

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERIA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO  
NATURAL



*Proyecto de Instalación Integral Colectiva  
para el Riego Localizado e Implantación de  
Energías Renovables en el T.M. de Picassent  
(Valencia)*

*Máster Universitario en Ingeniería Agronómica*

*Curso 2021-22*

*Alumno: Mas Colina, Javier*

*Tutora: Gasque Albalate, Maria*

## RESUMEN

### Proyecto de Instalación Integral Colectiva para el Riego Localizado e Implantación de Energías Renovables en el T.M. de Picassent (Valencia)

La Comunidad de Regantes de Picassent (en adelante C.R.), dispone de un sector de riego de 120,65 ha cultivadas de cítricos en su gran mayoría, todas ellas situadas en el término municipal de Picassent (Valencia). El sistema de riego actualmente implantado es un sistema muy heterogéneo y obsoleto que dificulta la gestión del órgano de gobierno de la C.R. Por ello, mediante el presente proyecto, se pretende actualizar y modernizar su sistema de riego implantando un sistema más homogéneo y sostenible de riego localizado, que ofrece una mayor eficiencia y produce grandes ahorros de agua.

Además, la C.R. dispone de un pozo del cual puede extraer anualmente 400.000 m<sup>3</sup> y que se complementa con otras captaciones para el riego de toda la superficie. Actualmente la extracción de agua del pozo funciona mediante un generador convencional que utiliza combustibles fósiles. Ante esta situación, se diseña una instalación fotovoltaica aislada donde el objetivo es que pueda extraer dicho volumen anual además de cumplir con las restricciones mensuales. El sistema fotovoltaico se dispondrá en el interior de una parcela rústica abandonada sobre una estructura metálica de acero. Esta instalación hará reducir tanto los costes en combustible, como las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera, al utilizar energías renovables para la extracción del agua.

El proyecto propuesto contribuye a alcanzar los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) marcados por la Agenda 2030 de las Naciones Unidas:

- Objetivo 6: agua limpia y saneamiento (dado que se pretende aumentar el uso eficiente de los recursos hídricos en el sector agrario).
- Objetivo 7: energía asequible y no contaminante (dado que se contribuye al aumento de la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas, así como a la mejora de la eficiencia energética).

De forma más secundaria también está vinculado con el objetivo 13 (acción por el clima) puesto que se pretende la adopción e implementación de un plan para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático. La inclusión de los ODS se considera necesaria para que haya mayor sensibilización con la sostenibilidad y la lucha contra el cambio climático.

En ámbito nacional, se consigue cumplir con las inversiones en eficiencia energética y energías renovables del Programa de actuación de Sostenibilidad Ambiental, siendo susceptible de solicitar las ayudas correspondientes para sufragar una parte del gasto con cargo a los fondos procedentes del marco europeo de recuperación como proyecto de “transformación ambiental y digital de sector agroalimentario y pesquero” integrados en el componente 3 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) que gestiona el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA).

Palabras Clave: Riego localizado; bombeo fotovoltaico; ODS; energías renovables; eficiencia energética; plan de recuperación, transformación y resiliencia.

## INGLES

The C.R. of Picassent has an irrigation sector of about 120 ha cultivated with citrus fruits in its great majority, all of them located in the municipality of Picassent (Valencia). The irrigation system currently implemented is a very heterogeneous and obsolete system that hinders the management of the Community of Irrigators. Therefore, through this project, it is intended to change its irrigation system towards a more homogeneous and sustainable system such as localized irrigation. This type of irrigation offers greater efficiency and produces great water savings.

In addition, the C.R. has a well from which it can extract 400,000 m<sup>3</sup> annually and which is complemented by other catchments for the irrigation of the entire surface. Currently the well is operated by a fossil fuel generator. Given this situation, an isolated photovoltaic installation is designed where the objective is that it can extract this annual volume in addition to complying with the monthly restrictions. The photovoltaic system will be arranged inside an abandoned rustic plot on a steel metal structure. This installation will reduce both fuel costs and CO<sub>2</sub> emissions into the atmosphere by using renewable energies for water extraction.

The proposed project contributes to the achievement of the following Sustainable Development Goals (SDGs) set by the United Nations 2030 Agenda

- Goal 6: clean water and sanitation (as it is intended to increase the efficient use of water resources in the agricultural sector).
- Goal 7: affordable and clean energy (as it contributes to increasing the share of renewable energy in the energy mix, as well as improving energy efficiency).

More secondarily, it is also linked to Goal 13 (climate action) since it seeks the adoption and implementation of a plan to promote inclusion, the efficient use of resources, the mitigation of climate change. The inclusion of the SDGs in formal training is considered necessary for the next generations of engineers to be more aware of sustainability and the fight against climate change.

With a national focus, this Project it is possible to comply with the investments in energy efficiency and renewable energies of the Environmental Sustainability Action Program, being able to request the corresponding aid to cover a part of the expenditure charged to the funds from the European recovery framework as an "environmental and digital transformation of the agri-food and fisheries sector" project integrated into component 3 of the Recovery, Transformation and Resilience Plan (PRTR) managed by the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAPA).

Key Words: Localized irrigation; photovoltaic pumping; ODS; renewable energy; energy efficiency; recovery, transformation and resilience plan.

Alumno: Javier Mas Colina

Tutora: María Gasque Albalate.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi compañero, y al final amigo, César González por el apoyo mientras pasábamos estas fechas tan complicadas y a mi tutora María Gasque por saber indicarme el camino correcto para finalizar esta etapa.

## **ÍNDICE DE DOCUMENTOS**

<i>DOCUMENTO N°1 .....</i>	<i>Memoria y Anejos a la Memoria</i>
<i>DOCUMENTO N°2 .....</i>	<i>Planos</i>
<i>DOCUMENTO N°3 .....</i>	<i>Pliegos de Condiciones</i>
<i>DOCUMENTO N°4 .....</i>	<i>Presupuesto</i>
<i>DOCUMENTO N°5 .....</i>	<i>Estudio de Seguridad y Salud</i>

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERIA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO  
NATURAL

*Documento Nº 1: Memoria y Anejos*



*Proyecto de Instalación Integral Colectiva  
para el Riego Localizado e Implantación de  
Energías Renovables en el T.M. de Picassent  
(Valencia)*

*Máster Universitario en Ingeniería Agronómica*

*Curso 2021-22*

*Alumno: Mas Colina, Javier*

*Tutora: Gasque Albalate, Maria*

***Proyecto de Instalación Integral  
Colectiva para el Riego Localizado e  
Implantación de Energías Renovables  
en el T.M. de Picassent (Valencia)***

Memoria

---

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>GENERALIDADES.</b>	<b>1</b>
1.1	Introducción.	1
1.2	Antecedentes.	1
1.3	Objeto del presente proyecto.	2
<b>2</b>	<b>DEFINICIÓN DE LA ZONA REGABLE.</b>	<b>3</b>
2.1	Localización.	3
2.2	Climatología.	3
2.3	Suelos.	4
<b>3</b>	<b>PARÁMETROS DE RIEGO.</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>RECURSOS HÍDRICOS.</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS.</b>	<b>6</b>
6.1	Red de distribución.	6
6.1.1	<i>Movimiento de tierras.</i>	7
6.1.2	<i>Conducciones.</i>	9
6.1.3	<i>Valvulería.</i>	10
6.2	Red terciaria.	11
6.2.1	<i>Hidrantes multiusuario.</i>	11
6.2.2	<i>Contadores.</i>	12
6.2.3	<i>Tomas a parcela.</i>	13
6.2.4	<i>Automatización.</i>	14
6.3	Cabezal colectivo.	15
6.3.1	<i>Elementos de filtrado.</i>	15
6.3.2	<i>Equipos de bombeo.</i>	16
6.4	Instalación fotovoltaica.	16
6.4.1	<i>Emplazamiento.</i>	17
6.4.2	<i>Descripción de la instalación.</i>	17
6.4.3	<i>Adecuación de la parcela.</i>	18
6.4.4	<i>Estructura soporte.</i>	18
6.4.5	<i>Módulos fotovoltaicos.</i>	19
6.4.6	<i>Variador DC/AC.</i>	19
6.4.7	<i>Cableado DC.</i>	20
6.4.8	<i>Protecciones DC.</i>	21
6.4.9	<i>Puesta a tierra.</i>	23

---

6.4.10	<i>Sistema de control, automatización y comunicaciones.</i>	24
6.4.11	<i>Caseta prefabricada.</i>	24
<b>7</b>	<b>PRESUPUESTO.</b>	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>PLAZO DE EJECUCIÓN.</b>	<b>26</b>

## **1 GENERALIDADES.**

### **1.1 Introducción.**

Con el presente Proyecto se diseñan las instalaciones hidráulicas y energéticas necesarias para llevar a cabo el riego localizado sobre una superficie de 120,65 ha de superficie de cultivo en el término municipal de Picassent (Valencia).

