

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



**MÁSTER EN INGENIERÍA AGRONÓMICA**

***PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO  
LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA  
UNA PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS  
T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA  
(TERUEL)***

DOCUMENTO Nº1: ANEJOS A LA MEMORIA

Alumno: Alba Pérez Albalate

Tutor: Iban Balbastre Peralta

Curso académico: 2018/2019

Valencia, Julio de 2019

# INDICE

Anejo 1. Datos de partida

Anejo 2. Diseño agronómico

Anejo 3. Diseño de subunidades

Anejo 4. Dimensionado de la red de transporte

Anejo 5. Selección del grupo de bombeo

Anejo 6. Cabezal de riego

Anejo 7. Bombeo solar

Anejo 8. Movimiento de tierras

Anejo 9. Estudio económico de la viabilidad del proyecto

Anejo 10. Programación de la ejecución de la obra

# ANEJO 1: DATOS DE PARTIDA

---



## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE REGABLE</b> .....	1
<b>3. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO</b> .....	2
3.1 MORFOLOGÍA DEL PISTACHERO.....	2
3.2 FENOLOGÍA.....	3
3.3 EXIGENCIAS .....	3
3.4 RECOLECCIÓN.....	3
3.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES .....	4
3.6 VARIEDAD ELEGIDA .....	4
3.7 RIEGO .....	4
<b>4. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO</b> .....	5
<b>5. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA</b> .....	6
<b>6. DATOS CLIMÁTICOS</b> .....	7
<b>7. DETERMINACIÓN DE PARCELAS</b> .....	7
<b>9. OBRAS EXISTENTES</b> .....	9

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de la captación de agua .....	6
Tabla 2. Media de los últimos 10 años (2008-2018) para los datos de precipitaciones y temperaturas en la estación de Teruel. ....	7
Tabla 3. Parcelas de la finca Fuente el Rebollo plantadas en octubre de 2017, con una superficie total de 12,74 Ha. ....	8
Tabla 4. Parcelas de la finca Fuente el Rebollo plantadas en noviembre de 2018, ampliando la superficie de plantación con 1,56 Ha más. ....	8

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ortofoto de la finca Masía Fuente el Rebollo .....	1
Figura 2. Hoja del pistachero. Fuente: <a href="https://www.botanical-online.com/pistacho_caracteristicas.htm">https://www.botanical-online.com/pistacho_caracteristicas.htm</a> .....	2
Figura 3. Datos de la composición de nutrientes del suelo .....	5
Figura 4. Datos sobre la textura del suelo.....	6

## 1. INTRODUCCIÓN

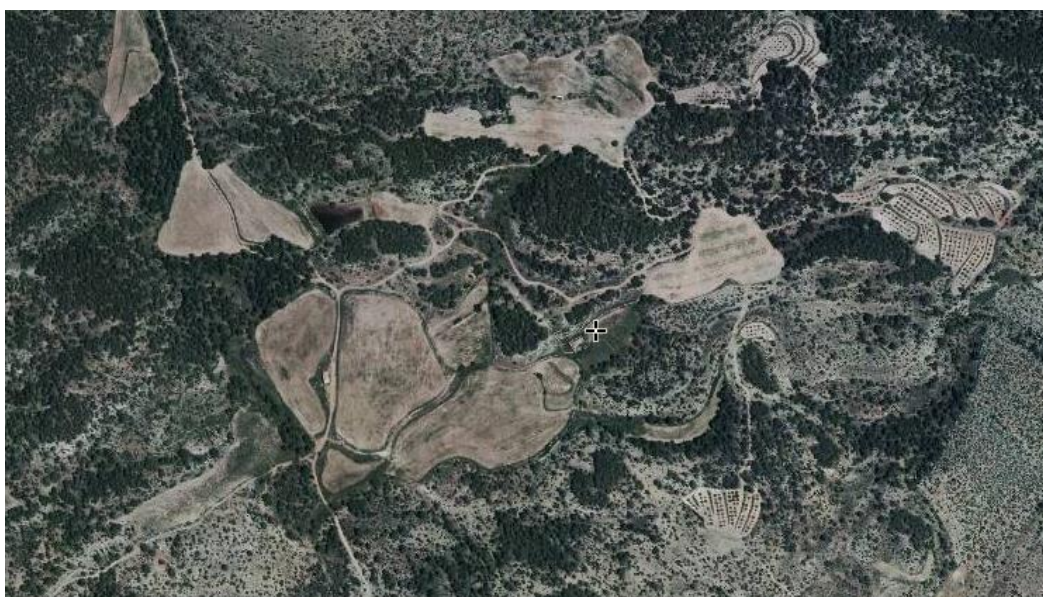
En este primer anejo, se muestra la información y los estudios previos necesarios para poder llevar a cabo la realización del proyecto. Gracias a esta exposición previa será posible realizar el seguimiento adecuado de los cálculos que componen el proyecto.

A continuación, se describe dicha información.

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE REGABLE

Se va a llevar a cabo el diseño de una red de tuberías para la finca Masía Fuente el Rebollo, situada en los municipios de Mora de Rubielos y Valbona (Teruel).

Dicha finca cuenta con una superficie total de 14,3 ha con cultivo de pistachos establecidos con un marco de plantación 6 x 3 m.



*Figura 1. Ortofoto de la finca Masía Fuente el Rebollo*

La topografía de la zona se define mayoritariamente ondulada, con pendientes entre 2-8%, con zonas fuertemente onduladas, pendientes entre 8-16%. Así mismo, la orografía del terreno es montañosa, teniendo una altitud en la finca de 1022 m.s.n.m. La superficie no cultivable está ocupada principalmente por zonas boscosas de monte alto y matorral.

Las parcelas que componen la superficie regable suman un total de 14,3 Ha.

### 3. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

#### 3.1 MORFOLOGÍA DEL PISTACHERO

El pistachero es un árbol caducifolio, similar al almendro, que puede llegar a alcanzar los 10 metros de altura, con flores masculinas y femeninas separadas en árboles diferentes. Dicha especie posee un desarrollo lento, aunque suele ser muy longeva.

Las hojas son caducas, alternas, compuestas trifoliadas imparipinnadas, con 3 o 5 folíolos ovales y redondeados en el ápice, siendo el terminal de mayor tamaño (Figura 1). El tamaño de las hojas suele ser mayor en los cultivares masculinos.



Figura 2. Hoja del pistachero. Fuente: [https://www.botanical-online.com/pistacho\\_caracteristicas.htm](https://www.botanical-online.com/pistacho_caracteristicas.htm)

Las flores nacen sobre ramas laterales de un año, antes de que broten las hojas. Son pequeñas, apétalas y se encuentran agrupadas en inflorescencias axilares en forma de racimos. Estas inflorescencias se abren de forma escalonada, con una duración de floración que depende de cada cultivar. Las flores femeninas son de mayor tamaño que las masculinas, además de presentar una mayor ramificación.

El fruto es una drupa monosperma ovoide alargada. Puede ser dehiscente o indehiscente, según posea la cáscara abierta o cerrada respectivamente, cualidad que afecta al valor económico final de la cosecha. En el árbol se pueden observar un mayor o menor número de frutos abiertos, vacíos o cerrados llenos dependiendo de múltiples factores.

El sistema radicular es pivotante, pero normalmente en las plantaciones comerciales suelen haber raíces fasciculadas por la realización de un pinzamiento natural en vivero a efectos de mejorar la expansión radicular de la planta y así mismo, su nutrición.

### 3.2 FENOLOGÍA

Al finalizar el reposo invernal, los dos tipos de yemas, tanto vegetativas como de flor, comienzan a hincharse; sus escamas protectoras se separan y comienza el desborre dando inicio a la brotación en el mes de marzo.

La floración suele dar comienzo a finales de marzo o primeros de abril en cultivares tempranos y, a partir de mediados de abril, en los tardíos.

El crecimiento del brote se inicia después de la floración, a mediados de abril y finaliza en agosto. En este período, el crecimiento que se da hasta junio será el encargado de las yemas que darán fruto al año siguiente y después de junio, tiene lugar la nueva formación vegetativa.

El fruto, una vez formado, va creciendo lentamente incrementando su crecimiento sobre todo en el mes de agosto que pasa de ocupar el 5% al 99% del espacio total en el interior de la cáscara.

Finalmente, los frutos se recolectan entre los meses de septiembre y octubre, en función de los cultivares, y en noviembre, al árbol pierde la hoja y se prepara para el reposo.

### 3.3 EXIGENCIAS

Según Couceiro *et al.*, el pistachero es una especie de elevada resistencia al frío y al calor, aunque muy sensible a las condiciones de elevada humedad durante el período estival.

De forma orientativa, los cultivares tempranos necesitan más de 700 horas frío y más de 3.100 unidades de calor, mientras que los tardíos requieren más de 1.000 horas frío y más de 3.550 unidades de calor.

En todos los casos, es recomendable que la humedad relativa ambiental no sea superior al 50% como media de los meses de junio, julio y agosto.

Para el óptimo desarrollo del fruto, localizándose en los meses de verano, es necesaria una temperatura alrededor de 25°C con una franja de variación entre los 18°C y los 30°C.

### 3.4 RECOLECCIÓN

La recolección debe iniciarse cuando el 60 o 70% de los frutos llenos en un racimo se desprendan fácilmente de su cáscara.

Los pistachos, a diferencia de otros frutos secos, se recogen en el árbol con un porcentaje más o menos elevado de frutos abiertos. Demorar la recolección puede suponer daños en los



frutos como puede ser el machado de la cáscara o favorecer la presencia de hongos que puedan originar mal sabor en dichos frutos, o en el peor de los casos, aflatoxinas.

La forma de recolección suele ser mecánica, con diferentes variantes como pueden ser los vibradores de paraguas, dónde los frutos se van almacenando tras el vibrado, o los vibradores acoplados a tractores o autopropulsados acompañados de la colocación de mallas en el suelo para recoger la cosecha.

### 3.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Algunas de las plagas más relevantes en este cultivo son varias chinches como *Calacoris norvegicus* G., *Lygus hesperus* K. o *Leptoglossus* spp.; avispas que afectan al fruto como *Megastigmus pistaciae* W. o *Eurytoma plotnikovi* N.; cochinillas como *Ferrisia gilli* G. o *Salicicola pistaciae* L.; y *Labidostomis lusitánica* G., comúnmente conocido como “clytra”.

Las enfermedades más comunes son botriosfera (*Botryosphaeria dothidea* Ces. & De Not.), verticilosis (*Verticillium dahliae* K.), alternaria (*Alternaria alternata* K.), roya (*Pileolaria terebinthi* C.) y septoria (*Septoria pistacina* A.).

### 3.6 VARIEDAD ELEGIDA

La variedad femenina elegida para la plantación ha sido *Kerman*, debido a su alto rendimiento productivo medio, así como por tratarse de una variedad tardía y con una elevada necesidad de horas frío, lo cuál es ideal en función del análisis de los datos climáticos de la zona.

Como variedad masculina, se ha seleccionado *Peter*, debido a su gran afinidad en fechas de floración con la variedad femenina *Kerman*.

Debido a la presencia de árboles hembras y machos, se debe prestar relevante importancia a la distribución de los mismos, para conseguir una buena polinización y por lo tanto obtener buenas cosechas. Por ello, debe colocarse un macho por cada 15 hembras.

### 3.7 RIEGO

El pistachero se trata de un árbol cultivado originariamente en secano, pero los aportes de agua periódicamente aumentan tanto su cosecha como el valor comercial de la misma. Estos aportes de agua influyen de forma distinta en función del momento en el que se encuentra el cultivo.

La primera fase va desde floración hasta alcanzar el máximo tamaño del fruto y si en ella, se produce una ausencia de agua, se puede ocasionar la apertura temprana de frutos y su rajado.

La segunda fase, correspondiente a la lignificación del endocarpo del fruto, es la más resistente a la falta de agua puesto que no afectaría ni a la cantidad ni a la calidad de los frutos.

La tercera fase corresponde al crecimiento del grano y acabaría en el momento de la recolección. Esta es la fase más sensible a la falta de agua puesto que daría lugar a frutos vacíos y cerrados.

En el caso de tener limitaciones en la disposición del agua, estos aportes se concentrarían en la tercera fase.

#### 4. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Las características del suelo se muestran en la siguiente figura, tratándose de datos obtenidos de un análisis de suelo realizado con fecha 28/03/2019.

PARÁMETRO	BAJO	MEDIO	ALTO	NIVEL ÓPTIMO
pH (extracto 1:2,5)		8,20		6,4-7,5
Conductividad 25 °C (extracto 1:5)		0,159		< 0,4
Nitrógeno total		0,085		0,11-0,22
Materia orgánica		1,05		2,0-2,5
Carbono orgánico		0,61		1,4-1,8
Relación C/N		7,2		9-11
Fósforo asimilable		21,6		22-30
Potasio asimilable		197,9		150-300
Magnesio asimilable		11,2		300-600
C.I.C.		10,3		13-25
Zinc		0,2		> 0,5
Boro		1,1		0,5-1,0

Figura 3. Datos de la composición de nutrientes del suelo

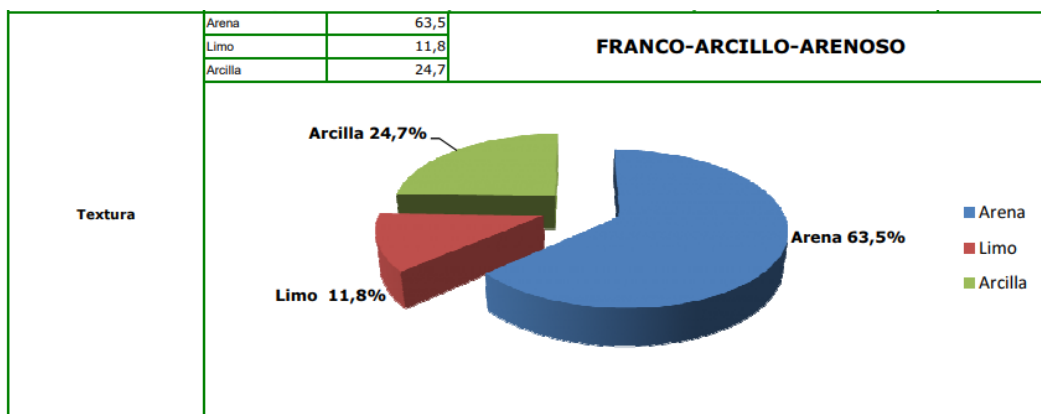


Figura 4. Datos sobre la textura del suelo

Como se puede observar, el suelo en cuestión es mayoritariamente arenoso y con un contenido muy bajo en nutrientes.

## 5. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

La procedencia del agua disponible para el riego es de una captación subterránea localizada dentro de la finca y de uso privado.

Las características de la captación de agua se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Características de la captación de agua

Nivel freático	15 m por debajo del nivel del suelo
Nivel dinámico	17 m por debajo del nivel del suelo
Conductividad eléctrica a 20°C	1,1 dS/m

Con respecto a la conductividad eléctrica, se observa que ese nivel de salinidad no supone ningún efecto adverso para el cultivo implantado en la finca.

El bombeo del agua para su uso en riego se realizará con la instalación de una bomba sumergible por debajo del nivel dinámico del agua. Así mismo, la alimentación de ésta no podrá realizarse con suministro de electricidad de la red, puesto que no existe ninguna red cercana a la explotación.

