℃
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

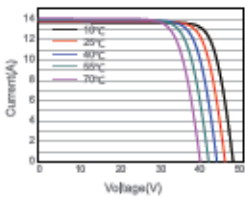
Current-Voltage Curve JAM66S30-495/MR



Power-Voltage Curve JAM66S30-495/MR



Current-Voltage Curve JAM66S30-495/MR



Premium Cells, Premium Modules Version No. : Global_EN_20200903A

Ilustración 0.2 Página 2 de la ficha técnica del panel solar convencional seleccionado, JAsolar.

Panel bifacial.

LG NeON® 2 BiFacial

LG NeON® 2 BiFacial: ¡DESENCADENA LA FUERZA!

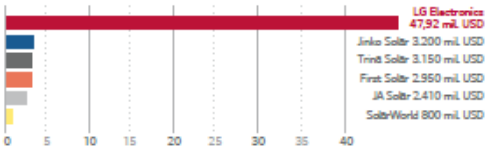
El módulo LG NeON® 2 BiFacial se basa en el conocido módulo de alto rendimiento LG NeON® 2. Gracias a sus 72 células monocristalinas de alta eficiencia, los módulos LG395N2T-A5 alcanzan ya en el frontal una potencia base de 395 vatios pico (Wp). Mediante la implantación de células bifaciales y de una lámina trasera transparente, ahora la potencia del módulo solar LG NeON® 2 con tecnología CELLO puede aprovecharse por completo. Y gracias al beneficio adicional del módulo trasero («bonus bifacial»), el rendimiento total del LG NeON® 2 BiFacial alcanza hasta 514 W en condiciones óptimas.

GARANTE LOCAL CON COBERTURA GLOBAL

LG Solar pertenece a LG Electronics, por lo que forma parte de una empresa de gran capacidad financiera a escala global con más de 50 años de tradición y experiencia.

Recuerde: LG Electronics es el garante de sus módulos solares. Además, LG Electronics lleva décadas presente en Europa con sucursales locales.

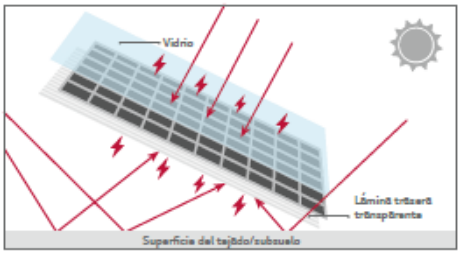
Nuestra facturación en 2016 en millones de USD



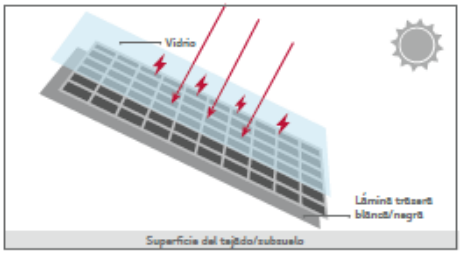
LG NeON® 2 BiFacial: ¡BONIFICACIÓN!

Las células y módulos tradicionales de una sola cara solo pueden absorber luz y transformarla en corriente a través de su frontal. El LG NeON® 2 BiFacial, en cambio, cuenta con células activas por ambos lados y una lámina trasera que deja pasar la luz. Gracias a ello es posible utilizar la luz incidente tanto en la parte frontal como en la trasera, y por consiguiente aumentar la ganancia de energía en hasta un 30 % frente a los módulos tradicionales monofaciales con el mismo rendimiento nominal.

Módulo bifacial



Módulo monofacial



RENDIMIENTO SUPERIOR CON 25 AÑOS DE GARANTIA LG DE PRODUCTO Y PRODUCCIÓN

Garantía de producto ampliada

25 años

Garantía de rendimiento lineal: 25 años*

* 1) El primer año: 98 % del rendimiento nominal.
2) A partir del primer año: 0,5 % de degradación anual.
3) 86 % tras 25 años.

EUPD RESEARCH TOP BRAND PV MODULES EUROPE 2018

inter solar award 2016 WINNER

Ilustración 0.3 Página 1 de la ficha técnica del panel solar bifacial seleccionado, LG.

