



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Departamento de Tecnología Electrónica

Tecnología Electrónica

TRABAJO FIN DE GRADO

**RIEGO SOLAR INTELIGENTE APLICADO A UN OLIVAR EN EL
MUNICIPIO DE MARTOS (JAÉN)**

Grado en:

Ingeniería Electrónica Industrial

Autor: Rodrigo Torres Luque

Tutor: Davinia Trujillo Aguilera

MÁLAGA, Enero de 2024

Resumen

El presente proyecto tiene por objeto la conversión de un olivar de secano, en uno de riego, para ello se ha llevado a cabo la creación de un sistema de riego por goteo en un olivar en el municipio de Martos (Jaén).

Para llegar a cabo esto, en primer lugar, será necesario la legalización de un pozo ya existente en la finca, permitiendo de esta manera contar con un punto del cual poder extraer agua para el olivar.

Se llevará a cabo el diseño de una pequeña instalación fotovoltaica que permita tanto la extracción del agua del pozo, como abastecer a través de un sistema de riego localizado el olivar.

El sistema de riego localizado se llevará a cabo a través de unas tuberías que recorrerán la totalidad de la finca y serán las encargadas de que el agua, mediante un sistema de riego por goteo abastezca a cada uno de los olivos de la finca.

Para la legalización del pozo se ha realizado un estudio de los requisitos que se deben cumplir para conseguir su legalización, y de esta manera cumplir con la normativa vigente respecto a la legalización de pozos en Andalucía

Para el dimensionamiento de la instalación eléctrica, se ha realizado un estudio basado en la cantidad de energía necesaria para poder abastecer la totalidad de la finca a lo largo del día. Para ello se ha decidido dividir la finca en 2 sectores. Cada sector irá funcionando a lo largo del día a diferentes horas.

Para el dimensionamiento del sistema de riego se ha realizado un estudio de modo que se consiga el menor número de metros necesarios para el abastecimiento de todo el olivar y de esta manera abaratar costes de materiales.

Con la implementación de este proyecto se busca conseguir que esta finca de secano, al convertirse en una de riego por goteo, aumente considerablemente su rendimiento y por consiguiente los beneficios sean mayores

Este proyecto se encuentra dentro del marco jurídico español, para su confección se han tenido en cuenta la normativa vigente en cuanto a legalización de pozos, e instalaciones de baja tensión.

Palabras clave.

Legalización de pozo, proyecto de instalación fotovoltaica, bomba, sistema de riego localizado, regulador de carga, tubería PE, filtro hidrociclón, filtro de malla, inyector Venturi, gotero.

Summary

The aim of this project is the conversion of a rainfed olive grove into an irrigated olive grove, for which the creation of a drip irrigation system has been carried out in an olive grove in the municipality of Martos (Jaén).

To achieve this, first of all, it will be necessary to legalize an existing well on the farm, thus allowing to have a point from which to extract water for the olive grove.

The design of a small photovoltaic installation will be carried out to allow both the extraction of water from the well and to supply the olive grove through a localized irrigation system.

The localized irrigation system will be carried out through pipes that will run through the entire farm and will be responsible for the water, through a drip irrigation system to supply each of the olive trees on the farm.

For the legalization of the well, a study of the requirements that must be met to achieve its legalization has been carried out, and thus comply with current regulations regarding the legalization of wells in Andalusia.

For the sizing of the electrical installation, a study has been made based on the amount of energy needed to supply the entire farm throughout the day. For this purpose, it has been decided to divide the farm into 2 sectors. Each sector will operate throughout the day at different times.

For the sizing of the irrigation system, a study has been carried out in order to achieve the lowest number of meters necessary to supply the entire olive grove and thus reduce material costs.

With the implementation of this project, the aim is to achieve that this rainfed farm, by converting it into a drip irrigation farm, will considerably increase its yield and consequently the benefits will be greater.

This project is within the Spanish legal framework, taking into account the current regulations regarding the legalization of wells and low voltage installations.

Key words

Well legalization, photovoltaic installation project, pump, localized irrigation system, charge controller, PE pipe, hydrocyclone filter, mesh filter, Venturi injector, dripper.

INDICE

Resumen.....	3
Palabras clave.....	3
Summary.....	4
Key words	4
1.MEMORIA.....	9
1.1. OBJETO DEL PROYECTO	10
1.1.1 Naturaleza de la transformación	10
1.1.2 Situación y emplazamiento.....	10
1.1.3 Normativa aplicable	12
1.2. ANALISIS Y DIAGNOSTICO DEL PUNTO DE PARTIDA.....	13
1.2.1 Antecedentes.....	13
1.2.2 Necesidad de la legalización de un pozo ya existente	15
1.2.3 Necesidad de introducir sistemas fotovoltaicos para riego.....	15
1.2.4 Sistema de riego.....	16
1.2.5 Clima.....	17
1.2.6 Suelo.....	19
1.2.7 Producción de aceite.....	20
1.3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	21
1.3.1 Clasificación.....	21
1.3.2 Generador fotovoltaico.....	22
1.3.3. Motor.....	24
1.3.4. Controlador o Regulador de carga.....	24
1.3.5. Cableado y protecciones	25
1.3.6. Estructura soporte	27
1.4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN DEL RIEGO.....	29
1.4.1 Clasificación.....	29
1.4.2 Bomba de agua.....	29
1.4.3 Emisores o goteros.....	32
1.4.4 Red de distribución de tuberías.....	33
1.4.5 Filtros	35
1.4.6 Equipo de fertirrigación	37
1.4.7 Válvulas.....	38

2. ANEXOS A LA MEMORIA.....	41
2.1. ANEXO 1. LEGALIZACIÓN DEL POZO	42
2.2. ANEXO 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	44
2.2.1. Estudio del dimensionamiento de tuberías.....	44
2.2.2. Estudio del sistema de bombeo	46
2.2.3. Estudio del consumo energético	53
2.2.4. Estudio del número de Módulos fotovoltaicos	54
2.2.5. Estudio del regulador	56
2.2.6. Estudio de cables y elementos de protección.....	58
2.3. ANEXO 3. ESTUDIO DE VIABILIDAD.....	61
2.3.1. Balance energético.....	61
2.3.2. Balance de la cosecha.....	63
2.3.3. Cálculo de Payback.....	64
2.3.4. Resumen Estudio de Viabilidad	65
3. PLANOS	66
4. PLIEGO DE CONDICIONES.....	72
4.1. INTRODUCCIÓN	73
4.2. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES, EQUIPOS Y EJECUCIÓN	74
4.2.1. Sistemas generadores fotovoltaicos.....	74
4.2.2. Estructura soporte	74
4.2.3. Cableado.....	76
4.2.4. Protecciones.....	76
4.2.5. Puesta a tierra.....	76
4.2.6. Sistema de tuberías	77
4.2.7. Bomba de agua.....	77
4.2.8. Medidas de seguridad.....	77
4.3. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	78
4.4. CONDICIONES FACULTATIVAS.....	78
4.4.1. Dirección de obras.....	78
4.4.2. Libro de ordenes	79
4.5. CONDICIONES DE CARÁCTER ECONOMICO Y LEGAL.....	79
4.5.1. Obra.....	79
4.5.2. Precios.....	79
4.5.3. Contrato.....	79
4.5.4. Responsabilidad	80

4.6.	MANTENIMIENTO DE DICHA INSTALACIÓN	80
4.6.1.	Plan preventivo	80
4.6.2.	Plan correctivo.....	81
5.	ESTADO DE MEDICIONES	82
5.1	MEDICIONES Nº1 ACTUCIONES PREVIAS	83
5.2	MEDICIONES Nº2 INSTALACIÓN	84
5.3	MEDICIONES Nº3 SEGURIDAD Y SALUD.....	87
6.	PRESUPUESTO	88
6.1	PRESUPUESTO Nº1 ACTUCIONES PREVIAS	89
6.2	PRESUPUESTO Nº2 INSTALACIÓN.....	90
6.3	PRESUPUESTO Nº3 SEGURIDAD Y SALUD	94
7.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	96
7.1	CONSIDERACIONES PRELIMINARES	97
7.1.1	Objeto.....	97
7.1.2	Contenido básico de seguridad y salud.....	97
7.2	MEDIOS DE AUXILIO	97
7.2.1	En la obra	97
7.2.2	En caso de accidente.....	98
7.3	RIESGOS Y MEDIDAS A ADOPTAR	98
7.3.1	Fase de realización de la obra.....	99
7.3.2	Fase de uso de maquinaria.....	99
7.4	RIESGOS LABORABLES EVITABLES	100
7.5	MEDIDAS EN CASO DE EMERGENCIA	101
8.	FICHAS TECNICAS.....	102
8.1.	Módulos fotovoltaicos	103
8.2.	Regulador	104
8.3.	Cables de protección	107
8.4.	Fusibles.....	109
8.5.	Bomba.....	111
8.6.	Tuberías de PE.....	114
8.7.	Goteros	116
8.8.	Filtro hidrociclón	118
8.9.	Inyector Venturi.....	120

INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. PARCELA Nº1.....	10
ILUSTRACIÓN 2. PARCELA Nº2.....	11
ILUSTRACIÓN 3. TERRENO BAJO ESTUDIO	11
ILUSTRACIÓN 4. CICLO ANUAL DEL OLIVO	13
ILUSTRACIÓN 5. ESQUEMA ORIENTATIVO DE LA INSTALACIÓN.....	14
ILUSTRACIÓN 6 TEMPERATURAS MEDIAS Y PRECIPITACIONES EN MARTOS	17
ILUSTRACIÓN 7. DÍAS DE SOL Y PRECIPITACIONES.....	18
ILUSTRACIÓN 8. DEGRADACIÓN DE LOS MÓDULOS CON RESPECTO A LOS AÑOS.....	23
ILUSTRACIÓN 9. REGULADOR DE CARGA Y BOMBA SUMERGIBLE.....	25
ILUSTRACIÓN 10. CABLES USADOS PARA EL PROYECTO.....	26
ILUSTRACIÓN 11. FUSIBLES DE CUCHILLA	27
ILUSTRACIÓN 12. ÁNGULOS PARA PANELES FOTOVOLTAICOS	28
ILUSTRACIÓN 13. BOMBA CENTRÍFUGA SUPERFICIAL	30
ILUSTRACIÓN 14. BOMBA CENTRÍFUGA SUMERGIDA	30
ILUSTRACIÓN 15. BOMBA VOLUMÉTRICA DE CILINDRO	31
ILUSTRACIÓN 16. REPRESENTACIÓN DE LOS NIVELES ESTÁTICO Y CARGAS	32
ILUSTRACIÓN 17. COMPOSICIÓN DEL GOTERO	33
ILUSTRACIÓN 18. FILTRO DE MALLA.....	35
ILUSTRACIÓN 19. FILTRO HIDROCICLÓN	36
ILUSTRACIÓN 20. DISTRIBUCIÓN DEL INYECTOR VENTURI	38
ILUSTRACIÓN 21. VÁLVULA DE PIE.....	38
ILUSTRACIÓN 22. VÁLVULA DE RETENCIÓN.....	39
ILUSTRACIÓN 23. VÁLVULA DE SEGURIDAD	39
ILUSTRACIÓN 24. VÁLVULA DE DESCARGA.....	40
ILUSTRACIÓN 25. LLAVE DE PASO.....	40

1.MEMORIA

1.1. OBJETO DEL PROYECTO

1.1.1 Naturaleza de la transformación

El presente proyecto tiene por objeto la creación de un sistema de riego por goteo en un olivar en el municipio de Martos (Jaén). Para ello sus propietarios Rodrigo Torres Luque y Celedonio Torres Luque quieren llevar a cabo una transformación en su finca.

El objetivo principal del proyecto será convertir dicho olivar de seco en uno de riego localizado, para ello se generará energía de origen renovable mediante la instalación de generadores fotovoltaicos. Dicha energía se utilizará tanto para la extracción de agua de un pozo, que previamente se debe legalizar, como para la distribución de esta agua a través de un sistema de canalización que permita el riego de los olivos por el método de goteo.

Se presente la ejecución de una instalación de autoconsumo aislado, es decir, que no esté conectado a la red, según el Real Decreto de 244/2019.

1.1.2 Situación y emplazamiento

La finca se localiza en el municipio de Martos, provincia de Jaén. La finca de estudio cuenta con 2 parcelas.

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC:

Parcela 1:

- Superficie: 11.848 metros cuadrados
- Provincia: 23-Jaén
- Municipio: 60-Martos
- Polígono: 83
- Parcela: 71
- Referencia catastral: 23060A0830007EQ
- Latitud: 37°

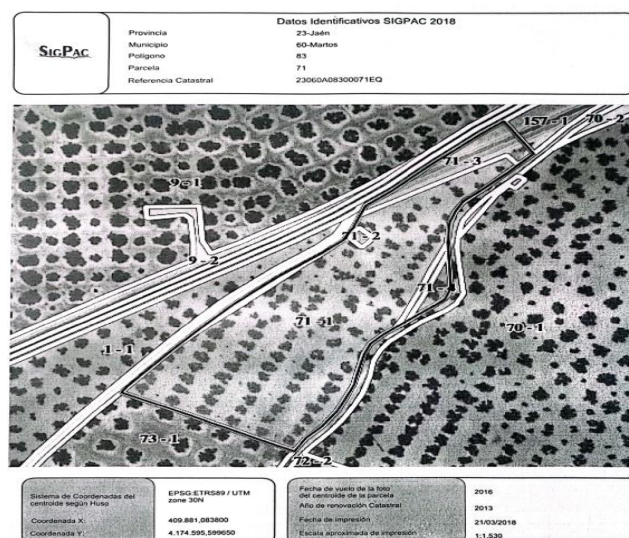


Ilustración 1. Parcela Nº1

Parcela 2:

- Superficie: 21111 metros cuadrados
- Provincia: 23-Jaén
- Municipio: 60-Martos
- Polígono: 80
- Parcela: 1
- Referencia catastral: 23060A08000001EZ
- Latitud 37°

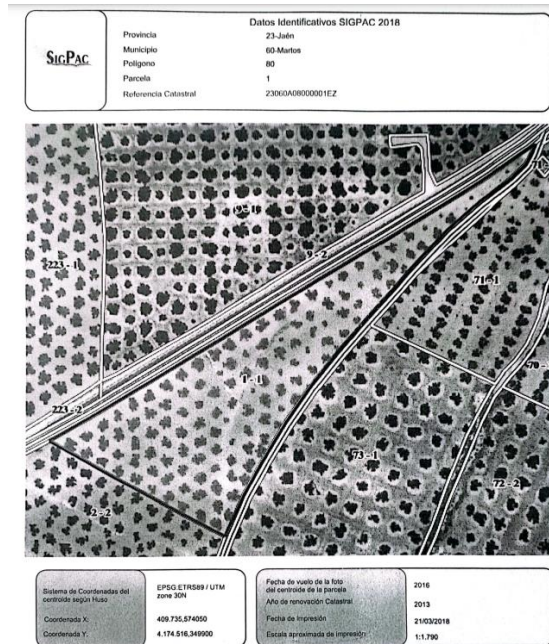


Ilustración 2. Parcela N°2

Como se puede observar la finca tiene muy buena accesibilidad, ya que se encuentra situada a 3 km del pueblo, teniendo un camino de tierra que comunica directamente con la carretera, lo que permite una fácil accesibilidad para poder realizar todas las tareas necesarias para llevar a cabo dicho proyecto.

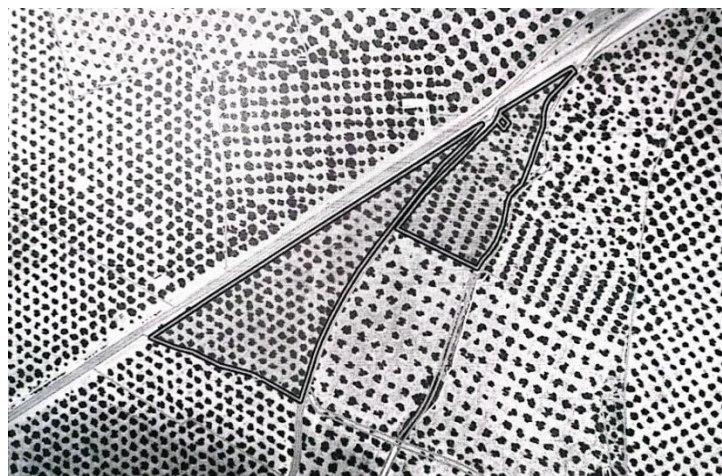


Ilustración 3. Terreno bajo estudio

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

La totalidad de la finca es de 32959 metros cuadrados, lo que equivaldría aproximadamente a 33 hectáreas.

1.1.3 Normativa aplicable

Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).

RD 436/2004 sobre producción de energía eléctrica para instalaciones alimentadas por recursos o fuentes de energías renovables.

Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos

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

Ley 31/1995, de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales; modificaciones por ley 54/2003, de 12 de diciembre, en reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos.

Real Decreto 219/2013, de 22 de marzo, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.

Norma UNE-EN 60617: símbolos gráficos para esquemas.

RD 661/2007 por el que se regula la actividad de producción eléctrica en régimen especial.

Norma UNE 21144-3-2: cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.

UNE-EN 60269-6 Fusibles de baja tensión. Parte 6: Requisitos suplementarios para la protección de sistemas de energía solar fotovoltaica

RD 1565/2010, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

UNE-EN 61215 Módulos fotovoltaicos (PV) para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.

UNE-HD 60364-7-712 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).

UNE-EN 61683:2001 Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

Norma UNE-EN 61010-1:2011/A1:2020. Requisitos de seguridad de equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio.

RD 1/2001 y el artículo 104 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

1.2. ANALISIS Y DIAGNOSTICO DEL PUNTO DE PARTIDA

1.2.1 Antecedentes

Debido a la falta de precipitaciones en la provincia de Jaén, el propietario de la finca se ha visto en la situación de convertir su olivar de secano en uno de riego localizado, con el fin de aumentar su producción de aceituna.

El olivo, es un árbol típico del clima mediterráneo muy tolerante a la sequía, pese a ello cada vez son más los agricultores que deciden convertir su olivar de secano en uno de riego. El motivo de esto es el déficit de agua.

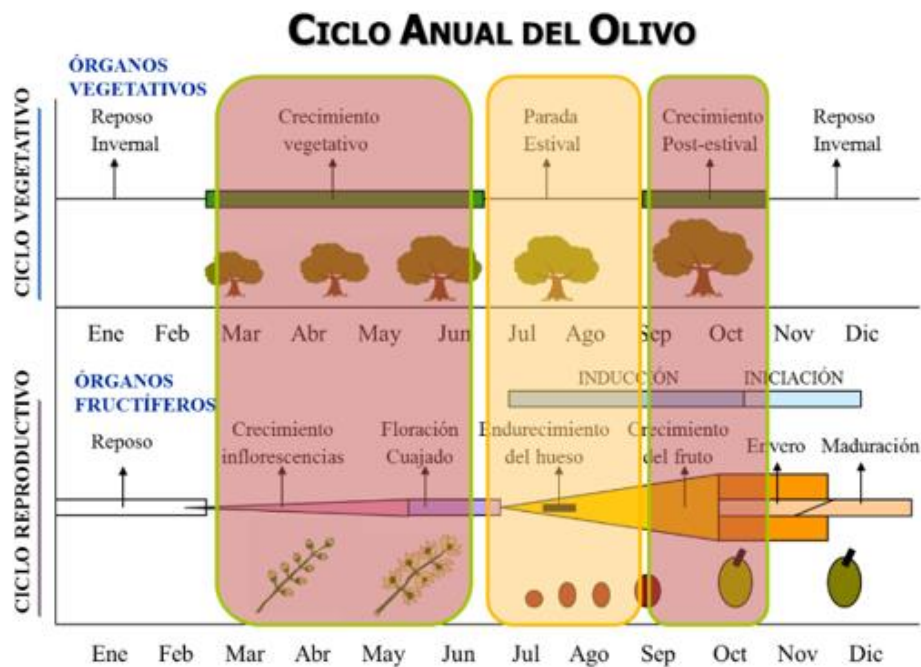


Ilustración 4. Ciclo anual del olivo

La falta de agua a lo largo del año puede afectar al olivo en diferentes ciclos:

- Si durante el proceso vegetativo del olivo hay ausencia de agua, esto puede afectar a la siguiente cosecha.
- Si durante los meses de febrero a abril hay falta de agua las yemas florales del olivo no se desarrollan correctamente, provocando una disminución de estas.
- Durante el mes de mayo se produce la floración, si el olivo no recibe

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

- suficiente agua la fecundación se ve afectada.
- Entre mayo y junio se produce la cuajada del fruto, este es uno de los dos momentos más críticos del ciclo de la cosecha, por lo que la falta de agua afecta considerablemente en la cosecha de ese año
- Desde junio hasta la recolección de la cosecha la falta de agua afecta al tamaño de la aceituna
- Entre julio y noviembre se da otro de los momentos críticos, por lo que la ausencia de agua compromete la acumulación de aceite en el fruto

Como se muestra en lo anteriormente dicho pese a que el olivo se adapta bien a la sequía, al no recibir agua durante estos periodos afecta o compromete considerablemente la cosecha.

Para evitar todo esto el propietario quiere convertir su olivar en uno de riego por goteo para satisfacer las necesidades de sus olivos y conseguir una mayor cosecha, lo que conllevaría a mayores beneficios.

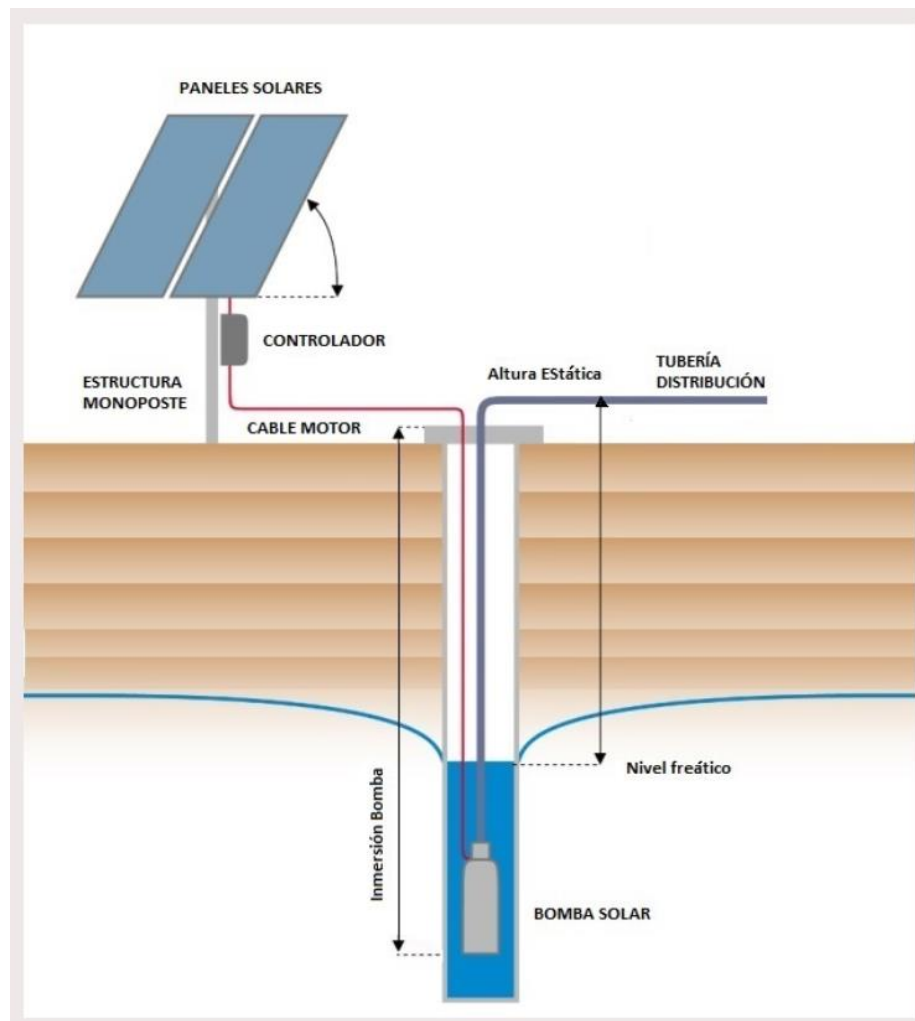


Ilustración 5. Esquema orientativo de la instalación

1.2.2 Necesidad de la legalización de un pozo ya existente

De todos es sabido que el agua es un recurso natural que, tras la aprobación del Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas (RD 1/2001), ha sido reconocido como bien público esencial, de conformidad con el artículo 132.2 de la Constitución Española, que establece que los bienes del dominio público serán determinados por la ley, quedando su uso y explotación sujetos a diversas normas. La legalización de un pozo o sondeo en esta situación asegura el uso irrestricto del agua y la protección de derechos frente a terceros en el vecindario. Es uno de los factores más cruciales para determinar cómo se utilizará.

La clave para entender el proceso de legalización de un pozo existente en Andalucía es entender los pasos a seguir. Estos pasos pueden diferir en función de las normas establecidas en los distintos municipios y provincias, pero todos ellos se basan en lo dispuesto en el artículo 54 del RD 1/2001, que recoge las circunstancias en las que se pueden utilizar las aguas pluviales y subterráneas.

Es necesario la legalización de este pozo para poder tener una fuente de suministro de agua para el olivar. El proceso de como legalizar dicho pozo se encuentra en el apartado "ANEXO 1.1 LEGALIZACIÓN DEL POZO"

1.2.3 Necesidad de introducir sistemas fotovoltaicos para riego

La implementación de sistemas fotovoltaicos para riego es de total importancia en este proyecto, ya que mediante la utilización de energía solar se va a proceder a la alimentación de la bomba que permitirá la obtención del agua del pozo y su posterior distribución a través de la finca de olivos.

Mediante este sistema no solo disponemos de una energía renovable y sostenible, sino, que se evita el uso de combustibles fósiles y se ayuda a reducir el cambio climático.

El uso de este tipo de sistema también permite que los agricultores puedan disponer de una energía eléctrica sin tener que depender de una red, que en algunas áreas remotas puede ser muy costosa o imposible de disponer de ella.

El riego adecuado es muy importante para la retención de agua. En comparación con los sistemas de riego tradicionales, los sistemas fotovoltaicos pueden utilizar métodos de riego más precisos para reducir el desperdicio de agua y mejorar la eficiencia

Pese a que el costo inicial de instalar un sistema fotovoltaico es alto, los agricultores pueden reducir los costos operativos con el tiempo. La instalación de energía solar es gratuita y de bajo costo

En resumen, la implementación de sistemas de riego fotovoltaicos no solo satisface la necesidad de energía sostenible, sino que también ayuda a mejorar la eficiencia energética, la productividad y la sostenibilidad en la agricultura

1.2.4 Sistema de riego

Para este tipo de plantación se podrían diferenciar entre 3 tipos de sistema de riego. El riego por superficie, el riego localizado o por aspersión.

Teniendo en cuenta, que en la provincia de Jaén, el agua no es un recurso natural que haya en abundancia, el riego por superficie no sería viable por la gran cantidad de pérdida de agua que esto conllevaría, debido a que el objetivo del riego es proveer al olivo únicamente de este recurso natural y no a los carriles que delimitan entre estos.

Por otra parte, la finca en la que se va a realizar dicho proyecto cuenta en su gran mayoría de olivos adultos, por lo que un riego por aspersión no sería el más idóneo para este entorno.

Por lo tanto, el riego localizado es la mejor opción. Este sistema de riego es el que se utiliza prácticamente en todos los sistemas de riego que encontramos en el municipio. Aquí hay algunas razones para usar un sistema de riego por goteo:

Uso eficiente del agua: El riego por goteo hace que el agua suba por debajo de las plantas, reduciendo la evaporación y reduciendo la pérdida de agua. Esto ayuda a utilizar el agua de manera más eficiente, lo cual es importante en áreas con estrés hídrico.

Ahorro de agua: Al suministrar agua a cada planta de manera adecuada y controlada, el riego puede reducir significativamente el uso de agua en comparación con los métodos de riego convencionales, como el riego por inundación.

Mejor calidad de las semillas: el suministro adecuado de agua y nutrientes contribuye a un mejor manejo del suelo y un mejor crecimiento de las plantas. Esto aumenta la productividad y mejora la productividad.

Reducir los problemas de malezas: al llevar agua a las raíces de las plantas, el riego reduce la humedad y previene el crecimiento de malezas alrededor de las plantas.

Ahorro de energía: El riego requiere menos energía para bombear agua que otros métodos de riego, como el riego por inundación, porque es más eficiente.

Reducir las enfermedades de las plantas: al mantener las hojas secas y reducir el contacto con el agua, el riego ayuda a prevenir enfermedades fúngicas y bacterianas que pueden propagarse a las hojas a través del agua.

Idoneidad para diferentes tipos de suelo: El riego es adecuado para diferentes tipos de suelo, incluidos arena y arcilla. Puede adaptarse a las necesidades específicas de diferentes cultivos y suelos.

Mejorar la fertilización: Además de agua, los sistemas de riego por goteo pueden proporcionar nutrientes a las raíces de las plantas. Esto permite un manejo adecuado de los fertilizantes y un mejor control de la absorción de nutrientes por parte de las plantas.