## 6. DATOS CLIMÁTICOS

En la siguiente tabla se muestran la media de los datos climáticos recogidos en la estación de Teruel para los 10 últimos años. Dicha estación se encuentra en un radio de 30 kilómetros de la finca.

*Tabla 2. Media de los últimos 10 años (2008-2018) para los datos de precipitaciones y temperaturas en la estación de Teruel.*

	Precipitación	T media de las medias	T media de las máximas	T media de las mínimas
Enero	16,05	3,11	16,85	-8,85
Febrero	14,10	3,86	18,27	-8,02
Marzo	29,92	7,15	22,85	-4,90
Abril	34,66	10,68	26,25	-1,97
Mayo	40,62	14,49	29,83	0,14
Junio	46,39	19,17	34,73	4,97
Julio	18,49	22,90	37,11	6,85
Agosto	32,14	22,26	37,11	8,76
Septiembre	36,34	17,63	33,00	2,99
Octubre	31,29	12,91	28,06	-1,72
Noviembre	36,84	7,24	21,82	-5,31
Diciembre	13,61	3,68	17,34	-8,77

## 7. DETERMINACIÓN DE PARCELAS

Las parcelas que componen la finca se muestran en las siguientes tablas. En la tabla 3 se detallan las parcelas plantadas en octubre de 2017 y en la tabla 4, las plantadas en noviembre de 2018. El sumatorio total de superficie plantada asciende a 14,30 Ha.

ANEJO 1 - DATOS DE PARTIDA

Tabla 3. Parcelas de la finca Fuente el Rebollo plantadas en octubre de 2017, con una superficie total de 12,74 Ha.

Provincia	Municipio	Polígono	Parcela	Recinto	Superficie (Ha)	Pendiente (%)
44-TERUEL	253-VALBONA	2	20	1	1,167	3
44-TERUEL	253-VALBONA	3	15	1	0,27	3,8
44-TERUEL	253-VALBONA	3	14	1	0,189	2,2
44-TERUEL	253-VALBONA	3	16	1	0,422	3,4
44-TERUEL	253-VALBONA	4	88	1	0,256	4,5
44-TERUEL	253-VALBONA	4	90	1	2,046	2,8
44-TERUEL	253-VALBONA	4	96	1	0,614	5,1
44-TERUEL	253-VALBONA	4	80	1	2,323	4,6
44-TERUEL	253-VALBONA	4	77	1	0,606	4,5
44-TERUEL	253-VALBONA	4	78	1	0,258	11,8
44-TERUEL	253-VALBONA	4	78	2	0,189	2,7
44-TERUEL	167-MORA DE RUBIELOS	20	122	1	0,314	5,4
44-TERUEL	167-MORA DE RUBIELOS	20	133	10	1,621	6,1
44-TERUEL	167-MORA DE RUBIELOS	20	133	11	2,426	6,5
44-TERUEL	167-MORA DE RUBIELOS	20	1	11	0,036	9,7
					<b>12,741</b>	

Tabla 4. Parcelas de la finca Fuente el Rebollo plantadas en noviembre de 2018, ampliando la superficie de plantación con 1,56 Ha más.

Provincia	Municipio	Polígono	Parcela	Recinto	Superficie (Ha)	Pendiente (%)
44-TERUEL	167-MORA DE RUBIELOS	20	133	16	0,428	11,1
44-TERUEL	167-MORA DE RUBIELOS	20	133	5	0,090	8,6
44-TERUEL	167-MORA DE RUBIELOS	20	133	8	0,595	5,9
44-TERUEL	167-MORA DE RUBIELOS	20	80	8	0,450	8,2
					<b>1,563</b>	

Superficie Total (Ha)	<b>14,30</b>
-----------------------	--------------

## **9. OBRAS EXISTENTES**

La explotación cuenta con una nave existente para guardar la maquinaria y donde se localizará el cabezal de riego.

Dicha nave cuenta con unas dimensiones 20 x 15 x 5 metros, complementándose con una zona anexa de 12 x 5 x 2,5 metros destinada a la zona del cabezal de riego.

La estructura se compone de muros de hormigón hasta 3 metros y con una anchura de 30 cm. Hasta la altura total de la nave correspondiente a los 5 metros, el material es chapa sándwich.

La estructura metálica que soporta la edificación se compone de viguetas de hierro cada 5 metros en longitud.



## ANEJO 2: DISEÑO AGRONÓMICO

---





## INDICE

<b>1. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE RIEGO NETAS .....</b>	<b>1</b>
1.1 EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO.....	1
1.2 PRECIPITACIÓN EFECTIVA.....	3
1.3 COEFICIENTE DE LOCALIZACIÓN.....	4
<b>2. CALCULO DE LAS NECESIDADES TOTALES DE RIEGO .....</b>	<b>6</b>
2.1 USO DE AGUAS SALINAS.....	6
2.2 EFICIENCIA DE APLICACIÓN.....	6
<b>3. PARÁMETROS DE RIEGO.....</b>	<b>7</b>
3.1 SUPERFICIE MOJADA POR EL EMISOR.....	7
3.2 NÚMERO DE EMISORES POR PLANTA.....	9
3.3 CAUDAL POR UNIDAD DE SUPERFICIE.....	10
3.4 CÁLCULO DEL INTERVALO DE RIEGO.....	11
3.5 CÁLCULO DEL TIEMPO DE RIEGO .....	11

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de Kc para pistacheros según su fenología y el mes del año .....	2
Tabla 2. Valores de la evapotranspiración del cultivo (ETc) expresados en mm mes <sup>-1</sup> , calculados a partir de evapotranspiración de referencia (ET <sub>0</sub> ) en mm mes <sup>-1</sup> y el coeficiente de cultivo (Kc), adimensional. ....	2
Tabla 3. Valores de la precipitación media y la precipitación efectiva, expresados en mm mes <sup>-1</sup> . ....	4
Tabla 4. Necesidades netas del riego .....	5
Tabla 5. Necesidades totales de riego, expresadas en l día <sup>-1</sup> planta <sup>-1</sup> .....	7
Tabla 6. Ensayo para la selección del caudal del emisor.....	8
Tabla 7. Ensayo para la selección del caudal del emisor con los diferentes valores de programación del riego para cada uno de los caudales.....	8
Tabla 8. Caudales por unidad de superficie (l/h/m <sup>2</sup> ) y por planta (l/h) en el diseño agronómico. ....	10
Tabla 9. Número de riegos por semana e intervalos entre ellos .....	11
Tabla 10. Parámetros de riego .....	12
Tabla 11. Tiempos de riego mensuales .....	12

## 1. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE RIEGO NETAS

Para abordar el diseño agronómico de la red de riego, se comienza por determinar las necesidades de riego. El cálculo de estas necesidades se muestra a continuación.

Los valores de las necesidades de riego netas ( $NRn$ ) se obtiene utilizando el método del balance hídrico.

$$NRn = ET_c - P_e - \Delta G - \Delta W$$

Donde:

$NRn$ : Necesidades netas de riego(mm/mes)

$ET_c$ : Evapotranspiración del cultivo (mm/mes)

$P_e$ : Precipitación efectiva (mm/mes)

$\Delta G$ : Aportación capilar procedente de capas freáticas

$\Delta W$ : Variación de humedad entre riegos

En el caso estudiado, tratándose del dimensionado de una red de riego localizado, los valores tanto de aportación capilar procedente de capas freáticas como de la variación de la humedad entre riegos se consideran despreciables. De este modo, la fórmula se reducirá a:

$$NRn = ET_c - P_e$$

### 1.1 EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO

La evapotranspiración del cultivo ( $ET_c$ ) se obtiene a partir de la multiplicación de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) y del coeficiente de cultivo ( $K_c$ ), tal y como se observa en la siguiente fórmula:

$$ET_c = ET_0 \cdot K_c$$

Los valores del coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) se han obtenido a partir de los estudios de Goldhamer (1995) en función del estado fenológico del árbol.

Tabla 1. Valores de Kc para pistacheros según su fenología y el mes del año

Fenología	Meses	Kc
Reposo	Enero	0,00
Reposo	Febrero	0,00
Reposo	Marzo	0,00
Fase I	Abril	0,25
Fase I/II	Mayo	0,80
Fase II	Junio	1,13
Fase II/III	Julio	1,19
Fase III	Agosto	1,16
Fase III/Postcos	Septiembre	0,93
Postcosecha	Octubre	0,56
Postc/Reposo	Noviembre	0,35
Reposo	Diciembre	0,00

A continuación, se muestran los valores de la evapotranspiración del cultivo utilizando los valores del coeficiente de cultivo del pistachero.

Tabla 2. Valores de la evapotranspiración del cultivo (ET<sub>c</sub>) expresados en mm mes<sup>-1</sup>, calculados a partir de evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) en mm mes<sup>-1</sup> y el coeficiente de cultivo (Kc), adimensional.

	ET <sub>o</sub>	Kc	ET <sub>c</sub>
Enero	25,19	0,00	0,00
Febrero	38,23	0,00	0,00
Marzo	67,90	0,00	0,00
Abril	92,05	0,25	23,01
Mayo	126,37	0,80	101,10
Junio	148,49	1,13	167,79
Julio	168,85	1,19	200,93
Agosto	146,24	1,16	169,64
Septiembre	94,41	0,93	87,80
Octubre	56,47	0,56	31,62
Noviembre	30,69	0,35	10,74
Diciembre	20,14	0,00	0,00
TOTALES	1015,05		

## 1.2 PRECIPITACIÓN EFECTIVA

La precipitación efectiva ( $P_e$ ) se define como la fracción de la precipitación total utilizada para satisfacer las necesidades de agua del cultivo; quedando por tanto excluidas la infiltración profunda, la escorrentía superficial y la evaporación de la superficie del suelo.

Uno de los métodos más utilizados para el cálculo de la precipitación efectiva es el modelo desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en el que el valor medio mensual de la  $P_e$  se calcula en función de la precipitación total ( $P$ ) mensual y el valor medio para cada mes de la  $ET_c$ , en unas condiciones estándar de 75 mm de capacidad de almacenamiento de agua de un suelo ( $d_n$ ) (USDA, 1970).

Partiendo de que el valor de  $d_n$  es 75 mm, se calcula el parámetro  $f$  mediante la siguiente fórmula:

$$f(d_n) = 0,53 + 0,0116 \cdot d_n - 8,94 \cdot 10^{-5} d_n^2 + 2,32 \cdot 10^{-7} d_n^3 = 0,995$$

Una vez conocido el valor de  $f(d_n)$ , se calcula el valor de la precipitación efectiva aplicando la fórmula que se muestra a continuación (USDA, 1970):

$$P_e = f(d_n) [1,25 \cdot P_m^{0,824} - 2,93] \cdot [10^{0,000955 \cdot ET_c}]$$

Donde:

$P_e$ : Precipitación efectiva (mm/mes)

$P_m$ : Precipitación media mensual (mm/mes)

$ET_c$ : Evapotranspiración mensual del cultivo

Los valores obtenidos de precipitación efectiva de manera mensual se muestran en la tabla 2.

Tabla 3. Valores de la precipitación media y la precipitación efectiva, expresados en mm mes<sup>-1</sup>.

	P <sub>m</sub>	P <sub>e</sub>
Enero	16,05	9,33
Febrero	14,10	8,09
Marzo	29,92	17,54
Abril	34,66	21,23
Mayo	40,62	29,23
Junio	46,39	38,26
Julio	18,49	16,87
Agosto	32,14	27,28
Septiembre	36,34	25,60
Octubre	31,29	19,63
Noviembre	36,84	21,88
Diciembre	13,61	7,77

### 1.3 COEFICIENTE DE LOCALIZACIÓN

La localización tiene efecto en las necesidades de riego ya que afecta tanto a la evaporación como a la transpiración. Por ello, se aplica el coeficiente corrector de localización ( $K_1$ ) que depende del marco de plantación y de la fracción de área sombreada por la planta. En el caso de cítricos, este coeficiente se calcula con la siguiente fórmula:

$$K_1 = 0.0002 \cdot PAS^2 + 0.0284 \cdot PAS + 0.061$$

Siendo PAS la fracción de área sombreada, que se calcula de la siguiente manera:

$$PAS = \frac{\pi \cdot Da^2}{4 \cdot a \cdot b} \cdot 100$$

Donde:

$Da$ : Diámetro aéreo

$a \cdot b$ : Marco de plantación

En este caso, el marco de plantación establecido es de 6 x 3 m y para diámetro aéreo de la copa se establece el valor de 3 m, puesto que en la actualidad se cuenta con árboles en época de crecimiento. El área sombreada por un árbol es de 7,07 m<sup>2</sup> y la fracción de área sombreada se corresponde al 39,27%.

Con estos datos se obtiene un valor de coeficiente de localización  $K_1 = 0,8$ .

Una vez se han calculado el coeficiente de cultivo, la evapotranspiración de cultivo, la precipitación efectiva y el coeficiente corrector de localización, se puede llevar a cabo el cálculo de las necesidades netas de riego mediante la fórmula:

$$NR_n = K_1 \cdot K_c \cdot ET_0 - P_e$$

Los resultados obtenidos de las necesidades de riego netas se resumen en la tabla que se muestra a continuación, en la que se aprecia que el mes de máximas necesidades es julio con 74,51 l/día/planta:

Tabla 4. Necesidades netas de riego

Mes	ET <sub>0</sub> (mm/mes)	P <sub>m</sub> (mm/mes)	K <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub> (mm/mes)	K <sub>1</sub>	ET <sub>r1</sub> (mm/mes)	Días por mes	P <sub>e</sub> (mm/mes)	NR <sub>n</sub> (mm/mes)	NR <sub>n</sub> (mm/día)
Enero	25,19	16,05	0,00	0,00	0,80	0,00	31	9,33	0,00	0,00
Febrero	38,23	14,10	0,00	0,00	0,80	0,00	28	8,09	0,00	0,00
Marzo	67,90	29,92	0,00	0,00	0,80	0,00	31	17,54	0,00	0,00
Abril	92,05	34,66	0,25	23,01	0,80	18,41	30	21,23	0,00	0,00
Mayo	126,37	40,62	0,80	101,10	0,80	80,88	31	29,23	51,65	1,67
Junio	148,49	46,39	1,13	167,79	0,80	134,23	30	38,26	95,98	3,20
Julio	168,85	18,49	1,19	200,93	0,80	160,74	31	16,87	143,87	4,64
Agosto	146,24	32,14	1,16	169,64	0,80	135,71	31	27,28	108,43	3,50
Septiembre	94,41	36,34	0,93	87,80	0,80	70,24	30	25,60	44,65	1,49
Octubre	56,47	31,29	0,56	31,62	0,80	25,30	31	19,63	5,67	0,18
Noviembre	30,69	36,84	0,35	10,74	0,80	8,59	30	21,88	0,00	0,00
Diciembre	20,14	13,61	0,00	0,00	0,80	0,00	31	7,77	0,00	0,00
TOTALES	1015,05	350,43	0,53							

Donde:

ET<sub>0</sub>: Evapotranspiración de referencia (mm/mes)

P<sub>m</sub>: Precipitación media mensual (mm/mes)

K<sub>c</sub>: Coeficiente del cultivo

ET<sub>c</sub>: Evapotranspiración mensual del cultivo (mm/mes)

K<sub>1</sub>: Coeficiente de localización

ET<sub>r1</sub>: Evapotranspiración mensual del cultivo corregida (mm/mes)

P<sub>e</sub>: Precipitación efectiva (mm/mes)

NR<sub>n</sub>: Necesidades netas de riego

## 2. CALCULO DE LAS NECESIDADES TOTALES DE RIEGO

Para poder conocer las necesidades totales de riego, es necesario tener en cuenta las pérdidas que se producen en el sistema de distribución, el aprovechamiento real de agua que realiza la planta (EA) y la influencia que puede ocasionar el uso de aguas salinas para el riego localizado.