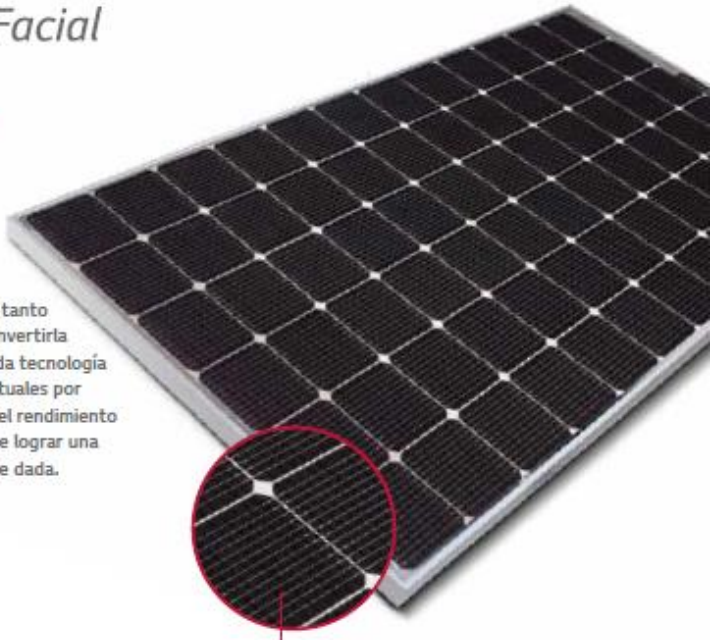
LG NeON® 2 BiFacial

LG NeON® 2 BiFacial

LG395N2T-A5 | LG390N2T-A5

72 células

El módulo LG NeON® 2 BiFacial puede absorber luz tanto por el módulo frontal como por el trasero para convertirla en corriente. Estos módulos incorporan la premiada tecnología CELLO, que sustituye las 4 barras colectoras habituales por 12 alambres finos e incrementa aún más con ello el rendimiento y la fiabilidad. Con el LG NeON® 2 BiFacial es posible lograr una ganancia muy superior a la media en una superficie dada.



: Tecnología CELLO
: Lámina trasera transparente

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Garantía de rendimiento ampliada de 25 años

Los módulos LG NeON® 2 BiFacial tienen una garantía de rendimiento lineal ampliada con una degradación anual máxima de -0,5%.
LG garantiza con ella, como mínimo, el 86% del rendimiento nominal incluso tras 25 años.

Ganancia de energía por ambos lados

En condiciones óptimas, es posible incrementar la ganancia de energía de los módulos bifaciales en hasta un 30% con respecto a los módulos tradicionales.

Mejor rendimiento en días soleados

Gracias a los coeficientes de temperatura mejorados, el rendimiento de los módulos NeON® 2 BiFacial en días soleados es más alto que el de los módulos tradicionales.

Mayor rendimiento también en nublado

Los módulos LG NeON® 2 BiFacial también generan más energía en días nublados gracias a su excelente funcionamiento en condiciones de poca luz.

Potencia suministrada elevada

Los módulos LG NeON® 2 BiFacial están equipados con la nueva tecnología CELLO de LG. La eficiencia de las células traseras es inferior a las delanteras en cifras prácticamente insignificantes.

Casi sin LID (degradación inducida por luz)

Las células tipo n utilizadas por LG apenas contienen boro y evitan gracias a ello la habitual pérdida de potencia inicial de los módulos tradicionales.

Acerca de LG Electronics

LG es una empresa con presencia internacional que explotó sus actividades en el mercado de la energía solar. La compañía elaboró por primera vez en 1985 un programa de investigación de energía solar en el que su amplia experiencia en los campos de los semiconductores, la tecnología LCD, la química y la fabricación de materiales resultó de gran ayuda. En 2010, LG Solar lanzó con éxito al mercado su primera serie MonoX®, que actualmente se comercializa en 32 países. En 2013, 2015 y 2016, los módulos LG NeON® (anteriormente MonoX® NeON), NeON®2 y NeON®2 BiFacial fueron galardonados con el premio «Intersolar AWARD», lo cual demuestra el liderazgo de LG en el sector, su capacidad de innovación y su compromiso.

Ilustración 0.4 Página 2 de la ficha técnica del panel solar bifacial seleccionado, LG.

LG395N2T-A5 I LG390N2T-A5

LG NeON 2 BiFacial

Propiedades eléctricas (STC[1])

Módulo		LG395N2T-A5	Rendimiento adicional bifacial[2]				LG390N2T-A5	Rendimiento adicional bifacial[2]			
			5%	10%	20%	30%		5%	10%	20%	30%
Potencia máxima (Pmáx)	[W]	395	415	435	474	514	390	410	429	468	507
Voltaje MPP (Vmpp)	[V]	41,8	41,8	41,8	41,9	41,9	41,4	41,4	41,4	41,5	41,5
Corriente MPP (Impp)	[A]	9,46	9,92	10,39	11,31	12,26	9,43	9,90	10,36	11,28	12,22
Tensión en circuito abierto (Voc)	[V]	49,3	49,3	49,3	49,4	49,4	49,2	49,2	49,2	49,3	49,3
Corriente de cortocircuito (Isc)	[A]	10,19	10,70	11,21	12,23	13,25	10,15	10,15	11,17	12,18	13,20
Factor de eficiencia del módulo	[%]	18,7	19,6	20,6	22,4	24,3	18,5	19,4	20,3	22,1	24,0
Temperatura de funcionamiento	[°C]	-40 ~ +90									
Tensión máxima del sistema	[V]	1000									
Corriente nominal del fusible en serie	[A]	20									
Coeficiente bifacial Pmáx[4]	[%]	76									
Tolerancia de potencia (%)	[%]	0 ~ +3									