Mayor sostenibilidad: El riego contribuye a una agricultura sostenible y respetuosa con el medio ambiente al reducir el uso de agua y energía y el uso de productos químicos.

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

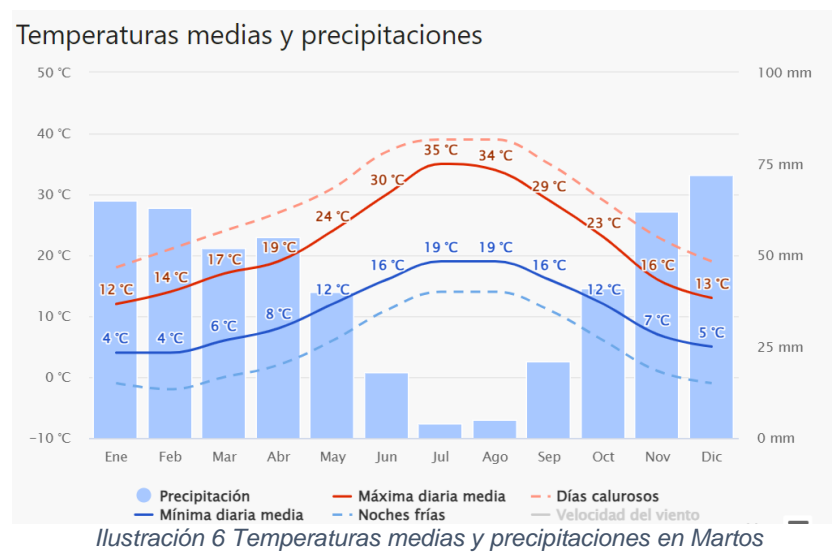
En resumen, la implementación del riego localizado reduce la necesidad de un uso eficiente del agua y aumenta la eficiencia del riego, lo que conllevará a una mayor cosecha y mayores beneficios.

1.2.5 Clima

Para el estudio climatológico cabe destacar que el municipio de Martos se encuentra ubicado en la provincia de Jaén, perteneciente a la comunidad autónoma de Andalucía, más concretamente en el sur de España.

El clima en esta región se caracteriza por ser un clima mediterráneo, en las que sus veranos son muy calurosos y sus inviernos suaves. La temperatura durante los meses de verano puede ser superior a los 30°C y esta estación del año cuenta con muchas horas de sol. En invierno no destaca por tener niveles de temperatura demasiado fríos a diferencia de otras zonas de España y se pueden observar algunas lluvias durante esta estación. Las estaciones de primavera y otoño destacan por ser temperaturas suaves y agradables, aunque la época de primavera siempre suele ser más húmeda.

En la siguiente gráfica se observa cuáles han sido las temperaturas medias y precipitaciones en el municipio de Martos. Estos datos se han adquirido a través de “meteoblue”, que te permite obtener una media de las temperaturas y precipitaciones de los últimos 30 años.



A partir de la gráfica anterior podemos obtener los datos más significativos respecto a cuáles han sido las temperaturas en el municipio de Martos. Para hacerlo más visual se han extrapolado estos valores a las siguientes tablas. Una se basará únicamente en las temperaturas y otra en las precipitaciones. Tabla 1 y Tabla 2

Mes	T máxima diaria media °C	T mínima diaria media °C
Enero	12	4
Febrero	14	4
Marzo	17	6
Abril	19	8
Mayo	24	12
Junio	30	16

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

Julio	35	19
Agosto	34	19
Septiembre	29	16
Octubre	23	12
Noviembre	16	7
Diciembre	13	5

Tabla 1. Temperaturas medias

Mes	Precipitaciones (mm)
Enero	65
Febrero	63
Marzo	52
Abril	55
Mayo	40
Junio	18
Julio	4
Agosto	5
Septiembre	21
Octubre	41
Noviembre	62
Diciembre	72

Tabla 2. Precipitaciones en mm

En la Tabla 2 se puede observar cuales han sido las precipitaciones en mm durante cada mes en el municipio de Martos. De este modo la pluviometría media anual es de 498 mm, siendo la pluviometría media mensual mayor en diciembre con 72 mm y la menor en julio con 4mm

A continuación, en la “Ilustración 7” se podrá observar cuantos días han sido soleados, cuantos han sido nublados y durante cuantos días ha llovido en el municipio de Martos.

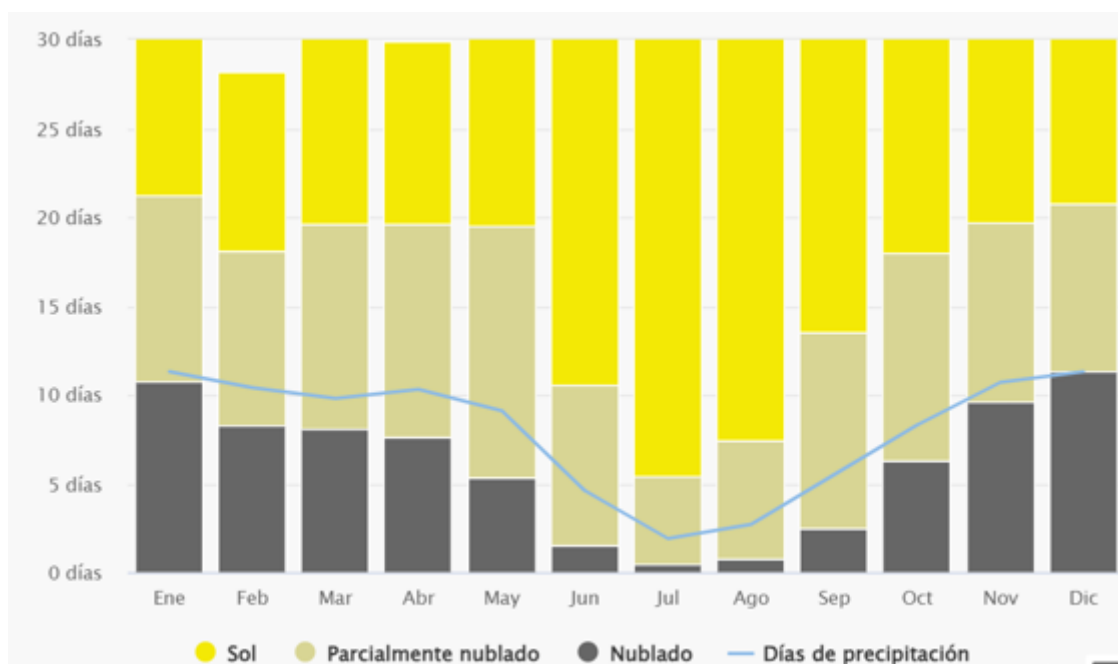


Ilustración 7. Días de sol y precipitaciones

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

Para poder entender mejor esta gráfica se ha realizado la “Tabla 3” en la que se diferenciará entre:

- Días de sol: Menos del 20% del día cubierto por nubes.
- Días parcialmente nublado: Entre el 20% y 80% del día cubierto por nubes.
- Días nublado: Más del 80% del día cubierto por nubes.
- Días lluviosos: Días a lo largo del mes que ha llovido.

Mes	Sol	P.P. Nublado	Nublado	Lluvia
Enero	9.8	10.4	10.8	11.3
Febrero	10.1	9.8	8.3	10.4
Marzo	11.4	11.5	8.1	9.8
Abril	10.3	12	7.7	10.3
Mayo	11.5	14.2	5.3	9.1
Junio	19.4	9.1	1.5	4.6
Julio	25.6	4.9	0.5	1.9
Agosto	23.6	6.6	0.8	2.7
Septiembre	16.5	11	2.5	5.5
Octubre	13	11.7	6.3	8.3
Noviembre	10.3	10.1	9.6	10.7
Diciembre	10.2	9.5	11.3	11.3

Tabla 3. Días de Sol y Precipitaciones

1.2.6 Suelo

Topografía:

La finca está situada en Andalucía, en la provincia de Jaén. Esta destaca por ser un terreno uniforme y en la que su pendiente es poco pronunciada en prácticamente toda su superficie. En la provincia de Jaén se pueden encontrar diferentes tipos de suelos dependiendo de la zona en la que te encuentres. Se pueden llegar a encontrar suelos calizos, suelos arcillosos, suelos pardo-calizos y suelos pedregosos.

A partir de la clasificación del suelo que realizó la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía el suelo predominante en la zona donde se encuentra la finca objeto de este proyecto destaca por tener suelos profundos con más de 60cm, que cuentan por no tener problemas de pedregosidad, salinidad e hidromorfismo. Son suelos básicos con un buen porcentaje de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio. Se podrían definir como suelos arcillosos lo que favorecería la retención del agua de manera más eficiente.

Análisis:

Para tener un análisis del suelo de manera más precisa se ha hecho uso de una calicata realizada por el anterior propietario del terreno bajo estudio y se han obtenido los siguientes resultados.

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
Ap	0-20 cm	Horizonte superficial pardo oscuro (10YR 4/3) en húmedo y color pardo en seco (10YR 3/1). Textura limo-arenosa sin presencia de elementos gruesos.
A1	20-60 cm	Horizonte color pardo oscuro (10YR 4/2) en húmedo y pardo en seco (10YR 2/1) de textura más limosa que el horizonte Ap sin elementos gruesos. Cuenta con pocas raíces pequeñas debido a la profundidad.

Tabla 4. Composición del suelo a distintas alturas

	HORIZONTE Ap	HORIZONTE A1
CC (cm^3/cm^3)	0,164	0,170
PM (cm^3/cm^3)	0,059	0,064
CRAD (cm^3/cm^3)	0,105	0,106

Tabla 5. Retención del agua en el suelo

1.2.7 Producción de aceite

Para poder entender mejor el motivo por el cual, se ha decidido convertir esta finca de secano en una de riego localizado se han aportado algunos datos en los cuales podemos observar la diferencia que hay entre un olivar que es de secano, con un olivar que cuenta con un sistema de riego localizado

Característica	Olivar de Secano	Olivar con Riego Localizado
Disponibilidad de Agua	Dependiente de la lluvia y condiciones naturales	Suministro de agua controlado y planificado
Rendimiento de Cultivos	Menor rendimiento debido a la falta de agua	Mayor potencial de rendimiento y cosechas más estables
Consumo de Agua	Bajo consumo de agua	Mayor eficiencia en el uso del agua
Necesidades Hídricas	Dependiente de la temporada y las lluvias	Posibilidad de ajustar las necesidades de riego según las etapas del cultivo
Sostenibilidad Hídrica	Menos sostenible en términos de agua	Mayor sostenibilidad con un uso eficiente del agua
Calidad del Fruto	Menos uniformidad y calidad variable	Mayor uniformidad y calidad del fruto
Riesgo de Estrés Hídrico	Mayor riesgo de estrés hídrico durante sequías	Menor riesgo de estrés hídrico con un suministro controlado
Costos de Riego	Menor inversión inicial en infraestructura	Mayor inversión en sistemas de riego localizado
Eficiencia de Fertilización	Menor eficiencia debido a la disponibilidad de nutrientes	Mayor eficiencia al poder aplicar fertilizantes de manera controlada
Impacto Ambiental	Menos control sobre el impacto ambiental	Mayor control para minimizar el impacto ambiental
Manejo del Riego	No es aplicable ya que no hay riego programado	Requiere una gestión más activa del riego y monitoreo
Flexibilidad en la Producción	Menos flexibilidad en la programación de cosechas	Mayor flexibilidad para programar cosechas según las necesidades del cultivo

Tabla 6. Comparativa olivar de secano y de riego

En la tabla anterior se observa que el convertir la finca en este sistema trae muchas ventajas, y todo esto influirá en la calidad del aceite y en la cantidad de kilogramos de aceituna que podremos obtener de la finca.

Para tener una visión general de como puede influir este cambio se ha comparado la cosecha de este olivar de secano, con un olivar próximo en la que su dueño cuenta con un sistema de riego localizado.

Tipo de finca	Número de olivos	Kg de aceituna de la cosecha	Media de rendimiento	Media Kg por olivo
Finca de riego localizado	657	63.756	21%	97
Finca de secano	236	15.563	16%	66

Tabla 7. Cosecha y rendimiento de un olivar de secano y uno de riego

En la tabla se puede observar que, pese a estar ambas fincas en una zona bastante próxima hay una notable diferencia tanto en los kilogramos de aceituna que se obtienen de cada olivo, como en el rendimiento. Todo esto se debe a que el olivar de secano durante los periodos en los que el olivo requería de agua ha tenido un déficit de agua y esto a afectado significativamente tanto a la cosecha, como a su rendimiento.

Por otra parte, la finca de riego localizado en los periodos en los que ha habido falta de precipitaciones ha sido capaz de abastecer al olivo del agua que requería para que su cosecha no se viese tan afectada.

En condiciones normales una hectárea necesita aproximadamente 1500 metros cúbicos de agua cada año. En la provincia de Jaén la lluvia puede hacer frente a aproximadamente el 70% de estas necesidades, por lo que disponer de un sistema de riego localizado puede ayudar a proporcionar al olivo el 30% de agua restante que no está recibiendo.

1.3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.3.1 Clasificación

Según el Real Decreto 244/2019, por el que se regulan los aspectos administrativos, técnicos y económicos de la autoproducción de electricidad para la gestión de las fuentes de energía descritas en el artículo 9 de la Ley 24/2013. Se hizo un estudio de las categorías en las que se divide este tipo de autoproducción de electricidad.

Se observa que la electricidad autogenerada se divide en dos categorías principales:

- Electricidad autogenerada que no está conectada a la red
- Electricidad autogenerada que está conectada a la red.

Para este proyecto se ha llevado a cabo un autoconsumo aislado, en la que la energía no se va a almacenar, por lo que la instalación solo funcionará en las horas de sol.

Un sistema fotovoltaico aislado tan solo debe de cumplir con el RD 842/2002.

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

Los módulos fotovoltaicos deben ser capaces de generar la energía suficiente para que la bomba pueda transportar el agua a todos los olivos del terreno.

Para este tipo de autoconsumo se cuentan con una serie de ventajas y desafíos.

Ventajas:

- Se tiene una independencia energética.
- Se hace uso exclusivamente de fuentes de energía renovables, reduciendo la huella de carbono y evitando depender de combustibles fósiles.
- Puede proporcionar un suministro constante de electricidad sin necesidad de depender de una red eléctrica

Desafíos:

- El coste inicial de una instalación de autoconsumo aislado puede ser alto
- Se debe diseñar un sistema acorde con las necesidades que debemos cumplir, por lo que sería un diseño personalizado.

Este sistema fotovoltaico consta de un generador fotovoltaico, un sistema motor/bomba, un regulador acoplado entre el generador fotovoltaico y el motor, cables de protección y fusibles.

1.3.2 Generador fotovoltaico

Como bien es sabido, un generador solar tiene como objetivo la transformación de la luz solar en energía eléctrica. Esta transformación se realiza en forma de corriente continua. Básicamente, consiste en células solares fotovoltaicas que transforman la energía proveniente del sol en electricidad.

En la actualidad existen muchos tipos de módulos solares. Se pueden encontrar componentes fabricados a partir de una variedad de materiales, como son el silicio, policristalino, película delgada o monocristalino. A su vez, también pueden encontrarse con diferentes niveles de potencia

Para esta instalación se han escogido módulos fotovoltaicos de 255W ya que cuentan con un alto rendimiento y minimizan el coste de estructuras necesarias y de cableado en la instalación. El material del que estará compuestos dichos paneles será monocristalino, ya que cuenta con una gran capacidad de absorber energía.

La instalación contará con 6 módulos de estas características conectados mediante la siguiente configuración:

- 3 paneles conectados en paralelo.
- 2 paneles conectados en serie, para cada paralelo.

Concretamente, el módulo fotovoltaico para este proyecto es el **“Módulo fotovoltaico monocristalino ISF-255 de la marca Isofotón”**

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

Estos paneles cuentan con una eficiencia máxima de hasta 15.4%, además es un módulo fotovoltaico de buena eficiencia. Cuenta con un diseño eléctrico optimizado y una corriente de funcionamiento baja, lo que permite reducir la pérdida por puntos calientes y mejorando así el coeficiente de temperatura. Ofrece una garantía de 10 años, una tolerancia positiva de potencia de 0+-3%. Cuenta con una gran resistencia al amonio, lo que es ideal para zonas agrícolas y también cuenta con una gran resistencia al viento (2400 Pascal), lo que es ideal para esta instalación ya que se encuentra a campo descubierto.

En la "Tabla 8" se resumen las principales características con las que cuenta este módulo fotovoltaico.

Características del módulo ISF-255	
Potencia Pico (Pmax)	255 Wp
Voltaje máxima potencia(Vmp)	30.9 V
Intensidad máxima potencia(Imp)	8.27 A
Voltaje en circuito abierto(Voc)	37.9 V
Intensidad cortocircuito	8.86 A
Eficiencia	15.4%
Protección	IP65
Dimensiones	1667 x 994 x 45 mm
Temperatura de trabajo	-40°C a 85°C
Temperatura nominal de trabajo	45+-2°C

Tabla 8. Características del módulo ISF-255

Para entender cuál es el nivel de degradación para los siguientes 30 años de estos módulos fotovoltaicos, podemos observar en la "Ilustración 8" la curva de degradación que sufren estos módulos al paso de los años.

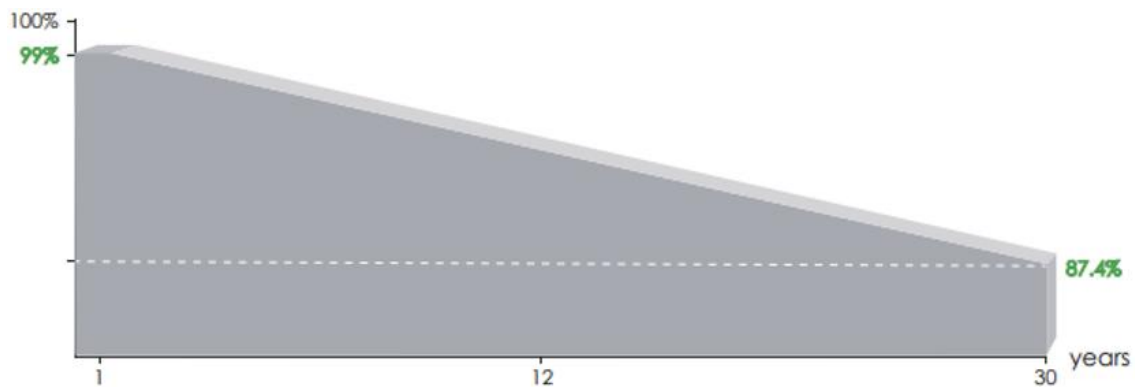


Ilustración 8. Degradación de los módulos con respecto a los años

1.3.3. Motor

En los sistemas fotovoltaicos se suele hacer uso de 2 tipos de motores. Estos son los motores de corriente continua (CC) y los de corriente alterna (CA). Para la determinación del motor hay que tener en cuenta la eficiencia, disponibilidad, confiabilidad, acoplamiento a bomba y costos.

Las células fotovoltaicas proporcionan una potencia en corriente continua, por lo que un motor de corriente continua permitiría una conexión directa.

Por otro lado, la instalación de un motor de corriente alterna, conllevaría a la necesidad de incorporar un inversor de CC-CA

Para evitar la necesidad de introducir un inversor y sabiendo que los motores de CA son menos eficientes que los de CC debido a la pérdida que conlleva la conversión de la energía, se va a optar por el uso de un motor de CC.

Además, dicho motor ya viene acoplado en la bomba elegida para dicho proyecto.

Concretamente el motor que se va a utilizar es **“MS402 de la marca Grundfos”**

1.3.4. Controlador o Regulador de carga

El controlador de una bomba de agua solar juega un papel importante en la eficiencia y eficacia del sistema. Para entender mejor el papel de este dispositivo y el motivo por el que se ha decidido implementarlo en el proyecto se ha decidido realizar una breve explicación de las principales funciones que pueden tener estos.

Las funciones principales del controlador eléctrico de la bomba de agua solar pueden ser:

Arranque y parada:

El controlador de potencia puede arrancar la bomba de agua automáticamente siempre y cuando las condiciones solares sean suficientes para ponerlo en marcha. Del mismo modo, cuando no son suficientes es capaz de detener la bomba. Esto permite que la bomba funcione cuando hay suficiente energía solar.

Seguimiento del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

Pueden ajustar el punto de funcionamiento del sistema lo que garantizará que la bomba puede estar funcionando a su capacidad máxima y haciendo el sistema mucho más eficiente.

Protección de Bomba:

El controlador puede proteger la bomba de la puesta en funcionamiento en seco, de una baja radiación del sol y de cualquier voltaje que no sea el normal. Esta protección evitará por tanto daños en la bomba y prolongará su vida de uso.

Control de Flujo:

Los controladores son capaces de controlar el flujo de agua que se está extrayendo, lo que puede ser relativamente útil para poder adaptar el riego del olivar a las necesidades que presenten según la estación o mes del año.

Monitoreo y análisis:

Brinda servicios de monitoreo y análisis para permitir el monitoreo remoto del sistema, la resolución de problemas y el soporte de mantenimiento.

Programación y Configuración:

Con el uso de un controlador se podrá establecer el tiempo de funcionamiento de este sistema, así como de la velocidad de la bomba

Eficiencia energética:

La optimización del funcionamiento de la bomba en función de los requisitos de radiación solar y los requisitos del sistema puede ayudar a mejorar la eficiencia energética del sistema.

Para este proyecto se ha hecho uso de un regulador de carga básico, más concretamente el **“MPPT 50C de la marca Atersa”**



Ilustración 9. Regulador de carga y bomba sumergible

1.3.5. Cableado y protecciones

Al igual que ocurre con las instalaciones exteriores, los sistemas fotovoltaicos deben diseñarse para soportar condiciones climáticas adversas (calor, luz solar, humedad, resistencia eléctrica...), que condicionan la calidad de los materiales utilizados en su dimensionamiento.

Los cables y protecciones son las uniones que se dan entre los módulos fotovoltaicos y el regulador de carga, por una parte, y entre el regulador de carga y el motor de la bomba por otra.

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

Cableado:

Dado que toda la instalación se encuentra en corriente continua, este cableado estará compuesto por un conductor activo positivo, un conductor activo negativo y un cable de protección. Los cables que se van a utilizar para este proyecto son cables unipolares “PV ZZ-F” ya que son los más utilizados en instalaciones fotovoltaicas

Se trata de cables con doble aislamiento capaces de transportar cargas directas de hasta 1800V, tiene una alta resistencia térmica, al fuego y al tiempo. Cuentan también con una alta resistencia a procesos mecánicos y abrasión. Son flexibles y deben estar estañados.

Los cables de protección contra sobrecargas serán de igual sección que el cableado eléctrico.

En la “Ilustración 9” se muestran los cables utilizados para este proyecto


















Conductor: Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según EN 60228					
Aislamiento: Goma libre de halógenos tipo EI6.					
Cubierta: Goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio.					
Embalaje: Disponible en rollos con film retráctilado (longitudes de 50 y 100 m) y bobinas.					
Norma Nacional/ Europea: UNE-EN 60332-1 / UNE-EN 50267-1 / UNE-EN 50267-2 / UNE-EN 61034 / NFC 32-070 (C2)					
Norma Internacional: IEC 60332-1 / IEC 60754-1 / IEC 60754-2 / IEC 61034					
Características:					
 Conductor flexible, clase 5/6	 Temperatura máxima del conductor: 120°C	 Temperatura máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s)	 Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior	 Marcaje: metro a metro	 No propagación de la llama
 Resistencia a los impactos: AG2. Impacto medio	 Instalación al aire libre: permanente	 Resistencia al agua: AD7 inmersión	 Resistencia a los ataques químicos: excelente	 Resistencia a las temperaturas ambientales extremas: excelente	 Vida útil 30 años.
 Resistente a los rayos ultravioletas	 Resistencia a grasas y aceites: excelente	 Resistencia a la abrasión	 Instalaciones solares fotovoltaicas	 Intemperie	

Ilustración 10. Cables usados para el proyecto

En la “Tabla 9” se representa la longitud de los cables, así como su sección necesaria

	Sección cable activo (mm ²)	Sección cable protección (mm ²)	Longitud(m)
Tramo 1	6	6	4
Tramo 2	10	10	14

Tabla 9. Características de los cables para los 2 tramos

Fusibles:

Un fusible es un dispositivo eléctrico de protección diseñado para interrumpir el flujo de electricidad cuando excede un valor establecido. La función principal es la protección del circuito que tienen altos voltajes que podrían causar daños, cortocircuitos o incendios.

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

El funcionamiento básico de este se basa en que cuando la corriente que fluye a través de este aumenta, la temperatura del conductor aumenta. El aumento de temperatura hace que el conductor alcance su punto de fusión, provocando que se detenga la corriente e interrumpe la conexión eléctrica en el circuito.

Los fusibles que se van a utilizar son unos destinados a instalaciones fotovoltaicas en concreto fusibles de cuchilla “gPV 1000V DC”



Ilustración 11. Fusibles de cuchilla

Para que el fusible desempeñe su papel debe cumplirse una condición:

$$I_B \leq I_N \leq 0.9 * I_{adm}$$

Siendo:

I_B = corriente a través de la línea

I_N = corriente nominal del fusible usado

I_{adm} = máxima corriente aceptada por el cable conductor

En la “Tabla 10” se puede observar cual es el fusible necesario para cada tramo de la instalación.

	I_B	I_N	$0.9 * I_{adm}$
Tramo 1	26.56 A	32 A	37.8 A
Tramo 2	18.71 A	25 A	27.9 A

Tabla 10. Características de los fusibles usados

1.3.6. Estructura soporte

Para mantener los módulos fotovoltaicos fijos, es necesaria la instalación de una estructura que permite soportar y posicionar los paneles fotovoltaicos para poder maximizar el aprovechamiento de la energía solar. Este tipo de estructuras puede ser de diferentes tipos. Se pueden encontrar estructuras fijas, seguidores solares de un eje, de dos ejes, para tejados, etc.

Para este proyecto se ha optado por una estructura fija, que consiste básicamente en una estructura que tiene un ángulo de inclinación fijo respecto al suelo, y que es bastante adecuada para zonas donde hay bastantes horas de sol, como en este caso.

Este tipo de soporte no requiere de ningún tipo de ajuste a lo largo de los años, por lo que su mantenimiento será bastante sencillo.

Para instalaciones fotovoltaicas pequeñas, es bastante útil ya que tiene mucho menor complejidad que los seguidores solares y su coste es mucho inferior a estos últimos.

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

Para poder determinar cual es el mejor ángulo de inclinación que debe disponer la estructura que soportará los paneles fotovoltaicos hay que tener en cuenta la latitud a la que se encuentra la ubicación de estos.

El municipio de Martos cuenta con una latitud aproximada de 37.71 grados norte, por lo que el ángulo que debe tener la estructura con respecto al suelo debe ser próxima a este valor, debiéndose orientar hacia el sur para maximizar la exposición del sol

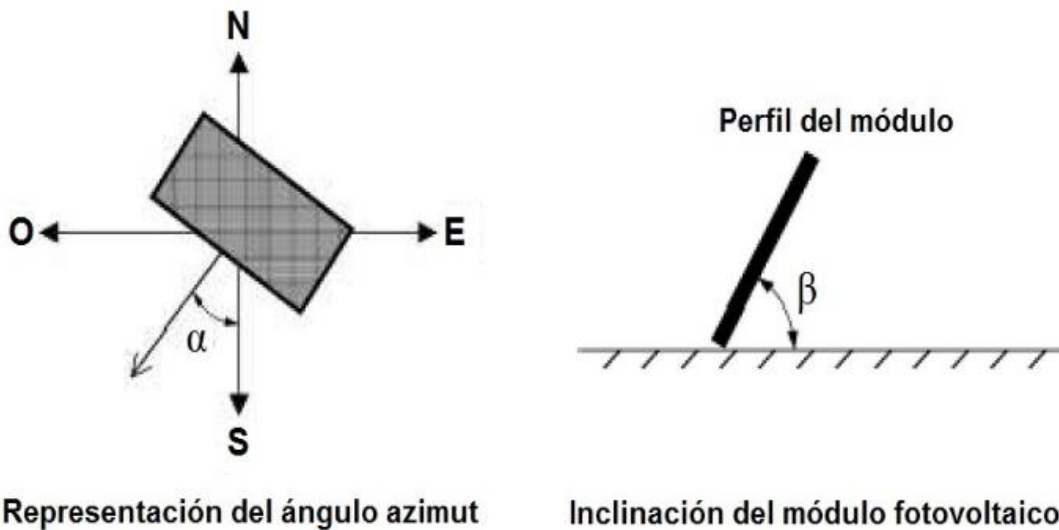


Ilustración 12. Ángulos para paneles fotovoltaicos

Orientación Sur (Azimut, α)	Inclinación (β)
0°	37°

Tabla 11. Orientación del soporte de los módulos solares

1.4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN DEL RIEGO

1.4.1 Clasificación

Para realizar una descripción técnica de este proyecto en primer lugar tenemos que clasificar cual va a ser el sistema de riego utilizado.