### 2.1 USO DE AGUAS SALINAS

Con el uso de aguas salinas en los riegos, es posible que se produzca salinización en el bulbo húmedo. Por ello, se determina la fracción de lavado (LR):

$$LR = \frac{CEw}{2 CEes}$$

Donde:

*CEw*: Conductividad del agua de riego (dS/m)

*CEes*: Conductividad máxima que puede producir una merma del 100% de la producción

En este caso, partiendo de que la conductividad del agua de riego es de 1,1 dS/m, y la conductividad eléctrica máxima en el extracto de saturación del suelo es de 7,45 dS/m, se ha obtenido, a partir de la ecuación dada, una LR = 0,07.

Una vez que se conoce el valor de la fracción de lavado (LR) y las necesidades de riego netas (NR<sub>n</sub>), se puede calcular el volumen necesario para realizar el lavado cubriendo las necesidades hídricas del cultivo:

$$V_1 = \frac{NR_n}{1 - LR}$$

### 2.2 EFICIENCIA DE APLICACIÓN

Teniendo en cuenta que el sistema de riego es localizado, el valor de la eficiencia de aplicación será elevado. Por ello, se asume EA = 90 %

Una vez se conoce el valor de la eficiencia de aplicación, se va a determinar el de las necesidades totales de riego suponiendo que se asume que la uniformidad de aplicación (UE) es del 90%. El cálculo de las necesidades se realiza con las siguientes fórmulas:



$$V_2 = \frac{NR_n}{EA} \quad ; \quad NT_r = \frac{V_2}{UE}$$

En el mes de máximas necesidades de riego, correspondiente a julio, se necesitan 103,13 l/día y planta, como se observa en la tabla.

Tabla 5. Necesidades totales de riego, expresadas en l día<sup>-1</sup> planta<sup>-1</sup>

Mes	NRn (l/día/planta)	LR	EA	V1 (l/día/planta)	V2 (l/día/planta)	Volumen máximo (l/h/planta)	UE	NTr (l/día y planta)
Enero	0,00	0,07	0,90	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00
Febrero	0,00	0,07	0,90	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00
Marzo	0,00	0,07	0,90	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00
Abril	0,00	0,07	0,90	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00
Mayo	29,99	0,07	0,90	32,38	33,32	33,32	0,90	37,02
Junio	57,59	0,07	0,90	62,18	63,99	63,99	0,90	71,10
Julio	83,54	0,07	0,90	90,20	92,82	92,82	0,90	103,13
Agosto	62,96	0,07	0,90	67,98	69,96	69,96	0,90	77,73
Septiembre	26,79	0,07	0,90	28,92	29,76	29,76	0,90	33,07
Octubre	3,29	0,07	0,90	3,55	3,66	3,66	0,90	4,06
Noviembre	0,00	0,07	0,90	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00
Diciembre	0,00	0,07	0,90	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00

### 3. PARÁMETROS DE RIEGO

Tratándose de un riego localizado, se ha seleccionado una tubería con emisores integrados autocompensantes.

#### 3.1 SUPERFICIE MOJADA POR EL EMISOR

La dimensión de la superficie mojada por el emisor viene determinada por el número de emisores por planta y por el caudal que emite el emisor. En esta situación, se dispone de un suelo de textura franco arenosa, por lo que aplicaremos la fórmula de superficie mojada por el emisor para este tipo de suelo:

$$Dm = 0,3 + 0,12 \cdot q_{emisor}$$

Donde:

*Dm*: diámetro mojado estimado por el emisor (m)

*q<sub>emisor</sub>*: caudal del emisor (l/h)

Se ha seleccionado el emisor Premier PC AS de la empresa Azud, por lo que el paso siguiente es elegir uno de los posibles caudales que nos puede aportar el emisor y más se ajuste a las

necesidades de la instalación de riego. Para ello, se realiza un estudio de alternativas en el que se tendrán en cuenta los parámetros de riego, el tiempo de riego y el número de sectores. El diámetro de la tubería es de 16 mm y el espesor es de 1,2 mm.

Se han ensayado cuatro caudales diferentes tal y como se observa en la tabla:

Tabla 6. Ensayo para la selección del caudal del emisor

	Caudal del emisor (l/h)			
	1,6	2,3	3,0	3,5
Diámetro mojado (m)	0,68	0,76	0,85	0,90
Superficie mojada (m <sup>2</sup> )	0,37	0,46	0,56	0,64
Número emisores por planta	12,25	9,80	8,02	7,03
Separación emisores (m)	0,49	0,61	0,75	0,85
Separación máxima emisores (m)	0,65	0,73	0,80	0,86
Separación emisores adoptada (m)	0,50	0,60	0,60	0,75
Número de emisores por planta	12	10	10	8
Caudal por unidad de superficie (l/h/m <sup>2</sup> )	1,07	1,28	1,67	1,56
Caudal por planta (l/h)	19,20	23,00	30,00	28,00

Tabla 7. Ensayo para la selección del caudal del emisor con los diferentes valores de programación del riego para cada uno de los caudales

Caudal emisor (litros/hora)	Tiempo de riego (horas)				Número de riegos por semana	Intervalo entre riegos
	1,6	2,3	3	3,5		
Enero	0,00	0,00	0,00	0,00	1	7
Febrero	0,00	0,00	0,00	0,00	1	7
Marzo	0,00	0,00	0,00	0,00	1	7
Abril	0,00	0,00	0,00	0,00	1	7
Mayo	3,37	2,82	2,16	2,31	4	1,8
Junio	5,18	4,33	3,32	3,55	5	1,4
Julio	5,37	4,48	3,44	3,68	7	1
Agosto	4,05	3,38	2,59	2,78	7	1
Septiembre	4,02	3,36	2,57	2,76	3	2,3
Octubre	0,74	0,62	0,47	0,51	2	3,5
Noviembre	0,00	0,00	0,00	0,00	1	7
Diciembre	0,00	0,00	0,00	0,00	1	7
TOTALES	5,37	4,48	3,44	3,68		

Tras analizar los resultados obtenidos en el ensayo, se ha seleccionado el emisor cuyo caudal se corresponde a 1,6 l/h. Esta decisión se toma en vista de que la textura de la finca es mayoritariamente arenosa y se suma que la tendencia del mercado a emisores de riego de menos caudal para un aprovechamiento mayor del agua de riego por la planta.

Este emisor se trata de una tubería con gotero autocompensante integrado con una gran uniformidad de aplicación, que optimiza el resultado del cultivo, y un sistema de filtración también integrado. Así mismo, está diseñado especialmente para riegos subterráneos.

En función de las necesidades del riego en cuestión, se dimensiona para una presión máxima de entrada de 3 bar ya que es la presión máxima de trabajo de la tubería.

Finalmente, se instala doble lateral por fila de plantas con una separación entre emisores de 0.5 m. Con este tipo de emisor, se obtienen 12 emisores por cada planta dotando de un caudal por unidad de superficie de 1,06 l/h/m<sup>2</sup> y un caudal por planta de 19,2 l/h.

### 3.2 NÚMERO DE EMISORES POR PLANTA

Para el cálculo del número de emisores por planta es necesario conocer el área mojada ( $A_m$ ). Este parámetro se calcula utilizando la siguiente expresión:

$$A_m = \frac{\pi \cdot D_m^2}{4}$$

Donde:

$A_m$ : Área mojada (m<sup>2</sup>)

$D_m$ : Diámetro mojado (m<sup>2</sup>)

Teniendo un valor de diámetro mojado de 0,68 m, el valor del área mojada es de 0,37 m<sup>2</sup>.

Partiendo de un porcentaje de suelo mojado igual a 25%, se plantea el cálculo del número mínimo de emisores por planta con la fórmula:

$$n_e \geq \frac{(a \cdot b) \cdot P}{100 \cdot A_m}$$

Donde:

$P$ : Porcentaje mínimo de superficie mojada (%)

$a \cdot b$ : Marco de plantación (m<sup>2</sup>)

$A_m$ : Superficie mojada por emisor (m<sup>2</sup>)

Una vez aplicada la fórmula, el número de emisores mínimo por planta ha sido de 12,25.

Para poder garantizarse un solape mínimo del 10%, se calcula la separación mínima entre emisores ( $S_e$ ) de la siguiente forma:

$$S_e = \frac{D_m}{2} \cdot \left(2 - \frac{a}{100}\right)$$

La separación calculada ha sido de 0,65 metros. Consultando la tabla del fabricante de emisores se opta por adoptar una separación entre emisores de 0,5 metros. Por lo que el número definitivo de emisores ( $n_e$ ) por planta vendrá dado por la siguiente expresión:

$$n_e = NLP \cdot \frac{b}{S_e}$$

Donde:

$NLP$ : Número de laterales por planta.

En el caso estudiado, se tienen dos laterales por planta, obteniendo un número definitivo de emisores de 12 por cada planta.

### 3.3 CAUDAL POR UNIDAD DE SUPERFICIE

El caudal por planta ( $q_{planta}$ ) se obtiene de la expresión:

$$q_{planta} = n_e \cdot q_e$$

Donde:

$n_e$ : Número de emisores por planta

$q_e$ : Caudal del emisor (l/h)

El caudal por unidad de superficie ( $q_u$ ) se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$q_u = \frac{q_{planta}}{a \cdot b}$$

Tabla 8. Caudales por unidad de superficie (l/h/m<sup>2</sup>) y por planta (l/h) en el diseño agronómico.

Caudal por unidad de superficie (l/h/m <sup>2</sup> )	1,06
Caudal por planta (l/h)	19,20

## 3.4 CÁLCULO DEL INTERVALO DE RIEGO

Partiendo de que las plantaciones establecidas en la zona de riego se corresponden a cultivos de cítricos exclusivamente y que la textura del suelo es franca, el intervalo entre riegos consecutivos se calcula de dos formas posibles:

$$I = \frac{V_{planta}}{Q_{planta} \cdot t_{riego}} \quad \text{ó} \quad I = \frac{7}{NRS}$$

Donde:

*NRS*: Número de Riegos por Semana (en días)

El intervalo de riego que se obtiene se expresa en la tabla 8.

Tabla 9. Número de riegos por semana e intervalos entre ellos

Mes	Número de riegos por semana	Intervalo entre riegos
Enero	1	7
Febrero	1	7
Marzo	1	7
Abril	1	7
Mayo	4	1,8
Junio	5	1,4
Julio	7	1
Agosto	7	1
Septiembre	3	2,3
Octubre	2	3,5
Noviembre	1	7
Diciembre	1	7

## 3.5 CÁLCULO DEL TIEMPO DE RIEGO

A partir de las necesidades totales de riego calculadas anteriormente, se obtiene el tiempo de riego mediante la siguiente fórmula:

$$t = \frac{NTr}{Q_{planta}} \cdot \frac{7}{NRS}$$

Donde:

$t$ : Tiempo de riego al día (h)

$NTr$ : Necesidades totales (l/día)

$Q_{planta}$ : Caudal por planta (l/h)

Una vez establecidos el número de riegos, el número de emisores por planta y el caudal de los emisores en función de las necesidades, se obtienen los parámetros de riego expresados en la siguiente tabla:

Tabla 10. Parámetros de riego

Caudal emisor seleccionado (l/h)	1,6
Tiempo de riego máximas necesidades (l/h)	4,30
Caudal ficticio continuo (l/s/ha)	0,66
Caudal por unidad de superficie (l/s/ha)	2,96
Caudal por unidad superficie (m <sup>3</sup> /h/ha)	10,67
Volumen anual por ha (m <sup>3</sup> )	5558,6

Conociendo el tiempo de riego diario, se calculan los tiempos de riego totales mensuales y anual. Estos datos son de importancia a la hora de realizar la sectorización que tendrá lugar posteriormente.

Los tiempos de riego totales tanto mensuales como anual se muestran a continuación:

Tabla 11. Tiempos de riego mensuales

Mes	Tiempo de riego mensual (horas)
Enero	0
Febrero	0
Marzo	0
Abril	0
Mayo	59,77
Junio	111,09
Julio	133,21
Agosto	125,50
Septiembre	51,67
Octubre	6,56
Noviembre	0
Diciembre	0
ANUAL	487,81



# ANEJO 3: DISEÑO DE SUBUNIDADES

---





## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. ORGANIZACIÓN Y REGULARIZACIÓN DE LAS PARCELAS</b> .....	1
<b>3. ELECCIÓN DEL LATERAL Y DEL TIPO DE EMISOR</b> .....	2
3.1 EMISOR.....	2
3.2 CONDUCCIONES .....	3
<b>4. ELECCIÓN DE LAS TUBERIAS TERCIARIAS</b> .....	3
<b>5. DISEÑO DE SUBUNIDADES DE RIEGO. CONSIDERACIONES PREVIAS</b> .....	3
5.1 VARIACIÓN MÁXIMA DE PRESIÓN ADMISIBLE EN LA SUBUNIDAD.....	3
5.2 LONGITUD MÁXIMA DEL LATERAL .....	4
5.3 PRESIÓN NECESARIA AL INICIO DE LA TUBERÍA .....	6
5.4 PÉRDIDAS DE CARGA LOCALIZADAS.....	6
5.5 PÉRDIDAS DE CARGA CONTINUAS EN LATERALES Y TERCIARIAS.....	7
<b>6. RESOLUCIÓN DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO</b> .....	8
6.1 DATOS DE PARTIDA .....	8
6.2 METODOLOGÍA DE CÁLCULO .....	8
6.2.1 CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD 1.1.....	8
6.3 RESULTADOS DE CÁLCULO .....	11
<b>ANEJO I: DATOS DE CÁLCULO DE CADA SUBUNIDAD</b> .....	14

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Identificación de las distintas parcelas que integran el proyecto .....	1
Tabla 2. Datos técnicos del emisor seleccionado.....	2
Tabla 3. Resultado del dimensionado de las subunidades .....	12

## 1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se aborda la organización y distribución de la explotación y el diseño de las subunidades de riego.

Para dicho diseño, se define la forma de las subunidades, sus dimensiones y el punto de alimentación bajo un criterio de eficiencia, que permite abarcar toda la zona regable. Se realiza el dimensionado de las tuberías terciarias y los laterales, así como los caudales y presiones requeridos en los orígenes.

## 2. ORGANIZACIÓN Y REGULARIZACIÓN DE LAS PARCELAS

Debido a la orografía montañosa de la zona, las parcelas se encuentran distribuidas de forma que, entre ellas existen zonas no productivas de monte o de caminos por lo que las subunidades se crean siguiendo las características topográficas del terreno.

A la hora de realizar la sectorización, también se ha tenido en cuenta el caudal disponible en función del aforo del sondeo mencionado en el *Anejo I*. En este caso, se trata de una dotación de 100 m<sup>3</sup>/h, por lo que se decide la partición de dos sectores ya que el sector 1 con mayor superficie, 7,58 Ha, en el caso de máximas necesidades de riego, correspondiente al mes de julio, necesitará un caudal de 80,35 m<sup>3</sup>/h mientras que, en otros meses de menores necesidades, podrían regarse ambos sectores a la vez. La sectorización en dos sectores se realiza para facilitar y mejorar el funcionamiento de la instalación y disminuir el tamaño de las tuberías, además de prever futuras ampliaciones.