Las nuevas instalaciones que se proyectan constan de la implantación de un nuevo sistema de riego a presión compuesta por la red de distribución y los hidrantes multiusuario. Por otro lado, se diseñan los equipos necesarios de filtrado y fertirrigación comunitarias.

En el ámbito energético, parte de los recursos hídricos consumidos por la superficie regable a abastecer se obtienen de un pozo anexo al cabezal de riego que actualmente funciona mediante un grupo electrógeno. Mediante el presente proyecto, se proyecta una instalación fotovoltaica aislada para obtención del volumen anual objetivo.

### **1.2 Antecedentes.**

El presente proyecto es encargado por la Comunidad de Regantes de Picassent que abastece a distintas zonas agrícolas del mencionado municipio. La superficie beneficiada por la inversión consta de 148 parcelas agrícolas con una superficie total de 120,65 ha.

La zona objeto de estudio se sitúa en parte norte del municipio de Picassent donde la superficie media de las parcelas es de 0,80 ha. El cultivo característico de la zona son los cítricos comprendiendo principalmente diferentes variedades de mandarino y naranjo.

La zona a modernizar consta de diversos caminos rurales amplios algunos de ellos asfaltados por donde es factible realizar el trazado de conducciones y disposición de los diferentes elementos de la red de distribución.



**Figura 1: Situación superficie regable.**

En la actualidad, el riego se viene realizando por gravedad a partir de acequias, que discurren entre los lindes de parcela, en avanzado estado de deterioro y que no permite hacer un uso debido de los recursos hídricos disponibles lo que desencadena en una baja eficiencia de riego. Esto genera un aumento de los volúmenes a aportar lo que se traduce en mayores costes de explotación y disminución de la rentabilidad económica de las explotaciones.

Es por ello, que la Comunidad de Regantes ha planteado la modernización de esta zona hacia un riego presurizado y más eficiente que además permitirá facilitar la gestión de la Comunidad.

La totalidad de las parcelas regables se puede consultar en el listado que se adjunta en el anejo 1 “Datos iniciales”.

### **1.3 Objeto del presente proyecto.**

El objeto principal que se persigue es el desarrollo de una solución técnica, así como el cálculo y diseño de las obras necesarias para la implantación de un sistema de riego localizado en una superficie de 120,65 ha de la Comunidad de Regantes de Picassent. Las obras constarán principalmente de una red de conducciones que transportan los caudales demandados por las parcelas de cultivo además de todas las instalaciones complementarias a esta que permiten su correcto funcionamiento.

Las ventajas que presenta la modernización de esta zona de cultivo son las siguientes:

- Aumento de la eficiencia hídrica de las instalaciones.
- Aumento de la rentabilidad económica de los cultivos.
- Reducción de costes de mano de obra.
- Aumento de la capacidad de gestión de la Comunidad de Regantes.

Por otro lado, se diseña una instalación fotovoltaica aislada para extracción de parte del volumen anual que consume la mencionada superficie regable. Mediante estas actuaciones se conseguirá disminuir el

uso de energía procedente de combustibles fósiles, lo que se traduce en un ahorro económico y un aumento de la rentabilidad de las explotaciones.

## 2 DEFINICIÓN DE LA ZONA REGABLE.

### 2.1 Localización.

El cómputo total de las obras a ejecutar en el presente Proyecto se sitúa en el Término Municipal de Picassent (Valencia).

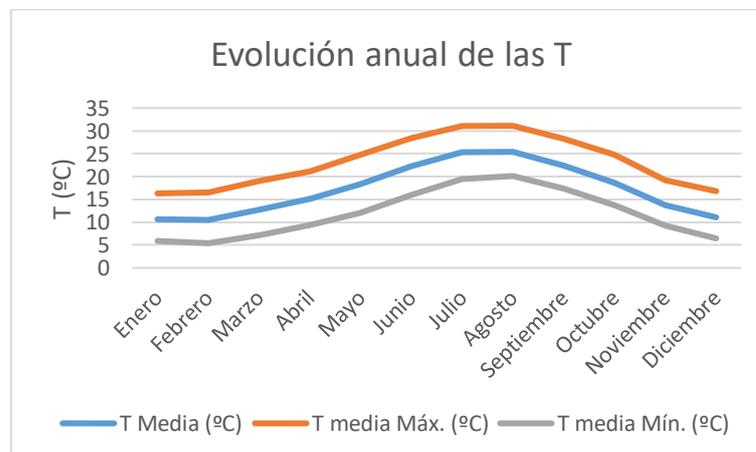


**Figura 2: Planta general situación superficie regable.**

Se trata de una zona con buena comunicación y buenos accesos. La zona se sitúa a unos 3 km del núcleo urbano del municipio al cual se puede llegar por las carreteras AP-7 por el este, CV-414 por el norte y CV-415 por el oeste.

### 2.2 Climatología.

Las temperaturas medias van desde los 10,5 °C del mes de febrero hasta los 25,4 del mes de agosto. Las temperaturas que se dan son elevadas propias de estas zonas geográficas. En cuanto a las temperaturas mínimas, solamente se registran valores negativos medios en el mes de febrero por lo que no es muy frecuente el fenómeno de las heladas.



**Figura 3: Evolución anual de las temperaturas.**

En cuanto a las precipitaciones que se dan se observa que la cantidad anual de agua acumulada es de 450,6 mm. La distribución que se da en los meses es típica de las regiones del levante donde se produce un descenso acusado en el periodo estival y los valores máximos se dan en la estación del otoño.

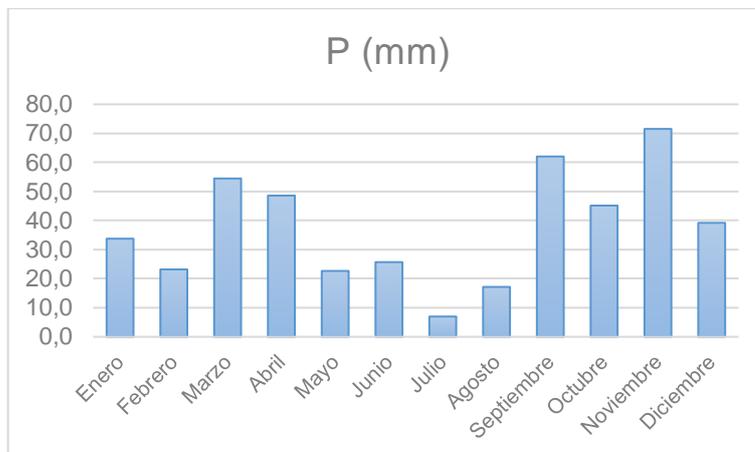


Figura 4: Datos de pluviometría.

Todos los cálculos se pueden consultar en el anejo 2 “Climatología”.

### 2.3 Suelos.

Puesto que no se tienen estudios o análisis de suelo de la zona, se ha determinado que la totalidad de la zona regable está compuesta por suelos de textura franca.

### 3 PARÁMETROS DE RIEGO.

Tras estudiar los cultivos representativos de la zona y llegar a la conclusión de que la práctica totalidad de la misma está formada por cítricos con un marco de plantación medio de 5x4 m se han determinado los siguientes parámetros de riego con los cuales se podrán calcular las demandas de caudal de cada una de las parcelas regables:

- $Q_{emisor}$  ..... 3,6 L/h
- $T_r$  ..... 2,50 h
- $Q_{fc}$  ..... 0,42 L/s/ha
- $Q_s$  ..... 4,0 L/s/ha
- $V_{anual}$  ..... 4.519 m<sup>3</sup>

Por otro lado, tras evaluar los costes energéticos derivados del bombeo para el riego presurizado haciendo diversas hipótesis con los sectores se llega a la conclusión de que la red tendrá 5 sectores.