El sistema de riego que se va a utilizar es el sistema de riego localizado por goteo. Este sistema es el más usado, ya que permite un ahorro de agua y una gran eficiencia

En un sistema de riego por goteo se pueden diferenciar los siguientes componentes:

-El grupo de bombeo de agua: Formado por la bomba de agua, la tubería de aspiración y la de impulsión, siendo estas la que va desde el pozo y la que impulsa el agua respectivamente

-Red de distribución de tuberías: Formada por las líneas principales y secundarias que van enterradas, y por los ramales portadores de goteros que se encuentran en la superficie y rodean el olivo.

-Goteros: Se encuentran en las tuberías portadoras de goteros y son los encargados de abastecer al olivo de agua

Ventajas	Inconvenientes
No necesitan un control constante	Obstrucciones
Ahorro de agua al regar directamente las raíces	Necesidad de un buen filtrado de agua
Ciclos de regado ajustables	Buen mantenimiento
Técnicas de fertirrigación	x

Tabla 12. Comparativo de riego por goteo

1.4.2 Bomba de agua

En los sistemas fotovoltaicos de bombeo de agua, la energía que se necesita para poner en funcionamiento la bomba viene del sol. La energía solar es captada por las células fotovoltaicas, las cuales transforman esta energía en electricidad y permiten hacer funcionar la bomba.

Las bombas que podemos encontrar en el mercado están principalmente pensadas para ser abastecidas con una potencia constante, pero este hecho cambia cuando se trata de una bomba que va a ser abastecida a través de células fotovoltaicas.

Dentro de las bombas especiales destinadas para el uso de electricidad fotovoltaica podemos encontrar 2 grupos, las centrífugas y las volumétricas.

Bombas centrífugas:

Estas bombas cuentan con un impulsor que mediante la fuerza centrífuga arrastran el agua y la expulsan radialmente. Pueden ser bombas tanto sumergibles, como de superficie, pudiendo bombear agua hasta 60 metros de carga dinámica total.



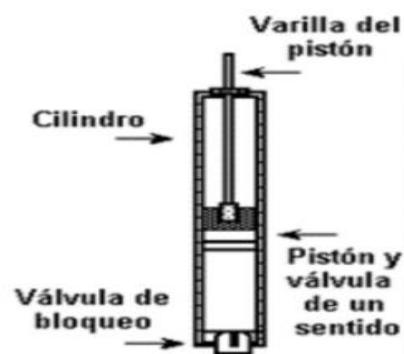
Ilustración 13. Bomba centrífuga superficial



Ilustración 14. Bomba centrífuga sumergida

Bombas volumétricas:

Estas bombas son adecuadas para realizar bombeos donde el caudal es bajo y se encuentra a gran profundidad. Destacan por usar un cilindro y un pistón para mover el agua, aunque otras usan un pistón con diagramas. Su caudal es proporcional al volumen del agua, por lo que es bastante eficiente en un gran margen de carga dinámica.



Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

Ilustración 15. Bomba volumétrica de cilindro

En la “Tabla 13” se puede observar una comparativa entre las bombas fotovoltaicas existentes.

Bombas Fotovoltaicas	Características y Ventajas	Desventajas
Centrífugas sumergibles	Comúnmente disponibles. Pueden tolerar pequeñas cantidades de arena. Pueden utilizar el agua como lubricante. Cuentan con motores de CC de velocidad variable o CA. Manejan flujos altos. Operan a cargas dinámicas grandes. Tienen un diseño modular que permite obtener más agua al agregar más módulos fotovoltaicos.	Tienen un rango de eficiencia estrecho con respecto a la CDT. Se dañan si trabajan en seco. Deben extraerse para darles mantenimiento. Sufren desgaste acelerado cuando se instalan en fuentes corrosivas.
Centrífugas de succión superficial	Comúnmente disponibles. Pueden tolerar pequeñas cantidades de arena. Son de fácil operación y mantenimiento por ser superficiales. Cuentan con motores de CC de velocidad variable o CA. Manejan flujos altos. Manejan cargas dinámicas altas, aunque no son capaces de succionar más de 8 metros.	Tienen un rango de eficiencia estrecho con respecto a la CDT. Sufren desgaste acelerado cuando se instalan en fuentes corrosivas. Pueden dañarse por el congelamiento en climas fríos.
Desplazamiento positivo de pistón	Soportan cargas dinámicas muy grandes. La producción puede variarse ajustando la carrera del pistón.	Requieren de reemplazo regular de sellos del pistón. No toleran arenas o sedimentos. La eficiencia se reduce a medida que el pistón pierde la capacidad de sellar el cilindro. Debe extraerse el pistón y el cilindro del pozo para reparar los sellos. No dan grandes flujos.
Diafragma	Operan a cargas menores de 40 metros. Son muy económicas.	No toleran arenas o sedimentos. No trabajan a cargas dinámicas grandes Bajos flujos.

Tabla 13. Comparativa entre bombas FV

Para determinar cuál es la bomba óptima para este proyecto, en primer lugar, hay que tener una serie de conceptos claros. El tamaño de la bomba depende de una relación directa con el producto de la Carga Dinámica Total (CDT) y el volumen de agua diario necesario.

La CDT es la suma de la carga estática (CE) y la dinámica (CD)

La carga estática consiste en la distancia vertical que hay desde el abatimiento del agua del pozo hasta la altura más alta donde se descarga esta. Por lo tanto, básicamente es la suma de la altura de descarga y el nivel estático.

Carga dinámica es el incremento de presión producido por una resistencia al flujo del agua, y se debe a la rugosidad de las tuberías y componentes como codos o válvulas.

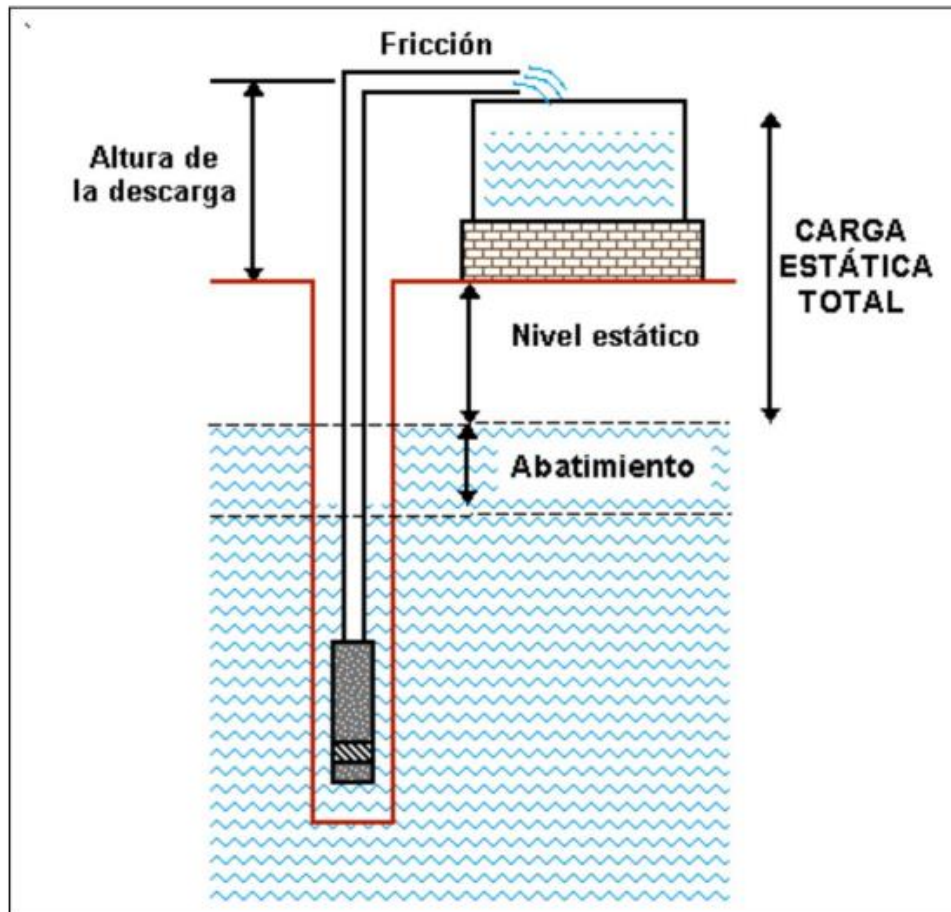


Ilustración 16. Representación de los niveles estático y cargas

Para la determinación de este valor se debe tener en cuenta la distancia que debe recorrer el agua desde el punto en la que es extraída hasta el punto más alejado que tiene que recorrer a través de las tuberías. Además de tener en cuenta el material de las tuberías y su diámetro.

1.4.3 Emisores o goteros

Un gotero, es un dispositivo instalado en una tubería que se encarga de verter agua al suelo donde goteara de manera continuada

El tipo más común es de botón, conectados directamente a la rama porta goteros.

Funciona según el principio de que el agua pasa a través de un pequeño orificio o laberinto dentro del pasador, provocando una pérdida de fricción del agua y permitiendo que la presión a la salida del gotero sea pequeña.

Existen diferentes tipos de goteros dependiendo de la descarga de agua que se requiera. Esta descarga puede oscilar entre 1 y 10 litros de agua a la hora.

Para este proyecto se han utilizado los llamados goteros auto compensantes, que permiten mantener un caudal de agua constante siempre que el ramal porta goteros se encuentre con un flujo de agua con un rango de presiones de 5 a 40 metros de columna de agua (m.c.a)

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

Este tipo de gotero es ideal para zonas donde hay grandes desniveles de presión, producidas por el empleo de ramales de gran longitud, como es el caso de este proyecto.

Para ser más específicos los goteros que se pretenden utilizar para dicho proyecto son los “**Goteros para riego auto compensables PC 4L/H. NETAFIM**”



Ilustración 17. Composición del gotero

CARACTERISTICAS
CV muy bajo, aproximadamente 0.03
Permite uso de fertilizantes
Alta resistencia de obstrucción
Presión 0.5 – 4.0 bar

Tabla 14. Características del gotero

1.4.4 Red de distribución de tuberías

La red de distribución de tuberías está formada por las líneas principales y secundarias de distribución, así como de los ramales porta goteros. En un sistema de riego localizado por goteros las presiones de trabajo a los que estos se ven sometidos no son elevadas, por lo que el material más utilizado son tuberías de plástico, es decir, de PVC (policloruro de vinilo) y de PE (polietileno) debido a que son fácilmente instalables y son bastante económicas.

Estas tuberías deben llevar una marca sobre su superficie con su marca comercial, su normativa, el material del que está formado e incluso su presión y diámetro nominal

En el mercado se pueden encontrar diferentes tipos de tuberías de PE. Para este proyecto con respecto a las tuberías principales y secundarias las tuberías más idóneas serán las tuberías de PE(50mm) y PE(25mm) respectivamente, ya que cuentan con una alta tracción y agentes químicos, además son las más utilizadas para

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

este tipo de sistemas de riego, cuentan con una mezcla de etileno polimerizado, antioxidante y negro de carbón por lo que son idóneas para desempeñar este papel, ya que tiene una baja degradación por radiación solar

Dependiendo el diámetro de estas tuberías será necesario enterrarlas a diferente profundidad.

Las tuberías que se van a utilizar para este proyecto se encuentran comprendidas en el margen de un diámetro de 30 a 75 mm, por lo que será necesario que estén enterradas a 50 cm del suelo

En el mercado existen 3 tipos de tubería de PE

- Tuberías de PE de baja densidad
- Tuberías de PE de media densidad
- Tuberías de PE de alta densidad

Las tuberías que se van a utilizar para desempeñar el ramal porta goteros son las de baja densidad, ya que destacan por ser la que cuentan con mayor flexibilidad.

La norma UNE que rige este tipo de tubería es la UNE 53367 y UNE 53131, siendo esta ultima la que referencia la nomenclatura que identifica al tubo. En ella hay que distinguir los siguientes conceptos:

- Diámetro Nominal (*DN*): es el diámetro que teóricamente coincide con el diámetro exterior del tubo
- Presión Nominal (*PN*): que es la presión máxima de trabajo a 20°C. En este sentido, la norma UNE establece presiones nominales de trabajo de 0.4 MPa (4 bars), 0.6 MPa (6 bars) y de 1.0 MPa (10 bars)
- Espesor Nominal (*e*): que es el espesor de la pared del tubo.

Diámetro nominal (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor de pared (mm)
12	10	1,0
16	13,6	1,2
18	15,5	1,25
20	17,4	1,3

Tabla 15. Características del ramal porta goteros de 16 mm

1.4.5 Filtros

El uso de este tipo de dispositivo es de gran importancia para este tipo de sistema de riego, ya que una mala filtración del agua puede afectar al riego debido a obstrucciones en la salida de los goteros. Esta obstrucción afecta en primer plano a los goteros debido a su pequeño diámetro y la reducida velocidad que el agua alcanza a la salida de estos.

Las principales obstrucciones en los goteros pueden deberse a los fertilizantes, a la arena, a la arcilla o a diferentes partículas orgánicas.

Es de vital importancia establecer en el sistema de riego un filtro que pueda desempeñar la función que se desea. En el mercado se pueden encontrar los filtros de hidrociclón, los de arena y los de malla.

Para este proyecto se va a utilizar un filtro de malla y un filtro de hidrociclón.

El filtro de mala esta formado por uno o varios cilindros de malla recubiertos por una carcasa exterior. La malla puede estar compuesta por diferentes materiales, pero se ha decantado por una malla de acero inoxidable.



Ilustración 18. Filtro de malla

Otra de las consideraciones a tener en cuenta, es que este sistema de riego cuenta con un sistema de fertiirrigación, por lo que será de total importancia que el filtro se coloque después de este sistema, evitando que el fertilizante no disuelto pase a través del filtro

El uso de un filtro para nuestro sistema de riego puede producir una pérdida de carga de entre 1 a 3 metros de columna de agua, aunque una mala limpieza de este puede ascender dicha pérdida hasta los 6 metros de columna de agua, por lo que será de vital importancia realizar un buen mantenimiento de este.

Dependiendo del diámetro de salida del gotero utilizado, será necesario la utilización de una malla con unas características específicas

Diámetro salida del gotero (mm)	Características de la malla	
	Tamaño máximo de hueco (µm)	Nº de mesh
1,50	214	65
1,25	178	80
1,00	143	115
0,90	128	115
0,80	114	150
0,70	100	170
0,50	86	200
0,40	71	250

Tabla 16. Características de la malla

Por otra parte, el filtro hidrociclón es un dispositivo diseñado para separar partículas sólidas o suciedad del agua mediante un proceso centrífugo. Funciona utilizando la fuerza centrífuga creada por el flujo de agua en una tormenta para separar las partículas pesadas de la tormenta.

La caída de presión que experimenta este tipo de filtros es del orden de 3 a 7 m.c.a. Cambia dependiendo del flujo de agua que circula por el filtro.

Por otro lado, las partículas retenidas se acumulan en el tanque inferior y no afectan el flujo, por lo que la caída de presión en este tipo de filtros se mantiene constante. A medida que otros tipos de filtros aumentan de volumen, la caída de presión aumenta y se retiene más sedimento.

Sin embargo, por razones de seguridad se recomienda instalar un filtro de malla en serie con el hidrociclón, ya que el hidrociclón puede dejar pasar algunas partículas hasta llegar al modo de funcionamiento.



Ilustración 19. Filtro hidrociclón

Para este proyecto se va a utilizar el modelo "50307 Filtro hidrociclón 3/4" de rosca" usado para caudales de 2 a 25 m³/h.

1.4.6 Equipo de fertirrigación

Este tipo de equipos es muy usado en los sistemas de riego por goteos, y son muy útiles ya que permiten un gran ahorro en fertilizantes.

El principal inconveniente que acarrea este sistema es que hay un riesgo de que los goteos se taponen o obstruyan, provocado por una mala compatibilidad entre los fertilizantes usados o por una mala disolución de estos.

	Nitrato amónico	Sulfato amónico	Solución nitrogenada	Urea	Nitrato cálcico	Nitrato potásico	Fosfato monoamónico o diamónico	Ácido fosfórico	Sulfato potásico	Cloruro potásico
Nitrato amónico	-	C	X	X	I	X	X	X	C	C
Sulfato amónico	C	-	C	X	I	C	I	I	C	C
Solución nitrogenada	X	X	-	X	X	X	X	X	C	C
Urea	X	X	X	-	X	X	X	X	C	C
Nitrato cálcico	I	I	X	X	-	X	I	I	I	C
Nitrato potásico	C	C	C	X	C	-	C	C	C	C
Fosfato monoamónico o diamónico	X	I	X	X	I	C	-	C	C	C
Ácido fosfórico	X	I	X	X	I	C	C	-	C	C
Sulfato potásico	C	C	C	C	I	C	C	C	-	C
Cloruro potásico	C	C	C	C	C	C	C	C	C	-

Tabla 17. Compatibilidad de los fertilizantes

En el mercado existen 2 sistemas de fertirrigación:

- Tanque de abono
- Inyector Venturi

Para este proyecto se ha decantado por hacer uso de un inyector Venturi.

Este esta formado por un tubo estrecho, que aplicando el efecto Venturi, produce una disminución de la presión en ese punto y un aumento de su velocidad de flujo.

La otra parte está conectada al depósito.

El inyector se debe conectar en paralelo a la tubería del agua, contando también con una válvula que permitirá un cambio de presión y haciendo circular el agua a través del tubo del inyector

El inyector cuenta también con una válvula que será la encargada de regular el paso del fertilizante.

En la "Figura 18" se muestra como debe ser conectado este sistema

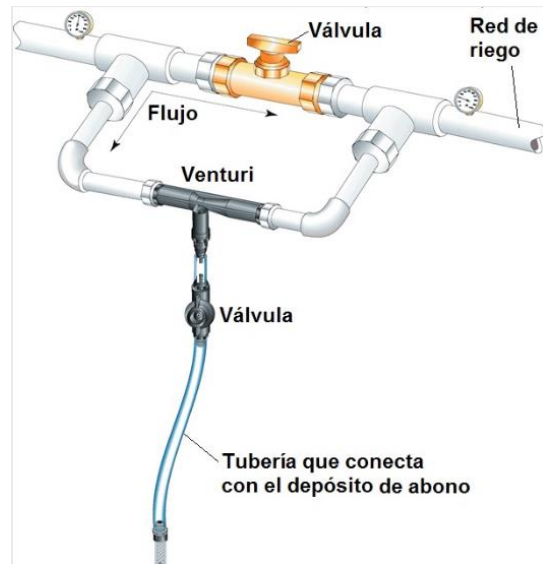


Ilustración 20. Distribución del inyector venturi

Para este proyecto se va a utilizar el “**Modelo F(3/4” x 0.9) de la marca Netafim**”

1.4.7 Válvulas

Las válvulas son de vital importancia en una instalación de riego, ya que serán las encargadas de regular el flujo de agua a través de las tuberías.

Dependiendo del uso que se necesite dentro de la instalación podemos encontrar las siguientes válvulas.

-Válvula de pie:

Se coloca al principio del sistema y es la que permite el paso del agua cuando la bomba empieza a funcionar. Cuando por cualquier motivo la bomba se para o deja de funcionar la válvula evita el vaciado de la bomba.



Ilustración 21. Válvula de pie

-Válvula de retención:

Cuando se produce un fallo eléctrico, la bomba se detendría de manera brusca y esto provocaría un aumento considerable de la presión del agua. Al tratarse de una válvula unidireccional evita que el flujo cambie de dirección cerrándose. Por lo que el uso de esta válvula es de vital importancia para la protección de la tubería, de la bomba de agua y de otros componentes del sistema.



Ilustración 22. Válvula de retención

-Válvula de seguridad:

Se trata de una válvula que evita una presión excesiva. Son necesarias porque reducen la presión cuando es demasiado elevada, lo que provocaría daños en el sistema.



Ilustración 23. Válvula de seguridad

-Válvula de descarga:

Son válvulas utilizadas al final del sistema de riego, su principal objetivo es descargar el agua en las fases en las que se realiza un lavado del sistema de riego.



Ilustración 24. Válvula de descarga

-Llave de paso:

La llave de paso es la que permite detener el paso del agua por la tubería. Para este sistema es muy útil, ya que será la encargada de permitir el paso a través de los 2 sectores con los que contará este sistema de riego.

Para este sistema de riego será necesaria la utilización de 3 llaves de paso, siendo una de estas la llave de paso principal, que cerrará el paso del agua por todo el olivar y las otras 2 serán las que permitan el paso del agua hacia los 2 sectores con los que contará dicha instalación



Ilustración 25. Llave de paso

2. ANEXOS A LA MEMORIA

2.1. ANEXO 1. LEGALIZACIÓN DEL POZO

Las normas que regular la legalización de un pozo ya existente en Andalucía son:

- El RD 1/2001;
- La Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas para Andalucía.
- El Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de aguas.

El pozo que se quiere legalizar se realizó antes de 1985,

Según la Ley 29/1985, aquellas personas que fueran titulares de algún derecho sobre aguas privadas procedentes de pozos o galerías tendrían derecho a acreditar en un plazo de 3 años su acreditación e inscripción en el Registro de Aguas Privadas este pozo, pese a ello el anterior propietario no lo realizó y esta ley fue derogada tras entrar en vigor el Real Decreto 1/2001

Este plazo concluyó el 31 de diciembre de 1988, por lo que no se puede utilizar para este caso.

Para poder realizar la inscripción en el catálogo de Aguas Privadas este pozo se tiene que recurrir a la Ley 10/2001, del Plan Hidrológico Nacional, señalando en su Disposición Transitoria Segunda que *“Transcurrido este plazo sin haberse cumplimentado esta obligación no se reconocerá ningún aprovechamiento de aguas calificadas como privadas si no es en virtud de resolución judicial firme.”*

Para la legalización de un pozo antiguo y que no se hubiese legalizado en su debido momento existen 2 modos de realizarlo.

El primer método sería directamente mediante la vía judicial, para que se reconozca la legalidad del pozo, la propiedad de este y su legítimo aprovechamiento.

El segundo método sería acudiendo directamente ante la Administración Hidráulica solicitando una concesión administrativa de agua públicas, la cual debe tramitarse con lo establecido en el artículo 59 del RD 1/2001 y el artículo 104 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

De este modo para poder legalizarlo se deben cumplir una serie de condiciones:

- El pozo debe obtener el suministro de agua subterráneas, por lo tanto, debe estar a más de 100 metros de un cauce público.
- Que dicho acuífero no este sobreexplotado.
- Como máximo se pueden extraer 7.000m³ de agua anual.
- Que el pozo ya se encuentre realizado.

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

- Que el aprovechamiento del agua sea estrictamente usado en la finca en la que se encuentra el pozo.
- Que cumpla la distancia mínima con el pozo más cercano.

Una vez que se ha verificado todo lo anterior, se deben cumplir una serie de etapas.

- Como se trata de un pozo ya existente no es necesaria la etapa de captación y perforación, ya que el pozo ya se encuentra realizado.
- La segunda etapa consiste en comunicar al organismo competente la existencia de este pozo y cual va a ser el uso que se va a hacer del agua. Además, es necesario especificar que el pozo se encuentra en una zona viable, fuera de áreas vulnerables o zonas de protección.

Cuando las aguas subterráneas tengan una cantidad menor de 7000 metros cúbicos es necesario realizar un informe cuyo receptor será el Organismo de Cuenca donde se encuentra ubicado dicho pozo, y será necesario adjuntar la siguiente documentación.

- Código de Información Fiscal de dicha Entidad
- La documentación que acredita la representación que ostenta
- Un título que acredite el propietario de la finca
- Un plano parcelario del catastro
- Un permiso del titular del pozo más cercano, en caso de que no se cumplan las distancias mínimas que se establecen en el Plan Hidrográfico de Cuenca
- Fotocopia del DNI

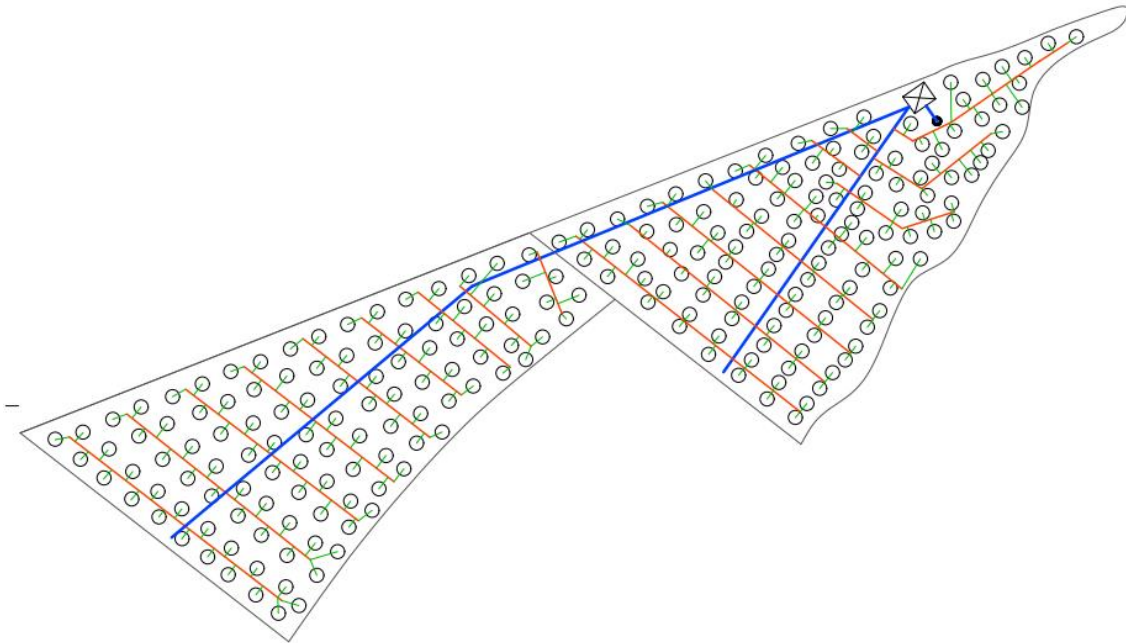
La legalización del pozo por lo tanto se efectuará ante diversos organismos:

- Confederación Hidrográfica: se encarga de legalizar el uso que se va a hacer del agua
- Dirección General de Industria, Energía y Minas: se encargará de legalizar la obra de perforación y sondeo.
- Agencia de Medio Ambiente y Aguas de Andalucía: tiene atribuida competencia en materia de aguas subterráneas

2.2. ANEXO 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.2.1. Estudio del dimensionamiento de tuberías

Para el dimensionamiento de las tuberías se ha hecho uso del programa de AutoCAD, de modo que partiendo del terreno a estudió, se han trazado el camino de tuberías consiguiendo la mayor eficiencia posible.



Las tuberías de este sistema se pueden dividir en tres tipos:

Tuberías principales:

Es la tubería dibujada de azul en la Figura XX. El recorrido de esta tubería va desde el pozo hasta la caseta, lugar en el que tras pasar por un sistema de Venturi recorrerá 2 caminos diferentes dependiendo del sector que se necesite regar.

La tubería que va desde el pozo hasta la caseta tiene unas dimensiones de 7 m

La tubería principal que distribuye el agua a través del primer sector tiene unas dimensiones de 125.7 m

La tubería principal que distribuye el agua a través del segundo sector tiene unas dimensiones de 330.3 m

Para el diámetro de esta tubería se ha optado por un diámetro de 50 mm y la totalidad de ella irá enterrada bajo tierra a 50 cm.

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

$$\begin{aligned} \text{Total de tubería principal} &= \text{Tub. Caseta a Pozo} + \text{Tub. 1º Sector} + \text{Tub. 2º Sector} \\ \text{Total de tubería principal} &= 7 + 125.7 + 330.3 \text{ (m)} \\ \text{Total de tubería principal} &= 463 \text{ (m)} \end{aligned}$$

Tuberías secundarias o de distribución:

Es la tubería dibujada de color rojo en la Figura XX. El recorrido de esta tubería parte siempre desde la tubería principal, dependiendo del sector al que pertenezca.

Para la distribución de estas se ha decantado por enterrarlas entre las hileras de olivo, permitiendo que cada una de ellas abastezca a 2 hileras.

Para el sector 1 hay una totalidad de 10 tuberías de distribución. La longitud total de estas tuberías es de 505 m.

Para el sector 2 hay una totalidad de 9 tuberías de distribución. La longitud total de estas tuberías es de 515 m.

Para el diámetro de esta tubería se ha optado por un diámetro de 25mm, ya que como máximo cada una de ellas debe suministrar agua a 20 olivos.

Debido a que estas se posicionaran entre las hileras de los olivos es necesario que se encuentren enterradas bajo tierra, de modo que se puedan hacer las labores. Estas tuberías se encontrarán a una profundidad de 30 cm.

$$\begin{aligned} \text{Total de tubería distribución} &= \text{Tub. 1º Sector} + \text{Tub. 2º Sector} \\ \text{Total de tubería distribución} &= 505 + 515 \text{ (m)} \\ \text{Total de tubería distribución} &= 1020 \text{ (m)} \end{aligned}$$

Tuberías porta goteros:

Es la tubería dibujada de color verde en la Figura XX. El recorrido de esta tubería parte siempre desde las tuberías de distribución.