Tabla 1. Identificación de las distintas parcelas que integran el proyecto

Denominación Parcela	Nº parcela	Recinto	Superficie (Ha)	Subunidad
1	15	1	0,27	1.1
	14	1	0,189	
	16	1	0,422	
2	77	1	0,606	1.2
3	78	1	0,258	1.3
	78	2	0,19	
4	133	11	2,426	2.1
	1	11	0,036	
5	133	10	1,621	3
6	20	1	1,167	4.1
7	90	1	2,046	4.2
8	96	1	0,614	4.3
9	88	1	0,257	5.1
10	80	1	2,323	5.2
11	122	1	0,314	5.3

Denominación Parcela	Nº parcela	Recinto	Superficie (Ha)	Subunidad	
12	133	16	0,428	1,563	6.1
	133	5	0,09		6.2
	133	8	0,595		6.3
	80	8	0,45		

Sector 1	7,58 Ha
Sector 2	6,72 Ha

**14,302 Ha**

### 3. ELECCIÓN DEL LATERAL Y DEL TIPO DE EMISOR

Los laterales son las tuberías que disponen de los emisores de riego y que van conectadas a las terciarias. El emisor es el dispositivo responsable del suministro al exterior del volumen de agua.

Dentro de las posibilidades de emisores, en este proyecto se seleccionan emisores autocompensantes, en los cuales el caudal emitido por el emisor es constante dentro de un rango efectivo de presiones, aportado por el fabricante; y a su vez, están integrados en la tubería.

#### 3.1 EMISOR

Tal y como se comenta en el anejo anterior, se utiliza un emisor autocompensante integrado en la tubería, diseñado especialmente para el riego subterráneo con mecanismos para prevenir la succión, la obturación y la intrusión de raíces.

A continuación, se muestran los datos técnicos para un caudal de 1,6 l/h:

*Tabla 2. Datos técnicos del emisor seleccionado*

Caudal nominal (l/h)	1,6
Presión máxima (bar)	4
Presión mínima (bar)	0,5
Presión de trabajo (bar)	0,5 – 4
Separación entre emisores	0,5 m

Los laterales que albergan estos emisores serán de polietileno de baja densidad (PE 32 UNE 53367) con diámetro nominal de 16 mm, diámetro interior de 13,70 mm, espesor nominal de 0,9 mm y una presión máxima de trabajo de 4 bar.

Dicha tubería cuenta con accesorios de seguridad instalados como son enlaces rectos y conexiones en T. Así mismo, en su uso, se recomienda realizar su diseño con longitudes de ramal inferiores a 800 metros.

### 3.2 CONDUCCIONES

En función de los caudales demandados en las subunidades y las características de los diferentes materiales disponibles, se ha considerado que el material idóneo para dichas subunidades es PVC, que posee resistencia mecánica y a la corrosión.

## 4. ELECCIÓN DE LAS TUBERIAS TERCIARIAS

Las tuberías terciarias, aquellas en las que se conectan los laterales de riego, se entierran en una zanja de 0,6 metros de profundidad y 0,40 metros de ancho. Todo ello es con el fin de evitar las roturas con el paso de la maquinaria.

En función de los caudales demandados en las subunidades y las características de los diferentes materiales disponibles, se ha considerado que el material idóneo para dichas tuberías terciarias es PVC UNE EN 1452, que posee resistencia mecánica y a la corrosión, con valores de PN10 y PN16 en función de la situación.

## 5. DISEÑO DE SUBUNIDADES DE RIEGO. CONSIDERACIONES PREVIAS

Para lograr un buen diseño de las subunidades se establecen una serie de premisas con el objetivo de conseguir una buena uniformidad de riego y, garantizar con ello, las presiones y caudales adecuados al inicio de cada subunidad de riego.

En el anejo anterior se establece que el número mínimo de sectores debe ser de dos, de forma que se estructura la instalación en diferentes subunidades en función de su situación que forman los dos sectores. Esta distribución se puede observar en el Plano 5.

### 5.1 VARIACIÓN MÁXIMA DE PRESIÓN ADMISIBLE EN LA SUBUNIDAD

Los emisores autocompensantes lo son dentro de un rango efectivo de presiones. De esta forma, el exponente de descarga se considera cercano a cero, por lo que, teóricamente, la máxima diferencia de presión admisible en la subunidad (AHs) vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$\Delta H_s = H_{m\acute{a}x} - H_{min}$$

Donde:

$H_{m\acute{a}x}$ : Máxima presi3n de funcionamiento del emisor

$H_{m\acute{i}n}$ : Mínima presi3n de funcionamiento del emisor

Como se ha comentado anteriormente, el rango de trabajo del emisor va de los 0,5 bar (5,1 mca) a los 4 bares (40,8 mca), dando una oscilaci3n dentro del rango de presi3nes de 35,7 mca. Sin embargo, este intervalo se reduciría en los siguientes casos:

- Cuando la presi3n es inferior a la mínima el caudal arrojado puede variar mucho respecto al valor nominal.
- Se reduce la vida útil cuando se hace que las tuberías trabajen a altas presi3nes.
- Se disminuye el riesgo a que se desprendan los emisores del lateral durante la época estival.
- En el caso de que el emisor trabaje a altas presi3nes, se debe suministrar mayor presi3n para un mismo caudal, lo que aumenta los costes energéticos.

De esta forma, el intervalo práctico de funcionamiento dependerá de la topografía de las subunidades y de las dimensiones de terciarias y laterales, siempre y cuando se encuentre dentro del intervalo de compensaci3n del emisor.

En este proyecto, para el diseño de las subunidades, se considera una presi3n mínima de funcionamiento de la subunidad de 10 metros de columna de agua (mca) y una presi3n máxima de funcionamiento en la subunidad de 20 mca, por lo que se dispone de una variaci3n máxima de presi3n admisible en la subunidad de 10 mca. Esta máxima diferencia de presi3n admisible debe repartirse entre la terciaria y el lateral, aunque, se supone que toda esta diferencia se produce en el lateral.

De esta forma, se expresaría con la siguiente expresi3n:

$$AH_s = 10 \text{ m}$$

## 5.2 LONGITUD MÁXIMA DEL LATERAL

La longitud máxima del lateral viene dada por las especificaciones del fabricante, por lo que para el emisor seleccionado de diámetro exterior 16 mm, 1,6 l/h de caudal y separaci3n entre emisores de 0,5 m, la longitud máxima de ramal alcanza un valor de 206 metros.

En estos 206 metros, se albergarían 412 emisores separados 0,5 m entre ellos.

Esta longitud máxima se utiliza para el diseño de las subunidades, determinando así la anchura máxima de éstas.

En este caso de se tienen datos del fabricante, por lo que se ha utilizado la aplicación *Dimsub*, utilizada para el diseño y dimensionado de las unidades de riego localizado. Así mismo, la fórmula que se aplica para el cálculo de la longitud es la siguiente:

$$\frac{\Delta P_{lat}}{\gamma} = i \cdot n \cdot s + K_m \cdot \frac{0,464}{D^{4,75}} \cdot (n \cdot s)(n \cdot q)^{1,75} \cdot \left( \frac{1}{2,75} + \frac{1}{2n} + \frac{\sqrt{1,75 - 1}}{6n^2} \right)$$

Pudiendo obtenerse la longitud máxima por:

$$L_{max} = n \cdot s$$

Donde:

*n*: Número de derivaciones  
*s*: Separación entre emisores

Con respecto a la distancia entre los laterales, ésta no será uniforme y se distinguirá entre la separación entre laterales de la misma fila (L1) y entre laterales de filas contiguas (L2).

Las pérdidas de carga se calculan a través de la ecuación de *Blasius*, que se define con la siguiente ecuación:

$$h_r = C \cdot F \cdot (L + L_e \cdot n_{eL}) \cdot \frac{Q_L^{1,75}}{D^{4,75}}$$

Donde:

*C*: Coeficiente que depende de la temperatura, por lo que suponiendo 20°C para el caso del proyecto, tendrá un valor de 0,466  
*F*: Coeficiente de Christiansen generalizado, en función del número de derivaciones. Con un valor de 0,367.  
*L*: Longitud de la tubería, dada por las especificaciones del fabricante (206 metros)  
*L<sub>e</sub>*: Longitud equivalente  
*n<sub>eL</sub>*: Número de emisores en el lateral (412 emisores)  
*Q<sub>L</sub>*: Caudal del lateral (412 emisores por 1,6 l/h cada emisor)  
*D*: Diámetro interior del lateral

Tras conocer los componentes de la ecuación anterior, se sustituyen para calcular la incógnita del valor de la longitud equivalente.

$$25 = 0,466 \cdot 0,367 \cdot (206 + L_e \cdot 412) \cdot \frac{(412 \cdot 1,6)^{1,75}}{13,7^{4,75}}$$

De esta forma, se obtiene un valor de  $L_e$  correspondiente a 0,54 m.

### 5.3 PRESIÓN NECESARIA AL INICIO DE LA TUBERÍA

La presión al inicio de un lateral o terciaria debe ser suficiente para que la presión media en las derivaciones sea la necesaria para obtener el caudal por derivación diseñado.

En el caso de una tubería con distribución discreta, el cálculo será el siguiente:

$$\frac{P_0}{\gamma} = \frac{P}{\gamma} + \beta \cdot h_r + \alpha \cdot Z$$

Donde:

$\frac{P_0}{\gamma}$ : Presión necesaria en la tubería considerada (mca)

$\frac{P}{\gamma}$ : Presión media en la tubería considerada (mca)

Z: Desnivel de la tubería

$\beta$  y  $\alpha$ : Coeficientes adimensionales dados según el caso considerado, teniendo valores iguales a u1 puesto que el diseño se realiza con emisores autocompensantes.

En este caso, la presión necesaria al inicio de la tubería es de 3 bar, es decir, 30 mca. Con ello, se consigue tener en la punta final del lateral una presión de 5 mca, lo mínimo que para que pueda funcionar la instalación de riego correctamente.

### 5.4 PÉRDIDAS DE CARGA LOCALIZADAS

Las pérdidas de carga localizadas en una subunidad se producen en las conexiones de los elementos a la red, tanto en la conexión de los emisores en los laterales, como en la conexión de los laterales a la terciaria.



Estas pérdidas se pueden determinar mediante dos métodos. En primer lugar, el método de la longitud equivalente, que consiste en suponer que la conexión equivale a una longitud ficticia de tubería ( $L_e$ ) en la que se produce una pérdida de carga, debida al rozamiento, que equivaldría a la pérdida de carga localizada de la conexión.

En segundo lugar, el método del coeficiente mayorante ( $K_m$ ), mediante el que se aplica un coeficiente superior a 1, de forma que las pérdidas de carga localizadas pasan a considerarse como un porcentaje de las continuas.

En este proyecto, se utilizará el segundo método, con un valor de  $K_m = 1,1$  aunque también se llevará a cabo el cálculo de la longitud equivalente como un parámetro relevante para el dimensionado de las subunidades.

### 5.5 PÉRDIDAS DE CARGA CONTINUAS EN LATERALES Y TERCIARIAS

En el caso de las tuberías terciarias y laterales, cuando el espaciamiento entre laterales o emisores es constante, el caudal derivado en cada conexión se puede considerar constante y por tanto circula un caudal decreciente por la tubería. El caudal se obtendrá con la siguiente expresión:

$$Q = n \cdot q$$

Donde:

$n$ : Número de derivaciones, ya sean emisores o laterales

$q$ : Caudal derivado

De esta forma, al inicio del lateral se establece la presión necesaria para el funcionamiento de la instalación que será de 3 bar, es decir, 30 mca. Al final del lateral, se establece que la presión puede llegar a 0,5 bar, es decir, 5 mca, siendo la presión mínima de trabajo.

Así mismo, la diferencia de presión en el lateral será de 25 mca, tratándose de las pérdidas de carga del mismo lateral.

### 5.6 PÉRDIDAS DE CARGA TOTALES

Cuantificadas las pérdidas de carga continuas y todas las pérdidas localizadas se pueden obtener las pérdidas de carga totales con el siguiente sumatorio:

$$h_t = h_r + \sum h_{st}$$

## 6. RESOLUCIÓN DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO

### 6.1 DATOS DE PARTIDA

Para realizar los cálculos referentes a la resolución de las subunidades se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

- Marco de plantación: 6 x 3
- Caudal del emisor: 1,6 l/h
- Tipo de emisor: Autocompensante integrado en la tubería
- Presión mínima de trabajo: 10 mca
- Presión máxima de trabajo: 16 mca
- Separación entre emisores en el lateral: 0,5 m
- Doble lateral de fila de plantas
- Separación entre laterales que alimentan la misma fila:  $L_1 = 1,2$  m
- Separación entre laterales que alimentan a filas:  $L_2 = 3,8$  m
- Longitud equivalente: 0,54 m
- Coeficiente mayorante por pérdidas localizadas en la terciaria:  $Km = 1,2$
- Coeficiente de variación:  $CV = 7\%$
- Temperatura del agua para el cálculo: 20°C

Como las parcelas que constituyen la superficie regable no presentan todas ellas una forma regular, se toma la longitud para el lateral más desfavorable, es decir, se coge la longitud máxima que un lateral pudiera tener en esa subunidad. En cuanto a la pendiente del lateral, se tomará la de ese lateral de mayor longitud.

Las terciarias se instalan en todos los casos enterradas, distribuidas de la mejor forma posible en función de cada subunidad y su forma.

El dimensionado de subunidades se realiza con una alimentación de la terciaria en la mayoría de los casos por su extremo, aunque en dos subunidades se realiza por el punto medio. Con respecto al lateral, en todos los casos se realiza por el punto intermedio.

### 6.2 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Para el cálculo de la red de este proyecto se ha utilizado la aplicación informática *DimSub* desarrollada por la unidad docente de Ingeniería Rural de Universitat Politècnica de Valencia.

A continuación, se realizará el cálculo de la subunidad 1.1, con el fin de explicar el procedimiento de cálculo a seguir para las subunidades.

#### 6.2.1 CÁLCULO DE LA SUBUNIDAD 1.1

Tratándose de un emisor autocompensante, el primer paso para calcular la subunidad es el dimensionado del lateral, en el cual se obtienen las pérdidas de carga en este y, por tanto, la pérdida de carga que queda para la terciaria.

Se comienza por calcular el caudal del lateral, partiendo de los datos técnicos que aporta el fabricante que indica que la longitud máxima de ramal será de 206 metros.

$$Q_L = n \cdot q = 412 \cdot 1,6 = 659,2 \text{ l/h}$$

Donde:

$n$ : Número de emisores del lateral, obtenido dividiendo su longitud (206 m) entre el espaciamiento entre emisores (0,5 m)

$q$ : Caudal del emisor (l/h)

Para calcular el valor de la longitud equivalente, se aplica la ecuación de *Blasius* para las pérdidas de carga, que se define a continuación:

$$h_r = C \cdot F \cdot (L + L_e \cdot n_{eL}) \cdot \frac{Q_L^{1.75}}{D^{4.75}}$$

Donde:

$C$ : Coeficiente que depende de la temperatura, por lo que suponiendo 20°C para el caso del proyecto, tendrá un valor de 0,466

$F$ : Coeficiente de Christiansen generalizado, en función del número de derivaciones. Con un valor de 0,367.