	Sectores		
	6	5	4
<b>Coste (€/año)</b>	8.165,72	8.137,45	8.326,74
<b>Precio (€/kWh)</b>	0,07258	0,07233	0,07401

Todos los cálculos se pueden consultar en el anejo 3 “Parámetros de riego”.

#### 4 RECURSOS HÍDRICOS.

Se prevé que las parcelas regables se abastezcan a partir de un depósito existente situada al oeste de la zona regable. El depósito se sitúa a una cota de 142 m y a unos 1.000 m del inicio de la zona regable.



Figura 5: Situación del depósito de riego.

La cota máxima de las parcelas regables se sitúa en 125,2 m, por lo que, a priori, no debe haber problemas para llevar a cabo el riego localizado.

#### 5 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.

Para el dimensionado de la red de distribución se consideraron dos tipos de organización del riego, siendo estos: a turnos a nivel de parcela y a la demanda. En el primer caso, se obtuvo una red con diámetros más discretos, en particular en los finales de línea y más económica. En cambio, con el dimensionado a la demanda se obtienen diámetros mayores y un encarecimiento de la red.

DN (mm)	PN (MPa)	L <sub>turnos</sub> (m)	L <sub>demanda</sub> (m)
50	1,0	56,05	---
63	1,0	552,50	---
75	1,0	202,67	---
90	1,0	178,10	48,63
110	1,0	1.626,66	536,06
125	1,0	212,15	202,67
140	1,0	1.009,18	295,80
160	1,0	706,90	968,67
180	1,0	---	1.446,68
200	1,0	331,00	924,56
250	1,0	---	452,14

DN (mm)	PN (MPa)	L <sub>turnos</sub> (m)	L <sub>demanda</sub> (m)
315	1,0	3.045,41	1.533,16
400	1,0	---	1.512,25
<b>Total</b>		<b>7.920,62</b>	<b>7.920,62</b>

Entre estos dos casos, el coste de la red se **encarecía un 30%** en el caso de la demanda. Finalmente se decidió llevar a cabo esta solución pese a tener un coste mayor por las siguientes razones:

- Mayor capacidad de la red ante ampliaciones, en particular en ramales finales.
- Mayor flexibilidad de uso para el usuario.
- Pese a que el cálculo es a la demanda, la red, en el caso de que se requiera, puede funcionar a turnos igualmente.

Pese a que el cálculo se ha llevado a cabo a la demanda, en la fase de explotación se llevará a cabo una sectorización a nivel de parcela. Con este dimensionado se asegura el funcionamiento de la red frente a ampliaciones o cambios en la organización de la sectorización.

## 6 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS.

Para la creación de la red colectiva de riego que se define en el presente Proyecto son necesarias las siguientes obras e instalaciones:

- **Red de distribución:** desde el inicio, en el depósito existente, pasando por el cabezal colectivo de riego y hasta cada uno de los hidrantes multiusuario. La organización del riego es a la demanda. La red de riego irá enterrada en zanja en su totalidad trazándose por caminos de zahorras y lindes de parcela. Se instalará la valvulería necesaria para el correcto funcionamiento de la red.
- **Red terciaria:** Formada por los hidrantes multiusuario, contadores individuales y conducciones de PEAD hasta la parcela de cada usuario.
- **Cabezal colectivo.**
  - o **Estación de filtrado:** ya que se trata de agua procedente de un depósito, es muy probable que arrastre gran cantidad de materia orgánica que podría causar problemas de obturación en los emisores de riego.
  - o **Equipos de bombeo:** Se instalarán tres equipos de bombeo de idénticas características para garantizar la demanda de caudales y una presión mínima en hidrante de 35 m.c.a.
- **Instalación fotovoltaica aislada de 164,0 kWp** para alimentación del pozo y extracción de 400.000 m<sup>3</sup> anuales.

A continuación, se lleva a cabo una descripción más detallada de las obras en cada uno de los apartados mencionados.

### 6.1 Red de distribución.

Siguiendo el curso del agua en la red, en primer lugar, se describen las conducciones de la red de distribución, así como su instalación que partirá desde el depósito existente, pasando por el cabezal

colectivo de riego, y que debe llegar hasta cada uno de los hidrantes multiusuario que integran la zona regable, garantizando una presión mínima en el mismo de 35 m.c.a.

El trazado de las mismas se ha llevado, en la medida de lo posible, por caminos de zahorras y asfaltados y en última instancia lindes entre parcelas. En los planos que se adjuntan se puede ver con detalle el trazado de las conducciones proyectadas.

#### 6.1.1 Movimiento de tierras.

Para la instalación enterrada de las conducciones se procederá a la excavación de zanjas de sección rectangular, tras lo que se realizará un refino, limpieza y compactación de fondo de la misma.

El **ancho mínimo de las zanjas** a excavar para la conducción proyectada deberá guardar una separación mínima entre las paredes laterales de la zanja y la tubería de 25 cm a cada lado. Las distintas anchuras que adopta la zanja en función del diámetro exterior de la tubería son las que se presentan en el siguiente cuadro.

DN (mm)	Anchura zanja (m)
400	0,90
315	0,90
250	0,75
200	0,75
180	0,75
160	0,75
140	0,65
125	0,65
110	0,65
90	0,65

La **profundidad de la zanja** será aquella que asegure que la generatriz superior de la tubería quede siempre a un mínimo de 1,00 m de la superficie del terreno.

Las alturas mínimas que debe adoptar la rasante en función del diámetro de la tubería colocado en cada tramo son las siguientes:

DN (mm)	Altura zanja (m)
400	1,60
315	1,60
250	1,40
200	1,40
180	1,40

DN (mm)	Altura zanja (m)
160	1,40
140	1,40
125	1,40
110	1,40
90	1,30

Para la determinación de la naturaleza de los materiales a excavar en las zanjas, se han estimado los siguientes tipos de suelos. Los materiales que se ha previsto excavar, se han clasificado en:

- Excavación en terreno duro o roca, que se ha de excavar con martillo neumático.
- Excavación en terreno compacto o tránsito, excavable a máquina mediante cazo.
- Excavación en terreno franco-ligero, fácilmente excavable a máquina mediante cazo.

Se han determinado las siguientes distribuciones de terreno a excavar para la conducción:

T. ROCOSO	T. COMPACTO	T. FLOJO
10 % <sup>1</sup>	23 %	67 %

Una vez preparados los fondos de las zanjas se proyecta para el total de la longitud de las conducciones, que éstas apoyen sobre material granular, que será arena.

Para ello se deberá extender en el fondo de la zanja una tongada de arena de 20 centímetros de espesor como mínimo, a modo de una cama asiento para la tubería.

En primer lugar, se considera al relleno en contacto con la conducción y hasta alcanzar una cota de 0,3 m por encima de la generatriz superior de la tubería. Se realizará por medio del relleno manual con material de la excavación seleccionado.

Tal como se justifica y calcula en el anejo nº 7 "Movimiento de Tierras", los volúmenes totales en metros cúbicos a excavar en las zanjas para las conducciones proyectadas son:

Parámetro	Total
Volumen Total de Excavación (m <sup>3</sup> ) =	<b>9.369,63<sup>2</sup></b>
Volumen Excavación en Terreno Rocosos (m <sup>3</sup> )	<b>6.277,67</b>

<sup>1</sup> Justificación en Anejo 8: Estudio Geotécnico.

<sup>2</sup> Volúmenes justificados en anejo de movimiento de tierras.

Parámetro	Total
Volumen Excavación en Terreno Compacto (m <sup>3</sup> )	<b>2.155,02</b>
Volumen Excavación en Terreno Flojo (m <sup>3</sup> )	<b>936,94</b>
Superficie Refino Fondo de Zanja (m <sup>2</sup> ) =	<b>6.289,02</b>

Posteriormente, se llevará a cabo el tapado completo de la zanja y se hará con medios mecánicos mediante el material ordinario de excavación.

Todos los materiales sobrantes de las excavaciones de las zanjas que no puedan reutilizarse en los rellenos, serán retirados y transportados hasta vertedero adecuado y autorizado.