Para el sector 1 hay una totalidad de 111 tuberías porta goteros, ya que son 111 los olivos que se pueden encontrar en este sector. La longitud total depende de la distancia a la que se encuentre el olivo de la tubería secundaria. Haciendo uso del programa de AutoCAD se ha estimado que la distancia entre las tuberías de distribución y el olivo en este sector son de unos 3 metros (parte de tubería enterrada a 20 cm), siendo necesario una media de 1.5 metros de tubería que rodeará al olivo (parte de la tubería en la superficie) ya que en ella será necesaria la implantación de 2 goteros.

Para el sector 2 hay una totalidad de 125 tuberías porta goteros, ya que son 125 los olivos que se pueden encontrar en este sector. Haciendo uso del programa de AutoCAD se ha estimado que la distancia entre las tuberías de distribución y el olivo en este sector son de unos 3.5 metros (parte de tubería enterrada a 20 cm), siendo necesario una media de 1.5 metros de tubería que rodeará al olivo (parte de la tubería en la superficie) ya que en ella será necesaria la implantación de 2 goteros.

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

$$\begin{aligned} \text{Total de tubería portagotos} &= \text{Tub. 1º Sector} + \text{Tub. 2º Sector} \\ \text{Total de tubería portagotos} &= N^{\circ}\text{Tub. 1º Sector} * L.\text{Tub.} + N^{\circ}\text{Tub. 2º Sector} * L.\text{Tub} \\ \text{Total de tubería portagotos} &= 111 * (3 + 1.5 (m)) + 125 * (3.5 + 1.5 (m)) \\ \text{Total de tubería portagotos} &= 1124.5 (m) \end{aligned}$$

En la siguiente tabla se resume el dimensionamiento del sistema de tuberías utilizado.

Tubería	Dimensiones (metros)	Tipo de material	Características
Principal	463	PE-100 (D= 50mm)	Alargamiento hasta rotura $\geq 350\%$ T. inducción oxidación ≥ 20 mim Retracción longitudinal $< 3\%$ Densidad de 959 kg/m^3
Distribución	1020	PE-100 (D= 25mm)	
Porta gotos	1124.5	PE-100 (D= 16mm)	

2.2.2. Estudio del sistema de bombeo

Para la determinación del sistema de bombeo utilizado para el proyecto hay que tener en cuenta una serie de variables:

- Número total de olivos a regar: 236 olivos
- Caudal de riego por olivo: 8 litros por hora
- Caudal total necesario: 1888 litros por hora ($5,24 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$)
- Pedidas de carga en el caso peor.
- Altura a la que se encuentra el nivel del agua del pozo

En primer lugar, se debe de determinar la velocidad del agua dentro de las tuberías. Para ello se hace uso de la siguiente fórmula que relaciona caudal, velocidad del agua dentro de la tubería y área de esta

$$Q = v * A$$


Siendo:


Q= flujo de agua a través de la tubería
V= velocidad que lleva el agua a través de tubería
A= área interna de la tubería


Por lo tanto, la fórmula empleada de la velocidad sería la siguiente:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

Tubería principal	Diámetro exterior(mm)	Diámetro interior(mm)	Espesor pared(mm)	Caudal (l/h)	Velocidad flujo(m/s)
	50	40.8	4.6 - 5.2	1888	0.40

Tubería secundaria	Diámetro exterior(mm)	Diámetro interior(mm)	Espesor pared(mm)	Caudal (l/h)	Velocidad flujo(m/s)
	25	20.4	2.3 - 2.7	160	0.14

Tubería porta goteros	Diámetro exterior(mm)	Diámetro interior(mm)	Espesor pared(mm)	Caudal (l/h)	Velocidad flujo(m/s)
	16	13.6	1.2	8	0.015

Una vez obtenidas las velocidades de flujo de las tuberías del sistema es necesario determinar la pérdida de cargas en la instalación.

Para la pérdida de carga de una instalación de riego se tiene que tomar como referencia el caso peor, es decir, el gotero que se encuentra más alejado de la instalación.

Para ello se debe tener en cuenta:

- Pérdidas en los tramos rectos de la instalación
- Pérdidas en puntos y elementos localizados
- Pérdidas en los goteros

1) Perdidas en los tramos rectos de la instalación

Para la determinación de estas pérdidas se utiliza el método Darcy-Weisbach

$$\Delta p = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2 * g}$$

Siendo:

- Δp = Pérdida de carga en un tramo recto, se mide en (m.c.a)
- v= velocidad que lleva el agua a través de tubería
- g= aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)
- f= factor de fricción Darcy-Weisbach
- D= diámetro interno tubería
- L= longitud de tubería

De la expresión anterior se conocen todos los valores, excepto el factor de fricción. Este valor depende del número de Reynolds (Re) y de la rugosidad relativa de la tubería (ϵ_r).

Rugosidad relativa:

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{D}$$

Siendo:

- ϵ = rugosidad absoluta del material
- D= diámetro interno tubería

Material	ϵ (mm)
Plástico (PE, PVC)	0,0015

Figura xx. Rugosidad absoluta del PE

Una vez sabemos cual es la rugosidad absoluta del material es sencillo calcular la relativa de cada tubería

Tubería	ϵ_r
Principal	0.0000367
Secundaria	0.0000735
Porta goteros	0.00011

Numero de Re:

$$Re = \frac{\rho * v * D}{\mu}$$

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

Siendo:

v = velocidad que lleva el agua a través de tubería (m/s)

ρ = densidad del agua (kg/m^3)

μ = viscosidad dinámica del agua ($kg/m*s$)

D = diámetro interno tubería (m)

	Densidad	Viscosidad absoluta
Temperatura	ρ	μ
°C	kg/m^3	$kg/m*s$
0	999,9	$1,792 \cdot 10^{-3}$
5	1000,0	$1,519 \cdot 10^{-3}$
10	999,7	$1,308 \cdot 10^{-3}$
20	998,2	$1,005 \cdot 10^{-3}$
40	992,2	$0,656 \cdot 10^{-3}$

Nos centraremos en una temperatura de 20 °C.

Por lo tanto, el Re para las diferentes tuberías es de:

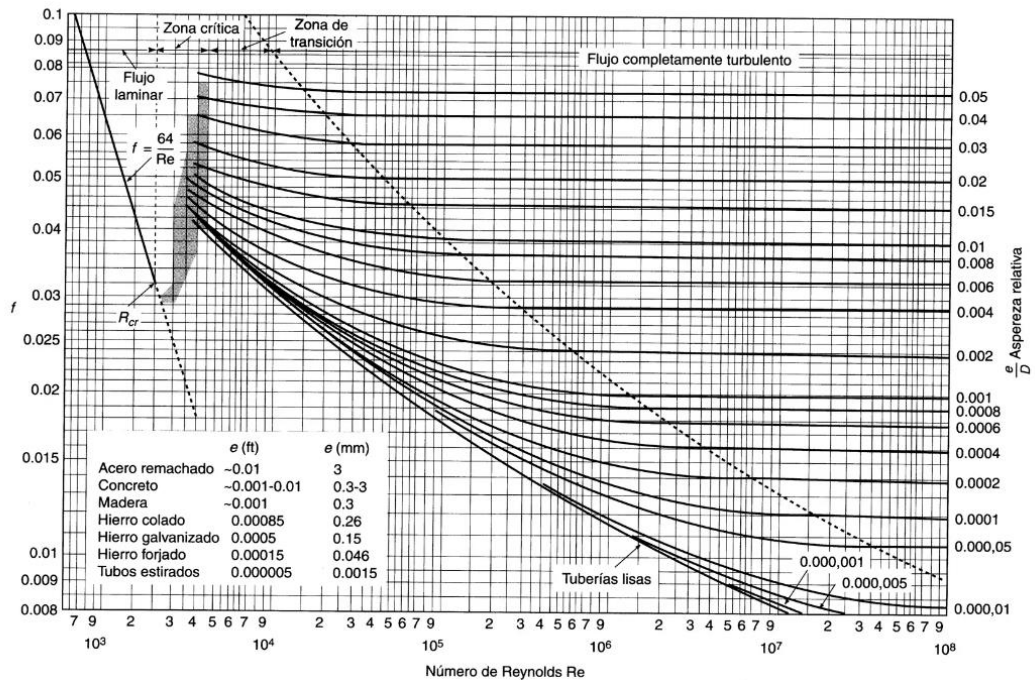
Tubería	Re
Tubería principal	16206.5
Tubería secundaria	2755
Tubería porta goteros	202.58

Se observa que la tubería porta goteros se encuentra en régimen laminar ya que el Re es menor de 2000. El factor de fricción para este caso se calcularía de manera directa. Siendo este:

$$f = \frac{64}{Re}$$

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

En el caso de las otras 2 tuberías sería necesario obtener el factor de fricción mediante el diagrama de Moody.



Tubería	Factor de fricción
Tubería principal	0.027322
Tubería secundaria	0.044744
Tubería porta goteros	0.3159

Una vez que conocemos todos los datos necesarios vamos a calcular las pérdidas en el caso más desfavorable:

En el caso más desfavorable la longitud de las tuberías es la siguiente:

- Longitud de tubería principal 303,3 metros
- Longitud de tubería secundaria 70.2 metros
- Longitud de tubería porta goteros 4.2 metros

A partir de la fórmula anteriormente mencionada se calcula la pérdida de carga en cada tramo

$$\Delta p(\text{tubería principal}) = 0.027322 * \frac{303.3}{0.0408} * \frac{0.4^2}{2 * 9.81} = 1.656 \text{ m}$$

$$\Delta p(\text{tubería secundaria}) = 0.044744 * \frac{70.2}{0.0204} * \frac{0.14^2}{2 * 9.81} = 0.15 \text{ m}$$

$$\Delta p(\text{tubería porta goteros}) = 0.3159 * \frac{4.2}{0.0136} * \frac{0.015^2}{2 * 9.81} = 0.00111 \text{ m}$$

$$\Delta p(\text{total}) = 1.656 + 0.15 + 0.00111 = 1.807 \text{ m}$$

2) Perdidas en puntos y elementos localizados

Estas pérdidas se basan en los componentes del sistema de riego, es decir, de los codos, filtros, desviaciones válvulas y cambios de dirección

Para el calculo de estas pérdidas se hace uso de la siguiente fórmula:

$$\Delta p = K * \frac{v^2}{2 * g}$$

Siendo:

K=coeficiente adimensional o coeficiente de perdida

En la tabla siguiente se puede encontrar cual sería el valor de este coeficiente según el diámetro de la tubería al que va unido

DIAMETRO D		CODO 90° CURVA LARGA		CODO 90° CURVA MEDIA		CODO 90° CURVA CORTA		CODO 45°		CURVA 90° R/D - 1 1/2		CURVA 90° R/D - 1		CURVA 45°		ENTRADA NORMAL		ENTRADA EXTENSIÓN		VALVULA DE CORTE ABIERTA		VALVULA DE GLOBO ABIERTA		VALVULA DE GLOBO EN ANGULO ABIERTA		TEE CON PASARE DIRECTO		TEE CON SALIDA LATERAL		TEE CON SALIDA BILATERAL		VALVULA DE PIE Y FILTRO		SALIDA CANALIZACIÓN		VALVULA DE RETENCIÓN TIPO BOLA		VALVULA DE RETENCIÓN TIPO CHAPAETA	
mm	pulg																																						
13	1/2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,1	0,1	4,9	2,6	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6											
19	3/4	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,5	0,1	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4												
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,5	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,7	0,2	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2												
32	1 1/4	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,6	0,3	0,4	0,5	0,2	0,3	0,9	0,2	0,2	11,3	5,6	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0												
38	1 1/2	0,9	1,1	1,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5	0,7	0,3	0,5	0,6	0,3	0,5	1,0	0,3	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8												
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,0	0,4	0,7	0,8	0,4	0,7	1,5	0,4	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4												
63	2 1/2	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	0,9	1,2	0,5	0,9	1,0	0,5	0,9	1,9	0,4	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1												
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,1	1,5	0,6	1,1	1,2	0,6	1,1	2,2	0,5	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7												
100	4	2,1	2,8	3,4	1,3	1,3	1,6	0,7	1,6	2,0	0,7	1,6	1,6	0,7	1,6	3,2	0,7	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	6,4	12,9												
125	5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	2,1	0,9	2,0	2,5	0,9	2,0	2,0	0,9	2,0	4,0	0,9	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1												
150	6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	2,5	1,1	2,5	3,0	1,1	2,5	2,5	1,1	2,5	5,0	1,1	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3												
200	8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	3,3	1,5	3,5	4,0	1,5	3,5	3,5	1,5	3,5	6,0	1,4	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0												
250	10	5,5	6,7	7,9	3,8	3,0	4,1	1,8	4,5	5,0	1,8	4,5	4,5	1,8	4,5	7,5	1,7	1,7	85,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0												
300	12	6,1	7,9	9,5	4,6	3,6	4,8	2,2	5,5	6,0	2,2	5,5	5,5	2,2	5,5	9,0	2,1	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0												
350	14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	5,4	2,5	6,2	7,0	2,5	6,2	6,2	2,5	6,2	11,0	2,4	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0												

Tuberías y filtros	Q(l/h)	D(mm)	Tipo de elemento	Unidad	Coeficiente de perdida(k)	Perdida de carga (Δp)m
Principal	1888	40.8	válvula antirretorno	1	1.0	0.008
			Válvula retención	1	4.2	0.034
			Codos 90°	4	1.4	0.0456
			Codo 45°	1	0.8	0.0065
			Derivaciones	9	2.0	0.1467
Secundaria	160	20.4	Derivaciones	20	2.0	0.04
Porta goteros	8	13.6	Inserción de goteros	2	3.0	0.000068
Filtro hidrociclón						3.5
Filtro de malla						1.5
Total						5.28

$\Delta p(localizada) = 5.28 m$

3) Perdidas en los goteros

Para el cálculo de esta pérdida no ha sido necesario realizar ningún cálculo aparente ya que la pérdida de carga que se produce en los goteros depende sobre todo del diámetro de la tubería a la que van acoplados, es decir, de la tubería porta goteros.

Ya que el diámetro porta goteros utilizado para este proyecto es de 16 mm, el gotero producirá una $\Delta p=0.23 \text{ m}$

De este modo obtenemos un $\Delta p_{Total}=7.317 \text{ metros}$

Una vez obtenidas las pérdidas de carga de la instalación, solo faltaría sumarle la altura a la que se encuentra el nivel del agua del pozo.

Por lo tanto, la altura manométrica (H), será igual a la suma de las 2 variables anteriormente dichas.

$$H = H_g + \Delta p_{Total}$$

Siendo:

H_g =altura geométrica que debe salvar el agua

Δp_{Total} = suma de todas las pérdidas de cargas producidas para el caso peor

El nivel del agua del pozo se encuentra a una profundidad de 9 metros. Es necesario sumar a este valor el nivel freático que se produce al bombear agua y la bajada de nivel producida en el pozo debido a las épocas de calor en las que las precipitaciones son escasas. Por lo tanto, se ha establecido un nivel de 13 metros.

De este modo la altura manométrica será igual a **H=20,317**

En resumen, para la elección de la bomba hay que tener en cuenta los siguientes valores.

Caudal (m^3/h)	Presión(metros)
1,89	20,317

Una vez conocidos estos valores se procede a la selección de la bomba. La bomba seleccionada es la “**SP 3A-6 50 50 Hz**” del fabricante Grundfos. En la tabla xx se muestra las principales características de esta bomba

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

Modelo de bomba: SP 3A-6 50 Hz de GRUNDFOS	
Tipo:	Bomba sumergible multicelular para suministro de agua subterránea, provista de motor trifásico, tipo encapsulado con protección contra arena, cojinetes lubricados por el líquido y diafragma compensadora de presión.
Caudal de diseño:	3,31 m ³ /h
Presión:	23 m
Materiales	
Bomba:	Acero inoxidable, AISI 304
Impulsor:	Acero inoxidable, AISI 304
Motor:	Acero inoxidable, AISI 304
Datos eléctricos	
Potencia nominal:	0,599 kW
Frecuencia de alimentación:	50 Hz
Tensión nominal:	3 x 380-400-415 V
Tipo de arranque:	Directo
Corriente nominal:	1,30-1,40-1,50 A
Cos phi - Factor de potencia:	0,70-0,64-0,60
Velocidad nominal de giro:	2850-2860-2870 r.p.m.
Grado de protección (IEC 34-5):	IP68
Clase de aislamiento (IEC 85):	B
Otros datos	
Válvula:	Bomba con válvula de retención integrada
Etapas:	6
Diámetro del motor:	4 inches
Peso neto/bruto:	8,6 kg / 9,9 kg

Tabla 21. Características de la bomba

2.2.3. Estudio del consumo energético

Antes de la determinación del consumo energético de la instalación eléctrica hay que tener en cuenta la radiación solar disponible para el mes más desfavorable y la orientación de los módulos fotovoltaicos

Radiación solar disponible

Para la determinación de la radiación solar que se da en el terreno bajo estudio, se ha hecho uso de la página "Photovoltaic Geographical Information System", mediante la cual se han obtenido a partir de las coordenadas de latitud y longitud del terreno los siguientes datos.

Irradiación global por metro cuadrado de modulo diaria	
Mes	Horas de sol pico (HSP) en kWh/m ²
Enero	2.7
Febrero	3.6
Marzo	5.1
Abril	6.2
Mayo	7.3
Junio	8.1
Julio	8.2
Agosto	7.3
Septiembre	5.7
Octubre	4.1
Noviembre	2.9
Diciembre	2.6

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

Una vez obtenidos estos valores los cálculos se realizan con el mes más desfavorable.

El mes más desfavorable es diciembre con un HSP de 2.6 kWh/m²

Posicionamiento de los módulos

Los módulos al ser fijos deben tener una inclinación y orientación que permite recibir el mayor rendimiento posible. Tras conocer la latitud del terreno y sus coordenadas geológicas se ha estimado la siguiente orientación.

Orientación módulos solares	
Orientación sur (Azimut, α)	Inclinación (β)
0°	37°

Consumo energético

Para determinar el consumo energético en KWh de una bomba se utiliza la siguiente expresión.

$$KWh = \frac{Q * H}{367 * \eta}$$

Siendo:

Q: caudal bomba (m³/h)
H: altura de impulsión (m)
 η : rendimiento bomba

A partir de los datos obtenidos del modelo de la bomba, se obtiene el siguiente consumo energético tanto a la hora, como al día (siendo 8 las horas de funcionamiento diarias de la bomba)

$$\text{Consumo energético hora} = \frac{Q * H}{367 * \eta} = \frac{3.31 * 23}{367 * 0.51} = 0.41 \text{ KWh}$$

$$\text{Consumo energético diario} = 0.41 * 8 = 3.28 \text{ KWh}$$

2.2.4. Estudio del número de Módulos fotovoltaicos

Para la determinación de los paneles solares necesarios, que satisfagan la demanda de energía se emplea la expresión:

$$N_{mod} = \frac{C_{ed}}{P_{MP} * HSP_{cri} * PR}$$

Siendo:

N_{mod} : número de paneles solares

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

C_{ed} : consumo diario de energía
 P_{MP} : potencia de pico módulo usado
 HSP_{cri} : valor para el mes más desfavorable
 PR : rendimiento energético de la instalación

De los parámetros anteriormente mencionados son todos conocidos, excepto el PR. Para la obtención de este valor hay que tener en cuenta una serie de pérdidas.

Perdidas	Consideraciones	Valores	Fórmula	Valor pérdidas
Dispersión de potencia de módulos	Suministrada por fabricante del módulo	Pmax= 1-3 %		3%
Incremento de temperatura	KT= coeficiente de temperatura suministrado por fabricante Tc = temperatura mensual media de las placas E = radiación media mes crítico (W/m ²) Tamb = temperatura ambiente mensual mes crítico Tonc = temperatura de operación nominal. Suministrado por fabricante	KT= 0,0035 °C Tamb= 15 °C E= 260 W/m ²) Tonc= 45 °C Tc= 20.5 °C	$P_T = K_T \cdot (T_c - 25^\circ\text{C})$ $T_c = T_{amb} + \frac{(T_{onc} - 20^\circ\text{C}) \cdot E}{800}$	0.6 %
Sombras	Sombras parciales en los paneles	X	X	2%
Acumulación de suciedad	Buen mantenimiento y limpieza de los paneles	X	X	3%
Eléctricas	Según pliego de condiciones, una instalación en corriente continua no puede superar una caída de tensión superior al 1.5%	X	X	1.5%
Reflectancia	Hace referencia a los efectos angulares de la reflexión de módulos	X	X	2.9%
Degradación de módulos	Se debe a un proceso natural debido a su exposición al sol	X	X	1%

De esta manera el rendimiento energético de la instalación será igual.

$$PR = 100\% - 3\% - 0.6\% - 3\% - 3\% - 1.5\% - 2.9\% - 1\% = 86\%$$

Sabiendo el valor de todos los parámetros que definen el número de módulos necesario, procedemos a su sustitución

$$N_{mod} = \frac{C_{ed}}{P_{MP} * HSP_{cri} * PR} = \frac{3280 \text{ W} * h}{255\text{W} * 2.6 \text{ HSP} * 0.86} = 5.75 \rightarrow 6$$

Por lo tanto, será necesaria la instalación de 6 módulos de la marca "Isofotón", más concretamente el modelo "ISF-255 monocristalino"

Para establecer el conexionado de estos módulos se debe saber que el motor que hace funcionar la bomba tiene una tensión nominal de 48V y que este tipo modelo fotovoltaico tiene una tensión en el punto máxima de potencia de 30.9V

Para ello se usan las siguientes expresiones

$$N_{serie} = \frac{Tensión\ nominal}{Tensión\ punto\ máxima\ potencia} = \frac{48}{30.9} = 1.55 \rightarrow 2$$

$$N_{paralelo} = \frac{Número\ total\ de\ módulos}{Número\ módulos\ en\ serie} = \frac{6}{2} = 3$$

El sistema que proporcionara la electricidad al sistema de riego constara por 3 ramales conectados en paralelo y en cada uno de estos ramales 2 paneles en serie.

2.2.5. Estudio del regulador

Para el cálculo de regulador de carga habrá que calcular la corriente máxima que debe soportar, la potencia máxima, la tensión de entrada y la tensión máxima en circuito abierto

De esto modo, hay que calcular la corriente máxima de entrada y de salida.

Para la corriente máxima de entrada se utiliza la siguiente expresión:

$$I_{entrada} = 1.25 * I_{SC} * N_{paralelo}$$

$$I_{entrada} = 1.25 * 8.86\ A * 3 = 33.2\ A$$

Siendo:

I_{SC} =intensidad cortocircuito del modelo usado

$N_{paralelo}$ = número de paneles en paralelo

Para la corriente máxima de salida se utiliza la siguiente expresión:

$$I_{salida} = 1.5 * \frac{P_{DC}}{V_B}$$

$$I_{salida} = 1.5 * \frac{0.599}{48} = 18.71\ A$$

Siendo:

P_{DC} =potencia nominal de la bomba

V_B = tensión nominal de la bomba

Por lo tanto, el regulador deberá soportar una corriente de entrada de 33.2 A y una de salida de 18.71 A

Para el cálculo de la tensión de entrada se utiliza la siguiente expresión

$$T_{entrada} = V_{MP} * N_{paralelo}$$
$$T_{entrada} = 30.9 * 3 = 92.7\ V$$

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

Siendo:

V_{MP} = tensión de operación del modelo usado

$N_{paralelo}$ = número de paneles en paralelo

Para el cálculo de la tensión de entrada se utiliza la siguiente expresión

$$T_{\max \text{ circuito abierto}} = V_{oc} * N_{serie}$$

$$T_{\max \text{ circuito abierto}} = 37.9 * 2 = 75.8 \text{ V}$$

Siendo:

V_{oc} = tensión de operación del modelo usado

N_{serie} = número de paneles en serie

Para el cálculo de la potencia máxima que debe soportar el regulador se utiliza la siguiente expresión

$$P_{max} = P_N * N_{mod}$$

$$P_{max} = 255 * 6 = 1530 \text{ W}$$

Siendo:

N_{mod} : número de paneles solares

P_N = potencia nominal del panel usado

En la siguiente tabla se muestra cual ha sido el regulador que se ha decidido usar para instalación.

	Necesidades instalación	Regulador MPPT-50C
$I_{entrada}$	33.2 A	40 A
I_{salida}	18.71 A	50 A
$T_{entrada}$	92.7 V	16-112 V
$T_{\max \text{ circuito abierto}}$	75.8 V	140 V
P_{max}	1530 W	3250 W

2.2.6. Estudio de cables y elementos de protección

Dentro de esta instalación tenemos que diferenciar entre 2 tramos principales

El tramo 1: desde el regulador de carga hasta los módulos fotovoltaicos

El tramo 2: desde regulador hasta la bomba

Todos los tramos de la instalación serán en corriente continua. Este cableado estará compuesto por un conductor activo positivo, un conductor activo negativo y un cable de protección. Los cables que se van a utilizar para este proyecto son cables unipolares “**PV ZZ-F**”

La expresión utilizada para determinar la sección de estos cables viene definida de la siguiente manera.

$$S = \frac{2 * L * I}{K * \Delta U}$$

Siendo:

S= sección del conducto del cable (mm²)

L= longitud del cable (m)

I= intensidad de corriente

K= conductividad del material

ΔU = caída de tensión máxima que hay en el tramo

Tramo 1:

La longitud de este tramo es de 4 metros.

La intensidad viene definida por la intensidad del módulo en cortocircuito (8.86 A) y el número de paneles en paralelo (3). La intensidad es 26.58 A

La caída de tensión máxima debe ser de 1%, ya que la tensión de alimentación al regulador es 92.7 V. La caída máxima de tensión debe ser 0.92 V

La conductividad depende del material, en este caso el cobre tiene una $K= 56 \text{ m}/\Omega * \text{mm}^2$

De este modo aplicando la fórmula anteriormente descrita se obtiene:

$$S = \frac{2 * 4(m) * 26.58(A)}{56 \text{ m}/\Omega * \text{mm}^2 * 0.92} = 4.12 \text{ mm}^2$$

Haciendo uso de las tablas normalizadas de secciones de cable sería necesaria la instalación de un cable de 6 mm²

Tramo 2:

La longitud de este tramo es de 14 metros.

La intensidad usada será la que tenga el regulador a su salida. La intensidad es 18.71 A

La caída de tensión máxima debe ser de 3%, ya que la tensión nominal de la bomba es de 48 V. La caída máxima de tensión debe ser 1.44 V

La conductividad depende del material, en este caso el cobre tiene una $K= 56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$

De este modo aplicando la fórmula anteriormente descrita se obtiene:

$$S = \frac{2 * 14(m) * 18.71(A)}{56 \text{ m}/\Omega * \text{mm}^2 * 1.44} = 6.49 \text{ mm}^2$$

Haciendo uso de las tablas normalizadas de secciones de cable sería necesaria la instalación de un cable de 10 mm²

Cableado de protección

El cableado de protección será de total importancia, ya que evitará diferencias de potencial que puedan suponer un peligro. Este cable dependerá del tipo de cable usado en los cables activos. De este modo:

Sección de los conductores activos de la instalación, $S \text{ (mm}^2\text{)}$	Sección mínima de los conductores de protección, $S_p \text{ (mm}^2\text{)}$
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

En esta tabla se resume los cables utilizados en la instalación.