$L$ : Longitud de la tubería, dada por las especificaciones del fabricante (206 metros)

$L_e$ : Longitud equivalente

$n_{eL}$ : Número de emisores en el lateral (412 emisores)

$Q_L$ : Caudal del lateral (412 emisores por 1,6 l/h cada emisor)

$D$ : Diámetro interior del lateral

Para poder conocer el valor de la longitud equivalente, se establece que al inicio de la instalación la presión necesaria para su funcionamiento será de 3 bar, es decir, 30 mca. Al final del lateral, se establece que la presión puede llegar a 0,5 bar, es decir, 5 mca, siendo la presión mínima de trabajo.

Así mismo, la diferencia de presión en el lateral será de 25 mca, tratándose de las pérdidas de carga del mismo lateral.

Con respecto a la distancia entre los laterales, ésta no será uniforme y se distinguirá entre la separación entre laterales de la misma fila (L1) y entre laterales de filas contiguas (L2).

Tras conocer los componentes de la ecuación anterior, se sustituyen para calcular la longitud equivalente.

$$25 = 0,466 \cdot 0,367 \cdot (206 + L_e \cdot 412) \cdot \frac{(412 \cdot 1,6)^{1,75}}{13,7^{4,75}}$$

De esta forma, se obtiene un valor de  $L_e$  correspondiente a 0,54 m.

Una vez conocido este dato, se calculan las pérdidas de carga para la subunidad 1.1, con la misma fórmula anterior, pero poniendo el dato de longitud de lateral correspondiente a esta subunidad.

$$h_r = 0,466 \cdot 0,367 \cdot (116,90 + 0,54 \cdot 234) \cdot \frac{234^{1,75}}{13,7^{4,75}} = 5,28 \text{ mca}$$

Para el cálculo de la presión requerida al inicio de la subunidad se necesitan los coeficientes  $\alpha$  y  $\beta$  que tiene valor de 1 para todas las subunidades por tratarse de un emisor autocompensante. También es necesario el desnivel, obtenido a partir de la pendiente. Con esto, el cálculo de la presión requerida al inicio del lateral es la siguiente:

$$\frac{P_0}{\gamma} = \frac{P}{\gamma} + \beta h_r + \alpha Z = 10 + 5,28 + (-3,10) = 12,18 \text{ mca}$$

$$\Delta h_L = 5,28 + (-3,10) = 2,18 \text{ mca}$$

Con esta variación de presión en el lateral, la pérdida de carga admisible en la terciaria será la siguiente:

$$\Delta h_t = \Delta H_s - \Delta h_L = 10 - 2,18 = 7,82 \text{ mca}$$

Así mismo, el caudal requerido al inicio de la terciaria será:

$$Q_t = n_L \cdot Q_L = (17 \cdot 2) \cdot 234 = 7956 \text{ l/h}$$

Donde:

$n_L$ : Número de laterales, obtenido a partir del número de filas

El diámetro mínimo de la tubería terciaria se obtiene despejándolo de la fórmula de Blasius de pérdidas de carga, anteriormente citada:

$$\Delta h_t = F \cdot C \cdot L \cdot K_m \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

$$\Delta h_T = \Delta Z_T + h_r \rightarrow h_r = \Delta h_T - \Delta Z_T = 7,82 - 1,02 = 6,8 \text{ mca}$$

$$D_T \geq \left( \frac{0,466 \cdot 0,367 \cdot (116,90 + 0,54 \cdot 234) \cdot 7956^{1,75}}{6,8} \right) = 40,06 \text{ mm}$$

De catálogo técnico comercial se adopta una tubería de PVC de DN 50 mm (46,80 mm de diámetro interno).

### 6.3 RESULTADOS DE CÁLCULO

En la siguiente tabla se muestran los resultados para cada una de las subunidades que forman la instalación.

Para la selección de los diámetros de las terciarias se ha establecido el diámetro mínimo en 50 mm puesto que a la hora de realizar los empalmes de la instalación con diámetros menores se producen más pérdidas de carga. Por ello, las subunidades con menores necesidades de diámetro de terciarias se mayoran hasta DN50.

Tabla 3. Resultado del dimensionado de las subunidades

Nº	Subunidad	Sector	Caudal inicio (l/h)	Presión inicio (mca)	Cota inicio (m)	Diámetro lateral (m)	Longitud laterales (m)	Diámetro terciaria (mm)	Longitud Terciaria DN1 (m)	Material	Coste Emisores y Laterales (€)	Coste Tubería Terciaria (€)	Coste Subunidad (€)	Alimentación Laterales	Alimentación Terciaria
1	1,1	1	13230,51	17,91	114,0	13,7	4203,0	50	102,0	PVC UNE EN 1452	1429,02	135,60	1564,62	P. intermedio	Extremo
2	1,2	1	5679,01	15,62	114,0	13,7	1770,0	50	78,7	PVC UNE EN 1452	601,80	127,52	729,32	P. intermedio	Extremo
3	1,3	1	7851,44	12,74	116,0	13,7	2449,0	50	44,6	PVC UNE EN 1452	832,66	59,32	891,98	P. intermedio	Extremo
4	2,1	1	24040,91	20,17	121,0	13,7	6725	63	132,0	PVC UNE EN 1452	2286,5	175,5	2462	P. intermedio	P. intermedio
5	2,2	1	21605,58	20,17	121,0	13,7	7480	63	173,0	PVC UNE EN 1452	2543,2	230,1	2773,3	P. intermedio	P. intermedio
6	3	1	16795,66	17,03	112,0	13,7	5215	63	114,0	PVC UNE EN 1452	1773,1	151,62	1924,72	P. intermedio	Extremo
7	4,1	2	9913,13	19,97	106,0	13,7	3189,0	50	109,1	PVC UNE EN 1452	1084,26	176,82	1261,08	P. intermedio	Extremo
8	4,2	2	19893,18	17,36	106,0	13,7	6187,0	50	107,4	PVC UNE EN 1452	2103,58	142,90	2246,48	P. intermedio	Extremo

ANEJO 3 - DISEÑO DE SUBUNIDADES

Nº	Subunidad	Sector	Caudal inicio (l/h)	Presión inicio (mca)	Cota inicio (m)	Diámetro lateral (m)	Longitud laterales (m)	Diámetro terciaria (m)	Longitud Terciaria DN1 (m)	Material	Coste Emisores y Laterales (€)	Coste Tubería Terciaria (€)	Coste Subunidad (€)	Alimentación Laterales	Alimentación Terciaria
9	4,3	2	3804,61	16,80	105,0	13,7	1367,0	50	61,7	PVC UNE EN 1452	556,58	82,06	638,64	P. intermedio	Extremo
10	5,1	2	1590,87	12,41	100,0	13,7	987,0	50	60,7	PVC UNE EN 1452	335,58	94,15	429,73	P. intermedio	Extremo
11	5,2	2	38997,09	16,67	106,0	13,7	24334,0	90	200,9	PVC UNE EN 1452	8273,56	267,2	8540,76	P. intermedio	Extremo
12	5,3	2	3260,32	13,08	106,0	13,7	1012,0	50	23,4	PVC UNE EN 1452	344,08	36,28	380,36	P. intermedio	Extremo
13	6,1	1	501,15	13,23	118,0	13,7	661,0	50	34,0	PVC UNE EN 1452	224,74	45,22	269,96	P. intermedio	Extremo
14	6,2	1	2039,72	13,72	118,0	13,7	1521,0	50	212,0	PVC UNE EN 1452	517,14	281,96	799,10	P. intermedio	Extremo
15	6,3	1	2367,97	17,84	118,0	13,7	1673,0	50	113,0	PVC UNE EN 1452	568,82	150,29	719,11	P. intermedio	Extremo

23.474,62 2.156,54 25.631,16

## ANEJO I: DATOS DE CÁLCULO DE CADA SUBUNIDAD

A continuación, se detallan los cálculos de diseño de las subunidades de riego.

<b>Denominación Subunidad</b>	<b>1.1</b>

<b>Características Emisor</b>	
<b>Tipo</b>	Auto Compensante
<b>Presión máxima en subunidad (m)</b>	20,0
<b>Presión mínima en subunidad (m)</b>	10,0

<b>Caudal del emisor (l/h):</b>	1,60
<b>Longitud equivalente emisor (m):</b>	0,54
<b>Coefficiente Variación emisor CV (%)</b>	7,0
<b>Número emisores por planta</b>	12

<b>Datos del lateral</b>	
--------------------------	--

<b>Alimentación del lateral</b>	Alimentado por punto intermedio
<b>Distancia inicial <math>S_0</math> (m)</b>	02,40
<b>Separación emisores <math>S</math> (m)</b>	0,50
<b>Longitud de lateral (m)</b>	116,90
<b>Diámetro interior lateral (mm)</b>	13,70
<b>Pendiente del lateral (%)</b>	-03,10

<b>Parámetros dimensionado lateral</b>	
--	--

<b>Variación máxima presión lateral (m)</b>	10,0
<b>Número de emisores en lateral</b>	230
<b>Pérdida de carga admisible lateral (m)</b>	13,62
<b>Desnivel en el lateral (m)</b>	-3,62
<b>Coefficiente C (Fórmula de Blasius)</b>	0,466
<b>Coefficiente M (<math>M = C/D^{4.75}</math>)</b>	1,85844E-06

<b>Resultados del lateral</b>	
-------------------------------	--

<b>Caudal inicio lateral (l/h)</b>	368
<b>Longitud tramo descendente (m)</b>	92,20
<b>Longitud tramo ascendente (m)</b>	24,70
<b>Pérdida de carga tramo descendente (mca)</b>	2,68
<b>Pérdida de carga tramo ascendente (mca)</b>	0,07
<b>Presión inicio lateral (mca)</b>	12,69
<b>Presión mínima tramo descendente (mca)</b>	10,0
<b>Presión mínima tramo ascedente (mca)</b>	11,85
<b>Variación presión lateral (mca)</b>	5,28
<b>Coefficiente Uniformidad lateral (%)</b>	97,98



<b>Parámetros dimensionado terciaria</b>	
Variación de presión máxima (m)	7,31
Caudal por derivación (l/h)	389,13
Longitud terciaria (m)	101,96
Desnivel terciaria (m)	01,02
Pérdida de carga admisible (m)	6,29

Caudal inicio terciaria (m)	13230,51
Diámetro interior mínimo terciaria (mm)	40,06

<b>Datos de la terciaria</b>	
Alimentación de la terciaria	Alimentada por el extremo
Disposición laterales terciaria	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Característica única
Distancia primer lateral inicio Lo (m)	4,76
Número filas de plantas en terciaria	17
Separación laterales misma fila (L1)	1,20
Separación laterales filas adyacentes (L2)	4,80
Pendiente de la terciaria (%)	1

<b>Resultados de la terciaria</b>	
Diámetro interior (mm)	46,80
Diámetro Nominal (mm)	50

Coefficiente Beta	1
Pérdida de carga (mca)	04,20
Variación de presión (mca)	05,44
Presión inicio terciaria (mca)	17,91
Presión final terciaria (mca)	12,69

<b>Resumen y Mediciones</b>	
Subunidad nº	1,1
Sector nº	1
Caudal inicio subunidad (l/h)	13230,51
Presión inicio subunidad (mca)	17,91
Presión mínima subunidad (mca)	5,0
Cota inicio subunidad (m)	116,0
Variación Presión subunidad (m)	10,0
Número total emisores subunidad	8406
Longitud total laterales (m)	4203
Longitud total terciaria (m)	102
Material terciaria	PVC UNE EN 1452

<b>Denominación Subunidad</b>	<b>1.2</b>

<b>Características Emisor</b>	
<b>Tipo</b>	Auto Compensante
<b>Presión máxima en subunidad (m)</b>	20,0
<b>Presión mínima en subunidad (m)</b>	10,0

<b>Caudal del emisor (l/h):</b>	1,60
<b>Longitud equivalente emisor (m):</b>	0,54
<b>Coefficiente Variación emisor CV (%)</b>	7,0
<b>Número emisores por planta</b>	12

<b>Datos del lateral</b>
--------------------------

<b>Alimentación del lateral</b>	Alimentado por punto intermedio
<b>Distancia inicial So (m)</b>	0,30
<b>Separación emisores S (m)</b>	0,50
<b>Longitud de lateral (m)</b>	96,80
<b>Diámetro interior lateral (mm)</b>	13,70
<b>Pendiente del lateral (%)</b>	-04,50

<b>Parámetros dimensionado lateral</b>
--

<b>Variación máxima presión lateral (m)</b>	10,0
<b>Número de emisores en lateral</b>	194
<b>Pérdida de carga admisible lateral (m)</b>	5,64
<b>Desnivel en el lateral (m)</b>	4,36
<b>Coefficiente C (Fórmula de Blasius)</b>	0,466
<b>Coefficiente M (<math>M = C/D^{4.75}</math>)</b>	1,85844E-06

<b>Resultados del lateral</b>
-------------------------------

<b>Caudal inicio lateral (l/h)</b>	310
<b>Longitud tramo descendente (m)</b>	89,15
<b>Longitud tramo ascendente (m)</b>	7,65
<b>Pérdida de carga tramo descendente (mca)</b>	2,47
<b>Pérdida de carga tramo ascendente (mca)</b>	0,0
<b>Presión inicio lateral (mca)</b>	12,50
<b>Presión mínima tramo descendente (mca)</b>	10,0
<b>Presión mínima tramo ascedente (mca)</b>	12,15
<b>Variación presión lateral (mca)</b>	2,50
<b>Coefficiente Uniformidad lateral (%)</b>	97,98

Parámetros dimensionado terciaria	
-----------------------------------	--

Variación de presión máxima (m)	7,50
Caudal por derivación (l/h)	218,42
Longitud terciaria (m)	78,72
Desnivel terciaria (m)	0,79
Pérdida de carga admisible (m)	6,71

Caudal inicio terciaria (m)	5679
Diámetro interior mínimo terciaria (mm)	29,61

Datos de la terciaria	
-----------------------	--

Alimentación de la terciaria	Alimentada por el extremo
Disposición laterales terciaria	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Característica única
Distancia primer lateral inicio Lo (m)	5,52
Número filas de plantas en terciaria	13
Separación laterales misma fila (L1)	1,20
Separación laterales filas adyacentes (L2)	4,80
Pendiente de la terciaria (%)	1

Resultados de la terciaria	
----------------------------	--

Diámetro interior (mm)	46,80
Diámetro Nominal (mm)	50

Coefficiente Beta	1
Pérdida de carga (mca)	02,33
Variación de presión (mca)	03,28
Presión inicio terciaria (mca)	15,62
Presión final terciaria (mca)	12,50

Resumen y Mediciones	
----------------------	--

Subunidad nº	1.2
Sector nº	1
Caudal inicio subunidad (l/h)	5679,00
Presión inicio subunidad (mca)	15,62
Presión mínima subunidad (mca)	5,0
Cota inicio subunidad (m)	109,0
Variación Presión subunidad (m)	10,0
Número total emisores subunidad	3540
Longitud total laterales (m)	1770
Longitud total terciaria (m)	79
Material terciaria	PVC UNE EN 1452

<b>Denominación Subunidad</b>	<b>1.3</b>

<b>Características Emisor</b>	
<b>Tipo</b>	Auto Compensante
<b>Presión máxima en subunidad (m)</b>	20,0
<b>Presión mínima en subunidad (m)</b>	10,0

<b>Caudal del emisor (l/h):</b>	1,60
<b>Longitud equivalente emisor (m):</b>	0,54
<b>Coefficiente Variación emisor CV (%)</b>	7,0
<b>Número emisores por planta</b>	12