A continuación, se indican las mediciones de los rellenos:

Parámetro	Total
Volumen de Relleno Arena Cama Asiento Tuberías (m <sup>3</sup> )	<b>1.257,77</b>
Volumen de Relleno Suelo Seleccionado Excavación (m <sup>3</sup> )	<b>3.055,83</b>
Volumen de Relleno Material Ordinario de Excavación(m <sup>3</sup> )	<b>4.626,57</b>
Volumen Material Ordinario Sobrante (m <sup>3</sup> )	<b>1.687,23</b>

### 6.1.2 Conducciones.

El material del que esta compuestas las conducciones de la red de distribución es el PVC. En el anejo correspondiente se define y dimensiona cada uno de los tramos proyectados por métodos técnico-económicos y mediante una organización del riego a la demanda. En los planos se representan gráficamente las diferentes conducciones a ejecutar, indicando los diámetros, timbraje y material en cada caso.

A continuación, se incluye una tabla resumen con los tipos de tubería y mediciones a instalar en cada uno de los tramos previstos:

Diámetro (mm)	PN (atm)	L (m)
Ø90	10,0	48,63
Ø110	10,0	536,06
Ø125	10,0	202,67
Ø140	10,0	295,80
Ø160	10,0	968,67
Ø180	10,0	1.446,68
Ø 200	10,0	924,56
Ø250	10,0	452,14
Ø315	10,0	1.533,16

Diámetro (mm)	PN (atm)	L (m)
Ø400	10,0	1.512,25
		<b>7.920,62</b>

### 6.1.3 Valvulería.

Como elementos para la protección y regulación de las conducciones, y para asegurar su normal funcionamiento y posibilidad de reparación, se proyecta la instalación de una serie de válvulas de paso, ventosas y desagües.

La ubicación de la misma se puede consultar en los planos correspondientes 4.3.1 y 4.3.2.

#### 6.1.3.1 Válvulas de corte.

De cara a facilitar el mantenimiento y manejo de la red, se proyecta la instalación de una serie de válvulas de corte cuya finalidad es poder aislar tramos en la instalación. Estas válvulas se utilizarán en caso de tener alguna avería, fuga o trabajo de mantenimiento, de manera que se cierre el ramal afectado, y mientras se pueda mantener el funcionamiento del resto de la red.

Las válvulas serán de compuerta, de PN16 y se requiere un total de **15 válvulas**:

- 1 válvula de Ø80mm
- 2 válvulas de Ø100mm
- 1 válvula de Ø125mm
- 5 válvulas de Ø150mm
- 3 válvulas de Ø200mm
- 1 válvula de Ø250mm
- 1 válvula de Ø300mm
- 1 válvula de Ø400mm

#### 6.1.3.2 Ventosas.

Para la protección de las nuevas conducciones a instalar, del peligro de roturas provocado por la acumulación de bolsas de aire, o por la generación de depresiones producidas por momentos de vaciado de las conducciones, se instalarán ventosas a lo largo de su trazado.

Las ventosas se han situado en puntos altos y en cambios de pendiente además de en zonas de pendiente constante cada 300 m.

En total se requiere:

- 2 ventosas de 1".

- 8 ventosas de 2".
- 10 ventosas de 3".

### 6.1.3.3 Válvulas de desagüe.

El complemento a las llaves de paso para las reparaciones en conducciones son las válvulas de desagüe. Una vez cerradas las llaves de corte, para el vaciado de las conducciones se requiere de válvulas de desagüe en los puntos bajos de las mismas.

Estas válvulas serán de compuerta y se requieren un total de 6:

- 1 válvula de Ø40mm
- 3 válvulas de Ø80mm
- 2 válvulas de Ø100mm

## 6.2 Red terciaria.

Los diferentes elementos para derivar el agua transportada por la red de distribución hasta cada una de las parcelas, son los hidrantes multiusuario, los contadores y las tomas a parcela. Estos elementos permiten funciones de control, protección, regulación y medida de consumos de agua además de la apertura y cierre automático. A continuación, se definen cada uno de ellos.

### 6.2.1 Hidrantes multiusuario.

Los hidrantes multiusuario son el punto donde se realizará el control del riego y del consumo de cada uno de los usuarios de la red. Se proyecta ejecutar un total de **22 hidrantes** distribuidos por la zona regable, en zonas de fácil acceso como caminos rurales o lindes de parcelas accesibles conformándose todos ellos del siguiente modo:

Los elementos generales que los componen son los siguientes:

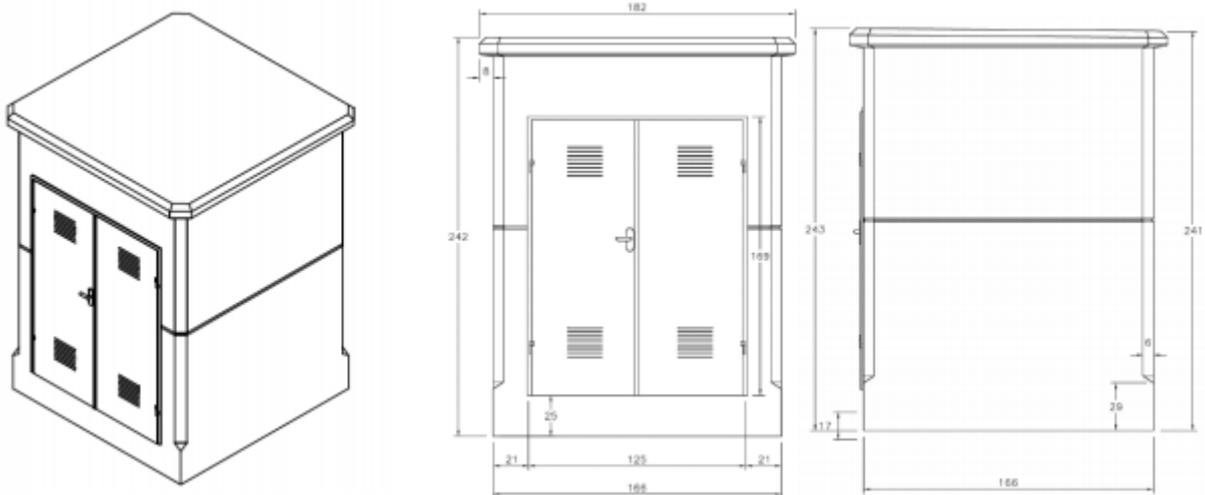
- Unión con ramal mediante tubería de PEAD de Ø adecuado PN16 atm.
- Entrada vertical con tubería de PEAD mediante un codo de 90°.
- Válvula de compuerta de cierre elástico de PN16 atm.
- Filtro cazapiedras.
- Válvula reductora de presión.
- Codo de 90°.
- Colector vertical con salidas para instalación de tomas a parcela de polipropileno de 1,50 m de longitud. El número máximo de salidas del colector será de 10.
- Ventosa trifuncional en el punto alto del colector con válvula de corte.
- Manómetro.

Además, en cada una de las tomas a parcela se instalará una electroválvula para el control de apertura y cierre de las mismas en el caso de que se requiera sectorización.



**Imagen 1: Hidrante tipo.**

Todos los elementos irán en el interior de una caseta de alojamiento. Esta caseta será de dimensiones adecuadas y permitirá el manejo y mantenimiento de la instalación. Se proyecta en placas de hormigón prefabricado de 6 cm de espesor, de planta interior de 1,5 x 1,5 m y una altura interior de 2,25 m. dispondrá de ventilación y doble puerta de acceso.



**Imagen 2: Caseta prefabricada para hidrante.**

### 6.2.2 Contadores.

Para poder medir el caudal trasegado a cada una de las parcelas, se instalan contadores multichorro y woltman. Los mismos se albergan en el interior de los hidrantes multiusuario siendo estos el punto de partida de cada una de las tomas individuales a parcela. Los mismos se seleccionan para cada parcela en función de su caudal demandado. A continuación, se muestra la medición necesaria de cada tipo:

$\varnothing$ contador (")	$\varnothing$ contador (mm)	Tipo	Total
3/4	20	Multichorro	3
1	25	Multichorro	4
1 ¼	30	Multichorro	19
1 ½	40	Multichorro	72
2	50	Woltman	19
3	80	Woltman	19
4	100	Woltman	12
<b>Total</b>			<b>148</b>

### 6.2.3 Tomas a parcela.

#### 6.2.3.1 Movimiento de tierras.

El movimiento de tierras necesario para llevar a cabo el trazado de tomas a parcela se lleva a cabo a partir de la definición de la zanja tipo para este tipo de conducciones en función del diámetro de las mismas. A continuación, se exponen los datos de partida utilizados para el cálculo, así como el listado de resultados para cada hidrante.