	Sección cable activo (mm ²)	Sección cable protección (mm ²)
Tramo 1	6	6
Tramo 2	10	10

Fusibles

Con el finde proteger el sistema de sobrecargas se hará uso de estos componentes

Los fusibles que se van a utilizar son unos destinados a instalaciones fotovoltaicas en concreto fusibles de cuchilla “gPV 1000V DC”

Para que el fusible desempeñe su papel debe cumplirse una condición:

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

$$I_B \leq I_N \leq 0.9 * I_{adm}$$

Siendo:

I_B = corriente a través de la línea

I_N = corriente nominal del fusible usado

I_{adm} = máxima corriente aceptada por el cable conductor

De este modo será sencillo elegir cual es el fusible más acorde para cada tramo:

	I_B	I_N	$0.9 * I_{adm}$
Tramo 1	26.56 A	32 A	37.8 A
Tramo 2	18.71 A	25 A	27.9 A

Las características de los cartuchos de estos fusibles se representan en la siguiente imagen

	I_N	Tensión nominal	Poder de corte
Tramo 1	32 A	1000 V	30 kA
Tramo 2	25 A	1000 V	30 kA

2.3. ANEXO 3. ESTUDIO DE VIABILIDAD

2.3.1. Balance energético

Para los sistemas fotovoltaicos de autoconsumo aislados, es decir, que no están conectados a la red eléctrica la energía usada no tiene costes ya que dicha energía se obtiene directamente de los paneles solares

A continuación, se procede a realizar un estudio de cuál va a ser el ahorro de energía que va a suponer dicha instalación. Para ello se parte de unos datos generales representados en la siguiente tabla

DATOS GENERALES		
Potencia del modulo fotovoltaico	255	W
Producción de energía anual	2233.8	kW/año
Periodo de 20 años en el que el fabricante garantiza una potencia de los módulos del 85%	20	años
P.V.P. del kWh	0,18	€
Incremento del precio de la energía estimado	2,5	% anual
I.P.C. estimado	4,1	% anual
COSTES		
Coste de la instalación	7474.54	€

AÑO	PÉRDIDA ANUAL DE EFICIENCIA	PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ANUAL PORCENTUAL	PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ANUAL (kWh)	INCREMENTO DEL PRECIO DE LA ENERGÍA (%)	PRECIO DEL kWh FOTOVOLTAICO
1	0,008	1	2233,8	2,5	0,18
2	0,008	0,992	2215,9	2,5	0,186
3	0,008	0,983	2195,8	2,5	0,1895
4	0,008	0,975	2177,9	2,5	0,195
5	0,008	0,967	2160,08	2,5	0,1995

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

6	0,008	0,958	2139,98	2,5	0,205
7	0,008	0,95	2122,11	2,5	0,21
8	0,008	0,942	2104,23	2,5	0,215
9	0,008	0,933	2084,13	2,5	0,22
10	0,008	0,925	2066,26	2,5	0,226
11	0,008	0,917	2048,39	2,5	0,232
12	0,008	0,908	2028,29	2,5	0,237
13	0,008	0,9	2010,42	2,5	0,244
14	0,008	0,892	1992,5	2,5	0,249
15	0,008	0,883	1972,44	2,5	0,255
16	0,008	0,875	1954,57	2,5	0,262
17	0,008	0,867	1936,70	2,5	0,268
18	0,008	0,858	1916,6	2,5	0,275
19	0,008	0,85	1898,73	2,5	0,282
20	0,008	0,842	1880,85	2,5	0,289
21	0,008	0,833	1860,75	2,5	0,296
22	0,008	0,825	1842,88	2,5	0,303
23	0,008	0,817	1825,01	2,5	0,315
24	0,008	0,808	1804,91	2,5	0,321
25	0,00833333	0,8	1787,04	2,5	0,325
26	0,00833333	0,7916667	1766,9	2,5	0,333
27	0,00833333	0,78333333	1749,06	2,5	0,342
28	0,00833333	0,775	1731,19	2,5	0,350
29	0,00833333	0,7666667	1711,42	2,5	0,359
30	0,00833333	0,75833333	1693,22	2,5	0,368
TOTAL DE PRECIO AHORRADO					18555.8

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

2.3.2. Balance de la cosecha

Para estudiar el balance de los beneficios que puede producir la cosecha se han estimado unos datos orientativos. Se ha realizado dicho balance solo para 5 años, ya que a partir de este momento la rentabilidad y aumento de la cosecha del olivo es muy baja, manteniéndose más o menos constante siempre y cuando se abastezca de sus necesidades híbridas

DATOS GENERALES		
Número de olivos	236	olivos
Cosecha media actual por olivo	66	kg
Cosecha esperada para un margen de 5 años	90	kg
Precio por litro de aceite pagado por la cooperativa	1	€
Rendimiento del aceite de los olivos	16	%

AÑO	OLIVOS	KILOGRAMOS DE ACEITUNA POR OLIVO	KILOGRAMOS DE LA COSECHA	DIFERENCIA DE COSECHA RESPECTO A LA DE PARTIDA	RENDIMIENTO
1	236	77	18172	2596	19%
2	236	81	19116	3540	19.3%
3	236	83	19588	4012	19.8%
4	236	87	20532	4956	20.2%
5	236	90	21240	5664	20.5%
TOTAL DE GANANCIAS EN 5 AÑOS CON RESPECTO AL SISTEMA ACTUAL					4133 €

2.3.3. Cálculo de Payback

ENTRADAS	GANANCIAS DE LA COSECHA (€)	AHORRO DE ENERGÍA(€)	TOTAL (€)
1	493,24	402,084	895,324
2	683,22	412,1574	1095,3774
3	794,37	416,1041	1210,4741
4	100,11	424,6905	524,8005
5	1416,3	430,93596	1847,23596
6	1416,3	438,6959	1854,9959
7	1416,3	445,6431	1861,9431
8	1416,3	452,40945	1868,70945
9	1416,3	458,5086	1874,8086
10	1416,3	466,97476	1883,27476
11	1416,3	475,22648	1891,52648
12	1416,3	480,70473	1897,00473
13	1416,3	490,54248	1906,84248
14	1416,3	496,1325	1912,4325
15	1416,3	502,9722	1919,2722
16	1416,3	512,09734	1928,39734
17	1416,3	519,0356	1935,3356
18	1416,3	527,065	1943,365
19	1416,3	535,44186	1951,74186
20	1416,3	543,56565	1959,86565
21	1416,3	550,782	1967,082
22	1416,3	558,39264	1974,69264
23	1416,3	574,87815	1991,17815
24	1416,3	579,37611	1995,67611
25	1416,3	580,788	1997,088
26	1416,3	588,3777	2004,6777
27	1416,3	598,17852	2014,47852
28	1416,3	605,9165	2022,2165
29	1416,3	614,39978	2030,69978
30	1416,3	623,10496	2039,40496

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

TESORERIA	TESORERIA INICIAL	FLUJO ENTRADA /SALIDA	TESORERIA FINAL
1	-7474,54	895,324	-6579,216
2	-6579,216	1095,3774	-5483,8386
3	-5483,8386	1210,4741	-4273,3645
4	-4273,3645	524,8005	-3748,564
5	-3748,564	1847,23596	-1901,328
6	-1901,328	1854,9959	-46,33214
7	-46,33214	1861,9431	1815,61096
8	1815,61096	1868,70945	3684,32041
9	3684,32041	1874,8086	5559,12901
10	5559,12901	1883,27476	7442,40377
11	7442,40377	1891,52648	9333,93025
12	9333,93025	1897,00473	11230,935
13	11230,935	1906,84248	13137,7775
14	13137,7775	1912,4325	15050,21
15	15050,21	1919,2722	16969,4822
16	16969,4822	1928,39734	18897,8795
17	18897,8795	1935,3356	20833,2151
18	20833,2151	1943,365	22776,5801
19	22776,5801	1951,74186	24728,322
20	24728,322	1959,86565	26688,1876
21	26688,1876	1967,082	28655,2696
22	28655,2696	1974,69264	30629,9623
23	30629,9623	1991,17815	32621,1404
24	32621,1404	1995,67611	34616,8165
25	34616,8165	1997,088	36613,9045
26	36613,9045	2004,6777	38618,5822
27	38618,5822	2014,47852	40633,0607
28	40633,0607	2022,2165	42655,2772
29	42655,2772	2030,69978	44685,977
30	44685,977	2039,40496	46725,382

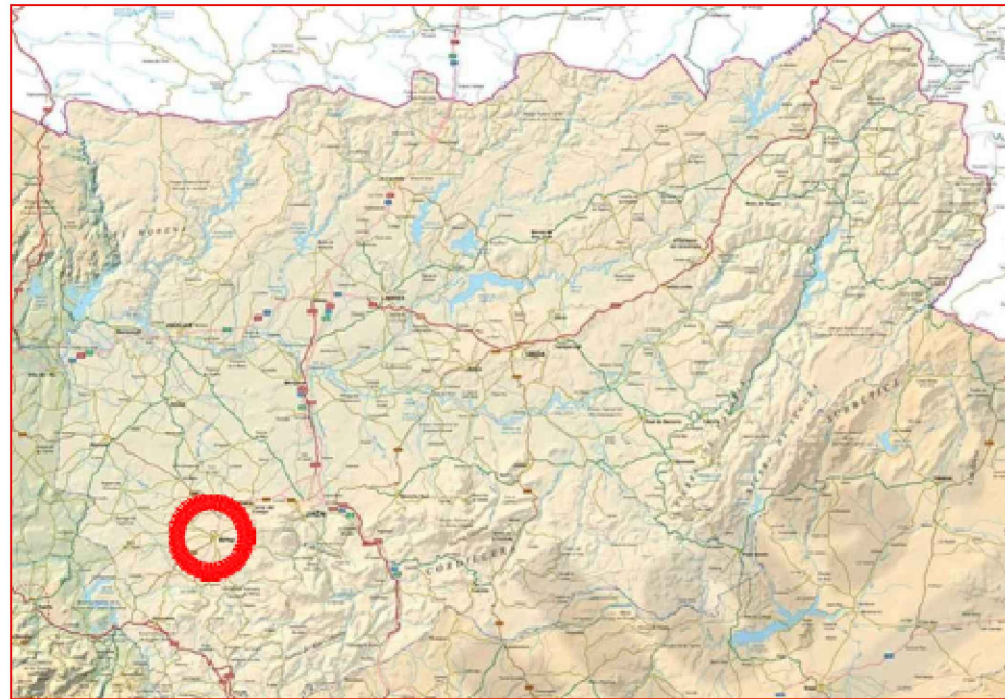
2.3.4. Resumen Estudio de Viabilidad

HIPÓTESIS GENERALES	
Inversión inicial	7474.54 €
Ahorro energético anual	2233.80 kWh/año
Ganancia de cosecha 1 año	493 €
Ayudas	0 €

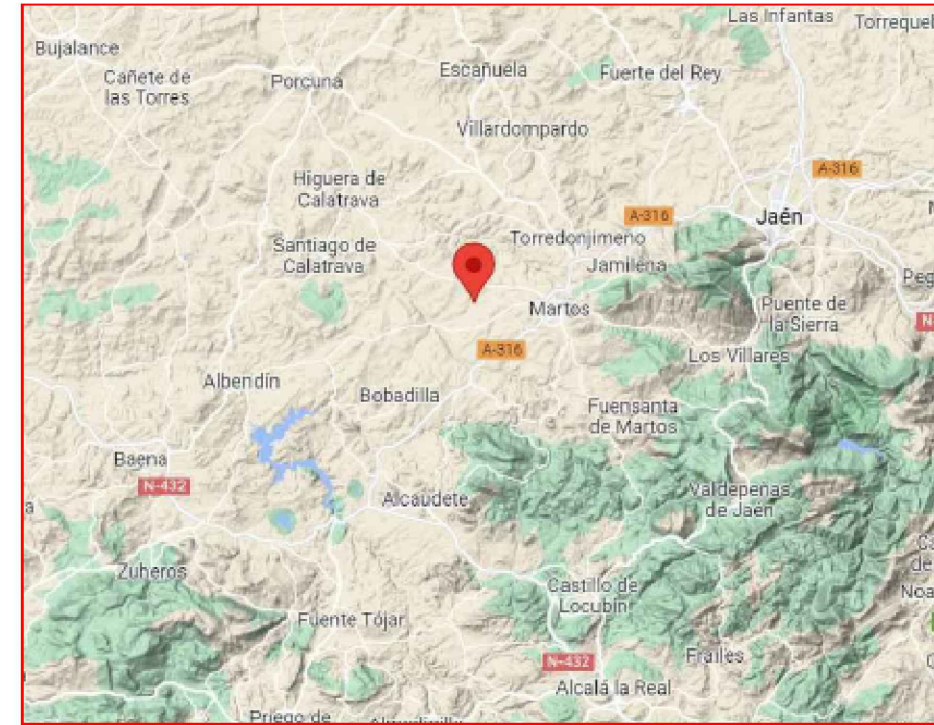
RESULTADO ECONÓMICO	
Payback	6 años

3. PLANOS

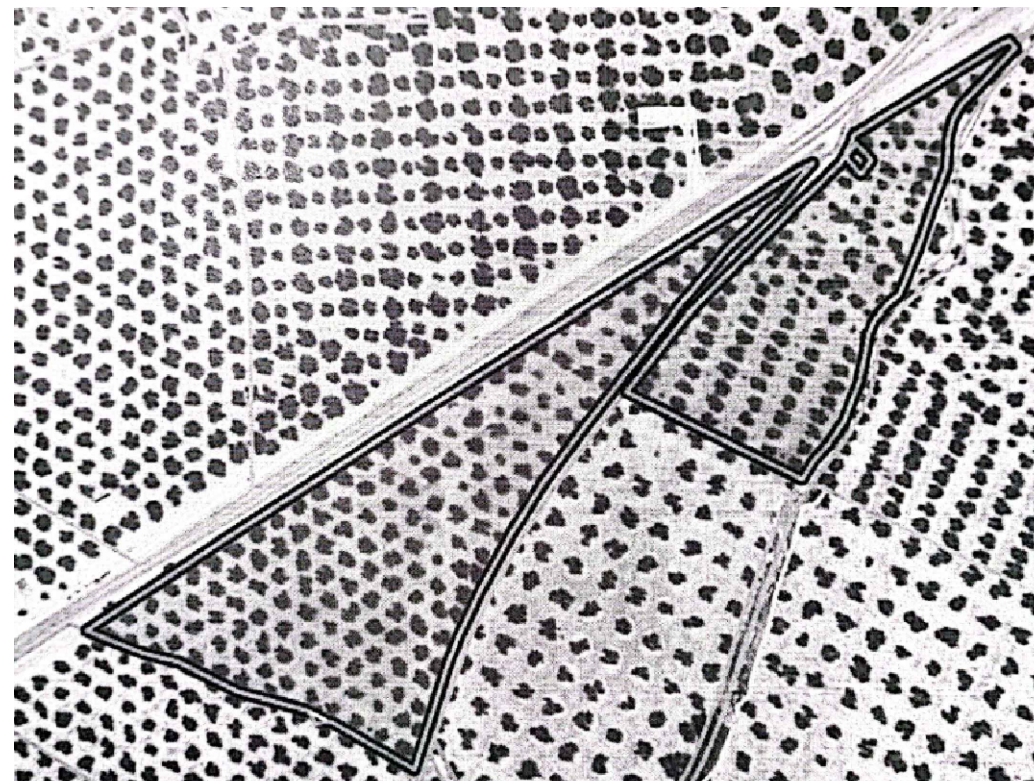
Localización de Martos (Jaén) Escala 1:450.000



Localización de la finca proyectada



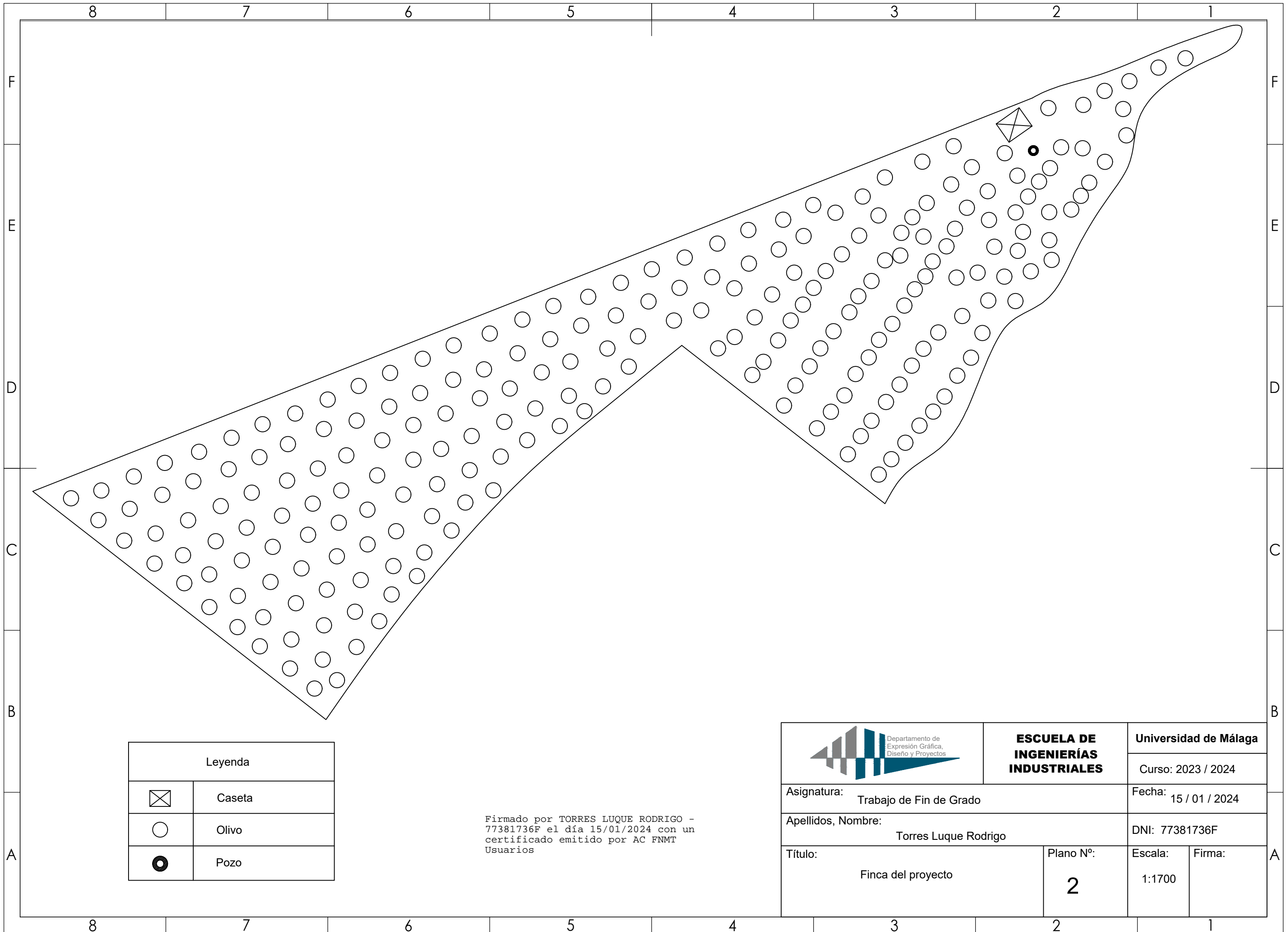
Terreno del proyecto



Firmado por TORRES LUQUE RODRIGO -
77381736F el día 15/01/2024 con un
certificado emitido por AC FNMT
Usuarios

Tubería de distribución

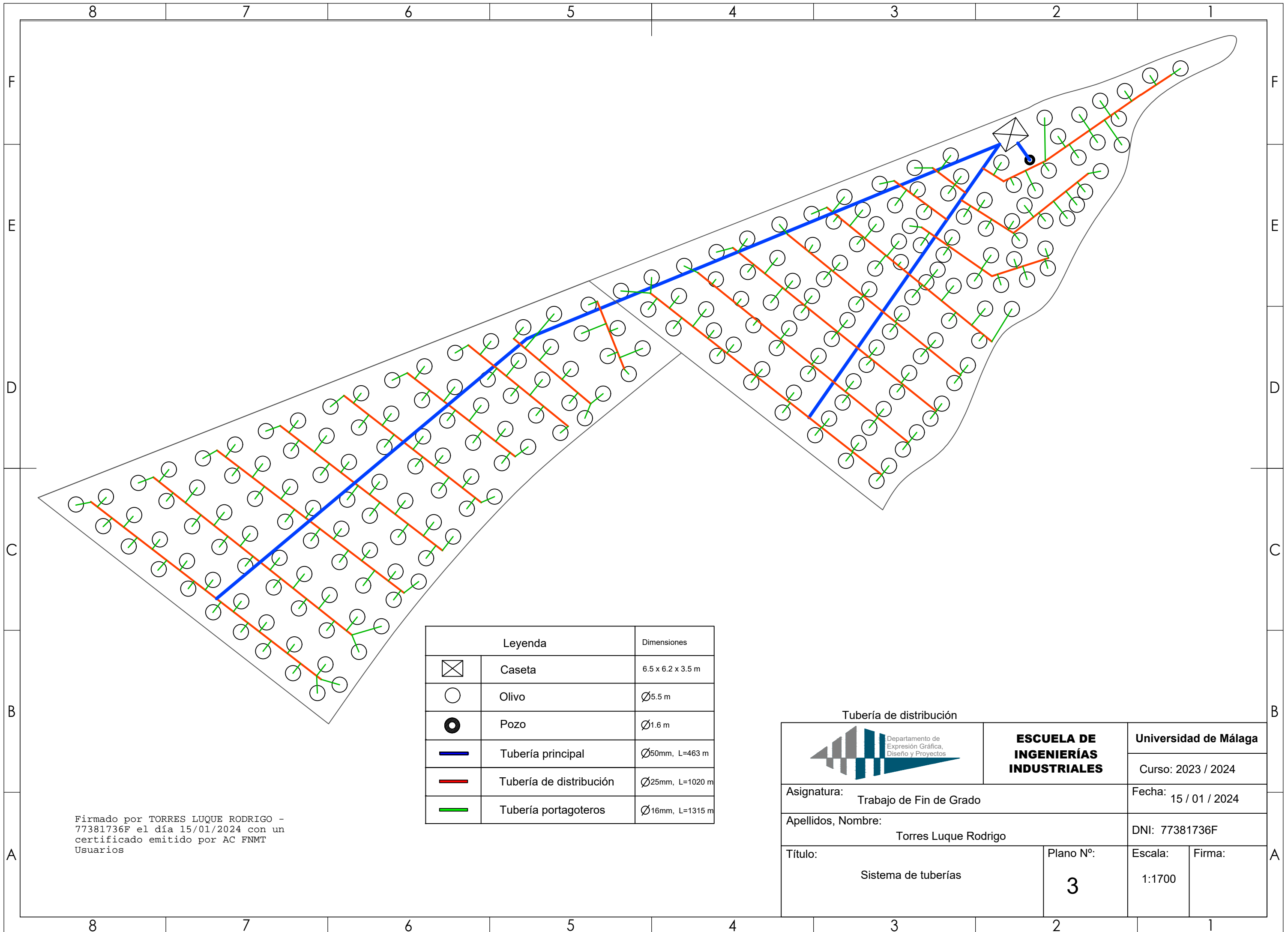
	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	Universidad de Málaga	
		Curso: 2023 / 2024	
Asignatura: Trabajo de Fin de Grado		Fecha: 15 / 01 / 2024	
Apellidos, Nombre: Torres Luque Rodrigo		DNI: 77381736F	
Título: EMPLAZAMIENTO	Plano N°: 1	Escala: S/N	Firma: 



Leyenda	
	Caseta
	Olivo
	Pozo

Firmado por TORRES LUQUE RODRIGO -
77381736F el día 15/01/2024 con un
certificado emitido por AC FNMT
Usuarios

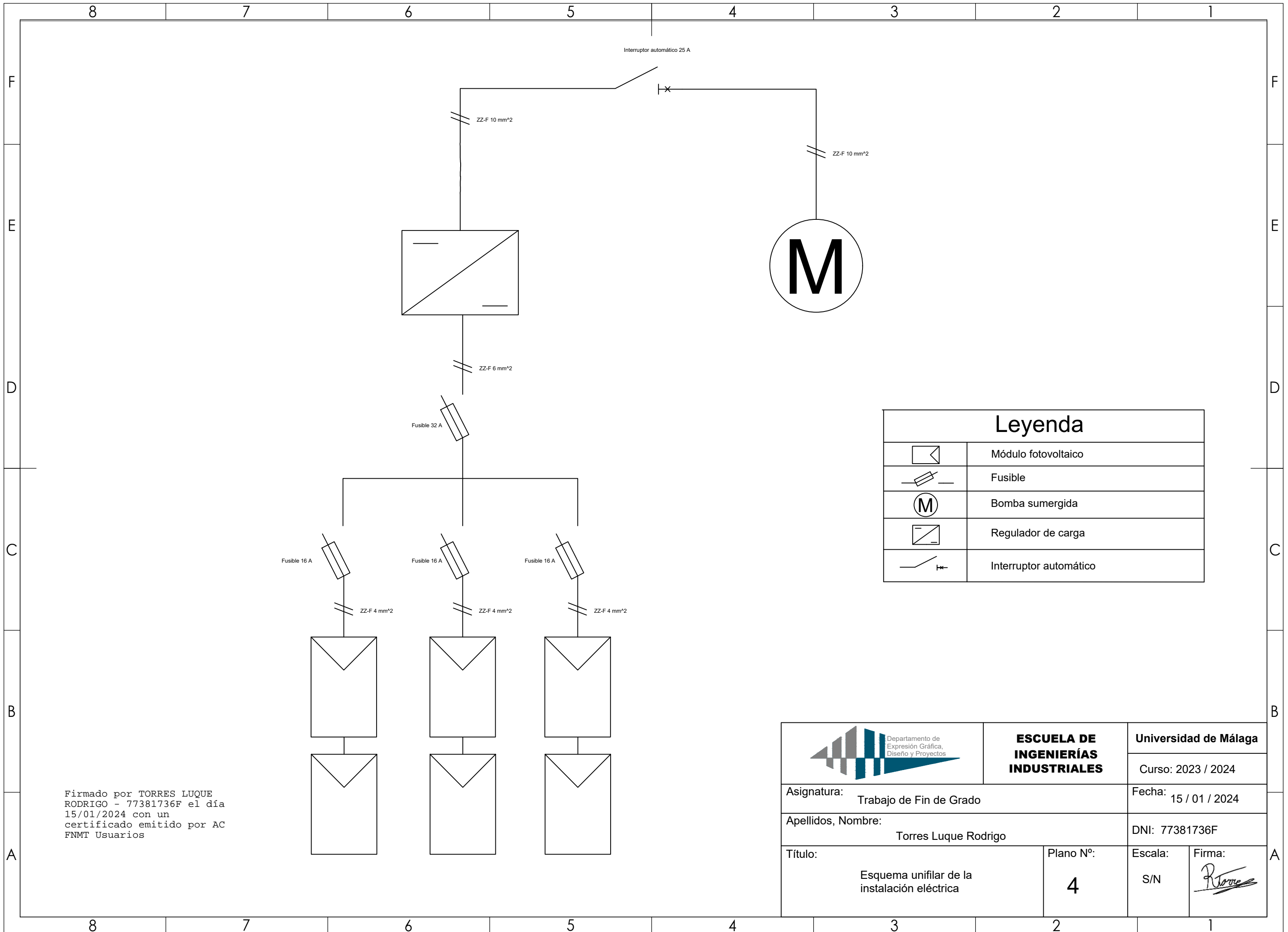
 Departamento de Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		Universidad de Málaga	
	Asignatura: Trabajo de Fin de Grado		Curso: 2023 / 2024	
Apellidos, Nombre: Torres Luque Rodrigo		Fecha: 15 / 01 / 2024		
DNI: 77381736F				
Título: Finca del proyecto	Plano N°: 2	Escala: 1:1700	Firma:	



Firmado por TORRES LUQUE RODRIGO -
77381736F el día 15/01/2024 con un
certificado emitido por AC FNMT
Usuarios

Leyenda		Dimensiones
	Caseta	6.5 x 6.2 x 3.5 m
	Olivo	Ø5.5 m
	Pozo	Ø1.6 m
	Tubería principal	Ø50mm, L=463 m
	Tubería de distribución	Ø25mm, L=1020 m
	Tubería portagotos	Ø16mm, L=1315 m

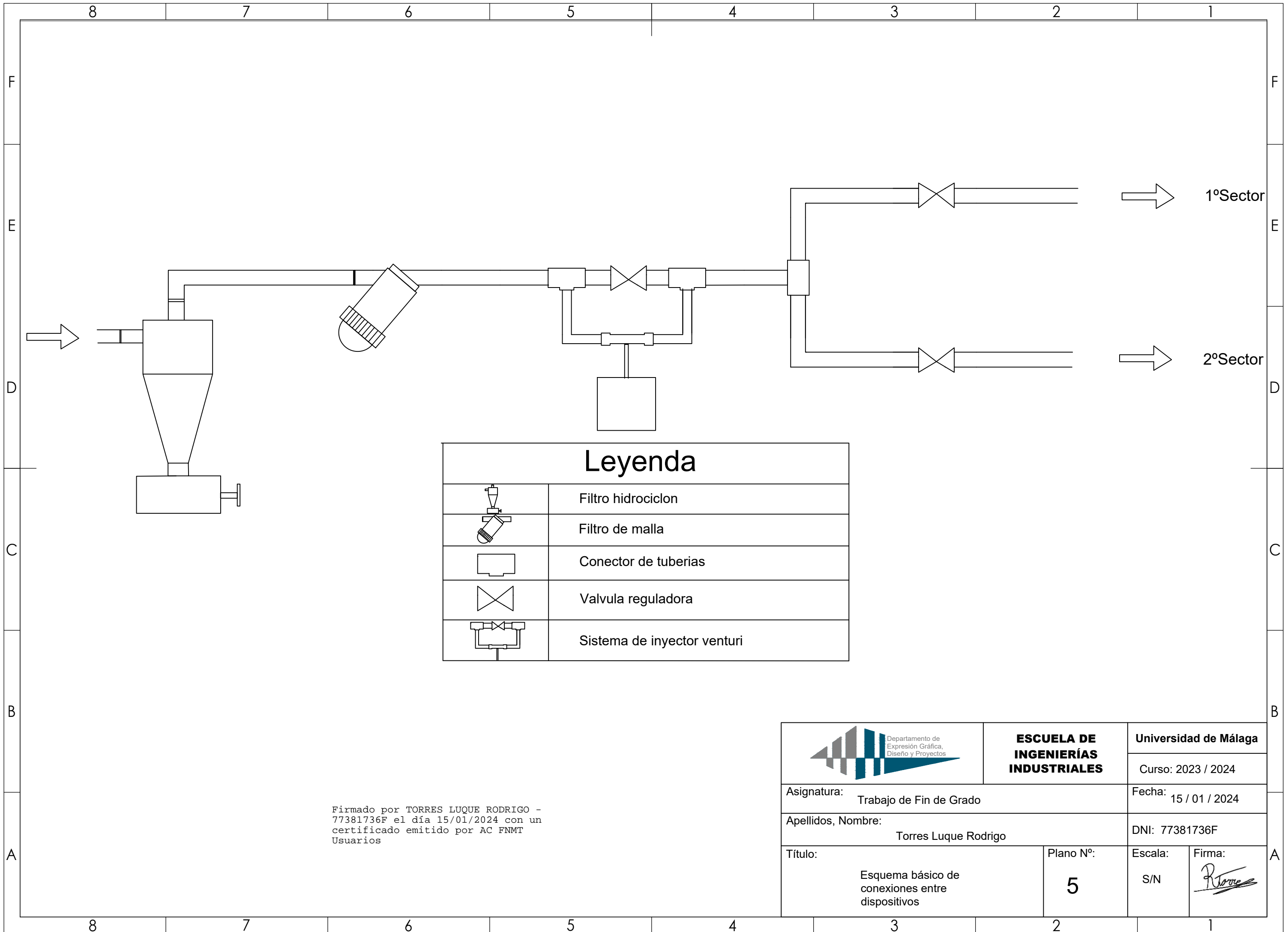
 Departamento de Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos		ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		Universidad de Málaga	
Asignatura: Trabajo de Fin de Grado				Curso: 2023 / 2024	
Apellidos, Nombre: Torres Luque Rodrigo				Fecha: 15 / 01 / 2024	
Título: Sistema de tuberías				DNI: 77381736F	
			Plano N°: 3		Escala: 1:1700
					Firma:



Leyenda	
	Módulo fotovoltaico
	Fusible
	Bomba sumergida
	Regulador de carga
	Interrupor automático


Firmado por TORRES LUQUE
RODRIGO - 77381736F el día
15/01/2024 con un
certificado emitido por AC
FNMT Usuarios

	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	Universidad de Málaga	
		Curso: 2023 / 2024	
Asignatura: Trabajo de Fin de Grado		Fecha: 15 / 01 / 2024	
Apellidos, Nombre: Torres Luque Rodrigo		DNI: 77381736F	
Título: Esquema unifilar de la instalación eléctrica	Plano N°: 4	Escala: S/N	Firma:



Leyenda	
	Filtro hidrocyclon
	Filtro de malla
	Conector de tuberias
	Valvula reguladora
	Sistema de inyector venturi

Firmado por TORRES LUQUE RODRIGO -
77381736F el día 15/01/2024 con un
certificado emitido por AC FNMT
Usuarios

	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	Universidad de Málaga	
		Curso: 2023 / 2024	
Asignatura: Trabajo de Fin de Grado		Fecha: 15 / 01 / 2024	
Apellidos, Nombre: Torres Luque Rodrigo		DNI: 77381736F	
Título: Esquema básico de conexiones entre dispositivos	Plano N°: 5	Escala: S/N	Firma: 

4. PLIEGO DE CONDICIONES

4.1. INTRODUCCIÓN

El presente apartado tiene por objeto establecer los requisitos técnicos necesarios para implementar un sistema fotovoltaico en modo autoconsumo aislado, de acuerdo con el Real Decreto 244/2019, así como la instalación de un sistema de tuberías.