<b>Datos del lateral</b>
--------------------------

<b>Alimentación del lateral</b>	Alimentado por punto intermedio
<b>Distancia inicial So (m)</b>	0,40
<b>Separación emisores S (m)</b>	0,50
<b>Longitud de lateral (m)</b>	77,40
<b>Diámetro interior lateral (mm)</b>	13,70
<b>Pendiente del lateral (%)</b>	-04,50

<b>Parámetros dimensionado lateral</b>
--

<b>Variación máxima presión lateral (m)</b>	10,0
<b>Número de emisores en lateral</b>	155
<b>Pérdida de carga admisible lateral (m)</b>	13,48
<b>Desnivel en el lateral (m)</b>	-3,48
<b>Coefficiente C (Fórmula de Blasius)</b>	0,466
<b>Coefficiente M (<math>M = C/D^{4.75}</math>)</b>	1,85844E-06

<b>Resultados del lateral</b>
-------------------------------

<b>Caudal inicio lateral (l/h)</b>	248
<b>Longitud tramo descendente (m)</b>	75,70
<b>Longitud tramo ascendente (m)</b>	1,70
<b>Pérdida de carga tramo descendente (mca)</b>	1,57
<b>Pérdida de carga tramo ascendente (mca)</b>	0,0
<b>Presión inicio lateral (mca)</b>	11,59
<b>Presión mínima tramo descendente (mca)</b>	10,0
<b>Presión mínima tramo ascedente (mca)</b>	11,51
<b>Variación presión lateral (mca)</b>	1,59
<b>Coefficiente Uniformidad lateral (%)</b>	97,98

Parámetros dimensionado terciaria	
Variación de presión máxima (m)	8,41
Caudal por derivación (l/h)	490,71
Longitud terciaria (m)	44,60
Desnivel terciaria (m)	0,45
Pérdida de carga admisible (m)	7,96

Caudal inicio terciaria (m)	7851,44
Diámetro interior mínimo terciaria (mm)	28,10

Datos de la terciaria	
Alimentación de la terciaria	Alimentada por el extremo
Disposición laterales terciaria	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Característica única
Distancia primer lateral inicio Lo (m)	1,40
Número filas de plantas en terciaria	8
Separación laterales misma fila (L1)	1,20
Separación laterales filas adyacentes (L2)	4,80
Pendiente de la terciaria (%)	1

Resultados de la terciaria	
Diámetro interior (mm)	46,80
Diámetro Nominal (mm)	50

Coefficiente Beta	1
Pérdida de carga (mca)	0,71
Variación de presión (mca)	01,26
Presión inicio terciaria (mca)	12,74
Presión final terciaria (mca)	11,59

Resumen y Mediciones	
Subunidad nº	1.3
Sector nº	1
Caudal inicio subunidad (l/h)	7851,44
Presión inicio subunidad (mca)	12,74
Presión mínima subunidad (mca)	5,0
Cota inicio subunidad (m)	116,0
Variación Presión subunidad (m)	10,0
Número total emisores subunidad	4898
Longitud total laterales (m)	2449
Longitud total terciaria (m)	45
Material terciaria	PVC UNE EN 1452

<b>Denominación Subunidad</b>	<b>2.1</b>

<b>Características Emisor</b>	
<b>Tipo</b>	Auto Compensante
<b>Presión máxima en subunidad (m)</b>	20,0
<b>Presión mínima en subunidad (m)</b>	10,0

<b>Caudal del emisor (l/h):</b>	1,60
<b>Longitud equivalente emisor (m):</b>	0,54
<b>Coefficiente Variación emisor CV (%)</b>	7,0
<b>Número emisores por planta</b>	12

<b>Datos del lateral</b>
--------------------------

<b>Alimentación del lateral</b>	Alimentado por punto intermedio
<b>Distancia inicial So (m)</b>	-0,10
<b>Separación emisores S (m)</b>	0,50
<b>Longitud de lateral (m)</b>	141,40
<b>Diámetro interior lateral (mm)</b>	13,70
<b>Pendiente del lateral (%)</b>	7,0

<b>Parámetros dimensionado lateral</b>
--

<b>Variación máxima presión lateral (m)</b>	10,0
<b>Número de emisores en lateral</b>	284
<b>Pérdida de carga admisible lateral (m)</b>	19,90
<b>Desnivel en el lateral (m)</b>	9,90
<b>Coefficiente C (Fórmula de Blasius)</b>	0,466
<b>Coefficiente M (<math>M = C/D^{4.75}</math>)</b>	1,85844E-06

<b>Resultados del lateral</b>
-------------------------------

<b>Caudal inicio lateral (l/h)</b>	454
<b>Longitud tramo descendente (m)</b>	136,21
<b>Longitud tramo ascendente (m)</b>	30,2
<b>Pérdida de carga tramo descendente (mca)</b>	7,61
<b>Pérdida de carga tramo ascendente (mca)</b>	01,0
<b>Presión inicio lateral (mca)</b>	18,38
<b>Presión mínima tramo descendente (mca)</b>	10
<b>Presión mínima tramo ascedente (mca)</b>	14,76
<b>Variación presión lateral (mca)</b>	10,0
<b>Coefficiente Uniformidad lateral (%)</b>	97,98

Parámetros dimensionado terciaria	
-----------------------------------	--

Variación de presión máxima (m)	13,75
Caudal por derivación (l/h)	546,38
Longitud terciaria (m)	132,17
Desnivel terciaria (m)	01,32
Pérdida de carga admisible (m)	12,43

Caudal inicio terciaria (m)	24040,91
Diámetro interior mínimo terciaria (mm)	48,90

Datos de la terciaria	
-----------------------	--

Alimentación de la terciaria	Alimentada por punto intermedio
Disposición laterales terciaria	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Característica única
Distancia primer lateral inicio Lo (m)	4,97
Número filas de plantas en terciaria	22
Separación laterales misma fila (L1)	1,20
Separación laterales filas adyacentes (L2)	4,80
Pendiente de la terciaria (%)	1

Resultados de la terciaria	
----------------------------	--

Diámetro interior (mm)	59,0
Diámetro Nominal (mm)	63

Coeficiente Beta	1
Pérdida de carga (mca)	05,09
Variación de presión (mca)	06,63
Presión inicio terciaria (mca)	20,17
Presión final terciaria (mca)	13,75

Resumen y Mediciones	
----------------------	--

Subunidad nº	2.1
Sector nº	1
Caudal inicio subunidad (l/h)	24040,91
Presión inicio subunidad (mca)	20,17
Presión mínima subunidad (mca)	5,0
Cota inicio subunidad (m)	121,0
Variación Presión subunidad (m)	10,0
Número total emisores subunidad	14960
Longitud total laterales (m)	7480
Longitud total terciaria (m)	132
Material terciaria	PVC UNE EN 1452

<b>Denominación Subunidad</b>	<b>2.2</b>

<b>Características Emisor</b>	
<b>Tipo</b>	Auto Compensante
<b>Presión máxima en subunidad (m)</b>	20,0
<b>Presión mínima en subunidad (m)</b>	10,0

<b>Caudal del emisor (l/h):</b>	1,60
<b>Longitud equivalente emisor (m):</b>	0,54
<b>Coefficiente Variación emisor CV (%)</b>	7,0
<b>Número emisores por planta</b>	12

<b>Datos del lateral</b>	
--------------------------	--

<b>Alimentación del lateral</b>	Alimentado por punto intermedio
<b>Distancia inicial So (m)</b>	-0,10
<b>Separación emisores S (m)</b>	0,50
<b>Longitud de lateral (m)</b>	160,90
<b>Diámetro interior lateral (mm)</b>	13,70
<b>Pendiente del lateral (%)</b>	-07,0

<b>Parámetros dimensionado lateral</b>	
--	--

<b>Variación máxima presión lateral (m)</b>	10,0
<b>Número de emisores en lateral</b>	323
<b>Pérdida de carga admisible lateral (m)</b>	21,26
<b>Desnivel en el lateral (m)</b>	-11,26
<b>Coefficiente C (Fórmula de Blasius)</b>	0,466
<b>Coefficiente M (<math>M = C/D^{4.75}</math>)</b>	1,85844E-06

<b>Resultados del lateral</b>	
-------------------------------	--

<b>Caudal inicio lateral (l/h)</b>	517
<b>Longitud tramo descendente (m)</b>	133,45
<b>Longitud tramo ascendente (m)</b>	27,45
<b>Pérdida de carga tramo descendente (mca)</b>	7,50
<b>Pérdida de carga tramo ascendente (mca)</b>	0,10
<b>Presión inicio lateral (mca)</b>	17,58
<b>Presión mínima tramo descendente (mca)</b>	10,0
<b>Presión mínima tramo ascedente (mca)</b>	15,56
<b>Variación presión lateral (mca)</b>	7,58
<b>Coefficiente Uniformidad lateral (%)</b>	97,98



**Parámetros dimensionado terciaria**

Variación de presión máxima (m)	13,75
Caudal por derivación (l/h)	372,5
Longitud terciaria (m)	172,74
Desnivel terciaria (m)	01,73
Pérdida de carga admisible (m)	12,02

Caudal inicio terciaria (m)	21605,58
Diámetro interior mínimo terciaria (mm)	49,81

**Datos de la terciaria**

Alimentación de la terciaria	Alimentada por el extremo
Disposición laterales terciaria	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Característica única
Distancia primer lateral inicio Lo (m)	3,54
Número filas de plantas en terciaria	29
Separación laterales misma fila (L1)	1,20
Separación laterales filas adyacentes (L2)	4,80
Pendiente de la terciaria (%)	1

**Resultados de la terciaria**

Diámetro interior (mm)	59,0
Diámetro Nominal (mm)	63

Coefficiente Beta	1
Pérdida de carga (mca)	05,38
Variación de presión (mca)	07,29
Presión inicio terciaria (mca)	20,86
Presión final terciaria (mca)	13,75

**Resumen y Mediciones**

Subunidad nº	2.2
Sector nº	1
Caudal inicio subunidad (l/h)	21605,58
Presión inicio subunidad (mca)	20,86
Presión mínima subunidad (mca)	5,0
Cota inicio subunidad (m)	121,0
Variación Presión subunidad (m)	10,0
Número total emisores subunidad	13450
Longitud total laterales (m)	6725
Longitud total terciaria (m)	173
Material terciaria	PVC UNE EN 1452

<b>Denominación Subunidad</b>	<b>3</b>

<b>Características Emisor</b>	
<b>Tipo</b>	Auto Compensante
<b>Presión máxima en subunidad (m)</b>	20,0
<b>Presión mínima en subunidad (m)</b>	10,0

<b>Caudal del emisor (l/h):</b>	1,60
<b>Longitud equivalente emisor (m):</b>	0,54
<b>Coefficiente Variación emisor CV (%)</b>	7,0
<b>Número emisores por planta</b>	12

<b>Datos del lateral</b>	
--------------------------	--

<b>Alimentación del lateral</b>	Alimentado por punto intermedio
<b>Distancia inicial So (m)</b>	-0,20
<b>Separación emisores S (m)</b>	0,50
<b>Longitud de lateral (m)</b>	102,80
<b>Diámetro interior lateral (mm)</b>	13,70
<b>Pendiente del lateral (%)</b>	-03,0

<b>Parámetros dimensionado lateral</b>	
--	--

<b>Variación máxima presión lateral (m)</b>	10,0
<b>Número de emisores en lateral</b>	207
<b>Pérdida de carga admisible lateral (m)</b>	13,08
<b>Desnivel en el lateral (m)</b>	-3,08
<b>Coefficiente C (Fórmula de Blasius)</b>	0,466
<b>Coefficiente M (<math>M = C/D^{4.75}</math>)</b>	1,85844E-06

<b>Resultados del lateral</b>	
-------------------------------	--

<b>Caudal inicio lateral (l/h)</b>	331
<b>Longitud tramo descendente (m)</b>	83,90
<b>Longitud tramo ascendente (m)</b>	18,90
<b>Pérdida de carga tramo descendente (mca)</b>	2,09
<b>Pérdida de carga tramo ascendente (mca)</b>	0,04
<b>Presión inicio lateral (mca)</b>	12,13
<b>Presión mínima tramo descendente (mca)</b>	10,0
<b>Presión mínima tramo ascedente (mca)</b>	11,52
<b>Variación presión lateral (mca)</b>	2,13
<b>Coefficiente Uniformidad lateral (%)</b>	97,98

Parámetros dimensionado terciaria	
-----------------------------------	--

Variación de presión máxima (m)	7,87
Caudal por derivación (l/h)	441,99
Longitud terciaria (m)	113,66
Desnivel terciaria (m)	01,14
Pérdida de carga admisible (m)	6,74

Caudal inicio terciaria (m)	16795,66
Diámetro interior mínimo terciaria (mm)	47,23

Datos de la terciaria	
-----------------------	--

Alimentación de la terciaria	Alimentada por el extremo
Disposición laterales terciaria	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Característica única
Distancia primer lateral inicio Lo (m)	1,40
Número filas de plantas en terciaria	19
Separación laterales misma fila (L1)	1,20
Separación laterales filas adyacentes (L2)	4,80
Pendiente de la terciaria (%)	1

Resultados de la terciaria	
----------------------------	--

Diámetro interior (mm)	59,0
Diámetro Nominal (mm)	63

Coefficiente Beta	1
Pérdida de carga (mca)	0,71
Variación de presión (mca)	01,0
Presión inicio terciaria (mca)	17,03
Presión final terciaria (mca)	11,59

Resumen y Mediciones	
----------------------	--

Subunidad nº	3
Sector nº	1
Caudal inicio subunidad (l/h)	16795,66
Presión inicio subunidad (mca)	17,03
Presión mínima subunidad (mca)	5,0
Cota inicio subunidad (m)	112,0
Variación Presión subunidad (m)	10,0
Número total emisores subunidad	10430
Longitud total laterales (m)	5215
Longitud total terciaria (m)	114
Material terciaria	PVC UNE EN 1452

<b>Denominación Subunidad</b>	<b>4.1</b>

<b>Características Emisor</b>	
<b>Tipo</b>	Auto Compensante
<b>Presión máxima en subunidad (m)</b>	20,0
<b>Presión mínima en subunidad (m)</b>	10,0

<b>Caudal del emisor (l/h):</b>	1,60
<b>Longitud equivalente emisor (m):</b>	0,54
<b>Coefficiente Variación emisor CV (%)</b>	7,0
<b>Número emisores por planta</b>	12

<b>Datos del lateral</b>
--------------------------

<b>Alimentación del lateral</b>	Alimentado por punto intermedio
<b>Distancia inicial So (m)</b>	02,60
<b>Separación emisores S (m)</b>	0,50
<b>Longitud de lateral (m)</b>	73,60
<b>Diámetro interior lateral (mm)</b>	13,70
<b>Pendiente del lateral (%)</b>	-03,0

<b>Parámetros dimensionado lateral</b>
--

<b>Variación máxima presión lateral (m)</b>	10,0
<b>Número de emisores en lateral</b>	143
<b>Pérdida de carga admisible lateral (m)</b>	12,21
<b>Desnivel en el lateral (m)</b>	-2,21
<b>Coefficiente C (Fórmula de Blasius)</b>	0,466
<b>Coefficiente M (<math>M = C/D^{4.75}</math>)</b>	1,85844E-06