Para poder estimar el movimiento de tierras entre tomas que comparten la misma zanja, se ha llevado a cabo la siguiente simplificación. Se ha tomado, para cada hidrante, la toma de mayor longitud y se ha establecido el siguiente criterio para determinar el volumen final:

- Si el hidrante abastece a 5 o menos tomas, el volumen total se mayor a un 20 %.
- Si el hidrante abastece entre 6 y 8 tomas, el volumen total se mayor a un 40 %.
- Si el hidrante abastece a más de 9 tomas, el volumen total se mayor a un 50 %.

En todos los casos, se deberá garantizar que la conducción de mayor diámetro queda enterrada más de 1,0 m desde su generatriz superior. Por tanto, la zanja tipo tendrá unas dimensiones de 0,50 m x 1,10 m.

Para determinar el volumen sobrante, debido a la variabilidad de tipos de zanja que pueden aparecer en el Proyecto, se estiman en un 20 % del volumen de terreno seleccionado, correspondiendo este con el volumen a ocupar por las conducciones.

Parámetro	Total
Volumen Total de Excavación (m <sup>3</sup> ) =	<b>9.369,63<sup>3</sup></b>
Volumen Excavación en Terreno Rocoso (m <sup>3</sup> )	<b>315,10</b>
Volumen Excavación en Terreno Compacto (m <sup>3</sup> )	<b>724,73</b>

<sup>3</sup> Volúmenes justificados en anejo de movimiento de tierras.

Parámetro	Total
Volumen Excavación en Terreno Flojo (m <sup>3</sup> )	<b>2.111,17</b>
Volumen de Relleno Suelo Seleccionado Excavación (m <sup>3</sup> )	<b>572,91</b>
Volumen de Relleno Material Ordinario de Excavación(m <sup>3</sup> )	<b>2.434,86</b>
Volumen Material Ordinario Sobrante (m3)	<b>143,23</b>

#### 6.2.3.2 Conducciones.

Las tomas son conducciones donde su instalación transcurre desde el hidrante multiusuario hasta un punto de la parcela regable asignada. El material que se utiliza para la instalación de las mismas es el Polietileno de Alta Densidad (PEAD), utilizando como timbraje mínimo 0,6 MPa. Los metros de cada tipo de conducción que se requieren son:

Material	DN (mm)	PN (MPa)	L (m)
PE100	25	1,6	185,3
PE100	32	1,0	103,5
PE100	40	1,0	792,6
PE100	50	1,0	3.727,2
PE100	63	1,0	7.439,0
PE100	75	1,0	2.870,3
PE100	90	0,6	1.253,5
PE100	110	0,6	840,0
<b>Total</b>			<b>17.026,1</b>

#### 6.2.4 Automatización.

El objetivo principal de la automatización es permitir el funcionamiento programado y conjunto de todas las instalaciones proyectadas, de manera que estas puedan actuar de forma automática en base a unos parámetros de funcionamiento previamente introducidos.

Las diferentes operaciones que se pueden realizar y que requieren se automatizadas son:

##### En la red de distribución.

- **Lectura automática de contadores.** Se permite la lectura remota de consumos para la facturación automática. Los contadores deben disponer de emisores de pulsos los cuales conecten con las unidades de campo y lleven la información hasta la unidad central.
- **Apertura y cierre de válvulas con solenoide.** Se comanda la apertura y cierre de cada una de las electroválvulas de las tomas individuales a parcela.

##### En el cabezal de riego.

- **Control del nivel en el depósito.** Se debe conocer en todo momento el nivel de agua en el depósito para evitar así que se bombé en momento donde el nivel queda por debajo de cierta cota.
- **Lectura automática del contador general.** Se automatiza la lectura del contador principal situado en el colector del cabezal de riego a la salida de los equipos de bombeo con el fin de poder comparar los volúmenes consumidos en parcela con los realmente impulsados.
- **Lectura de presiones a la salida de bombeos.** Para poder garantizar los parámetros hidráulicos mínimos en cada uno de los hidrantes multiusuario.
- **Variadores de frecuencia.** Para el accionamiento de cada una de las bombas en función de la demanda de cada momento de la jornada de riego.
- **Lectura de presión diferencial en filtrado.** Con el fin de conocer la diferencia de presión entre la entrada y la salida de los filtros y poder automatizar el lavado de los mismos.

Se plantea utilizar un único autómatas integral, que permita controlar todos estos trabajos a la vez, no incurriendo en incongruencias que pueda producir la instalación de múltiples programadores sencillos para operaciones individuales.

En total se requieren:

- 22 unidades de campo en los hidrantes multiusuario.
- 1 unidad de campo en el depósito.
- 1 unidad de campo en el contador general.
- 1 unidad de campo para presión en salida de bombeos.
- 1 unidad de campo para filtrado.

### **6.3 Cabezal colectivo.**

#### **6.3.1 Elementos de filtrado.**

Dado que en el presente proyecto se plantea utilizar agua procedente de un depósito, hay que tener en cuenta que el agua arrastrará normalmente una cantidad importante de materia orgánica y sólidos disueltos.

Por lo tanto, resulta conveniente realizar un filtrado del agua de forma previa a la distribución en la red de riego.

Los filtros se dispondrán aguas abajo del bombeo para garantizar cierta presión a la entrada que permita su correcto funcionamiento.

Como condicionantes para su diseño se ha determinado que no se pierdan más de 2 m.c.a. a filtro limpio por lo que se ha determinado que la estación de filtrado estará compuesta por 3 filtros de mallas de 8" colocados en paralelo que tienen una capacidad de filtrado de 690 m<sup>3</sup>/h.

**6.3.2 Equipos de bombeo.**

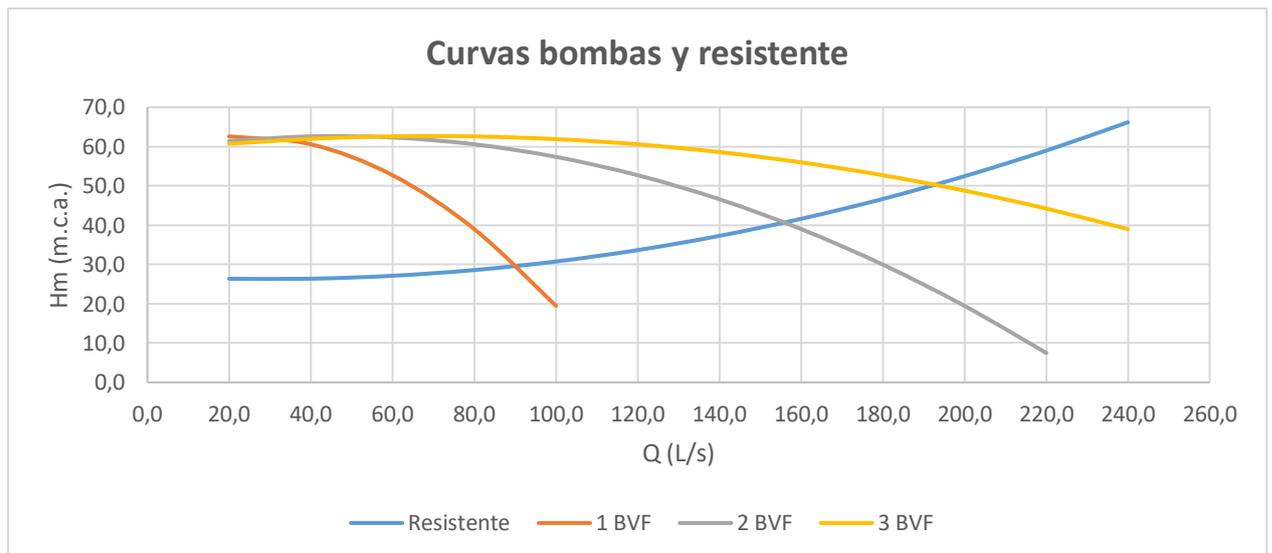
Puesto que el depósito no dispone de suficiente cota como para garantizar una presión mínima en los hidrantes de 35 m.c.a. se requiere de un aporte extra de energía a partir de equipos de bombeo.

Dado que se trata de una red con organización del riego a la demanda, durante el día la demanda de caudales variará entre ciertos valores, por lo que será necesario la instalación de 3 equipos de bombeo colocados en paralelo.