Esta instalación incluye las siguientes tareas:

- I. Realizar los trámites necesarios para una instalación fotovoltaica de autoconsumo aislada de la red, que permita llevar a cabo las obras, así como la distribución la energía

- II. Realización de la instalación fotovoltaica, incluyendo:
 - Carga, descarga y transporte de materiales.
 - Dirección de obra.
 - Montaje y conexiones del sistema.
 - Inspección y puesta en servicio del sistema.

- III. Instalación del sistema de tuberías provisto para el transporte de agua
 - Carga, descarga y transporte de materiales
 - Dirección de obra.
 - Montaje y conexiones del sistema.
 - Inspección y puesta en servicio del sistema.

El servicio incluye todos los trabajos e instalación necesarios para garantizar el correcto funcionamiento de la instalación.

La instalación debe realizarse cumpliendo plenamente con todas las normativas aplicables a los sistemas fotovoltaicos, así como a la red de distribución de tuberías. Todos los componentes utilizados deben estar debidamente aprobados por las autoridades pertinentes.

El propósito de este apartado es establecer los requisitos técnicos necesarios para la implementación de un sistema fotovoltaico en la modalidad de autoconsumo aislado, así como la red de distribución de tuberías que permite un sistema de riego.

4.2. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES, EQUIPOS Y EJECUCIÓN

4.2.1. Sistemas generadores fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos de silicio cristalino deben de contar con el marcado CE, además de cumplir la norma UNE-EN 61215, norma sobre la cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos. Deberán de cumplir también la norma UNE-EN 50380, norma que refleja el tipo de panel, así como sus características.

Los módulos deben llevar de manera visible, el modelo, nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie que pueda ser rastreado hasta la fecha de fabricación. Los módulos deben tener diodos de derivación que prevengan posibles fallas en las células y sus circuitos debido a sombras parciales. Tiene que contar con una protección IP65.

Los marcos laterales deben ser fabricados en aluminio o acero inoxidable. Para considerar un módulo aceptable su potencia máxima y su corriente de cortocircuito reales, bajo condiciones normales, tiene que estar dentro del rango de $\pm 5\%$ de su valor nominal.

Los módulos que tengan defectos de fabricación o falta de alimentación serán rechazados

Con el objetivo de garantizar la seguridad y facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se deben instalar los elementos necesarios para la desconexión (conectores) de cada una de las ramas del generador.

Los módulos tienen que disponer de una garantía mínima de 10 años, esta será proporcionada por el fabricante. Además, deben de contar con una garantía respecto al rendimiento de los módulos de 25 años.

4.2.2. Estructura soporte

La estructura soporte de los módulos solares debe cumplir con una serie de especificaciones establecidas.

En caso de que la estructura este construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, debe cumplir con las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219.

En el caso de que la estructura se haya sometido a un proceso de galvanizado en caliente, tiene que cumplir los estándares UNE-EN ISO 14713 y UNE-EN ISO 10684.

Para el espesor de estas estructuras se debe cumplir la norma UNE-EN ISO 1461.

En ambos casos, se tiene que cumplir con la regulación del Código Técnico de la Edificación, para una buena seguridad.

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

Las estructuras de soporte de los módulos deben ser capaz de resistir las cargas de viento y nieve, teniendo en cuenta las indicaciones del Código Técnico de la Edificación y otras normativas aplicables, considerando los módulos instalados.

El diseño y la construcción de las estructuras y el sistema de fijación de los módulos deben permitir las necesarias expansiones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar la integridad de los módulos, siguiendo las instrucciones proporcionadas por el fabricante.

Los puntos de sujeción para los módulos fotovoltaicos deben ser suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y la posición relativa, de manera que no se produzcan flexiones en los módulos que excedan los límites permitidos por el fabricante y los métodos aprobados para el modelo de módulo.

El diseño de las estructuras debe considerar la orientación sur y el ángulo de inclinación de 37° especificados para la obtención de mayor radiación solar.

4.2.3. Cableado

Se requiere la correcta protección de los polos positivos y negativos de cada módulo, establecido en la regulación.

El conductor utilizado será de cobre y debe de tener una sección adecuada, de modo que evite pérdidas de voltaje y calentamiento.

Para las instalaciones de corriente continua estos conductores deben de tener una caída de tensión voltaje inferior al 1.5%

Los cables positivos y negativos deben ir correctamente identificables por su color, se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.

Como la bomba elegida no trabaja en alterna, todo el cableado (que será en continua) debe tener un doble aislamiento y tiene que ser adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado. Deben de cumplir la norma UNE 21123. A su vez su aislamiento deberá contar con un recubrimiento especial para aguantar la agresividad del Sol.

4.2.4. Protecciones

Se debe asegurar el cumplimiento de las medidas establecidas en el Real Decreto 1663/2000, en el cual se aborda las protecciones que debe llevar una instalación de baja tensión sin conexión a red.

Estas protecciones deben ser capaces de proteger el sistema cuando en el se produzca cortocircuitos o sobre tensiones.

4.2.5. Puesta a tierra

Se debe asegurar el cumplimiento de las medidas establecidas en el Real Decreto 1663/2000, que abordan las condiciones de conexión a tierra en instalaciones fotovoltaicas aisladas de baja tensión.

Todas las masas de la instalación fotovoltaicas estarán conectadas a un único sistema de tierra.

Este sistema de tierra irá independiente del neutro proporcionado por la empresa distribuidora, de acuerdo como se establece en las regulaciones del Reglamento de Baja Tensión.

4.2.6. Sistema de tuberías

Todas las tuberías del sistema de riego deben llevar una etiqueta identificativa, con un número de referencia en la que se establezcan sus características. Deben de cumplir con la norma UNE EN 12201, norma que regula el sistema de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento a presión

Las tuberías de polietileno están reguladas por las normas UNE(53-112), que establecen presiones nominales de 4, 6 y 10 atmósferas y diámetros nominales comprendidos entre 10 y 500 mm.

El sistema de tuberías debe de cumplir con la normativa y estándares locales e internacionales aplicables.

Las tuberías deben cumplir con una resistencia a la corrosión y durabilidad adecuadas.

Asegurarse que las tuberías cuentan con una protección contra los rayos del sol.

4.2.7. Bomba de agua

La Bomba debe cumplir con la Norma UNE 149202

La bomba debe cumplir con el Índice de Eficiencia Mínima, valor determinado por la altura, el caudal y la velocidad de la bomba, además de una constante que depende del diseño de la bomba que se está midiendo.

Según estableció una comisión de la Unión Europea las bombas deben de tener un MEI superior o igual a 0.4

4.2.8. Medidas de seguridad

La seguridad en una instalación fotovoltaica aislada es de suma importancia para prevenir accidentes y garantizar un funcionamiento seguro del sistema.

La instalación debe contar con un interruptor de emergencia que permita una desconexión del sistema, es de suma importancia que se encuentre cerca del sistema fotovoltaico.

Debe de contar con protecciones contra tensiones y cortocircuitos. Como medida de seguridad todos los componentes deben estar correctamente etiquetados.

Asegurarse que los paneles solares se han instalado de manera segura y que se cumplan los estándares de viento y otros requisitos de estructura.

Colocar señales de advertencia y etiquetas de peligro en áreas cercanas al sistema fotovoltaico para alertar a las personas sobre los riesgos eléctricos.

4.3. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Para la ejecución de la instalación se debe poner en contacto con una empresa eléctrica autorizada y con una empresa hidráulica ambas acreditadas.

Para poder llevar este proyecto a trámite ante las entidades públicas correspondientes, será necesaria la presentación de esta documentación

- Autorización administrativa.
- Ambos proyectos firmados por un profesional competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto que debe ser emitida por una empresa correctamente homologa
- Certificado de que se ha legalizado el pozo
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato en el que se establezcan un plan de mantenimiento.

4.4. CONDICIONES FACULTATIVAS

4.4.1. Dirección de obras

Se designará un ingeniero competente para dirigir, controlar y supervisar los trabajos de este proyecto.

Una vez adjudicadas definitivamente las obras, el Contratista asignará un ingeniero debidamente cualificado, al menos un ingeniero eléctrico y un ingeniero civil, para que asuman la dirección de las obras y represente al Contratista durante la ejecución de las obras.

El Contratista acompañará a la Dirección de Obra, solo o a través de su agente, en las visitas al lugar cuando así lo solicite.

El contratista deberá terminar la obra en su totalidad y ceñirse al contrato pactado. Estos se implementarán de acuerdo con este proyecto. Al firmar el contrato correspondiente, el contratista declara que tiene conocimiento de este, acepta todos los términos y condiciones establecidos en los documentos adjuntos y que comprende plenamente la importancia y alcance de la obra.

El contrato también incluye todas las obras auxiliares y las obras que el director de obra considere necesarias para la ejecución completa de las obras.

Durante el desarrollo de las Obras, el Contratista tendrá la oportunidad de sugerir cambios y modificaciones que crea que pueden ayudar o mejorar las Obras o reducir costos que esta conlleva, siempre que no cambien las características principales del Proyecto.

Estas sugerencias sólo se podrían implementar si el jefe de la obra da su visto bueno.

El contratista iniciará los trabajos dentro del tiempo acordado en el contrato con el dueño del terreno.

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

El periodo de trabajo se realizará dentro del período indicado en el contrato, salvo que se especifique lo contrario, dentro del período especificado en los términos y condiciones de este.

4.4.2. Libro de ordenes

El Contratista y el director de obra dispondrá de un libro de obra, este sirve como un registro detallado de las decisiones y acciones tomadas durante el proceso de construcción, siendo necesaria que las instrucciones de obra reflejadas en este se encuentren firmadas por el contratista

4.5. CONDICIONES DE CARÁCTER ECONOMICO Y LEGAL

4.5.1. Obra

El contrato especifica en detalle la forma y condiciones de pago por el trabajo realizado.

Cualquier liquidación parcial que se genere se considerará documentación preliminar y estará sujeta a la certificación obtenida durante la liquidación definitiva.

Es importante señalar que estas facturas parciales no implican la aprobación ni la recepción de la obra completa.

Una vez finalizada la obra, la liquidación definitiva se realizará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

4.5.2. Precios

El contratista debe proporcionar una lista con detalle de los precios unitarios de las unidades de obra que forman parte del proyecto al momento de firmar el contrato.

Una vez aprobados, estos precios serán contractualmente válidos y se aplicará cualquier desviación. Estos precios unitarios son cubiertos por la obra, incluidas todas las obras mayores, auxiliares y materiales necesarios.

También se deben incluir una parte prorrateada de impuestos, costos de nómina y otros gastos aplicables.

Si fuera necesario realizar una unidad de obra no especificada en el proyecto original, su precio será acordado entre el director técnico y el contratista antes del inicio de la obra y luego presentado al contratista, siendo el propietario del terreno quien debe aceptarlo o denegarlo

4.5.3. Contrato

Un contrato se celebra formalmente mediante escritura privada, pero puede convertirse en escritura pública a petición de una de las partes. El contrato incluye la obtención de los materiales, así como de su transporte, y recursos necesarios para realizar el trabajo dentro del período de tiempo especificado.

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

Esto también incluye la reconstrucción de unidades defectuosas, la realización de trabajos adicionales y los cambios realizados durante la ejecución de acuerdo con las condiciones establecidas.

Toda la documentación que compone este proyecto de obra se incorporara al contrato.

Será necesaria la firma del contratista y del propietario de la finca como objeto de aceptación

4.5.4. Responsabilidad

El contratista es responsable de realizar el trabajo según se indica en el contrato.

Por lo tanto, existe la obligación por su parte de desmantelar y volver a construir un trabajo mal realizado, salvo que la inspección previa y aprobación del director técnico no le asuma de responsabilidad.

El Contratista será el único responsable de cualquier violación cometida por el Contratista o sus empleados de obra.

El contratista también asumirá la responsabilidad de cualquier accidente o daño que pueda ocurrir en el terreno bajo obras.

4.6. MANTENIMIENTO DE DICHA INSTALACIÓN

Para el mantenimiento de la instalación se ha llevado a cabo un plan preventivo y un plan correctivo, de modo que se consiga que la instalación funcione de la mejor manera posible y su durabilidad sea más prolongada.

4.6.1. Plan preventivo

Se necesario la realización de este plan en periodos de 1 año, para asegurarse que la instalación funciona correctamente.

Sistema eléctrico

Con el objetivo de garantizar el rendimiento óptimo, la seguridad y la durabilidad del sistema de energía solar fotovoltaica durante el paso del tiempo.

- Realización de una inspección visual del estado de los módulos fotovoltaicos, de modo que se puedan detectar fallos o suciedad.
- Realización de una limpieza de los módulos solares para que su rendimiento sea mayor.
- Revisión del estado de los cables de conexión, para poder detectar desgaste, cables sueltos o cualquier otro problema.

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

- Examinar el estado de la estructura de soporte, para comprobar que no esta estropeada, o que haya provocado desviaciones en el ángulo de incidencia de los rayos solares.
- Comprobación del recorrido de los cables, comprobando que se encuentran en sus posiciones de sujeción y que no presentan problemas de aislamiento o suciedad

Sistema hidráulico

- Limpieza de los filtros de manera periódica.
- Comprobación del nivel del agua del pozo, para evitar que la bomba quede al descubierto, pese a contar con los sensores de nivel de esta.
- Comprobación del camino que recorren las tuberías, con el fin de detectar posibles problemas en las tuberías enterradas.
- Comprobación de los goteros de la instalación para detectar un mal funcionamiento de ellos o un posible atascamiento.

4.6.2. Plan correctivo

Esto incluye todos los trabajos de sustitución necesarios para poder de este modo garantizar el buen funcionamiento del sistema.

- Se investigará cual es la causa raíz del problema.
- Se abordará cual es la mejor solución.
- Se realizarán pruebas y verificaciones para comprobar que el problema se ha solucionado.
- Se comunica a todas las partes cual ha sido las acciones correctivas tomadas y que impacto ha producido el problema.

En Málaga, a 15 de Enero de 2024

Fdo:

Firmado por TORRES LUQUE RODRIGO -
77381736F el día 15/01/2024 con un
certificado emitido por AC FNMT
Usuarios

5. ESTADO DE MEDICIONES

5.1 MEDICIONES Nº1 ACTUCIONES PREVIAS

Ud.	DESCRIPCIÓN	MEDICION
Ud.	Zanjadora hidráulica sobre orugas para la realización de zanjas de profundidad media especialmente diseñada para trabajar de manera rápida y eficiente de forma continuada. Ideal para trabajos pesados sobre superficies extensas gracias a la facilidad de manejo y la rapidez operativa. Medición en días.	3

5.2 MEDICIONES Nº2 INSTALACIÓN

Ud.	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN
Ud.	<p>Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, modelo ISF-255 de la marca Isofotón.</p> <p>Potencia máxima 255 W, Tensión en circuito abierto 37.9V Corriente de cortocircuito 8.86A Tensión punto de máxima potencia 30.9V Corriente punto de máxima potencia 8.27A Eficiencia 15.5% Tolerancia de potencia 0/+3</p> <p>Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias.</p>	6
Ud.	<p>Estructura para 6 módulos fotovoltaicos con un ángulo de inclinación de 37°. Resistente a la oxidación y ideal para estar a la intemperie.</p> <p>Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias.</p>	1
Ud	<p>Cable unipolar ZZ-F. Cable solar con certificado TUV y EN apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija.</p> <p>Se trata de un cable muy flexible especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor Es compatible con la mayoría de los conectores. Gracias a las prestaciones de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie o directamente enterrado en plenas garantías.</p> <p>Sección: 10mm²</p> <p>Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias de 1 metro.</p>	14
Ud	<p>Cable unipolar ZZ-F. Cable solar con certificado TUV y EN apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija.</p> <p>Se trata de un cable muy flexible especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor Es compatible con la mayoría de los conectores. Gracias a las prestaciones de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie o directamente enterrado en plenas garantías.</p> <p>Sección: 6mm²</p> <p>Criterio de medición del proyecto: Unidades</p>	4

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

	necesarias de 1 metro.	
Ud.	Regulador de carga MPPT 50C de la marca atersa. Corriente de salida max 50A Corriente de entrada max 40A Rango tensión de entrada 16-112 VCC Peso de 4.3 kg Dimensiones 267 x 196 x 147 Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias.	1
Ud	Fusible cilíndrico Ø10X38mm de 25A. de 1000V DC, proporciona protección contra sobrecargas y cortocircuitos de manera segura a los módulos fotovoltaicos. Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias	1
Ud	Fusible cilíndrico Ø10X38mm de 32A. de 1000V DC, proporciona protección contra sobrecargas y cortocircuitos de manera segura a los módulos fotovoltaicos. Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias	1
Ud	Bomba de agua de la marca Grundfos Sp 3A-6 Bomba Pozo Profundo 4 Pulgadas, 400V, 0,37KW, Máx. 4000 L/H	1
Ud	Rc Junter PE R254 – Tubería de Polietileno agrícola. Diámetro 25 mm Presión 4 bares Color negro Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias de 100 metros	11
Ud	Jardin202-Tubería de Polietileno agrícola. Tubo goteo sin gotero. Diámetro 16 mm Presión 2.5 bares Color negro Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias de 100 metros	14
Ud	Tubería de Polietileno agrícola. Diámetro 50 mm Presión 6 bares Color negro Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias de 100 metros	5

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

Ud	<p>Gotero Netafim autcompensable e 4 litros por hora.Rango de presión de trabajo: de 0,7 a 4,0 bar.Presión de cierre: 0.12 bar.Gotero inyectado, muy bajo CV (0,03).Diafragma de silicona inyectada.Cumple con las normativas ISO 9261.Permite la instalación con distribuidores, dividiendo el suministro de agua en distintas salidas.</p> <p>Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias.</p>	472
Ud	<p>Filtro metálico para riego hidrociclón 2 pulgadas para caudales de 2 a 35 metros cúbicos por hora. Eficiencia de 90% y presión de trabajo inferior a 10 bar.</p> <p>Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias.</p>	1
Ud	<p>Plantawa Filtro de Malla 1½" para Tubería 50mm. Incluye Tapón de Vaciado. Riego por Goteo. Capacidad Filtrado 35 Mesh. Fabricado en Europa. Filtro Azud Modular 100, Sistema de Filtración para Agricultura. Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias</p>	1
Ud	<p>Inyector Venturi de fertilizante 32Ø 9mm con llave dosificadora.Caudal máximo de riego 6.000 litros / hora.Caudal máximo fertilizante 260 litros a 3 bar de presión.Rosca 1" macho.Incluye llave dosificadora de precisión. Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias</p>	1

5.3 MEDICIONES N°3 SEGURIDAD Y SALUD

Ud.	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN
Ud.	<p>Conjunto de sistemas de protección colectiva necesarios para cumplir con la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo. Esto incluye mantenimiento, reparación o reemplazo, transporte al almacenamiento o contenedorización en condiciones seguras durante todo el período requerido.</p> <p>Criterio de medición del proyecto: Número planificado de unidades en base a investigaciones o estudios básicos de seguridad y salud.</p> <p>.</p>	1

6. PRESUPUESTO

6.1 PRESUPUESTO Nº1 ACTUCIONES PREVIAS

Ud.	DESCRIPCIÓN	MEDICION	PRECIO	P.TOTAL
Ud.	Zanjadora hidráulica sobre orugas para la realización de zanjas de profundidad media especialmente diseñada para trabajar de manera rápida y eficiente de forma continuada. Ideal para trabajos pesados sobre superficies extensas gracias a la facilidad de manejo y la rapidez operativa.	4	52	208
PRESUPUESTO Nº 1 DE ACTUACIONES PREVIAS				156 €

6.2 PRESUPUESTO Nº2 INSTALACIÓN

Ud.	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	P.TOTAL
Ud.	<p>Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, modelo ISF-255 de la marca Isofotón.</p> <p>Potencia máxima 255 W, Tensión en circuito abierto 37.9V Corriente de cortocircuito 8.86A Tensión punto de máxima potencia 30.9V Corriente punto de máxima potencia 8.27A Eficiencia 15.5% Tolerancia de potencia 0/+3</p> <p>Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias.</p>	6	153	918
Ud.	<p>Estructura para 6 módulos fotovoltaicos con un ángulo de inclinación de 37°. Resistente a la oxidación y ideal para estar a la intemperie.</p> <p>Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias.</p>	1	98	98
Ud	<p>Cable unipolar ZZ-F. Cable solar con certificado TUV y EN apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija.</p> <p>Se trata de un cable muy flexible especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor Es compatible con la mayoría de los conectores. Gracias a las prestaciones de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie o directamente enterrado en plenas garantías.</p> <p>Sección: 10mm²</p> <p>Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias de 1 metro.</p>	14	1.89	26.46
Ud	<p>Cable unipolar ZZ-F. Cable solar con certificado TUV y EN apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija.</p> <p>Se trata de un cable muy flexible especialmente indicado para la conexión entre paneles</p>	4	1.8	7.2

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

	<p>fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor Es compatible con la mayoría de los conectores. Gracias a las prestaciones de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie o directamente enterrado en plenas garantías. Sección: 6mm² Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias de 1 metro.</p>			
Ud.	<p>Regulador de carga MPPT 50C de la marca atersa. Corriente de salida max 50A Corriente de entrada max 40A Rango tensión de entrada 16-112 VCC Peso de 4.3 kg Dimensiones 267 x 196 x 147 Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias.</p>	1	252.41	252.41
Ud	<p>Fusible cilíndrico Ø10X38mm de 25A. de 1000V DC, proporciona protección contra sobrecargas y cortocircuitos de manera segura a los módulos fotovoltaicos. Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias</p>	1	2.42	2.42
Ud	<p>Fusible cilíndrico Ø10X38mm de 32A. de 1000V DC, proporciona protección contra sobrecargas y cortocircuitos de manera segura a los módulos fotovoltaicos. Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias</p>	1	3.95	3.95
Ud	<p>Bomba de agua de la marca Grundfos Sp 3A-6 Bomba Pozo Profundo 4 Pulgadas, 400V, 0,37KW, Máx. 4000 L/H</p>	1	844.47	844.47
Ud	<p>Rc Junter PE R254 – Tubería de Polietileno agrícola. Diámetro 25 mm Presión 4 bares Color negro Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias de 100 metros</p>	11	34.44	344.4
Ud	<p>Jardin202-Tubería de Polietileno agrícola. Tubo goteo sin gotero. Diámetro 16 mm Presión 2.5 bares Color negro</p>	14	16.83	235.62

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

	Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias de 100 metros			
Ud	Tubería de Polietileno agrícola. Diámetro 50 mm Presión 6 bares Color negro Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias de 100 metros	5	122.57	612.85
Ud	Gotero Netafim autcompensable e 4 litros por hora.Rango de presión de trabajo: de 0,7 a 4,0 bar.Presión de cierre: 0.12 bar.Gotero inyectado, muy bajo CV (0,03).Diafragma de silicona inyectada.Cumple con las normativas ISO 9261.Permite la instalación con distribuidores, dividiendo el suministro de agua en distintas salidas. Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias.	472	0.35	165.2
Ud	Filtro metálico para riego hidrociclón 2 pulgadas para caudales de 2 a 35 metros cúbicos por hora. Eficiencia de 90% y presión de trabajo inferior a 10 bar. Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias.	1	650	650
Ud	Plantawa Filtro de Malla 1½" para Tubería 50mm. Incluye Tapón de Vaciado. Riego por Goteo. Capacidad Filtrado 35 Mesh. Fabricado en Europa. Filtro Azud Modular 100, Sistema de Filtración para Agricultura. Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias	1	39.5	39.5
Ud	Inyector Venturi de fertilizante 32Ø 9mm con llave dosificadora.Caudal máximo de riego 6.000 litros / hora.Caudal máximo fertilizante 260 litros a 3 bar de presión.Rosca 1" macho.Incluye llave dosificadora de precisión. Criterio de medición del proyecto: Unidades necesarias	1	142	142
PRESUPUESTO Nº 2 DE INSTALACION				4342.78€

6.3 PRESUPUESTO Nº3 SEGURIDAD Y SALUD

Ud.	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO	PRECIO TOTAL
Ud.	<p>Conjunto de sistemas de protección colectiva necesarios para cumplir con la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo. Esto incluye mantenimiento, reparación o reemplazo, transporte al almacenamiento o contenedorización en condiciones seguras durante todo el período requerido.</p> <p>Criterio de medición del proyecto: Número planificado de unidades en base a investigaciones o estudios básicos de seguridad y salud.</p>	1	375	375
PRESUPUESTO Nº 3 DE SEGURIDAD Y SALUD				375€

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN

PRESUPUESTO Nº 1 DE ACTUACIONES PREVIAS	156 €
PRESUPUESTO Nº 2 DE INSTALACION	4342.78€
PRESUPUESTO Nº 3 DE SEGURIDAD Y SALUD	375€

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN **4.873,78 €**

Gastos Generales 589.9 €

Honorarios del personal del proyecto 987.37 €

21% IVA 1023.49 €

TOTAL DEL PRESUPUESTO **7.474,54 €**

En Málaga, a 15 de Enero de 2024

Fdo:

Firmado por TORRES LUQUE RODRIGO -
77381736F el día 15/01/2024 con un
certificado emitido por AC FNMT
Usuarios

7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

7.1 CONSIDERACIONES PRELIMINARES

7.1.1 Objeto

Esta investigación básica sobre seguridad y salud establece las medidas que se deben tomar para poder prevenir los accidentes y enfermedades laborales en el trabajo y garantizar también la higiene y la buena salud de los trabajadores.

Estas directrices se ven representadas en el Real Decreto 1627/97, en el cual se encuentran los requisitos mínimos de seguridad y salud.