[1] STC (Standard Test Condition/Condiciones estándar de prueba): irradiación 1.000 W/m², temperatura del módulo 25 °C, AM 1,5. LG Electronics no garantiza la exactitud de los datos eléctricos.
[2] Según la altura de montaje y el albedo del subsuelo.
[4] LG garantiza un coeficiente bifacial Pmáx. de 76 % durante 25 años basado en la garantía de potencia de célula frontal, con una tolerancia de ±7 %

Propiedades mecánicas

Célula	6 x 12
Fabricante	LG
Tipo de célula	Monocristalino/tipo N
Dimensiones de la célula	161,7 x 161,7 mm
Barras colectoras	12
Medidas (largo x ancho x alto)	2.064 x 1.024 x 40 mm
Máxima capacidad de carga	5.400Pa
	4.300Pa
Peso	22,0 kg
Conector, tipo	MC4
Toma de conexión	IP68 con 3 diodos de paso
Cable de conexión, longitud	2 x 1.200 mm
Cubierta frontal	Vidrio templado de alta transparencia
Marco	Aluminio anodizado

Certificados y garantías

Certificados	IEC 61215, IEC 61730-1/-2
	IEC 62716 (Ensayo de resistencia a la corrosión por amoníaco)
	IEC 61701 (Ensayo de resistencia a la corrosión por niebla salina)
	ISO 9001
Resistencia al fuego de los módulos	Clase C
Garantía del producto	25 años
Garantía de potencia para Pmáx (Tolerancia de medición ±2 %)	25 años de garantía lineal[1]

[1] 1) El primer año: 98 %. 2) A partir del primer año: 0,5 % de degradación anual.
3) 86 % tras 25 años.

Coeficiente de temperatura

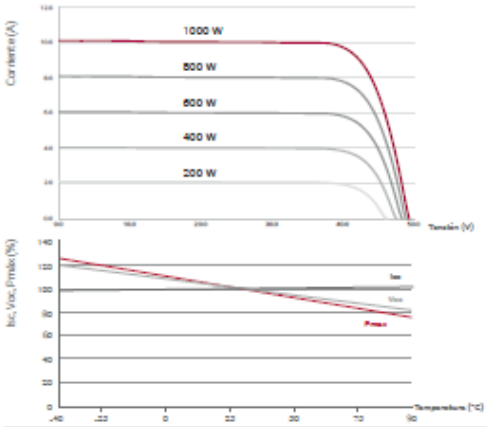
NOCT	[°C]	45 ± 3
Pmpp	[%/°C]	-0,36
Voc	[%/°C]	-0,27
Isc	[%/°C]	0,03

Propiedades eléctricas (NOCT[3])

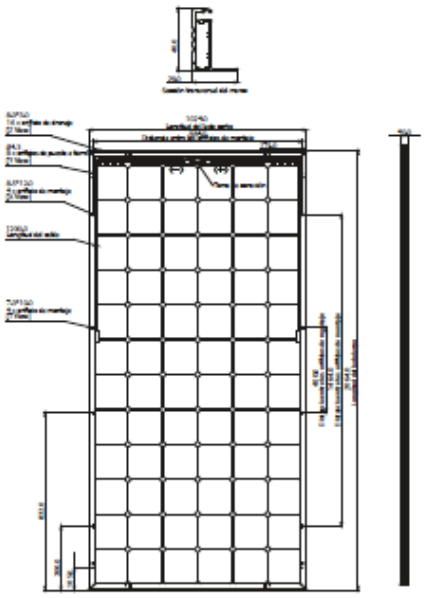
Módulo		LG395N2T-A5	LG390N2T-A5
Potencia máxima (Pmáx)	[W]	292	289
Tensión MPP (Vmpp)	[V]	38,7	38,3
Corriente MPP (Impp)	[A]	7,55	7,54
Tensión de circuito abierto (Voc)	[V]	46,0	45,9
Corriente de cortocircuito (Isc)	[A]	8,2	8,17

[3] NOCT (Temperatura nominal de funcionamiento de la célula solar): irradiación 800 W/m², temperatura ambiental 20 °C, velocidad del viento 1 m/s.

Curvas características



Medidas (mm)



La distancia medida entre los puntos centrales de los orificios de montaje y puesta a tierra.