Las principales características de los equipos de bombeo a instalar son:

- Modelo
  - o Modelo..... Grundfos NB 80-200
  - o Tipo ..... Centrifuga monoetapa
- Técnico
  - o Velocidad nominal..... 2960 rpm
  - o Potencia nominal ..... 45 kW
  - o Presión de trabajo máx ..... 16 bar

Tras estudiar la curva consigna de la red, se ha determinado que el funcionamiento de los 3 equipos de bombeo sería el siguiente actuando a velocidad variable en función de la demanda.



**6.4 Instalación fotovoltaica.**

En el siguiente punto se describe la instalación fotovoltaica proyectada, la justificación de la potencia pico instalada, así como las dimensiones de todos sus elementos.

#### 6.4.1 Emplazamiento.

La instalación fotovoltaica queda situada sobre en la parcela 399 del polígono 3 en el T.M. de Picassent (Valencia). Sobre esta parcela se diseña un sistema de **captación solar de 164,0 kWp** que permite alimentar a la bomba del pozo anexo.



Los datos del emplazamiento son los siguientes:

TM	Pol	Par	UTM X <sup>4</sup> (m)	UTM Y (m)
Picassent	3	399	713.420	4.362.630

#### 6.4.2 Descripción de la instalación.

Dicho campo fotovoltaico consta de **400 módulos** repartidos en strings de **16 módulos en serie** interconectados con una potencia por **módulo de 410 Wp** y de 6,56 kWp por string. Estos strings se agrupan en cajas de primer nivel, que disponen de las adecuadas protecciones de corriente continua y elementos necesarios para la monitorización del generador fotovoltaico. Los subarmarios de primer nivel previstos agrupan hasta 5 strings. Desde las cajas de protección parte una acometida subterránea de corriente continua hasta el cuadro principal de corriente continua (CP) situado en una caseta prefabricada proyectada y que agrupa todas las cajas de protección previstas en el generador fotovoltaico. Desde dicho cuadro de acometidas parte una línea general de alimentación hasta el variador, situado en la misma edificación. **La instalación tiene una potencia pico de 164,0 kW<sub>p</sub>** y alimenta a un equipo de bombeo que se corresponde con una bomba hidráulica sumergida controlada con un variador mixto solar de hasta 110 kW de potencia.

<sup>4</sup> Coordenadas UTM (ETRS89 Huso 30N)

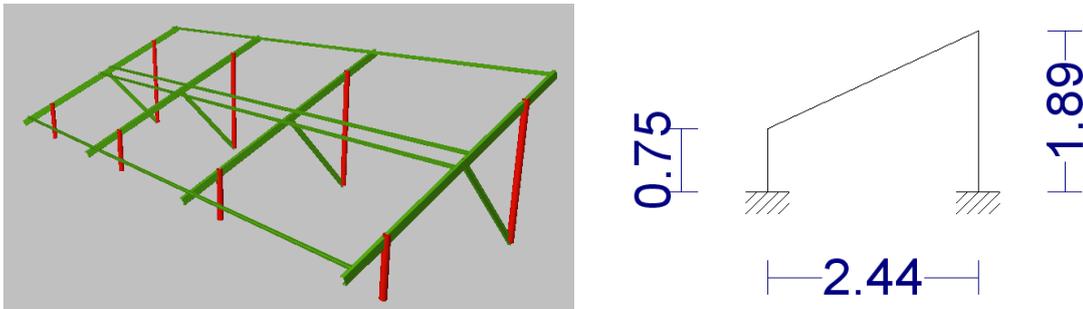
### 6.4.3 Adecuación de la parcela.

Antes de comenzar las obras que darán lugar a la instalación fotovoltaica, es necesario realizar unas tareas previas sobre el terreno. En primer lugar, se llevará a cabo un desbroce y adecuación de la superficie donde se instala el campo solar mediante medios mecánicos. En total se requiere un **desbroce en una superficie de 3.160 m<sup>2</sup>**.

### 6.4.4 Estructura soporte.

La estructura soporte de los módulos fotovoltaicos consiste en una estructura aporticada de dintel inclinado con una tornapunta que disminuye la flexión del mismo, conformado por una serie de perfiles de acero laminado en caliente.

La estructura tiene una longitud variable en función de su ubicación sobre la parcela, pero siempre múltiplo de 3,0 m y con un ancho en planta de 3,76 m. La estructura sostiene los módulos y transmite sus cargas al sistema de cimentación a través de los pilares ordenados en dos filas, las cuales están separadas 2,44 m y cada pilar está separado 3,0 m del siguiente.



**Esquema de cálculo de la estructura.**

Los dos soportes son de 0,75 m y 1,89 m de altura, el primero de perfil tubular 88,9 mm y 3 mm de espesor y el segundo similar al anterior. El dintel con una inclinación de 25° tiene una longitud de 4,10 m. y soporta 4 correas longitudinales, dos por fila de paneles.

Entre el dintel y el soporte largo existe un jalcón o diagonal de 1,80 m. de longitud que se une en el punto medio del dintel. Se compone de un perfil CF 120x3. Se encuentra rígidamente unido en sus extremos. El dintel dispone en su parte superior e inferior de un voladizo de 0,70 m. de longitud.

Las correas son de perfil rectangulares de 41x41x2,5 mm de acero a separaciones que coincidan con las zonas de anclaje de los módulos fotovoltaicos.

En resumen, la dimensión total de la estructura es de 2,23 m. de altura y 3,76 m de longitud (proyección). La estructura se encuentra anclada al suelo mediante el perfil tubular del pórtico de 88,9x3, en la parte delantera entra dentro del suelo 1,20 m mientras que el trasero 1,10 m. No existe por tanto piezas de unión entre el pórtico y la cimentación.

#### 6.4.5 Módulos fotovoltaicos.

Se ha optado por una **potencia nominal de captación de 164,0 kWp** que estará formado por un total de 400 módulos fotovoltaicos de 410 Wp de 72 células y 48 V. Los mismos quedan distribuidos en **25 cadenas (strings)** de 16 módulos cada una.

Características	Descripción
Fabricante	Jinko Solar
Tipo	JKM410M-72H o similar
Potencia Max	410 W
Eficiencia (STC)	20,49 %
Tolerancia de potencia	-0/+ 5 W
Tipo de célula	Si-Mono
Altura x anchura	2,008 x 1,002 mm (2,01 m <sup>2</sup> )
Tensión en MPP	42,3 V
Corriente MPP	9,69 A
Tensión de circuito abierto	50,40 V
Corriente de cortocircuito	10,60 A
TONC	45 °C
Tensión Uoc	-0,290 %/°C
Corriente Isc	0,048 %/°C
Potencia Pmpp	-0,350 %/°C

La instalación de los mismos sobre la estructura portante asegurará que queden con una inclinación de 25° y un azimut de 0° (orientadas al sur), tal y como se describe en los planos.

#### 6.4.6 Variador DC/AC.

El variador del equipo de bombeo es el receptor previsto de la energía generado por el parque fotovoltaico. Se prevé la instalación de un variador solar de hasta 132 kW. Mediante este dispositivo se consigue convertir la corriente continua en corriente alterna a 400 V para su aprovechamiento por la bomba. Al tratarse de un variador mixto solar, con una entrada de CA, la instalación sería adecuada para, en un futuro, llevar a cabo un autoconsumo sin excedentes si existiera una toma de CA desde donde alimentar. Por el momento, la instalación es aislada.

Las características del variador son las siguientes:

<b>Dimensiones sin kit solar</b>	Alto (mm)	1712
	Ancho (mm)	1482
	Profundidad (mm)	529
<b>Entrada en CC</b>	V. Mpp mínimo	540 V
	V. Mpp máximo	900 V
	I. FV máxima	390 A
<b>Salida CA</b>	Rango de Voltaje	380-480

	P. máxima	132 kW
	Eficiencia máx	98,20 %

#### 6.4.7 Cableado DC.

A continuación, se describe cada una de las líneas que se han calculado en los anejos para el lado de corriente continua que comprende desde la salida de los módulos fotovoltaicos hasta la llegada al variador.

##### 6.4.7.1 Cableado entre módulos. Formación de strings.

Todos los strings del campo fotovoltaico son iguales en número de módulos. Se forman con 16 módulos fotovoltaicos dispuestos en serie.