<b>Resultados del lateral</b>
-------------------------------

<b>Caudal inicio lateral (l/h)</b>	229
<b>Longitud tramo descendente (m)</b>	69,30
<b>Longitud tramo ascendente (m)</b>	4,30
<b>Pérdida de carga tramo descendente (mca)</b>	1,21
<b>Pérdida de carga tramo ascendente (mca)</b>	0,0
<b>Presión inicio lateral (mca)</b>	11,21
<b>Presión mínima tramo descendente (mca)</b>	10,0
<b>Presión mínima tramo ascedente (mca)</b>	11,08
<b>Variación presión lateral (mca)</b>	1,21
<b>Coefficiente Uniformidad lateral (%)</b>	97,98

Parámetros dimensionado terciaria	
-----------------------------------	--

Variación de presión máxima (m)	8,79
Caudal por derivación (l/h)	260,87
Longitud terciaria (m)	109,15
Desnivel terciaria (m)	01,09
Pérdida de carga admisible (m)	7,70

Caudal inicio terciaria (m)	9913,13
Diámetro interior mínimo terciaria (mm)	36,97

Datos de la terciaria	
-----------------------	--

Alimentación de la terciaria	Alimentada por el extremo
Disposición laterales terciaria	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Característica única
Distancia primer lateral inicio Lo (m)	0,14
Número filas de plantas en terciaria	19
Separación laterales misma fila (L1)	1,20
Separación laterales filas adyacentes (L2)	4,80
Pendiente de la terciaria (%)	1

Resultados de la terciaria	
----------------------------	--

Diámetro interior (mm)	46,80
Diámetro Nominal (mm)	50

Coefficiente Beta	1
Pérdida de carga (mca)	07,67
Variación de presión (mca)	09,18
Presión inicio terciaria (mca)	19,97
Presión final terciaria (mca)	11,21

Resumen y Mediciones	
----------------------	--

Subunidad nº	4.1
Sector nº	2
Caudal inicio subunidad (l/h)	9913,13
Presión inicio subunidad (mca)	19,97
Presión mínima subunidad (mca)	5,0
Cota inicio subunidad (m)	106,0
Variación Presión subunidad (m)	10,0
Número total emisores subunidad	6378
Longitud total laterales (m)	3189
Longitud total terciaria (m)	109
Material terciaria	PVC UNE EN 1452

<b>Denominación Subunidad</b>	<b>4.2</b>

<b>Características Emisor</b>	
<b>Tipo</b>	Auto Compensante
<b>Presión máxima en subunidad (m)</b>	20,0
<b>Presión mínima en subunidad (m)</b>	10,0

<b>Caudal del emisor (l/h):</b>	1,60
<b>Longitud equivalente emisor (m):</b>	0,54
<b>Coefficiente Variación emisor CV (%)</b>	7,0
<b>Número emisores por planta</b>	12

<b>Datos del lateral</b>	
--------------------------	--

<b>Alimentación del lateral</b>	Alimentado por punto intermedio
<b>Distancia inicial So (m)</b>	0,20
<b>Separación emisores S (m)</b>	0,50
<b>Longitud de lateral (m)</b>	65,20
<b>Diámetro interior lateral (mm)</b>	13,70
<b>Pendiente del lateral (%)</b>	-03,0

<b>Parámetros dimensionado lateral</b>	
--	--

<b>Variación máxima presión lateral (m)</b>	10,0
<b>Número de emisores en lateral</b>	131
<b>Pérdida de carga admisible lateral (m)</b>	11,96
<b>Desnivel en el lateral (m)</b>	-1,96
<b>Coefficiente C (Fórmula de Blasius)</b>	0,466
<b>Coefficiente M (<math>M = C/D^{4.75}</math>)</b>	1,85844E-06

<b>Resultados del lateral</b>	
-------------------------------	--

<b>Caudal inicio lateral (l/h)</b>	210
<b>Longitud tramo descendente (m)</b>	63,10
<b>Longitud tramo ascendente (m)</b>	2,10
<b>Pérdida de carga tramo descendente (mca)</b>	,95
<b>Pérdida de carga tramo ascendente (mca)</b>	0,0
<b>Presión inicio lateral (mca)</b>	10,97
<b>Presión mínima tramo descendente (mca)</b>	10,0
<b>Presión mínima tramo ascedente (mca)</b>	10,91
<b>Variación presión lateral (mca)</b>	,97
<b>Coefficiente Uniformidad lateral (%)</b>	97,98

Parámetros dimensionado terciaria	
-----------------------------------	--

Variación de presión máxima (m)	9,03
Caudal por derivación (l/h)	552,59
Longitud terciaria (m)	107,44
Desnivel terciaria (m)	01,07
Pérdida de carga admisible (m)	7,96

Caudal inicio terciaria (m)	19893,17
Diámetro interior mínimo terciaria (mm)	47,96

Datos de la terciaria	
-----------------------	--

Alimentación de la terciaria	Alimentada por el extremo
Disposición laterales terciaria	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Característica única
Distancia primer lateral inicio Lo (m)	4,24
Número filas de plantas en terciaria	18
Separación laterales misma fila (L1)	1,20
Separación laterales filas adyacentes (L2)	4,80
Pendiente de la terciaria (%)	1

Resultados de la terciaria	
----------------------------	--

Diámetro interior (mm)	46,80
Diámetro Nominal (mm)	50

Coefficiente Beta	1
Pérdida de carga (mca)	08,94
Variación de presión (mca)	10,43
Presión inicio terciaria (mca)	20,98
Presión final terciaria (mca)	10,97

Resumen y Mediciones	
----------------------	--

Subunidad nº	4.2
Sector nº	2
Caudal inicio subunidad (l/h)	19893,18
Presión inicio subunidad (mca)	20,98
Presión mínima subunidad (mca)	5,0
Cota inicio subunidad (m)	106,0
Variación Presión subunidad (m)	10,0
Número total emisores subunidad	12374
Longitud total laterales (m)	6187
Longitud total terciaria (m)	107
Material terciaria	PVC UNE EN 1452

<b>Denominación Subunidad</b>	<b>4.3</b>

<b>Características Emisor</b>	
<b>Tipo</b>	Auto Compensante
<b>Presión máxima en subunidad (m)</b>	20,0
<b>Presión mínima en subunidad (m)</b>	10,0

<b>Caudal del emisor (l/h):</b>	1,60
<b>Longitud equivalente emisor (m):</b>	0,54
<b>Coefficiente Variación emisor CV (%)</b>	7,0
<b>Número emisores por planta</b>	12

<b>Datos del lateral</b>
--------------------------

<b>Alimentación del lateral</b>	Alimentado por punto intermedio
<b>Distancia inicial So (m)</b>	0,30
<b>Separación emisores S (m)</b>	0,50
<b>Longitud de lateral (m)</b>	30,80
<b>Diámetro interior lateral (mm)</b>	13,70
<b>Pendiente del lateral (%)</b>	-05,0

<b>Parámetros dimensionado lateral</b>
--

<b>Variación máxima presión lateral (m)</b>	10,0
<b>Número de emisores en lateral</b>	62
<b>Pérdida de carga admisible lateral (m)</b>	11,54
<b>Desnivel en el lateral (m)</b>	-1,54
<b>Coefficiente C (Fórmula de Blasius)</b>	0,466
<b>Coefficiente M (<math>M = C/D^{4.75}</math>)</b>	1,85844E-06

<b>Resultados del lateral</b>
-------------------------------

<b>Caudal inicio lateral (l/h)</b>	99
<b>Longitud tramo descendente (m)</b>	,20
<b>Longitud tramo ascendente (m)</b>	35,80
<b>Pérdida de carga tramo descendente (mca)</b>	,0
<b>Pérdida de carga tramo ascendente (mca)</b>	0,06
<b>Presión inicio lateral (mca)</b>	16,80
<b>Presión mínima tramo descendente (mca)</b>	10,43
<b>Presión mínima tramo ascedente (mca)</b>	10,0
<b>Variación presión lateral (mca)</b>	6,37
<b>Coefficiente Uniformidad lateral (%)</b>	97,98



Parámetros dimensionado terciaria	
-----------------------------------	--

Variación de presión máxima (m)	10,20
Caudal por derivación (l/h)	172,94
Longitud terciaria (m)	61,73
Desnivel terciaria (m)	0,62
Pérdida de carga admisible (m)	10,79

Caudal inicio terciaria (m)	3804,61
Diámetro interior mínimo terciaria (mm)	21,47

Datos de la terciaria	
-----------------------	--

Alimentación de la terciaria	Alimentada por el extremo
Disposición laterales terciaria	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Característica única
Distancia primer lateral inicio Lo (m)	0,54
Número filas de plantas en terciaria	11
Separación laterales misma fila (L1)	1,20
Separación laterales filas adyacentes (L2)	4,80
Pendiente de la terciaria (%)	1

Resultados de la terciaria	
----------------------------	--

Diámetro interior (mm)	46,80
Diámetro Nominal (mm)	50

Coefficiente Beta	1
Pérdida de carga (mca)	0,0
Variación de presión (mca)	0,66
Presión inicio terciaria (mca)	16,80
Presión final terciaria (mca)	11,40

Resumen y Mediciones	
----------------------	--

Subunidad nº	4.3
Sector nº	2
Caudal inicio subunidad (l/h)	3804,61
Presión inicio subunidad (mca)	16,80
Presión mínima subunidad (mca)	5,0
Cota inicio subunidad (m)	105,0
Variación Presión subunidad (m)	10,0
Número total emisores subunidad	2734
Longitud total laterales (m)	1367
Longitud total terciaria (m)	62
Material terciaria	PVC UNE EN 1452

<b>Denominación Subunidad</b>	<b>5.1</b>

<b>Características Emisor</b>	
<b>Tipo</b>	Auto Compensante
<b>Presión máxima en subunidad (m)</b>	20,0
<b>Presión mínima en subunidad (m)</b>	10,0

<b>Caudal del emisor (l/h):</b>	1,60
<b>Longitud equivalente emisor (m):</b>	0,54
<b>Coefficiente Variación emisor CV (%)</b>	7,0
<b>Número emisores por planta</b>	12

<b>Datos del lateral</b>	
--------------------------	--

<b>Alimentación del lateral</b>	Alimentado por punto intermedio
<b>Distancia inicial So (m)</b>	14,80
<b>Separación emisores S (m)</b>	0,50
<b>Longitud de lateral (m)</b>	28,80
<b>Diámetro interior lateral (mm)</b>	13,70
<b>Pendiente del lateral (%)</b>	-03,0

<b>Parámetros dimensionado lateral</b>	
--	--

<b>Variación máxima presión lateral (m)</b>	10,0
<b>Número de emisores en lateral</b>	29
<b>Pérdida de carga admisible lateral (m)</b>	10,86
<b>Desnivel en el lateral (m)</b>	-,86
<b>Coefficiente C (Fórmula de Blasius)</b>	0,466
<b>Coefficiente M (<math>M = C/D^{4.75}</math>)</b>	1,85844E-06

<b>Resultados del lateral</b>	
-------------------------------	--

<b>Caudal inicio lateral (l/h)</b>	46
<b>Longitud tramo descendente (m)</b>	-,10
<b>Longitud tramo ascendente (m)</b>	28,90
<b>Pérdida de carga tramo descendente (mca)</b>	,0
<b>Pérdida de carga tramo ascendente (mca)</b>	0,07
<b>Presión inicio lateral (mca)</b>	10,94
<b>Presión mínima tramo descendente (mca)</b>	10,94
<b>Presión mínima tramo ascedente (mca)</b>	10,0
<b>Variación presión lateral (mca)</b>	,94
<b>Coefficiente Uniformidad lateral (%)</b>	97,98

Parámetros dimensionado terciaria	
-----------------------------------	--

Variación de presión máxima (m)	9,06
Caudal por derivación (l/h)	79,54
Longitud terciaria (m)	60,74
Desnivel terciaria (m)	0,61
Pérdida de carga admisible (m)	8,45

Caudal inicio terciaria (m)	1590,87
Diámetro interior mínimo terciaria (mm)	16,81

Datos de la terciaria	
-----------------------	--

Alimentación de la terciaria	Alimentada por el extremo
Disposición laterales terciaria	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Característica única
Distancia primer lateral inicio Lo (m)	5,54
Número filas de plantas en terciaria	10
Separación laterales misma fila (L1)	1,20
Separación laterales filas adyacentes (L2)	4,80
Pendiente de la terciaria (%)	1

Resultados de la terciaria	
----------------------------	--

Diámetro interior (mm)	46,80
Diámetro Nominal (mm)	50

Coefficiente Beta	1
Pérdida de carga (mca)	0,86
Variación de presión (mca)	01,56
Presión inicio terciaria (mca)	12,41
Presión final terciaria (mca)	10,94

Resumen y Mediciones	
----------------------	--

Subunidad nº	5.1
Sector nº	2
Caudal inicio subunidad (l/h)	1590,87
Presión inicio subunidad (mca)	12,41
Presión mínima subunidad (mca)	5,0
Cota inicio subunidad (m)	100,0
Variación Presión subunidad (m)	10,0
Número total emisores subunidad	1974
Longitud total laterales (m)	987
Longitud total terciaria (m)	61
Material terciaria	PVC UNE EN 1452

<b>Denominación Subunidad</b>	<b>5.2</b>

<b>Características Emisor</b>	
<b>Tipo</b>	Auto Compensante
<b>Presión máxima en subunidad (m)</b>	20,0
<b>Presión mínima en subunidad (m)</b>	10,0

<b>Caudal del emisor (l/h):</b>	1,60
<b>Longitud equivalente emisor (m):</b>	0,54
<b>Coefficiente Variación emisor CV (%)</b>	7,0
<b>Número emisores por planta</b>	12

<b>Datos del lateral</b>
--------------------------

<b>Alimentación del lateral</b>	Alimentado por punto intermedio
<b>Distancia inicial So (m)</b>	-0,20
<b>Separación emisores S (m)</b>	0,50
<b>Longitud de lateral (m)</b>	152,80
<b>Diámetro interior lateral (mm)</b>	13,70
<b>Pendiente del lateral (%)</b>	-04,0

<b>Parámetros dimensionado lateral</b>
--

<b>Variación máxima presión lateral (m)</b>	10,0
<b>Número de emisores en lateral</b>	307
<b>Pérdida de carga admisible lateral (m)</b>	16,11
<b>Desnivel en el lateral (m)</b>	-6,11
<b>Coefficiente C (Fórmula de Blasius)</b>	0,466
<b>Coefficiente M (<math>M = C/D^{4.75}</math>)</b>	1,85844E-06

<b>Resultados del lateral</b>
-------------------------------

<b>Caudal inicio lateral (l/h)</b>	491
<b>Longitud tramo descendente (m)</b>	112,90
<b>Longitud tramo ascendente (m)</b>	39,90
<b>Pérdida de carga tramo descendente (mca)</b>	4,73
<b>Pérdida de carga tramo ascendente (mca)</b>	0,28
<b>Presión inicio lateral (mca)</b>	14,80
<b>Presión mínima tramo descendente (mca)</b>	10,0
<b>Presión mínima tramo ascedente (mca)</b>	12,92
<b>Variación presión lateral (mca)</b>	4,80
<b>Coefficiente Uniformidad lateral (%)</b>	97,98

Parámetros dimensionado terciaria	
-----------------------------------	--

Variación de presión máxima (m)	5,20
Caudal por derivación (l/h)	1150,72
Longitud terciaria (m)	200,93
Desnivel terciaria (m)	02,01
Pérdida de carga admisible (m)	3,19