LG Life's Good

LG Electronics Deutschland GmbH
EU Solar Business Group
Alfred-Herrhausen-Allee 3–5
65760 Eschborn, Alemania
E-Mail: solar@lge.de
www.lg-solar.com/es

Todos los datos de esta hoja de datos cumplen la norma DIN EN 50380.
Sujeto a modificaciones y errores.
Actualización: 05/2018
Documento: DS-N2T-A5-ES-201805

Copyright © 2018 LG Electronics. Todos los derechos reservados.

Ilustración 0.5 Página 3 de la ficha técnica del panel solar bifacial seleccionado, LG

Estructuras de paneles solares.

Dimensiones de las placas elegidas:

Tabla 0.3 Dimensiones de paneles solares seleccionados, elaboración propia.

Modelo	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
Ja Solar 450W 24V Monocristalino Perc	2120	1052	40
JA Solar JAM66S30 490Wp	2094	1134	35
LG NeON 2 BiFacial	2024	1024	40

Tabla 0.4 Dimensiones de estructuras solares seleccionadas, elaboración propia.

Modelo	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Grado Inclinación.Max
Estructura 14.1 V	2200	1150	30-45	50
Estructura 31 V	2200	1150	30-46	30
Estructura 35 V	2200	1150	30-47	30

Tabla 0.5 Coste de anclajes y mano de obra según tipo de instalación, elaboración propia

Instalación de abastecimiento

Modelo Anclaje	ModeloEstrctura	Superficie	Precio unitario(€)	nº estructuras	nº de patas	Anclaje por pata	Precio anclajes(€)	Mano de obra (€)
HIT-HY 10	Estructura 14.1 V	Hormigon-Mampostería	19,3479	18	4	4	5572,1952	1800
	Estructura 31 V	Hormigon-Mampostería	19,3479	6	8	4	3714,7968	600
Instalación de apoyo								
Modelo Anclaje	ModeloEstrctura	Superficie	Precio unitario(€)	nº estructuras	nº de patas	Anclaje por pata	Precio anclajes(€)	mano de obra
HIT-HY 10	Estructura 14.1 V	Hormigon-Mampostería	19,3479	10	4	4	3095,664	1000
	Estructura 31 V	Hormigon-Mampostería	19,3479	4	8	4	2476,5312	400

Coste total de las estructuras:

Instalción de abastecimiento (aprovechando la superficie de los techos de los conteiner).

Tabla 0.6 Coste de instalación de la instalación de abastecimiento, elaboración propia.

Modelo	Precio unitario(€)	Módulos admisibles	nº paneles	nº instalaciones	nº estrcuturas	Precio anclajes por instalación(€)	Mano de obra por instalación(€)	Precio total(€)
Estructura 14.1 V	150	4	70	4	16	4.953,06 €	1.600 €	35812,2496
Estructura 31 V	360	12	70	4	5	3.095,66 €	500 €	21582,656
Estructura 35 V	520	12	70	4	5	0	500 €	12400

Instalación de apoyo.

Tabla 0.7 Coste de instalación de la instalación de apoyo, elaboración propia.

Modelo	Precio unitario(€)	Módulos admisibles	nº paneles	nº instalaciones	nº estrcuturas	Precio anclajes(€)	Mano de obra por instalación(€)	Precio total(€)
Estructura 14.1 V	150	4	40	1	10	3095,664	1000	5595,664
Estructura 31 V	360	12	40	1	4	2476,5312	400	4316,5312
Estructura 35 V	520	12	40	1	4	0	270	2350

Tabla 0.8 Superficie ocupada de una estructura, elaboración propia.

Superficie de estructura 35 V (m^2)	33,3437

Coste de inversores.

Tabla 0.9 Coste de inversores según modelo, elaboración propia.

Elección de inversor.	Modelo	P.Nominal (kW)	Tensión entrada (V)	Tensión nominal (V)	Imax entrada por MPPT(A)	nº inversores	Coste unitario	Precio total
Instalación de abastecimiento	Huawei	3	140-980	600	15	4	1.301,11 €	5.204,44 €
	Fronius PRIMO	3,6	80-1000	710	12	4	1.286,61 €	5.146,44 €
	SUNNY TRIPOWER	3	175-800	580	12	4	1.340,37 €	5.361,48 €
Instalación de apoyo								
	Huawei	20	160-950	600	22	1	2.720,08 €	2.720,08 €
	Solis-40k-5G	40	200-1000	600	26	1	2.680,95 €	2.680,95 €
	EVERSOL TLC	20	270-950	640	22	1	2.628,45 €	2.628,45 €

Ficha técnica de la estructura elegida.