Para la canalización del cable en el conexionado entre los módulos se aprovecha la estructura, a modo de bandeja, en la cual están dispuestos los módulos fotovoltaicos. Para la formación de los strings se conectan los módulos en serie utilizando su pequeño tramo de cable tipo PV ZZ-F 0,6/1 kV 1x4mm<sup>2</sup> de sección y los conectores normalizados tipo MC4.

Los strings, ya conectados, se conectan con el subarmario de primer nivel mediante el tendido de un cable de 6 mm<sup>2</sup> del tipo antes nombrado en el que se crimpa en ambos extremos los conectores normalizados MC4. Se adjunta un esquema unifilar de conexionado de los strings en el apartado de planos.

##### 6.4.7.2 Cableado string – caja de protección.

Para el cableado de los módulos fotovoltaicos, los conductores aislados son de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV y tienen un recubrimiento tal que garantiza una buena resistencia a las acciones de climatológicas. El tipo del conductor seleccionado para el interconexionado de los módulos fotovoltaicos es del tipo PV ZZ-F 0,6/1 kV 1x6mm<sup>2</sup>.

Los conectores empleados para conectar los strings al subarmario son los mismos que se emplean para la interconexión de los módulos fotovoltaicos. Estos conectores son del tipo MC-4 para una sección igual a la empleada (6 mm<sup>2</sup>).

Para el conexionado de los diferentes strings, o conjunto de módulos fotovoltaicos en serie, se utiliza como canalización la misma estructura donde se colocan los módulos. Los cables se instalarán de tal forma que no se modifique la resistencia de dichas estructuras.

##### 6.4.7.3 Cableado cajas de protección – CP.

Para el cableado entre las cajas de protección y el cuadro CP, los conductores aislados son de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV. El tipo del conductor seleccionado para el interconexionado de las cajas es del tipo RV-K 0,6/1 kV.

Las secciones que se dan del mismo son las que se muestran en el siguiente cuadro.

Los cables eléctricos serán del tipo RV-K 0,6/1 kV. Estos son de cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN-60228 e IEC 60228. El aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502-1. La cubierta es de PVC tipo DMV-18 según UNE 21123, HD

603 S1 e IEC 60502. Se trata de cables no propagadores de la llama según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2.

Línea	Sección	Tipo Cable
C1-CP	1x35 mm <sup>2</sup>	RV-K 0,6/1 kV
C2-CP	1x25 mm <sup>2</sup>	RV-K 0,6/1 kV
C3-CP	1x25 mm <sup>2</sup>	RV-K 0,6/1 kV
C4-CP	1x25 mm <sup>2</sup>	RV-K 0,6/1 kV
C5-CP	1x25 mm <sup>2</sup>	RV-K 0,6/1 kV

Las canalizaciones subterráneas siguen las especificaciones técnicas del apartado 1.2.4. *Tubos en canalizaciones enterradas* de la ITC-BT-21. No se instala más de un circuito por tubo.

- Se evitan, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos.
- Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instala arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios.
- A la entrada en las arquetas, los tubos deben quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

#### 6.4.7.4 Línea CP - Variador.

La línea entre el cuadro CP y el variador es la que lleva toda la energía producida en el campo hasta el variador. Se trata de una línea con múltiples conductores por terna formando un solo circuito. Por criterio de economía y al tratarse de un solo circuito, multiconductor, se tenderán 2 conductores. No se mezclarán conductores de diversa polaridad en el interior de un mismo tubo. La canalización de dicha línea es sobre pared, bajo tubo y siempre en interior de la caseta.

Los cables eléctricos serán del tipo RV-K 0,6/1 kV. Estos son de cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN-60228 e IEC 60228. El aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502-1. La cubierta es de PVC tipo DMV-18 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502. Se trata de cables no propagadores de la llama según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2.

Línea	Sección	Tipo Cable
CP-VAR	2x95 mm <sup>2</sup>	RV-K 0,6/1 kV

#### 6.4.8 Protecciones DC.

##### 6.4.8.1 Cajas de protección.

Las cajas de protección son elementos de protección, control y maniobra dispuestos en armarios de poliéster estanco, con un nivel de protección IP-65, los cuales agrupan un número determinado de strings. En estas cajas se encuentran las protecciones y los elementos que controlan cada uno de los strings.

Además, cada una de ellas está equipada con una sonda de temperatura para poder detectar puntos calientes y poder prever posibles averías.

Este elemento tiene tantas entradas como strings agrupados en su interior y una única salida en dirección al cuadro de acometidas, el cual agrupa los strings de todo el parque fotovoltaico.

Cada una de las entradas está protegida contra sobrecargas y cortocircuitos, siendo estas protecciones fusibles con unas dimensiones 10x38, de tipo gPV, de 16 A y 1000 V DC. Cada subarmario dispondrá de protección contra sobrecargas de tipo II. La salida cuenta con un seccionador de corte en carga manual que permite desconectar cada uno de los subarmarios de forma independiente. Además, cada subarmario contará con un módulo de monitorización, que es capaz de monitorizar en tiempo real parámetros como voltaje, intensidad, potencia, potencia acumulada

Línea	Nº cables	Isc (A)	FC	Ib (A)	In (A)	If (A)	Iz (A)	Vnom
<b>String</b>	1	10,6	1,4	14,8	16	25,6	17,7	1000
<b>C1</b>	1	48,45	1,4	67,8	80	128	88,3	1000
<b>C2</b>	1	48,45	1,4	67,8	80	128	88,3	1000
<b>C3</b>	1	48,45	1,4	67,8	80	128	88,3	1000
<b>C4</b>	1	48,45	1,4	67,8	80	128	88,3	1000
<b>C5</b>	1	48,45	1,4	67,8	80	128	88,3	1000

#### 6.4.8.2 Cuadro principal de corriente continua (CP).

Su misión es recibir las diferentes acometidas, efectuar la distribución y protección de los distintos circuitos acometidos y derivados, para lo cual se alojan los distintos elementos de protección contra contactos indirectos, sobrecargas y cortocircuitos. Para ello se empleará una envolvente metálica normalizada de dimensiones adecuadas para albergar todos los embarrados y componentes que deberá contener en su interior:

- Protecciones Base Portafusible + Fusible para Acometidas.
- Embarrado CC Intensidad > 315 A con sus correspondientes aisladores, soportes y pletinas de conexión con protecciones fusibles y seccionador general.
- Seccionador general con bobina de disparo de 315 A de intensidad para aplicaciones solares de 1000Vcc.
- Embarrado CC Intensidad > 315 A con sus correspondientes aisladores, soportes y pletinas de conexión con protecciones fusibles y seccionador general.
- Protecciones Base Portafusible + Fusible para Salida con sus correspondientes pletinas para abrochar los cables que componen los circuitos (hasta 3 conductores por polo).
- Protector contra sobretensiones de clase II, para aplicaciones solares, preferentemente con teleseñalización.
- Seta de emergencia

- Cableado interno y bornes de conexión para automatización (señalizador del protector de sobretensiones, circuito de seta de emergencia y conexión Modbus RTU para interconexión con el analizador de redes).

El cuadro de acometidas de corriente continua del generador fotovoltaico, consta de dos embarrados, uno positivo y otro negativo protegidos mediante fusibles al que llegan todas las líneas de los subarmarios del parque. Dichos fusibles serán de la marca DF o similar y cuentan con las siguientes características:

Línea	Nº cables	Isc (A)	FC	Ib (A)	In (A)	If (A)	Iz (A)	Vnom
CP	2	242,25	1,4	169,6	200	320	220,7	1000

#### 6.4.9 Puesta a tierra.

##### 6.4.9.1 Toma de tierra del campo fotovoltaico.

Como se indica en la ITC-40 en el apartado 8.2.1 la red de tierras de la instalación conectada a la generación será independiente de cualquier otra red de tierras. Se considera que las redes de tierra son independientes cuando el paso de corriente máxima de defecto por una de ellas, no provoca en las otras diferencias de tensión, respecto a la tierra de referencia, superiores a 50V. En el apartado 11 de la ITC-18 se detallan las medidas a considerar para garantizar la adecuada independencia entre redes de tierra.

Para la puesta a tierra de las placas fotovoltaicas se aprovechan los tornillos de las estructuras ya que estas profundizan más de 1 metro en el terreno y las mesas tienen continuidad estructural.

Además, cada una de las cajas que se encuentran distribuidas por el parque tienen una instalación de tierras constituida por: 3 piquetas, cable desnudo y una subida hasta el subarmario con cable aislado.