El informe tiene como objetivo:

- Proteger la salud e integridad física de los trabajadores.
- Evitar acciones y situaciones que pueden ser peligrosas.
- Definir la atribución y responsabilidad respecto a la seguridad de las personas que realizan la construcción o obra.
- Determinación de los costes para las medidas protectoras y preventivas.
- Determinar las medidas de necesarias en cuanto a la protección dependiendo del riego que pueda ocasionar.
- Identificación oportuna de los riesgos asociados a la realización del trabajo.
- Aplicación de las técnicas que se deben ejecutar para minimizar los riesgos.

7.1.2 Contenido básico de seguridad y salud

A partir del Rd 1627/97, una investigación básica de seguridad y salud establece las normas de seguridad y salud que se deben aplicar al trabajo, también identifica los riesgos evitables relacionados con el trabajo y establece las medidas correspondientes.

En el se explican detalladamente los posibles riesgos de trabajo que no podrían eliminarse, se identifican las medidas preventivas necesarias, así como las técnicas necesarias para salvaguardar la protección de los trabajadores y evitar riesgos.

7.2 MEDIOS DE AUXILIO

7.2.1 En la obra

En el lugar en el que se van a realizar las obras se debe contar con un botiquín, más concretamente uno del tipo B, y este debe estar regulado por la orden TAS/2947/2007, en la cual se establece que el botiquín debe estar correctamente equipado. Para saber cual es el contenido que debe tener este botiquín se hará uso del RD 486/97. A continuación se muestra el contenido mínimo que debe suministrar el botiquín:

- Contar con desinfectantes que estén aprobados
- Contar con gasas y vendajes estériles

Riego solar inteligente aplicado a un olivar en el municipio de Martos (Jaén)

- Contar con un juego de tijeras
- Contar con algodón del estilo hidrófilo
- Contar con guantes que se puedan desechar y pinzas.
- Contar con apósitos del estilo adhesivos
-

7.2.2 En caso de accidente.

En caso de que se produzca un accidente se ha proporcionado una tabla en la que se recoge el centro de salud más cercano más cercano

Tipo de asistencia	Lugar	Distancia
Primeros auxilios	Botiquín	En el lugar de trabajo
Hospital	Centro de salud Martos Av. Príncipe Felipe	4.3 km

7.3 RIESGOS Y MEDIDAS A ADOPTAR

Dentro de este apartado se presentan los riesgos que se puedan dar de carácter común, así como las medidas necesarias que se deben adoptar para evitarlos.

Riesgos comunes:

- La caída de material a distintos niveles.
- Una exposición a temperaturas elevadas.
- Una exposición al ruido de la obra.
- Posibles cortes en el cuerpo.
- Golpes en la cabeza.
- Electrocuaciones por un contacto de carácter directo o indirecto.
- Posturas poco adecuadas o un esfuerzo demasiado alto.
- Intoxicaciones por humos y otros gases.

Medidas de protección y de prevención:

- Mantenimiento de la zona donde se trabaja de modo que se encuentre ordenada
- Realización del trabajo bajo la tutela de una persona cualificada.
- Evitar la entrada a la obra de personas ajenas.
- Colocación de carteles de las medidas de protección dependiendo de la zona de trabajo.
- Parar las obras en caso de climatología desfavorable
- Mantener una distancia mínima de prevención con respecto a zonas eléctricas
- Circular a velocidades adecuadas dentro de la zona de trabajo
- Descarga de materiales con cuidado evitando la caída de estos.
- Disponer de los recursos de carácter preventivo necesarios según la zona de obra.
- Cascos de seguridad debidamente homologados.
- Contar con cinturones que puedan portar las herramientas.
- Contar con gafas de seguridad debidamente homologadas
- Protectores para los oídos, evitando ruidos altos.
- Utilización de ropa debidamente adaptada para el trabajo a realizar.
- Utilización de guantes de carácter aislantes para el trabajo con electricidad.

- Utilización de guantes adecuados para el enterrado de tuberías.

7.3.1 Fase de realización de la obra

Riesgos comunes:

- Electroclusiones por un contacto de carácter directo o indirecto.
- Riego de incendios.
- Golpes producidos a la hora de la instalación de tuberías.
- Posibles quemaduras debido a descargas de electricidad.

Medidas de protección y de prevención:

- Uso de herramientas de carácter aislante.
- Uso de aparatos para comprobar tensiones.
- Uso de calzado y guantes de carácter aislante.
- Contar con personal capacitado para desempeñar el trabajo y que tenga una formación en el uso de los equipos de seguridad.
- Uso de guantes de cuero o similares para enterrar las tuberías.

7.3.2 Fase de uso de maquinaria.

Camiones de transporte

- Los materiales se posicionarán de manera uniforme en su transporte y deben contar con protecciones en caso de que se traten de materiales sueltos.
- En el proceso de descarga se deben evitar movimientos que puedan afectar a la estabilidad de los materiales.
- En el proceso de descarga el conductor se encontraba fuera del camión.
- Las maniobras del camión dentro del terreno se encontrarán bajo supervisión.

Excavadora

- Asegurarse de que el operador de la excavadora tenga certificado para uso de la máquina
- Realizar una inspección en cada turno de trabajo
- Uso de casco, gafas de seguridad, protectores de oído, guantes, y calzado apropiado por parte del operador.
- Planificar el trabajo para que supongan los menos riesgos posibles
- Delimitar la zona de trabajo de la excavadora para que no suponga riesgos.
- Establecer un protocolo de comunicación entre este operario y el resto de los trabajadores de obra.
- Apagar la máquina y asegurar todos los controles antes de que el operario abandone la máquina.
- Asegurar que las cargas están equilibradas, evitando movimientos bruscos.

Sierra circular

- Uso solo para el corte de los materiales de la instalación
- Contar con un interruptor de emergencia para detener el funcionamiento de esta.
- Uso de gafas protectoras, casco, así como de guantes de cuero.
- Uso de mascarilla
- Evitar que la zona de corte tenga elementos metálicos.
- Zona de trabajo libre de virutas, como medida de prevención de incendios.

Herramientas manuales

- Solo el personal autorizado puede hacer uso de ellas.
- Se deben encontrar en buenas condiciones para su uso.
- La de tipo eléctrico deben de estar desenchufadas de la corriente cuando no se estén usando.
- En las herramientas de corte se debe incluir una carcasa de protección en la zona del disco.
- El uso de relojes, pulseras, cadenas queda prohibido.
- Para herramientas que excedan el ruido del RD 286/06, hay que hacer uso de protectores de oído.
- Herramientas de uso eléctrico tienen que contar con doble aislamiento

7.4 RIESGOS LABORABLES EVITABLES

Prevención de caídas que se originan al mismo nivel.

- Zona de trabajo ordenada y con buena iluminación.
- Señalización de las zonas de acumulación de material.

Controles del polvo y otras partículas

- Limpieza con agua de la zona de trabajo evitando acumulación del polvo.
- Uso de gafas y mascarillas como medida de protección, debidamente homologadas para no dejar pasar el polvo.

Controles de ruido

- Evaluar el nivel de ruido de la zona de trabajo.
- Máquinas con aislamiento acústico.
- Uso de protectores auditivos por parte del operario.

Prevención de sobreesfuerzos.

- Evitar que las cargas demasiadas pesadas se hagan de manera manual.
- Evitar los esfuerzos de carácter repetitivo.
- Uso de posturas que eviten un esfuerzo excesivo cuando se transportan los materiales.
- Establecer un límite máximo de peso, que un operario puede transportar.

Prevención contra incendios.

- No fumar en zonas inflamables, o que puedan presentar un posible incendio.

7.5 MEDIDAS EN CASO DE EMERGENCIA

Con el fin de que haya una buena seguridad el contratista debe incluir un plan de seguridad, en el cual deben estar reflejados los posibles accidentes que se pueden dar en el proceso de ejecución de las obras, así como un plan de ejecución en el que se refleje que hay que hacer ante estas situaciones con el fin de que se realicen las medidas de primeros auxilios más acordes.

La instalación debe contar con al menos una persona capaz de acometer las acciones de primeros auxilios, por lo que deberá contar con una formación en este ámbito.

8. FICHAS TECNICAS

8.1. Módulos fotovoltaicos



MÓDULO MONOCRISTALINO ISF-255

Disfruta de las ventajas de ISO FOTON

- Experiencia de más de 30 años en la fabricación de células y módulos fotovoltaicos
- Experiencia internacional en el desarrollo de proyectos: más de 300 en todo el mundo
- Asistencia técnica
- Tecnología punta y calidad certificada
- Compromiso con el medio ambiente

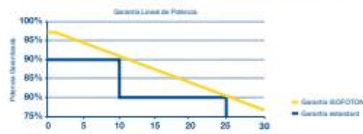
Disfruta de las ventajas de la gama ISF

- Vidrio microtexturado con mayor capacidad de absorción de la luz difusa, que garantiza más eficiencia
- Caja de conexión diseñada para minimizar las pérdidas eléctricas
- El módulo más ligero de su categoría, lo que facilita su manejo y el ahorro de coste en estructura

La garantía ISO FOTON

NUEVO!! 30 años de garantía lineal de potencia que mejora en un 25% la garantía estándar de mercado

10 años de garantía de producto



Certificados de Empresa





MÓDULO MONOCRISTALINO ISF-255

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Comportamiento en STC: Irradiancia 1.000 W/m², temperatura de célula 25 ° C, AM 1,5

	ISF - 245	ISF - 250	ISF - 255
Potencia nominal (P _{max})	245 W	250 W	255 W
Tensión en circuito abierto (V _{oc})	37,6 V	37,8 V	37,9 V
Corriente de cortocircuito (I _{sc})	8,63 A	8,75 A	8,86 A
Tensión en el punto de máxima potencia (V _{max})	30,5 V	30,6 V	30,9 V
Corriente en el punto de máxima potencia (I _{max})	8,04 A	8,17 A	8,27 A
Eficiencia	14,8 %	15,1 %	15,4 %
Tolerancia de potencia (% P _{max})	0/+3 %	0/+3 %	0/+3 %

Comportamiento a Irradiancia 800 W/m², TONC, temperatura ambiente 20 ° C, AM 1,5, velocidad del viento 1 m/s

	ISF - 245	ISF - 250	ISF - 255
Potencia máxima (P _{max})	178 W	181 W	185 W
Tensión en circuito abierto (V _{oc})	34,8 V	35,0 V	35,1 V
Corriente de cortocircuito (I _{sc})	6,96 A	7,06 A	7,15 A
Tensión en el punto de máxima potencia (V _{max})	27,4 V	27,5 V	27,7 V
Corriente en el punto de máxima potencia (I _{max})	6,49 A	6,59 A	6,67 A

Reducción de Eficiencia desde 1.000 W/m² a 200 W/m² según IEC 60904-1

5% (+/-3%)

CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN

Tensión máxima del sistema	1000 V
Límite de corriente inversa	20 A
Temperatura nominal de operación de la célula (TONC)	45 +/- 2° C
Temperatura de operación	-40 to + 85° C
Coefficiente de temperatura de P _{max}	-0,44%/K
Coefficiente de temperatura de V _{oc}	-0,334%/K
Coefficiente de temperatura de I _{sc}	0,048%/K

Certificados de producto



CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Célula solar	Silicio Monocristalino - 156 mm x 156 mm (6 pulgadas)
Número de células	60 células (6x10)
Dimensiones	1667 x 994 x 45 mm
Peso	19 Kg
Vidrio	Alta transmisividad, texturado y templado de 3,2 mm (EN-12150)
Marco	Aluminio anodizado, toma de tierra
Máxima carga admisible	5400 Pa (carga de nieve)
Caja de conexión	IP 65 con 3 diodos de bypass
Cables y Conector	Cable solar de 1 m y sección 4 mm ² . Conector MC4 o LC4

DIMENSIONES

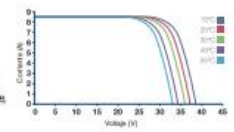


EMBALAJE

Módulos por palet
24

Tamaño del embalaje (palet + caja)
1720 x 1140 x 1155mm

Materiales Reciclables



FÁBRICA
Parque Tecnológico de Andalucía (PTA)
C/ Severo Ochoa, 50
29500 Málaga - España
Tel: +34 951 233 930
isofoton.m@isofoton.com

OFICINA COMERCIAL
Torre de Cristal
Paseo de la Castellana, 259C (Planta 17)
28048 Madrid - España
Tel: +34 914 147 800
isofoton@isofoton.com

8.2. Regulador



MPPT 50C MPPT 80C

SISTEMA ÓPTIMO DE CARGA SOLAR CON CAPACIDAD DE DETECCIÓN DEL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA



El Regulador-Seguidor MPPT es un cargador de baterías solar con una alta fiabilidad y cuya característica más importante es la maximización de la energía capturada por el conjunto fotovoltaico en la batería mediante el uso de avanzada tecnología de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT).

Características Principales

- MPPT (seguidor de punto de máxima potencia) integrado, manejo de carga de batería, información del estado de carga.
- Potencia de salida permanente sin reducción a temperatura ambiente de hasta 50°C.
- Monitor de energía de batería integrado, rastrea la producción y consumo de potencia para calcular la energía restante en la batería. Estado de carga SOC (state-of-charge) se muestra en porcentaje full, Amper-horas, Watt-horas. Además el cargador solar almacena 90 días de carga de energía.
- Alimenta baterías de plomo ácido, gel y AGM. Carga de 4 etapas con parámetros ajustables.
- Se pueden conectar módulos FV en serie hasta 112 VCC (140VCC máx).
- Sencilla conexión en paralelo de hasta 16 unidades para corrientes elevadas.
- Carga precisa de baterías de 12V/24V/36V/48V con fácil configuración.
- Función de compensación de temperatura integrada para carga segura y completa.



Todo en energía solar fotovoltaica

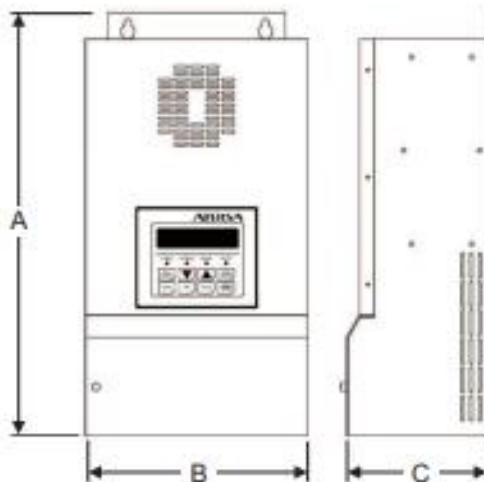
www.atersa.com



atersa

ESPECIFICACIONES

MODELOS	MPPT - 50C	MPPT - 80C
Corriente de salida máxima (continua hasta 50°C de temperatura ambiente)	50A	80A
Tensión de baterías	12, 24, 36, 48 VCC Normal	
Corriente de entrada de PV máx.	45A	70A
Rango de tensión de entrada	18 - 112 VCC operando 140 VCC máx. Tensión de circuito abierto	
Potencia máx. del campo PV	3050W (máx. al igualar una batería 48V a 54V en 50A)	5200W (máx. al igualar una batería 48V a 54V en 80A)
Modos de regulación de carga	Carga plena o Bulk, Absorción, Etapación, Ecualización manual/automática	
Compensación de temperatura de batería BTS	5mV por °C, por celda de 2V	
Capacidad de conversión de CC a CC	Batería de 12V: 16 - 112 VCC	
	Batería de 24V: 32 - 112 VCC	
	Batería de 36V: 36 - 112 VCC	
	Batería de 48V: 48 - 112 VCC	
Estado	Pantalla LCD muestra tensión de entrada y corriente, tensión de salida y corriente, modo de carga, estado de carga de la batería SOC	
Registro de datos	Registra la energía colectada en 90 días, pantalla LCD WH, KWH, AH	
Monitorización de energía	Pantalla LCD muestra el estado de la carga, AH, WH y corriente de descarga. Se pueden usar un shunt de 50mV/500A	
Relés auxiliares	Tres relés independientes de contacto A (SPST) para control de equipos externos	
Temperatura de operación	Potencia completa de salida hasta +50°C ambiente	
Potencia de reposo	-2W	
Dimensiones (AnxAlxC) mm.	267,7x196x147	414,8x225x147
Peso (kg.)	4,3	7,1



Modificaciones: El contenido de este documento puede ser modificado sin previo aviso. Atersa se reserva el derecho de modificar las especificaciones del producto sin previo aviso y según lo a propiamente sea.

ATERSA MADRID
C/ Embajadores, 187-3º
28045 Madrid - España
tel. +34 915 178 452
fax. +34 914 747 467

ATERSA VALENCIA
P.Industrial Juan carlos I
Auda. de la Fola, 14
46140 Albuñol
Valencia - España
tel. 902 545 111
fax. 902 503 355
e-mail: atersa@elecncor.com

ATERSA ITALIA
Centro Direzionale Coliceni
Palazzo Liccione - Ingresso 1
Via Panaciano n. 2
20854 Agrate Brianza
(MB) - Italia
tel. +39 039 2262482
fax. +39 039 9160546



Todo en energía solar fotovoltaica

www.atersa.cor

8.3. Cables de protección



TOPSOLAR® PV H1Z2Z2-K

TÜV solar PV cable.
BASED ON: [EN 50618 / IEC 62930 / ITC C 32-502](#)

DESIGN



Conductor
Class 5 (flexible) tinned copper, based on EN 60228 and IEC 60228.

Insulation
Low smoke zero halogen (LSHF) cross linked rubber insulation.

Outer sheath
Low smoke zero halogen (LSHF) cross linked rubber outer sheath, red or black colour.

APPLICATIONS

The Topsolar® PV H1Z2Z2-K cable, which is TÜV certified according to IEC 62930 and EN 50618, is suitable for both fixed and mobile solar installations (solar farms, rooftop solar installations and floating plants).

It is a highly flexible cable compatible with all major connectors and specially designed for the connection of photovoltaic panels. This versatile single-conductor cable is designed to meet the varying needs of the solar industry. Suitable for wet, damp and humid locations.

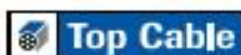
- + Solar PV installations - string cable.

PV WIRE ALSO AVAILABLE



More information at: www.topcable.com

INDUSTRIAL PV CABLES



FEATURES

- ⚡ Electrical performance**
 Low voltage: 1,5/1,5 1kV (1,8) kV DC,
 1,0/1,0 kV (U₀/U).
- 📄 Based on**
 EN 50618/ IEC 62930 / UTE C 32-502.
- 🔄 Standards and approvals**
 TÜV / RETIE / RoHS / CE.
- 🏗️ CPR (Construction Products Regulation)**
 C_{ca} ≤1b, d2, a1.
- 🌡️ Thermal performance**
 Maximum service temperature: 120°C.
 Maximum short-circuit temperature: 250°C (max. 5 s).
 Minimum service temperature: -40°C (fixed and protected installations).
- 🔥 Fire performance**
 Flame non-propagation based on EN 60332-1 and IEC 60332-1-2.
 Fire non-propagation based on EN 50399.
 Reaction to fire CPR: C_{ca} ≤1b, d2, a1, according to EN 50575.
 LSHF (Low Smoke Zero Halogen) based on UNE-EN 60754-1 and IEC 60754-1.
 Low smoke emission based on EN 61034 and IEC 61034: Light transmittance > 60%.
 Low corrosive gases emission based on UNE-EN 60754-2 and IEC 60754-2.
- 📏 Mechanical performance**
 Minimum bending radius: x5 cable diameter.
 Impact resistance: AG2 Medium severity.
- 🧴 Chemical performance**
 Chemical & Oil resistance: Excellent.
 Grease & mineral oils resistance: Excellent.
UV UV Resistant based on EN 50618.
O₃ Ozone resistant based on EN 50618.
- 💧 Water performance**
 Water presence: AD8 submerged.
- 🕒 Other**
 Meter by meter marking.
 Estimated lifetime 25 years based on EN 50618.
 🐭 🐜 Optional: rodent proof and termite proof.
- 🔧 Installation conditions**
 Open Air.
 Buried.
 On conduit.
- 📦 Packaging**
 Available in rolls (lengths of 100 m) and reels.

More information at: www.topcable.com

SOLAR CABLES

TOPSOLAR® PV
H1ZZZ2-K



TOPSOLAR® PV
H1ZZZ2-K DUAL



TOPSOLAR® PV
AL 1500 V



TOPSOLAR® PV
AL 2&V PV WIRE



TOPSOLAR® PV H1ZZZ2-K

SOLAR CABLES

EN 50618-1

8.4. Fusibles

FOTOVOLTAICOS FUSIBLES



gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

La principal novedad que ofrecen estos productos es la tensión asignada de 1000V DC y 600V DC. Están destinados principalmente a ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica en instalaciones fotovoltaicas, donde, debido al constante incremento de potencia y la evolución tecnológica, es común que se precise proteger grupos de paneles solares que pueden alcanzar tensiones superiores a 800 V DC. También pueden utilizarse como protección en instrumentación y como protección de circuitos auxiliares en ferrocarriles. Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la nueva Norma IEC60269-6). Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos lo que permite un alto poder de corte en un reducido espacio. Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características. Para la instalación de estos fusibles se recomienda la utilización de las bases modulares PMF 1000 V en versión unipolar o bipolar (con o sin indicador de fusión).

www.df-sa.es/es/fotovoltaicos/fusibles/cilindricos/

10x38
1000V DC

I _n (A)	REFERENCIA	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE (Unid./Caja)
1	491601	30	10/100
2	491602	30	10/100
3	491604	30	10/100
4	491605	30	10/100
5	491606	30	10/100
6	491610	30	10/100
8	491615	30	10/100
10	491620	30	10/100
12	491625	30	10/100
15	491629	30	10/100
16	491630	30	10/100
20	491635	30	10/100



600V DC

1	491901	30	10/100
2	491902	30	10/100
3	491904	30	10/100
4	491905	30	10/100
5	491906	30	10/100
6	491910	30	10/100
8	491915	30	10/100
10	491920	30	10/100
12	491925	30	10/100
15	491929	30	10/100
16	491930	30	10/100
20	491935	30	10/100
25	491940	30	10/100
30	491944	30	10/100
32	491945	30	10/100



14x51
1000V DC

25	491650	30	10/50
32	491655	30	10/50



VERSIÓN
IEC 60269-1
IEC 60269-6
UL 2579

NOVOLACIONES
gPV
RMS
INDICADOR
FUSIÓN

TÉCNICO
DIALECTICIDAD

TÉCNICO
COPONENTE REDUCTOR
POR TEMPERATURA
AMBIENTE

COMPATIBLE
PIVOTES PARA
APLICACIONES
FOTOVOLTAICAS

COMPATIBLE
CONTACTO PARA PARA
ROBLOS #10

FOTOVOLTAICOS FUSIBLES



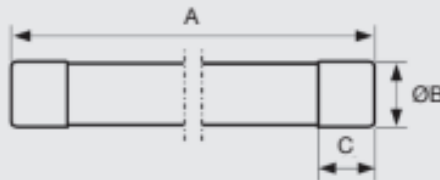
gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

10x85	I _n [A]	REFERENCIA	PODER DE CORTE [kA]	EMBALAJE [un./DIA]
1500V DC	2	492202	10	4/24
	4	492205	10	4/24
	6	492210	10	4/24
	8	492215	10	4/24
	10	492220	10	4/24
	12	492225	10	4/24
1200V DC	16	492230	10	4/24
	20	492235	10	4/24
	25	492240	10	4/24



gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS DIMENSIONES

10x38
14x51
10x85



TAMAJO	A	B	C
10x38	38	10,3	10
14x51	51	14,3	10
10x85	85	10,3	10

NDPNC
IEC 60269-1
IEC 60269-6
UL 2579

APLICACIONES
gPV
RMS

TIPO
CARACTERÍSTICA I-t

PAGINA 12

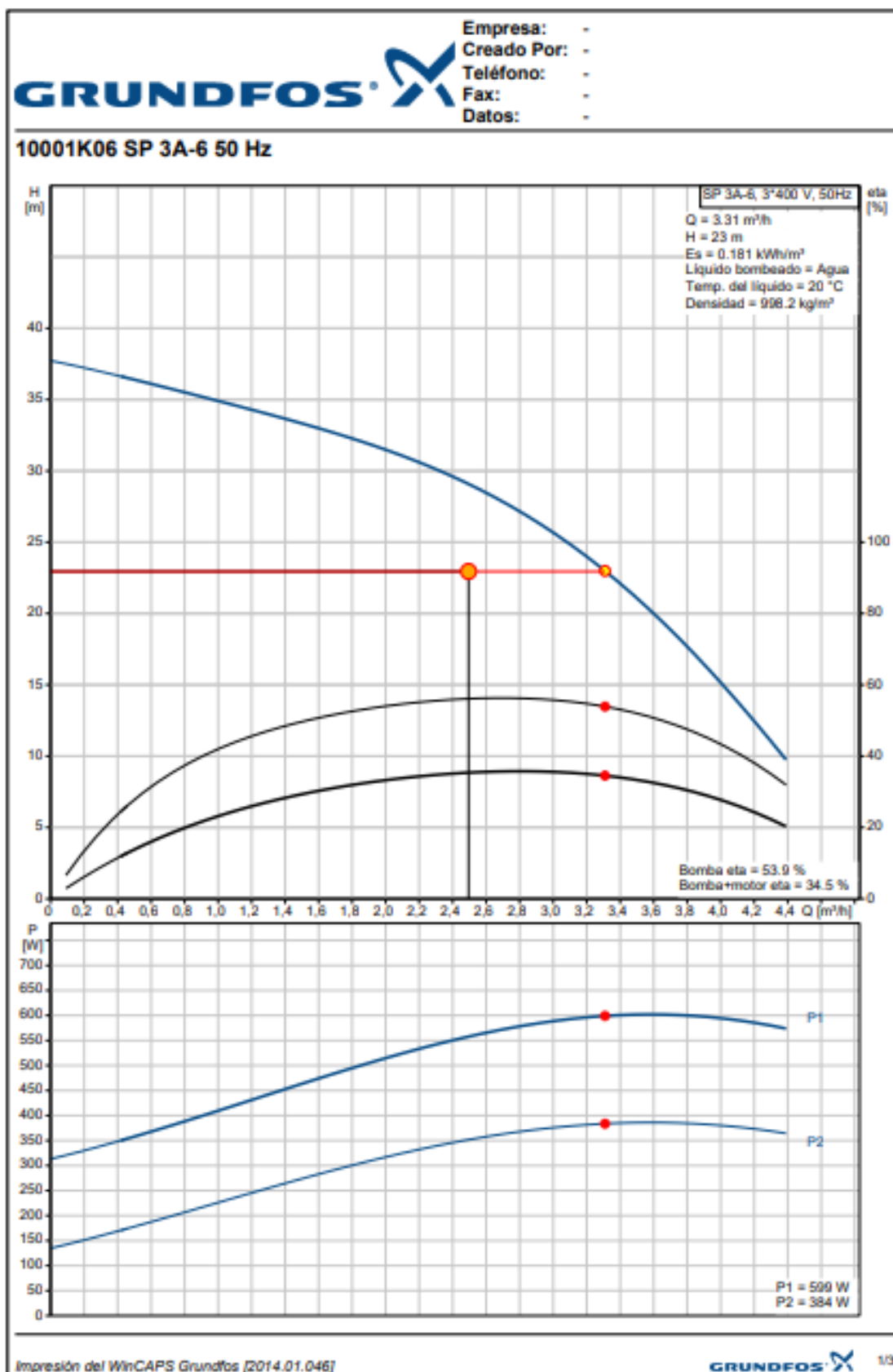
TIPO
ESPECIFICACION
DE EMPUJONES
PROYECT


PAGINA 14

CONTACTOS
CONTACTOS FINZA PARA
FUSIBLES

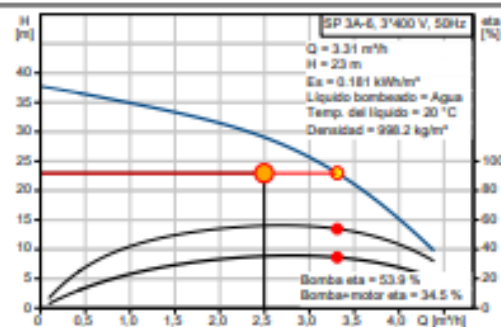
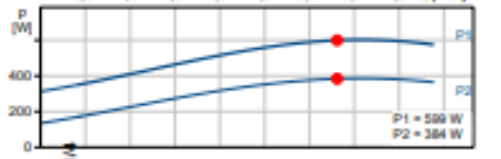
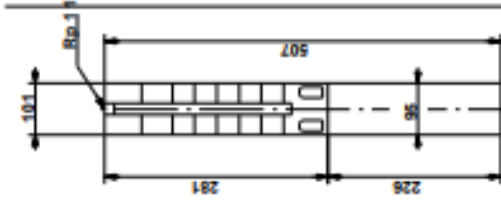
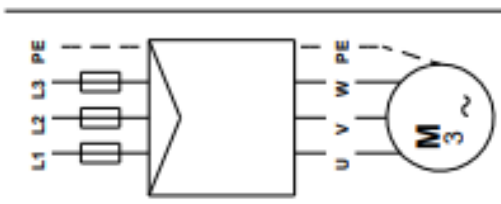
PAGINA 09