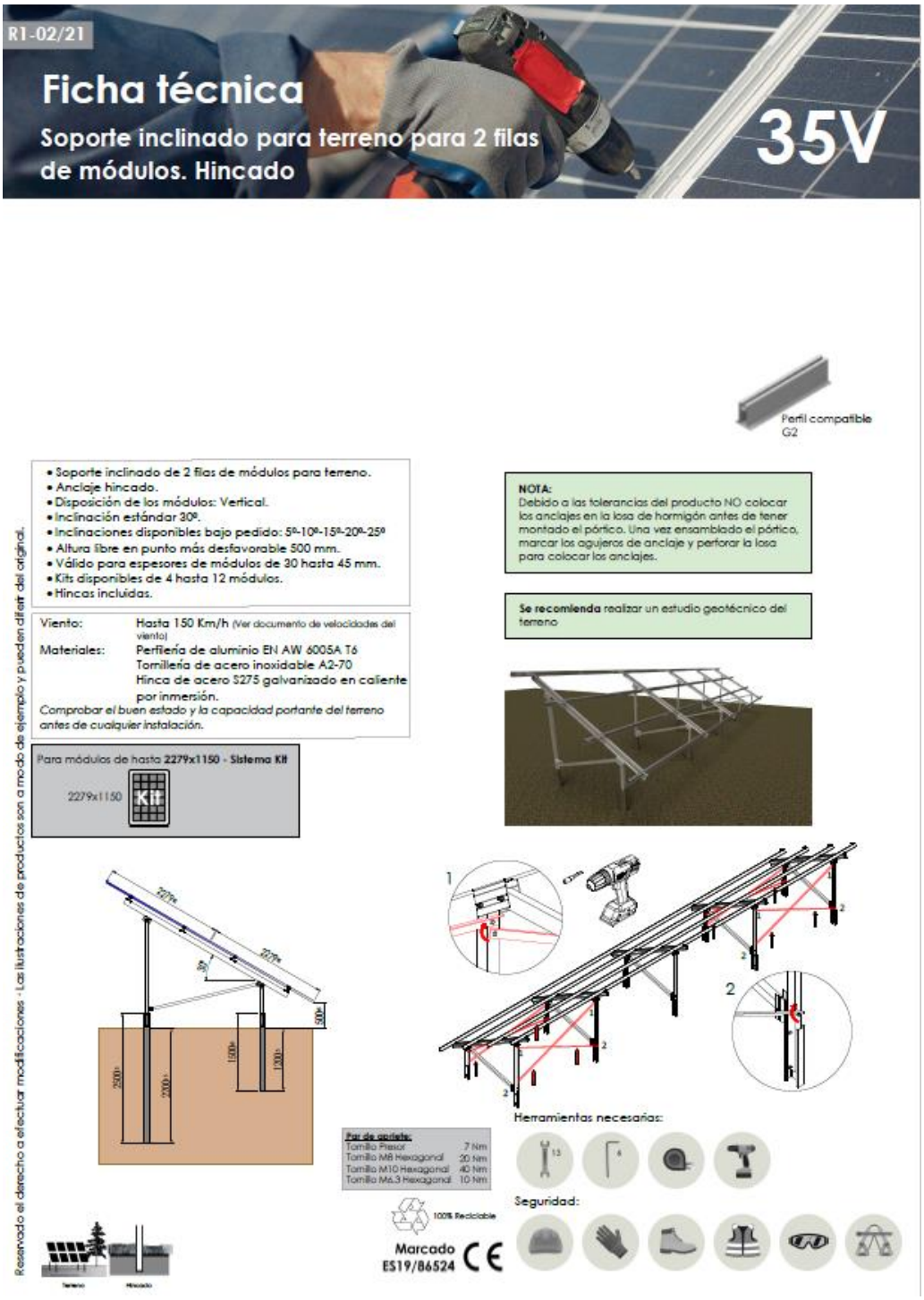


Ilustración 0.6 Página 1 de la ficha técnica de la estructura seleccionada, proporcionado por Teknosolar.

Ficha técnica del inversor.

Inversor para instalación de abastecimiento:

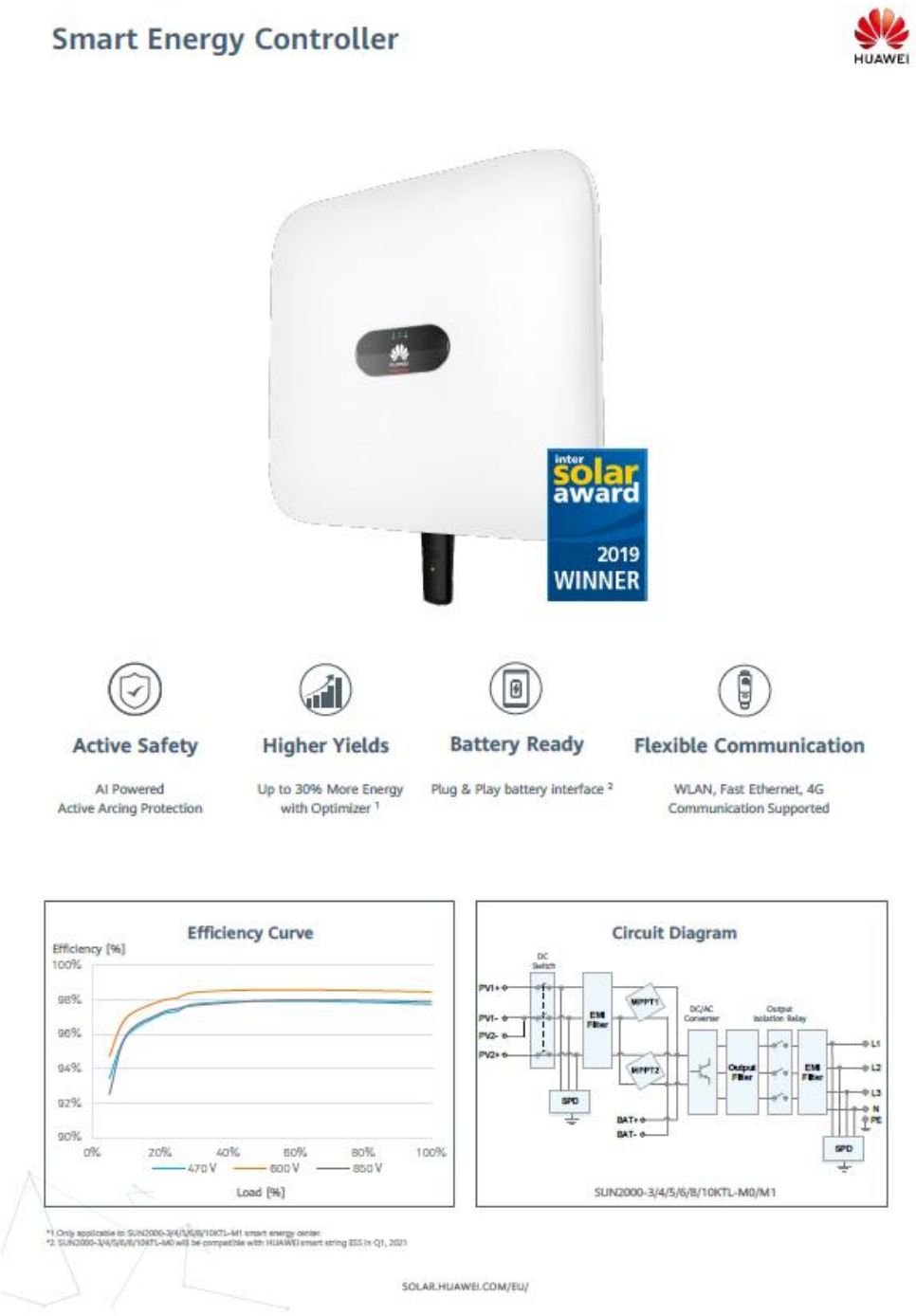


Ilustración 0.7 Página 1 de la ficha técnica del inversor seleccionado para Inst:Abastecimiento, HUAWEI.

SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1

Technical Specification

Technical Specification	SUN2000 -3KTL-M1	SUN2000 -4KTL-M1	SUN2000 -5KTL-M1	SUN2000 -6KTL-M1	SUN2000 -8KTL-M1	SUN2000 -10KTL-M1
Efficiency						
Max. efficiency	98.2%	98.3%	98.4%	98.6%	98.6%	98.6%
European weighted efficiency	96.7%	97.1%	97.5%	97.7%	98.0%	98.1%
Input (PV)						
Recommended max. PV power [1]	4,500 Wp	6,000 Wp	7,500 Wp	9,000 Wp	12,000 Wp	15,000 Wp
Max. input voltage [2]	1,100 V					
Operating voltage range [3]	140 V – 980 V					
Start-up voltage	200 V					
Rated input voltage	600 V					
Max. input current per MPPT	11 A					
Max. short-circuit current	15 A					
Number of MPP trackers	2					
Max. input number per MPP tracker	1					
Input (DC Battery)						
Compatible Battery	HUAWEI Smart String ESS 5kWh – 30kWh					
Operating voltage range	600 V – 980 V					
Max operating current	16 A					
Max charge Power	10,000 W					
Max discharge Power	3,300 W	4,400 W	5,500 W	6,600 W	8,800 W	10,000 W
Output (On Grid)						
Grid connection	Three-phase					
Rated output power	3,000 W	4,000 W	5,000 W	6,000 W	8,000 W	10,000 W
Max. apparent power	3,300 VA	4,400 VA	5,500 VA	6,600 VA	8,800 VA	11,000 VA [4]
Rated output voltage	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W / N+PE					
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz					
Max. output current	5.1 A	6.8 A	8.5 A	10.1 A	13.5 A	16.9 A
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %					
Output (Backup Power via Backup Box-B1)						
Maximum apparent power	3,300 VA					
Rated output voltage	220 V / 230 V					
Maximum output current	15 A					
Power factor range	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Features & Protections						
Input-side disconnection device	Yes					
Anti-islanding protection	Yes					
DC reverse polarity protection	Yes					
Insulation monitoring	Yes					
DC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11					
AC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11					
Residual current monitoring	Yes					
AC overcurrent protection	Yes					
AC short-circuit protection	Yes					
AC overvoltage protection	Yes					
Arc fault protection	Yes					
Ripple receiver control	Yes					
Integrated PID recovery [5]	Yes					
Battery reverse charging from grid	Yes					
General Data						
Operating temperature range	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)					
Relative operating humidity	0 %RH – 100 %RH					
Operating altitude	0 ~ 4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)					
Cooling	Natural convection					
Display	LED indicators; Integrated WLAN + FusionSolar App					
Communication	RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE; 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)					
Weight (incl. mounting bracket)	17 kg (37.5 lb)					
Dimension (incl. mounting bracket)	525 x 470 x 146.5 mm (20.7 x 18.5 x 5.8 inch)					
Degree of protection	IP65					
Nighttime Power Consumption	< 5.5 W [6]					
Optimizer Compatibility						
DC MBUS compatible optimizer	SUN2000-450W-P					
Standard Compliance (more available upon request)						
Certificate	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2, IEC 62116					
Grid connection standards	G98, G99, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, TOR D4, NRS 097-2-1, IEC61727, IEC62116, DEWA					

*1 Inverter max input PV power is 20,000 Wp when long strings are designed and fully connected with SUN2000-450W-P power optimizers.
*2 The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.
*3 Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.
*4 C10 / 11: 10,000 VA
*5 SUN2000-3~10KTL-M1 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly).
*6. <10 W when PID recovery function is activated.

Version No.:04-(20201006) SOLAR.HUAWEI.COM/EU/

Ilustración 0.8 Página 2 de la ficha técnica del inversor seleccionado para Inst.Abastecimiento, HUAWEI.

Inversor para instalación de apoyo:

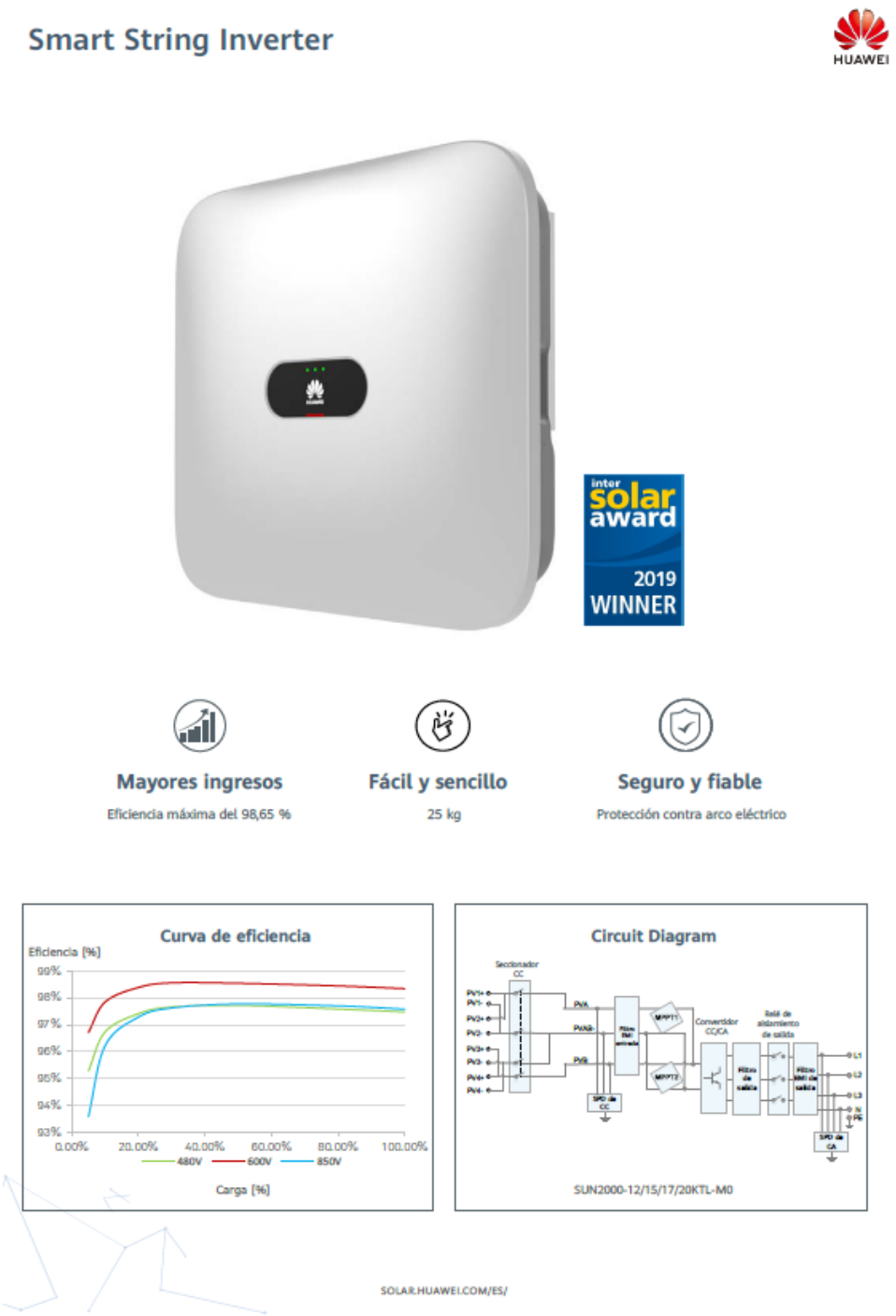


Ilustración 0.9 Página 1 de la ficha técnica del inversor seleccionado para Inst.Apoyo, HUAWEI.

SUN2000-12/15/17/20KTL-M0

Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000 -12KTL-M0	SUN2000 -15KTL-M0	SUN2000 -17KTL-M0	SUN2000 -20KTL-M0
Eficiencia				
Máxima eficiencia	98.50%	98.65%	98.65%	98.65%
Eficiencia europea ponderada	98.00%	98.30%	98.30%	98.30%
Entrada				
Entrada DC máxima recomendada	24,000 Wp	29,760 Wp	29,760 Wp	29,760 Wp
Tensión máxima de entrada [1]	1,080 V			
Rango de tensión de operación [2]	160 V – 950 V			
Tensión de arranque	200 V			
Rango de tensión de potencia máxima de MPPT	380 Vdc – 850 Vdc	380 Vdc – 850 Vdc	400 Vdc – 850 Vdc	480 Vdc – 850 Vdc
Tensión nominal de entrada	600 V			
Intensidad de entrada máxima por MPPT	22 A			
Intensidad de cortocircuito máxima	30 A			
Cantidad de rastreadores MPP	2			
Cantidad máxima de entradas por MPPT	2			
Salida				
Conexión a red eléctrica	Tres fases			
Potencia nominal activa de CA	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W
Máx. potencia aparente de CA	13,200 VA	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA
Tensión nominal de Salida	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W + N + PE			
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz			
Máx. intensidad de salida	20 A	25.2 A	28.5 A	33.5 A
Factor de potencia ajustable	0,8 capacitivo ... 0,8 inductivo			
Máx. distorsión armónica total	≤ 3 %			
Características y protecciones				
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí			
Protección anti-isla	Sí			
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí			
Protección contra cortocircuito de CA	Sí			
Protección contra sobretensión de CA	Sí			
Protección contra polaridad inversa CC	Sí			
Protección contra descargas atmosféricas CC [3]	Sí			
Protección contra descargas atmosféricas CA [3]	Sí			
Monitorización de corriente residual	Sí			
Protección contra fallas de arco	Sí			
Control del receptor Ripple	Sí			
Datos generales				
Rango de temperatura de operación	-25 ~ + 60 °C (Derating por encima de 45 ° C @ Potencia nominal de salida)			
Humedad de operación relativa	0 % RH ~ 100% RH			
Altitud de operación	0 - 4,000 m (disminución de la capacidad eléctrica a partir de los 2,000 m)			
Ventilación	Convección natural			
Pantalla	LED indicators			
Comunicación	RS485; WLAN / Ethernet a través de Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional) 4G / 3G / 2G a través de Smart Dongle-4G (Opcional)			
Peso (incluida ménsula de montaje)	25 kg			
Dimensiones (incluida ménsula de montaje)	525 x 470 x 262 mm			
Grado de protección	IP65			
Consumo de noche la durante energía	< 1 W			
Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)				
Seguridad	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2			
Estándares de conexión a red eléctrica	G98, G99, EN 50438, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VDE-AR-N-4110, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, RD 661, PO 12.3, TOR D4, NRS 097-2-1, IEC61727, IEC62116, DEWA 2.0			

[1] The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.
[2] Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.
[3] Compatible TYPE II protection class according to EN / IEC 61643-11

Version No.:02-(20190512)

SOLAR.HUAWEI.COM/ES/

Ilustración 0.10 Página 2 de la ficha técnica del inversor seleccionado para Inst.Apoyo, HUAWEI.