La puesta a tierra de las cajas de conexión y de las placas fotovoltaicas se interconexionan para crear una superficie equipotencial como se indica en la ITC-24. El valor de la puesta a tierra nunca puede superar lo establecido en las ITC-18 y 24.

Por tanto, la instalación de tierras del campo fotovoltaico cuenta con las estructuras en las que se colocan las placas que profundizan más de 1 metro en el terreno y las picas utilizadas para la puesta a tierra de las cajas. El valor de la puesta a tierra nunca superara lo establecido en las ITC-BT-18 y 24.

##### 6.4.9.2 Toma a tierra herrajes edificio parque fotovoltaico.

La estructura sobre la que se apoyan las placas de hormigón de la construcción se conecta a tierra, para ello se utiliza cable desnudo de cobre con una sección mínima de 35 mm<sup>2</sup> y piquetas de cobre con una longitud mínima de 2 metros. A estas tierras se conectan todos los cuadros a través de un seccionador de tierras. El valor de la puesta a tierra nunca superara lo establecido en las ITC-BT-24.

La forma, la profundidad de enterramiento y las distancias entre las tomas de tierra, deben ser tales que cumplan con lo establecido en la ITC-BT-18, además su resistividad deberá mantenerse aun cuando varíen las condiciones del terreno.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben de ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión, de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

La instalación prevista está constituida por: 8 piquetas, cable desnudo y una subida hasta el edificio finalizando en un seccionador de tierras al que se conectarán todos los elementos metálicos y chasis de la caseta.

#### 6.4.10 Sistema de control, automatización y comunicaciones.

Las cajas de conexión instaladas en el campo fotovoltaico estarán equipadas con unos Data Loggers que son capaces de almacenar la información de tensiones, intensidades, potencia y potencia acumulada en cada uno de los strings. Además, esta información se monitorizará en un Scada en el que se puede comprobar en cada momento las tensiones e intensidades que están generando cada uno de los strings del campo fotovoltaico.

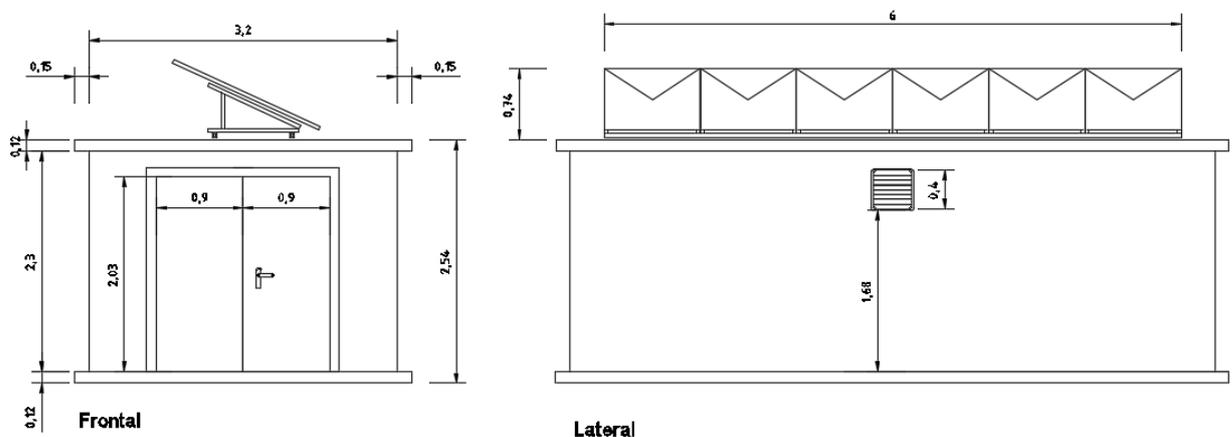
Además, se prevé la instalación de un cuadro meteorológico dispuesto sobre una envolvente estanca de poliéster en el que se recojan las variables meteorológicas más relevantes para la operación del parque fotovoltaico. Las sondas que deberá incorporar serán las siguientes:

- **Sonda de irradiación calibrada.**
- **Anemómetro.**
- **Sonda de temperatura para panel.**
- **Sonda de temperatura ambiente con sensor tipo PT1000.**

Por otra parte, en la edificación que contiene el cuadro de acometida se instalará un pequeño PLC, denominado PLC FV, que registre la información de los Data Loggers.

#### 6.4.11 Caseta prefabricada.

Para albergar los elementos de la instalación FV se va a instalar una nueva caseta prefabricada como la que se muestra a continuación.



#### **6.4.11.1 Superficie.**

Para conformar la caseta, se selecciona una nave de elementos prefabricados de dimensiones 7,0 x 3,2 x 2,54 m, con cubierta plana y con una altura interior de 2,30 m, que albergará la infraestructura necesaria para el funcionamiento y gestión de los elementos fotovoltaicos.

#### **6.4.11.2 Capa de sustentación.**

Para conformar la base que servirá como elemento de sustentación de la misma se requiere de las siguientes acciones previas a su instalación.

- Se desbrozará y eliminará toda la vegetación existente en superficie a ocupar.
- Se retirará una capa de tierra vegetal de 15 cm de espesor.
- En la explanada que queda se incorpora una capa de 15 cm de espesor a partir de zahorras artificiales para formación de la base que conformará el elemento de sustentación de la caseta quedando finalmente enrasada a la misma cota que el terreno.

La solera prefabricada de la caseta quedará apoyada sobre la misma y, aprovechando su espesor de 12 cm se evita así la entrada de agua en caso de acumulación.

#### **6.4.11.3 Solera y cubierta.**

La caseta se conforma a partir de placas de hormigón armado prefabricado de diferentes características geométricas en función del elemento que componen. En este caso la cubierta y la solera quedan conformadas por placas de tipo 2 que tienen las siguientes características:

- Placa 2: forman tanto la solera como la cubierta. Están formadas por placas prefabricadas de hormigón armado HA-25/S/10/IIa+Qa de dimensiones 3,50 x 1,74 m y un espesor de 12 cm. Como armadura contienen un mallazo electrosoldado de 15 x 15 cm de barras de acero corrugado de 8 mm de acero B-500T en ambas caras.

#### **6.4.11.4 Cerramientos.**

Por otro lado, los cerramientos quedan conformado por placas de tipo 1 que tienen las siguientes características:

- Placa 1: forma los cerramientos de la caseta. Están conformadas por placas prefabricadas de hormigón armado HA-25/S/10/IIa+Qa de dimensiones 2,30 x 3,00 m y un espesor de 10 cm. Como armadura contienen un mallazo electrosoldado de 15 x 15 cm de barras de acero corrugado de 8 mm de acero B-500T en la cara de negativos.

Finalmente, el acceso a la caseta, se realiza por una puerta de 2 hojas de 2,30 m x 1,80 m de acero galvanizado para acceso peatonal.

#### **6.4.11.5 Vallado perimetral.**

La parcela donde se sitúa la instalación FV se cerca mediante un vallado a base de malla metálica sobre postes de tubo de acero galvanizado cada 2,5 m y de 2,0 m de altura con alambre de espino en la parte superior.

Para el acceso principal, situado frente a la nueva caseta proyectada, se dispone de una puerta de cercado de 2 hojas de 2,0 m de altura y de 2,0 m de anchura cada hoja realizada en malla metálica y postes de tubo de acero galvanizado.

## 7 PRESUPUESTO.

Capítulo	Importe (€)
1 RED DE DISTRIBUCIÓN	456.747,98
2 RED Terciaria	228.121,34
3 OBRAS AUXILIARES	13.650,64
4 CABEZAL Y BOMBEO	43.648,73
5 ESTACIÓN DE FILTRADO	31.653,84
6 INSTALACIÓN FV	157.944,45
7 GESTIÓN DE RESIDUOS	817,39
8 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	2.036,43
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>934.620,80</b>
13% de gastos generales	121.500,70
6% de beneficio industrial	56.077,25
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>1.112.198,75</b>
21% IVA	233.561,74
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>1.345.760,49</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de UN MILLÓN TRESCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS SESENTA EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

## 8 PLAZO DE EJECUCIÓN.

El plazo de ejecución considerado como necesario y suficiente para la terminación de las obras contempladas en el presente Proyecto es de **dieciocho (18)** meses.

*Javier Mas Colina*