8.5. Bomba







Empresa: -
 Creado Por: -
 Teléfono: -
 Fax: -
 Datos: -

Descripción	Valor	
Producto:	SP 3A-6	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>SP 3A-6, 3'400 V, 50Hz</p> <p>Q = 3.31 m³/h H = 23 m Ex = 0.181 kWh/m³ Líquido bombeado = Agua Temp. del líquido = 20 °C Densidad = 998.2 kg/m³</p> </div>
Código:	10001K06	
Número EAN:	5708601051364	
Técnico:		
Velocidad para datos de bomba:	2900 rpm	
Caudal real calculado:	3.31 m ³ /h	
Altura resultante de la bomba:	23 m	
Cierre mecánico del motor:	LIPSEAL	
Tolerancia de curva:	ISO 9906:2012 Grade 3B	
Bomba Nº:	10000006	
Etapas:	6	
Modelo:	A	
Válvula:	bomba con válvula de retención integrada	
Materiales:		
Bomba:	Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301	
Impulsor:	Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301	
Motor:	Acero inox. DIN W.-Nr. 1.4301	
	AISI 304	
Instalación:		
Descarga:	Rp 1 1/4	
Diámetro del motor:	4 inch	
Líquido:		
Líquido bombeado:	Agua	
Temp. líquido máx. a 0.15 m/seg:	40 °C	
Temp. líquido:	20 °C	
Densidad:	998.2 kg/m ³	
Viscosidad dinámica:	1 mm ² /s	
Datos eléctricos:		
Tipo de motor:	MS402	
Aplic. motor:	GRUNDFOS	
Potencia nominal - P2:	0.37 kW	
Frecuencia de alimentación:	50 Hz	
Tensión nominal:	3 x 380-400-415 V	
Tipo de arranque:	directo	
Corriente nominal:	1.30-1.4-1.50 A	
Cos phi - Factor de potencia:	0.70-0.64-0.60	
Velocidad nominal:	2850-2860-2870 rpm	
Grado de protección (IEC 34-5):	IP68	
Clase de aislamiento (IEC 85):	B	
Protección del motor:	None	
Protección térmica:	exterior	
Transmisor de temp. incorporado:	no	
Motor Nº:	79192002	
Otros:		
Minimum efficiency index, MEI ≥:	0.70	
Peso neto:	8.6 kg	
Peso bruto:	9.9 kg	
Volumen:	0.008 m ³	

Impresión del WinCAPS Grundfos [2014.01.046]


2/3



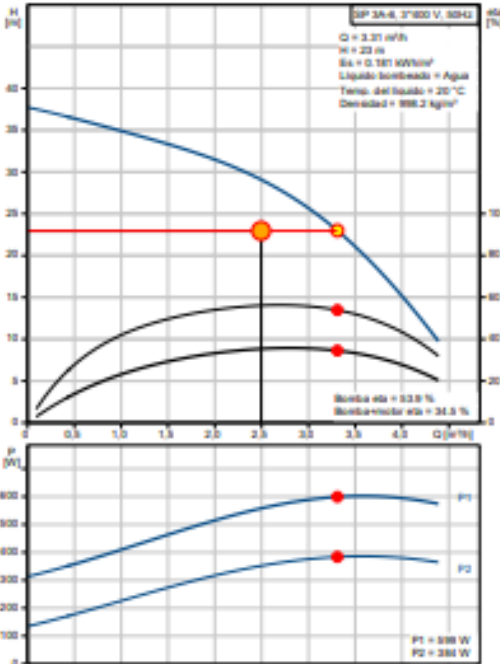
Empresa: -
 Creado Por: -
 Teléfono: -
 Fax: -
 Datos: -

10001K06 SP 3A-6 50 Hz

Entrada	
Seleccione Aplicación	
Modo descrip.	SI
	Suministro de aguas subterráneas
Resumen de los datos:	
Tipo de instalación	
	Pozo de sondeo
	Instalación en pozos, depósito abierto
caudal	2.5 m³/h
Altura	23 m
Más	SI
Temperatura máxima del agua	15 °C
Caudal max. permitido	30 %
Caudal min. permitido	2 %
Regulación de velocidad	No
Frecuencia	50 Hz
Fase	3
tension	400 V
Tipo de arranque trifásico	DOL
Número de días de funcionamiento por año	365 d
Horas de funcionamiento por día	10 h
Horas de funcionamiento por día (tarifa baja)	10 h
Precio de energía (tarifa alta)	0.15 €/kWh
Precio de energía (tarifa media)	0.1 €/kWh
Precio de energía (tarifa baja)	0.05 €/kWh
Incremento del precio de la energía	6 %
Periodo de cálculo	15 años
Criterio de evaluación	Preference index
Include cheapest solution	SI
Número max. por grupo de productos	5
Número máximo de resultados	20
Material de la bomba	GG 0.6025 o 1.4301 (AISI 304)
Selección del motor	Motor Grundfos estándar

Resultado de la selección	
Tipo	SP 3A-6
Cantidad * Motor	1 * 0.37 kW ,
Caud	3.31 m³/h (+33%)
H total	23 m
Pot. P1	0.599 kW
Pot. P2	0.384 kW
corriente(nom.)	1.5 A
Corriente(act.)	1.3 A
Cos phi(actual)	0.67
BombaEta	53.9 %
Motor Eta	64.1 %
Total Eta	34.5 % =Bomba Eta *motor Eta
Caudal tot	9107 m³/año
Cons. energía especial	0.1808 kWh/m³
	7.88 Wh/m³/m
Consumo energía	1647 kWh/Año
Prec.	Bajo pedido
Precio+Costes energ.	Bajo pedido /15Años

¡Las pérdidas en el cable no están incluidas!
 Verifique que el caudal es mayor del 20% superior al punto pedido, y esto podría influir de forma negativa en el funcionamiento




SP 3A-6, 3700 V, 50Hz
 Q = 3.31 m³/h
 H = 23 m
 Eta = 0.181 kWh/m³
 Líquido bombeado = Agua
 Temp. del fluido = 20 °C
 Densidad = 999.2 kg/m³

Bomba eta = 53.9 %
 Bomba+motor eta = 34.5 %

P1 = 599 W
 P2 = 384 W

Impresión del WinCAPS Grundfos [2014.01.046]

 33

8.6. Tuberías de PE

FICHA TÉCNICA TECHNICAL SHEET



Tuberías PE exteriores

TUBERÍA EXTERIORES PE-100

Dim: 20 - 315 mm



APLICACIONES

Sistema socket de tubos y accesorios para la instalación de redes de agua sanitaria, redes de abastecimiento, aire comprimido, grupos de presión, geotermia y fluidos a presión.



NORMATIVA

- El sistema socket de tuberías de HD PE-100 Repolen cumple las siguientes Normas:
- **UNE EN 12201:** Sistema de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE)
 - **RP 001.01:** Tubos de polietileno (PE) para conducción de agua y saneamiento con presión.
 - **RD 140/2003:** Establece criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MATERIAL

Material	PE-100
Densidad	959-965 kg/m ³ según ISO 1183
Índice de fluidez en masa (190°, 5kg)	0,22-0,32 g/10 min según ISO 1133
Dispersión del pigmento	≤ 3,0 según ISO 18553
Contenido en negro	2,1-2,5 % según ISO 6964
T.L.O. (210°C)	≥ 0,20 min según ISO 11357

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO

Material	PE-100
Color	Negro con bandas azules
Alargamiento hasta la rotura	≥ 350%
MFI (190, 5)	± 20% respecto del compuesto
Resistencia a la presión interna	
20° 100h 12MPa	Sin roturas
80° 165h 5,4MPa	Sin roturas
80° 1000h 5MPa	Sin roturas
Tiempo de inducción a la oxidación	≥20 min
Retracción longitudinal	<3%

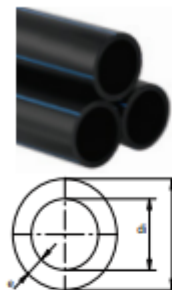
TUBERÍA EXTERIORES PE-100

SERIE 4 - SDR 9

SERIE 5 - SDR 11

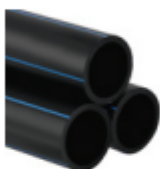
SERIE 8 - SDR 17

DIMENSIONES



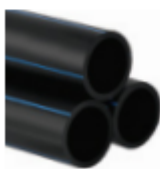
SERIE4 SDR9 PN20

Diámetro nominal (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Capacidad (l/m)
20	15.4	2.3 - 2.7	0,14	0,186
25	19	3 - 3.4	0,21	0,286
32	24.8	3.6 - 4.1	0,33	0,483
40	31	4.5 - 5.1	0,51	0,756
50	38.8	5.6 - 6.3	0,79	1,182
63	48.8	7.1 - 8	1,27	1,870
75	58.2	8.4 - 9.4	1,75	2,600
90	69.8	10.1 - 11.3	2,52	3,826
110	85.4	12.3 - 13.7	3,74	5,728



SERIE5 SDR11 PN16

Diámetro nominal (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Capacidad (l/m)
20	16.0	2.0 - 2.3	0,11	0,201
25	20.4	2.3 - 2.7	0,17	0,327
32	26.0	3 - 3.4	0,28	0,531
40	32.6	3.7 - 4.2	0,42	0,835
50	40.8	4.6 - 5.2	0,66	1,307
63	51.4	5.8 - 6.5	1,02	2,075
75	61.4	6.8 - 7.6	1,46	2,961
90	73.6	8.2 - 9.2	2,1	4,254
110	90.0	10 - 11.1	3,14	6,362
125	102.2	11.4 - 12.7	4,13	8,203
140	114.6	12.7 - 14.1	5,14	10,315
160	130.8	14.6 - 16.2	6,75	13,437
200	163.6	18.2 - 20.2	10,5	21,021
250	204.6	22.7 - 25.1	16,4	32,878
315	257.8	28.6 - 31.6	26,0	52,198



SERIE8 SDR17 PN10

Diámetro nominal (mm)	Diámetro interior (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Capacidad (l/m)
32	28	2 - 2.3	0,19	0,616
40	35.2	2.4 - 2.8	0,29	0,973
50	44	3 - 3.4	0,45	1,520
63	55.4	3.8 - 4.3	0,72	2,410
75	66	4.5 - 5.1	1,02	3,421
90	79.2	5.4 - 6.1	1,47	4,914
110	96.8	6.6 - 7.4	2,19	7,359
125	110.2	7.4 - 8.3	2,79	9,538
140	123.4	8.3 - 9.3	3,5	11,980
160	141.0	9.5 - 10.6	4,57	15,614
200	176.2	11.9 - 13.2	7,15	24,384
315	277.6	18.7 - 20.7	17,15	60,524
355	312.8	21.1 - 23.4	22,80	76,846

8.7. Goteros



GOTERO PC AUTOCOMPENSANTE

El gotero PC autocompensante, mundialmente reconocido por su alta calidad, presenta su nueva e innovadora generación, en color VERDE.

El gotero PC está especialmente concebido para el riego en zonas de topografía difícil y para su utilización con aguas problemáticas.

Tiene dos tipos de salida de agua opcionales: salida plana o salida carpintero, ésta última evita daños por fauna o al conectar los accesorios de salida.

Presenta grandes ventajas que lo hacen muy competitivo:

- » Laberinto TURBONET® de flujo turbulento.
- » Alta resistencia a la obturación.
- » Gran área de paso del laberinto que permite el drenaje de las impurezas.
- » Sistema patentado de autocompensación por presión diferencial. Mantiene uniforme el caudal a distintas presiones de entrada. Asegura una distribución exacta de agua y fertilizantes.
- » El diafragma flotante de silicona inyectada permite el uso de fertilizantes sin modificación de las prestaciones.
- » 4 caudales disponibles de 2, 4, 8.5 y 25 l/h, con código de colores en la base.
- » Gotero inyectado con muy bajo CV (CV = 0,03).



Material plástico de alta resistencia con protección UV para todo tipo de condiciones climatológicas



Diafragma de silicona inyectada de larga duración



Paso de agua amplio y profundo que minimiza las obturaciones, asegurando el caudal exacto en todas las condiciones



Gotero inyectado que asegura la uniformidad del riego y un bajo CV



Caudal (l/h)	Color base	Presión (bar)	Dimensiones paso del laberinto an-profund-larg (mm)	Const. K	Exp. X (1)
2	Rojo	0.5-4.0	1.17 x 1.07 x 61	2.0	0
4	Negro	0.5-4.0	1.32 x 1.40 x 60	4.0	0
8.5	Verde	0.5-4.0	1.60 x 1.60 x 17	8.5	0
25	Naranja	0.5-4.0	1.55 x 1.05 x 17 (2)	25	0

(1) El exponente es válido dentro del rango de presión de trabajo.

(2) 3 laberintos paralelos.



(+34)935. 737. 400
C/ Garbí, 3, Pol. Ind. Can Volant.
08150. Parets del Vallès, Barcelona
regaber@regaber.com

GA-G1-169



(+34)935. 737. 400
C/ Garbí, 3, Pol. Ind. Can Volart.
08150. Parets del Vallès, Barcelona
regaber@regaber.com

GA-G1-169

» Largos máximos de tubería en suelo llano

Presión en el último gotero: 5 m.c.a.

Tubería PE 16/2.5 diámetro interior 13.6 mm. Presión entrada: 2 bar. Kd: 0.39

Caudal (l/h)	Distancia entre goteros (m)						
	0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	3.0	5.0
2.0	102	173	233	285	375	597	835
4.0	65	111	149	182	242	384	535
8.5	40	68	92	112	149	237	330
25.0	20	34	46	56	75	120	165

Tubería PE 20/2.5 diámetro interior 17.4 mm. Presión entrada: 2 bar. Kd: 0.13

Caudal (l/h)	Distancia entre goteros (m)						
	0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	3.0	5.0
2.0	171	281	370	449	587	921	1280
4.0	109	180	238	288	377	591	825
8.5	67	111	146	178	233	366	510
25.0	34	56	74	89	117	183	255

Tubería PE 25/2.5 diámetro interior 22.2 mm. Presión entrada: 2 bar. Kd: 0.10

Caudal (l/h)	Distancia entre goteros (m)						
	0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	3.0	5.0
2.0	290	452	584	702	909	1416	1980
4.0	187	290	376	451	585	909	1260
8.5	115	180	233	279	362	561	780
25.0	58	90	117	140	182	282	390

» Accesorios optativos

- Adaptador de microtubo.

Asegura que el microtubo quede firmemente instalado en la boca de salida del gotero carpintero.

- Distribuidor 2/4 salidas plano.

Para la distribución del caudal en 2/4 puntos diferentes.

- Lanza gotero.

Lanceta estabilizadora para uniformar el reparto de caudal en 4 puntos.

- Kit hidropónico gris 4 salidas.

Distribuidor, microtubo y lanza gotero. Conectable directamente a gotero PC carpintero.

Código Regaber	Descripción
030.100.100	Got. aut. 2 l/h-S/C verde
030.100.110	Got. aut. 2 l/h-carpintero verde
030.100.120	Got. aut. 4 l/h-S/C verde
030.100.130	Got. aut. 4 l/h-carpintero verde
030.100.140	Got. aut. 8.5 l/h-S/C verde
030.100.150	Got. aut. 8.5 l/h-carpintero verde
030.100.160	Got. aut. 25 l/h-carp. c/cap-verde
220.000.010	Adapt. gotero/microtubo marrón
040.100.028	Distribuidor 1 sal. codo 90GR
040.100.030	Distribuidor 4 sal. plano-net
040.100.035	Distribuidor 2 sal plano-net
040.100.050	Lanza got.C/tapón D.int.3mm
040.100.060	Lanza gotero 2L/H codo
040.100.062	Lanza gotero 2L/H codo corto-E
030.100.045	Kit hidrop. 4 salid.T80-C/lanza gris
040.100.000	Kit hidrop. PC (plq-60 cm. 3/5 adap.) EE



Adaptador gotero microtubo marrón



Adaptador microtubo (modelo codo)



Distribuidor (modelo 4 salidas)



Lanza gotero (modelo codo)



Kit hidropónico (modelo 4 salidas)

Barcelona Tel. (+34)935.737.422 - Valencia Tel. (+34)961.647.013 - Murcia Tel. (+34)968.350.102 - Málaga Tel. (+34)952.244.624 - Sevilla Tel. (+34)955.981.990 - Madrid Tel. (+34)916.746.050



Regaber García Regaber S.A. se reserva el derecho a modificar las características de los productos y a realizar cambios en la información contenida en este documento. Para acceder a la última información, ir a la página web: www.regaber.com

8.8. Filtro hidrociclón



FILTRO HIDROCICLÓN

El hidrociclón es un filtro diseñado para ser utilizado en cabezales de filtración, tanto para aplicaciones agrícolas como industriales. Su función es la de separar la arena y otras partículas compactas más pesadas que el agua, por lo que es ideal como filtro previo en instalaciones que captan agua de pozo.

La separación se produce gracias a la velocidad de rotación que se genera al ser inyectada el agua de forma tangencial en el interior del cuerpo del hidrociclón. Como consecuencia de la fuerza centrífuga, las partículas sólidas se desplazan hacia la pared del cono de hidrociclón, donde prosiguen una trayectoria espiral descendente debido a la fuerza de gravedad. De esta forma, las partículas sólidas son arrastradas a la parte inferior del hidrociclón donde se almacenan en un depósito colector.

El agua limpia sale del hidrociclón a través del tubo situado en la parte superior.

Las partículas sólidas acumuladas en el depósito colector deben ser eliminadas periódicamente. Esta limpieza puede realizarse con una purga continua o bien con un drenaje temporizado.

Aplicaciones

- Decantación de arena y otros contaminantes sólidos del agua destinada a uso doméstico, agrícola o industrial.
- Como consecuencia de lo anterior, se consigue la protección de las bombas, válvulas y sistemas de control contra los desgastes causados por los sólidos.
- Siempre recomendado en aguas procedentes de pozo.



Código Regaber	Modelo	Descripción	Caudal m ³ /h
440.000.590	50307*	F. hidrociclón 3/4" rosca	2 a 35
440.000.600	50410*	F. hidrociclón 1" rosca	3,5 a 7,5
440.000.610	50615*	F. hidrociclón 1-1/2" rosca	7,5 a 12
440.000.620	50820*	F. hidrociclón 2" rosca	11 a 17
440.000.630	50830*	F. hidrociclón 3" brida	18 a 34
440.000.640	51640	F. hidrociclón 4" brida	52 a 82
-	52060	F. hidrociclón 6" brida	98 a 160
440.000.675	52460	F. hidrociclón 6" brida	140 a 230

Todos los modelos se suministran con depósito acumulador de sólidos. Los depósitos de los modelos marcados en asterisco no disponen de patas de soporte.

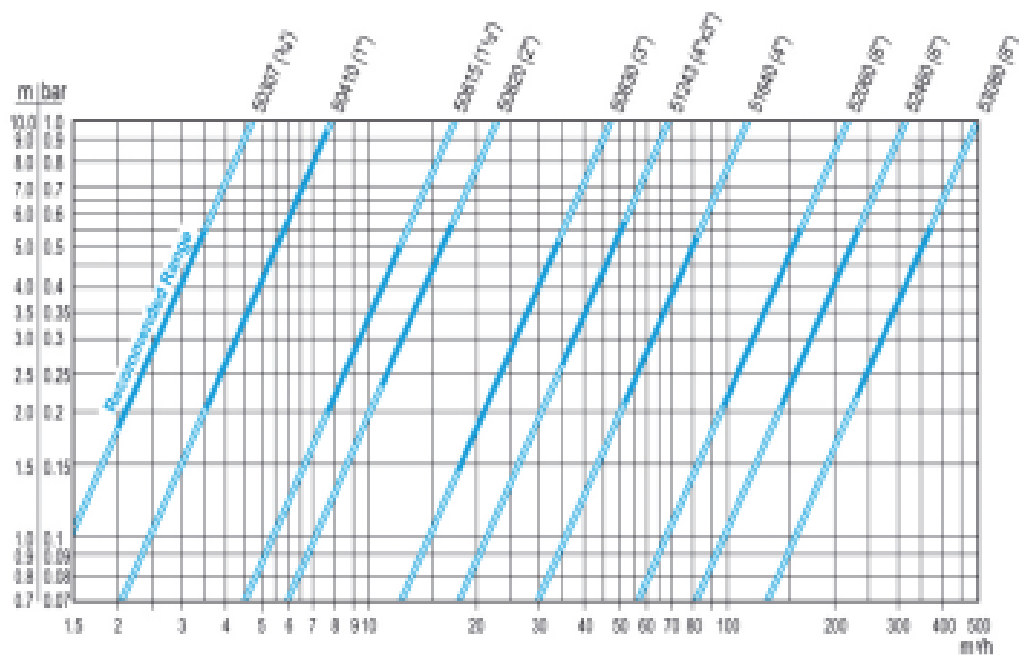
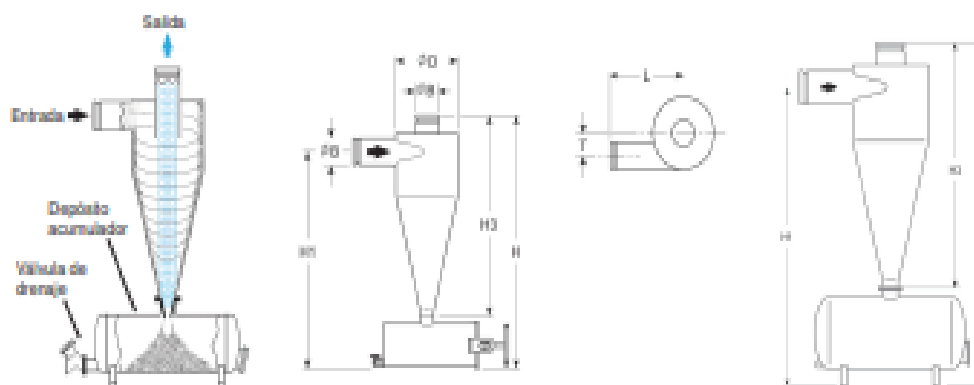
Ventajas

- Debido a su especial diseño, el hidrociclón funciona con una mínima pérdida de carga.
- Construcción robusta recubierta en poliéster.
- Los hidrociclones pueden colocarse en paralelo para aumentar así su capacidad de filtración.
- Funcionan con una pérdida de carga constante, no existiendo posibilidad de obturación.

Datos técnicos

B pulgadas	D mm	H mm	L m	Peso Kg	Volumen depósito Lt	Caudal	Presión máx. trabajo kg/cm ²	Conexiones	Conexiones purga depósito
3/4"	3"	400	120	8	2	2 a 3,5	8	3/4" RM	1/2" RH
1"	4"	480	140	9	2	3,5 a 7,5	8	1" RM	1/2" RH
1-1/8"	6"	720	240	18	10	7,5 a 12	8	1-1/8" RM	1" RH
2"	8"	735	295	20	10	11 a 17	8	2" RM	1" RH
3"	8"	830	300	27	10	18 a 34	8	3" brida	1" RH
4"	16"	1720	600	125	120	52 a 82	8	4" brida	3" Brida
6"	20"	1900	600	172	220	98 a 160	8	6" brida	3" Brida
6"	24"	2155	600	205	220	140 a 230	8	6" brida	3" Brida

Esquema de trabajo del separador de hidroclón



8.9. Inyector Venturi



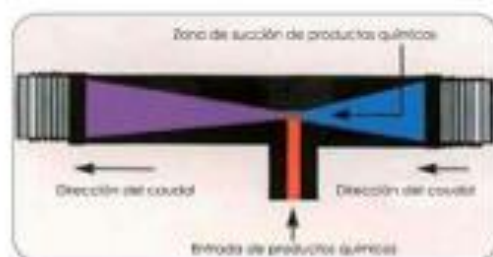
INYECTOR DE FERTILIZANTES SISTEMA VENTURI

La fertilización de las plantas, de manera simultánea con el riego, es condición indispensable para obtener un rendimiento agrícola y una producción de excelente calidad.

- » Operado por la presión de agua existente
- » Sin partes móviles
- » Apto para la inyección de hasta 1.800 l/h
- » Operación rápida y sencilla
- » Adaptable a todos los sistemas de riego
- » Materiales de alta calidad resistentes a los productos químicos utilizados en la agricultura
- » Inyección regulada de productos químicos

Principios de funcionamiento

Basado en el principio de succión al vacío creado por un avanzado sistema Venturi, que permite que este inyector funcione con pequeñas diferencias de presión entre el agua que entra en el mismo y el punto de inyección del abono, según caudales que se deseen inyectar. Esta diferencia de presión está entre el 5-75%, según el tipo de inyección necesaria. El agua fluye a través de un paso de convergencia que se va ensanchando y se crea el vacío.



El modelo F 3/4" se suministra con filtro de pie y juego de boquillas reguladoras de caudal de succión. El modelo D 2" se compone de los elementos que muestra la imagen.

Características

Modelo		F (3/4")	D (2" x 12)
Materiales	Cuerpo	H.G. polipropileno copolimero	Plástico reforzado con fibra de vidrio
	Piezas internas	Plástico resistente a productos químicos	Plástico resistente a productos químicos
Conexiones	Diámetro	3/4" macho	2"
	Tipo de rosca	Macho BPT, BSP	Hembra NPT, BSP
Dimensiones	Altura (mm)	352	380
	Longitud (mm)	290	620

Especificaciones requeridas

- » Caudal mínimo y máximo
- » Pérdida de carga permitida o requerida
- » Presión en el punto de entrada de riego
- » Caudal de producto químico que se inyecta en el sistema

www.turiego.es

OFICINAS: C/ Francisco Pradilla nº 26 bajos
 Teléfono: 976 87 85 52
 Email: tecmar@turiego.es
 50830 VILLANUEVA DE GALLEGOS (Zaragoza)
 C.I.F.: 89933262



Instalación

= **Instalación del inyector en bypass, con una válvula manual regulable.**



Este método se basa en una caída de 30% de presión con la válvula manual. Se debe tener cuidado para asegurar que la presión de salida es suficiente para operar el sistema de riego.

= **Instalación del inyector en bypass, con un regulador de presión**



Este método se basa en una caída de presión suficiente por parte del regulador, sin válvulas adicionales.

= **Instalación del inyector en bypass, con una bomba de agua**



Este método utiliza las diferencias de presión existentes y ahorra energía adicional.

= **Instalación del inyector en línea**



Este método se utiliza en casos donde el caudal en el sistema es bajo o si la reducción de presión no es un problema.



Tabla de rendimiento

Presión de funcionamiento		Modelo F 200' x 1/2"		Modelo E 20' x 1/2"	
Diámetro (m)	Velocidad (m/s)	Caudal (litros/min)	Caudal de acción (m³/h)	Caudal de acción (m³/h)	Caudal de acción (m³/h)
14	7	302	219	0,9	1000
	14	302	153	0,4	1001
	21	302	79	-	-
21	7	302	150	-	-
	14	302	100	-	-
	21	302	54	-	-
28	7	302	119	0,5	1000
	14	302	79	0,3	1001
	21	302	42	-	-
35	7	317	107	-	-
	14	317	72	-	-
	21	317	39	-	-
42	7	317	81	-	-
	14	317	54	-	-
	21	317	29	-	-
49	7	332	68	0,3	1000
	14	332	46	0,2	1001
	21	332	25	-	-
56	7	347	57	-	-
	14	347	38	-	-
	21	347	21	-	-
63	7	362	47	-	-
	14	362	31	-	-
	21	362	17	-	-
70	7	377	38	-	-
	14	377	25	-	-
	21	377	14	-	-
77	7	392	30	-	-
	14	392	20	-	-
	21	392	11	-	-
84	7	407	23	-	-
	14	407	15	-	-
	21	407	8	-	-
91	7	422	17	-	-
	14	422	11	-	-
	21	422	6	-	-
98	7	437	13	-	-
	14	437	8	-	-
	21	437	4	-	-
105	7	452	10	-	-
	14	452	6	-	-
	21	452	3	-	-
112	7	467	7	-	-
	14	467	4	-	-
	21	467	2	-	-
119	7	482	5	-	-
	14	482	3	-	-
	21	482	1	-	-
126	7	497	4	-	-
	14	497	2	-	-
	21	497	1	-	-
133	7	512	3	-	-
	14	512	2	-	-
	21	512	1	-	-
140	7	527	2	-	-
	14	527	1	-	-
	21	527	0	-	-
147	7	542	1	-	-
	14	542	0	-	-
	21	542	0	-	-

* La presión de trabajo (PT) se refiere a una longitud de 10 metros.
 ** La presión de trabajo (PT) se refiere a una longitud de 20 metros.
 *** Para saber los ahorros de agua de la tubería suministrada con el kit de riego, consulte el manual de instalación de la tubería de la línea de riego.
 **** Ver el manual de instalación de la tubería de riego.

www.turiego.es

OFICINAS: C/ Francisco Pradilla nº 26 bajos
 Teléfono: 976 87 85 52
 Email: tecmar@turiego.es
 50830 VILLANUEVA DE GALLEGOS (Zaragoza)
 C.I.F.: B99333262