Caudal inicio terciaria (m)	78249,03
Diámetro interior mínimo terciaria (mm)	108,78

Datos de la terciaria	
-----------------------	--

Alimentación de la terciaria	Alimentada por el extremo
Disposición laterales terciaria	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Característica única
Distancia primer lateral inicio Lo (m)	1,72
Número filas de plantas en terciaria	34
Separación laterales misma fila (L1)	1,20
Separación laterales filas adyacentes (L2)	4,80
Pendiente de la terciaria (%)	1

Resultados de la terciaria	
----------------------------	--

Diámetro interior (mm)	46,80
Diámetro Nominal (mm)	50

Coefficiente Beta	1
Pérdida de carga (mca)	175,43
Variación de presión (mca)	181,72
Presión inicio terciaria (mca)	192,24
Presión final terciaria (mca)	14,80

Resumen y Mediciones	
----------------------	--

Subunidad nº	5.2
Sector nº	2
Caudal inicio subunidad (l/h)	78249,03
Presión inicio subunidad (mca)	192,24
Presión mínima subunidad (mca)	5,0
Cota inicio subunidad (m)	106,0
Variación Presión subunidad (m)	10,0
Número total emisores subunidad	48668
Longitud total laterales (m)	24334
Longitud total terciaria (m)	201
Material terciaria	PVC UNE EN 1452

<b>Denominación Subunidad</b>	<b>5.3</b>

<b>Características Emisor</b>	
<b>Tipo</b>	Auto Compensante
<b>Presión máxima en subunidad (m)</b>	20,0
<b>Presión mínima en subunidad (m)</b>	10,0

<b>Caudal del emisor (l/h):</b>	1,60
<b>Longitud equivalente emisor (m):</b>	0,54
<b>Coefficiente Variación emisor CV (%)</b>	7,0
<b>Número emisores por planta</b>	12

<b>Datos del lateral</b>
--------------------------

<b>Alimentación del lateral</b>	Alimentado por punto intermedio
<b>Distancia inicial So (m)</b>	0,10
<b>Separación emisores S (m)</b>	0,50
<b>Longitud de lateral (m)</b>	61,60
<b>Diámetro interior lateral (mm)</b>	13,70
<b>Pendiente del lateral (%)</b>	-04,0

<b>Parámetros dimensionado lateral</b>
--

<b>Variación máxima presión lateral (m)</b>	10,0
<b>Número de emisores en lateral</b>	124
<b>Pérdida de carga admisible lateral (m)</b>	12,46
<b>Desnivel en el lateral (m)</b>	-2,46
<b>Coefficiente C (Fórmula de Blasius)</b>	0,466
<b>Coefficiente M (<math>M = C/D^{4.75}</math>)</b>	1,85844E-06

<b>Resultados del lateral</b>
-------------------------------

<b>Caudal inicio lateral (l/h)</b>	198
<b>Longitud tramo descendente (m)</b>	,36
<b>Longitud tramo ascendente (m)</b>	,91
<b>Pérdida de carga tramo descendente (mca)</b>	-1,55
<b>Pérdida de carga tramo ascendente (mca)</b>	01,0
<b>Presión inicio lateral (mca)</b>	20,0
<b>Presión mínima tramo descendente (mca)</b>	11,55
<b>Presión mínima tramo ascedente (mca)</b>	13,11
<b>Variación presión lateral (mca)</b>	10,0
<b>Coefficiente Uniformidad lateral (%)</b>	97,98

Parámetros dimensionado terciaria	
-----------------------------------	--

Variación de presión máxima (m)	11,55
Caudal por derivación (l/h)	407,54
Longitud terciaria (m)	23,41
Desnivel terciaria (m)	0,23
Pérdida de carga admisible (m)	11,32

Caudal inicio terciaria (m)	3260,32
Diámetro interior mínimo terciaria (mm)	17,22

Datos de la terciaria	
-----------------------	--

Alimentación de la terciaria	Alimentada por el extremo
Disposición laterales terciaria	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Característica única
Distancia primer lateral inicio Lo (m)	4,21
Número filas de plantas en terciaria	4
Separación laterales misma fila (L1)	1,20
Separación laterales filas adyacentes (L2)	4,80
Pendiente de la terciaria (%)	1

Resultados de la terciaria	
----------------------------	--

Diámetro interior (mm)	46,80
Diámetro Nominal (mm)	50

Coefficiente Beta	1
Pérdida de carga (mca)	01,29
Variación de presión (mca)	01,75
Presión inicio terciaria (mca)	13,08
Presión final terciaria (mca)	11,55

Resumen y Mediciones	
----------------------	--

Subunidad nº	5.3
Sector nº	2
Caudal inicio subunidad (l/h)	3260,32
Presión inicio subunidad (mca)	13,08
Presión mínima subunidad (mca)	5,0
Cota inicio subunidad (m)	106,0
Variación Presión subunidad (m)	10,0
Número total emisores subunidad	2024
Longitud total laterales (m)	1012
Longitud total terciaria (m)	23
Material terciaria	PVC UNE EN 1452

<b>Denominación Subunidad</b>	<b>6.1</b>

<b>Características Emisor</b>	
<b>Tipo</b>	Auto Compensante
<b>Presión máxima en subunidad (m)</b>	20,0
<b>Presión mínima en subunidad (m)</b>	10,0

<b>Caudal del emisor (l/h):</b>	1,60
<b>Longitud equivalente emisor (m):</b>	0,54
<b>Coefficiente Variación emisor CV (%)</b>	7,0
<b>Número emisores por planta</b>	12

<b>Datos del lateral</b>
--------------------------

<b>Alimentación del lateral</b>	Alimentado por punto intermedio
<b>Distancia inicial So (m)</b>	47,20
<b>Separación emisores S (m)</b>	0,50
<b>Longitud de lateral (m)</b>	61,20
<b>Diámetro interior lateral (mm)</b>	13,70
<b>Pendiente del lateral (%)</b>	-04,0

<b>Parámetros dimensionado lateral</b>
--

<b>Variación máxima presión lateral (m)</b>	10,0
<b>Número de emisores en lateral</b>	29
<b>Pérdida de carga admisible lateral (m)</b>	12,45
<b>Desnivel en el lateral (m)</b>	-2,45
<b>Coefficiente C (Fórmula de Blasius)</b>	0,466
<b>Coefficiente M (<math>M = C/D^{4.75}</math>)</b>	1,85844E-06

<b>Resultados del lateral</b>
-------------------------------

<b>Caudal inicio lateral (l/h)</b>	46
<b>Longitud tramo descendente (m)</b>	,10
<b>Longitud tramo ascendente (m)</b>	61,10
<b>Pérdida de carga tramo descendente (mca)</b>	,0
<b>Pérdida de carga tramo ascendente (mca)</b>	0,39
<b>Presión inicio lateral (mca)</b>	12,83
<b>Presión mínima tramo descendente (mca)</b>	12,83
<b>Presión mínima tramo ascedente (mca)</b>	10,0
<b>Variación presión lateral (mca)</b>	2,83
<b>Coefficiente Uniformidad lateral (%)</b>	97,98



Parámetros dimensionado terciaria	
-----------------------------------	--

Variación de presión máxima (m)	7,17
Caudal por derivación (l/h)	41,76
Longitud terciaria (m)	33,78
Desnivel terciaria (m)	0,34
Pérdida de carga admisible (m)	6,83

Caudal inicio terciaria (m)	501,15
Diámetro interior mínimo terciaria (mm)	10,07

Datos de la terciaria	
-----------------------	--

Alimentación de la terciaria	Alimentada por el extremo
Disposición laterales terciaria	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Característica única
Distancia primer lateral inicio Lo (m)	2,58
Número filas de plantas en terciaria	6
Separación laterales misma fila (L1)	1,20
Separación laterales filas adyacentes (L2)	4,80
Pendiente de la terciaria (%)	1

Resultados de la terciaria	
----------------------------	--

Diámetro interior (mm)	46,80
Diámetro Nominal (mm)	50

Coefficiente Beta	1
Pérdida de carga (mca)	0,06
Variación de presión (mca)	0,44
Presión inicio terciaria (mca)	13,23
Presión final terciaria (mca)	12,83

Resumen y Mediciones	
----------------------	--

Subunidad nº	6.1
Sector nº	1
Caudal inicio subunidad (l/h)	501,15
Presión inicio subunidad (mca)	13,23
Presión mínima subunidad (mca)	5,0
Cota inicio subunidad (m)	118,0
Variación Presión subunidad (m)	10,0
Número total emisores subunidad	1322
Longitud total laterales (m)	661
Longitud total terciaria (m)	34
Material terciaria	PVC UNE EN 1452

<b>Denominación Subunidad</b>	<b>6.2</b>

<b>Características Emisor</b>	
<b>Tipo</b>	Auto Compensante
<b>Presión máxima en subunidad (m)</b>	20,0
<b>Presión mínima en subunidad (m)</b>	10,0

<b>Caudal del emisor (l/h):</b>	1,60
<b>Longitud equivalente emisor (m):</b>	0,54
<b>Coefficiente Variación emisor CV (%)</b>	7,0
<b>Número emisores por planta</b>	12

<b>Datos del lateral</b>	
--------------------------	--

<b>Alimentación del lateral</b>	Alimentado por punto intermedio
<b>Distancia inicial So (m)</b>	0,50
<b>Separación emisores S (m)</b>	0,50
<b>Longitud de lateral (m)</b>	21,0
<b>Diámetro interior lateral (mm)</b>	13,70
<b>Pendiente del lateral (%)</b>	-03,0

<b>Parámetros dimensionado lateral</b>	
--	--

<b>Variación máxima presión lateral (m)</b>	10,0
<b>Número de emisores en lateral</b>	42
<b>Pérdida de carga admisible lateral (m)</b>	10,63
<b>Desnivel en el lateral (m)</b>	-,63
<b>Coefficiente C (Fórmula de Blasius)</b>	0,466
<b>Coefficiente M (<math>M = C/D^{4.75}</math>)</b>	1,85844E-06

<b>Resultados del lateral</b>	
-------------------------------	--

<b>Caudal inicio lateral (l/h)</b>	67
<b>Longitud tramo descendente (m)</b>	,85
<b>Longitud tramo ascendente (m)</b>	61,95
<b>Pérdida de carga tramo descendente (mca)</b>	,0
<b>Pérdida de carga tramo ascendente (mca)</b>	0,41
<b>Presión inicio lateral (mca)</b>	10,58
<b>Presión mínima tramo descendente (mca)</b>	11,16
<b>Presión mínima tramo ascedente (mca)</b>	10,0
<b>Variación presión lateral (mca)</b>	2,27
<b>Coefficiente Uniformidad lateral (%)</b>	97,98

Parámetros dimensionado terciaria	
-----------------------------------	--

Variación de presión máxima (m)	10,58
Caudal por derivación (l/h)	56,11
Longitud terciaria (m)	211,69
Desnivel terciaria (m)	02,12
Pérdida de carga admisible (m)	8,47

Caudal inicio terciaria (m)	4039,72
Diámetro interior mínimo terciaria (mm)	29,99

Datos de la terciaria	
-----------------------	--

Alimentación de la terciaria	Alimentada por el extremo
Disposición laterales terciaria	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Característica única
Distancia primer lateral inicio Lo (m)	0,49
Número filas de plantas en terciaria	36
Separación laterales misma fila (L1)	1,20
Separación laterales filas adyacentes (L2)	4,80
Pendiente de la terciaria (%)	1

Resultados de la terciaria	
----------------------------	--

Diámetro interior (mm)	46,80
Diámetro Nominal (mm)	50

Coefficiente Beta	1
Pérdida de carga (mca)	01,02
Variación de presión (mca)	03,20
Presión inicio terciaria (mca)	13,72
Presión final terciaria (mca)	10,58

Resumen y Mediciones	
----------------------	--

Subunidad nº	6.2
Sector nº	1
Caudal inicio subunidad (l/h)	2039,72
Presión inicio subunidad (mca)	13,72
Presión mínima subunidad (mca)	5,0
Cota inicio subunidad (m)	118,0
Variación Presión subunidad (m)	10,0
Número total emisores subunidad	3042
Longitud total laterales (m)	1521
Longitud total terciaria (m)	212
Material terciaria	PVC UNE EN 1452

<b>Denominación Subunidad</b>	<b>6.3</b>

<b>Características Emisor</b>	
<b>Tipo</b>	Auto Compensante
<b>Presión máxima en subunidad (m)</b>	20,0
<b>Presión mínima en subunidad (m)</b>	10,0

<b>Caudal del emisor (l/h):</b>	1,60
<b>Longitud equivalente emisor (m):</b>	0,54
<b>Coefficiente Variación emisor CV (%)</b>	7,0
<b>Número emisores por planta</b>	12

<b>Datos del lateral</b>
--------------------------

<b>Alimentación del lateral</b>	Alimentado por punto intermedio
<b>Distancia inicial So (m)</b>	47,10
<b>Separación emisores S (m)</b>	0,50
<b>Longitud de lateral (m)</b>	83,60
<b>Diámetro interior lateral (mm)</b>	13,70
<b>Pendiente del lateral (%)</b>	-03,0

<b>Parámetros dimensionado lateral</b>
--

<b>Variación máxima presión lateral (m)</b>	10,0
<b>Número de emisores en lateral</b>	74
<b>Pérdida de carga admisible lateral (m)</b>	12,51
<b>Desnivel en el lateral (m)</b>	-2,51
<b>Coefficiente C (Fórmula de Blasius)</b>	0,466
<b>Coefficiente M (<math>M = C/D^{4.75}</math>)</b>	1,85844E-06

<b>Resultados del lateral</b>
-------------------------------

<b>Caudal inicio lateral (l/h)</b>	118
<b>Longitud tramo descendente (m)</b>	,05
<b>Longitud tramo ascendente (m)</b>	83,55
<b>Pérdida de carga tramo descendente (mca)</b>	,0
<b>Pérdida de carga tramo ascendente (mca)</b>	01,25
<b>Presión inicio lateral (mca)</b>	13,76
<b>Presión mínima tramo descendente (mca)</b>	13,76
<b>Presión mínima tramo ascedente (mca)</b>	10,0
<b>Variación presión lateral (mca)</b>	3,76
<b>Coefficiente Uniformidad lateral (%)</b>	97,98

Parámetros dimensionado terciaria	
-----------------------------------	--

Variación de presión máxima (m)	6,24
Caudal por derivación (l/h)	62,31
Longitud terciaria (m)	113,0
Desnivel terciaria (m)	01,13
Pérdida de carga admisible (m)	5,11

Caudal inicio terciaria (m)	2367,97
Diámetro interior mínimo terciaria (mm)	24,24

Datos de la terciaria	
-----------------------	--

Alimentación de la terciaria	Alimentada por el extremo
Disposición laterales terciaria	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Característica única
Distancia primer lateral inicio Lo (m)	3,80
Número filas de plantas en terciaria	19
Separación laterales misma fila (L1)	1,20
Separación laterales filas adyacentes (L2)	4,80
Pendiente de la terciaria (%)	1

Resultados de la terciaria	
----------------------------	--

Diámetro interior (mm)	46,80
Diámetro Nominal (mm)	50

Coefficiente Beta	1
Pérdida de carga (mca)	02,96
Variación de presión (mca)	04,25
Presión inicio terciaria (mca)	17,84
Presión final terciaria (mca)	13,76

Resumen y Mediciones	
----------------------	--

Subunidad nº	6.3
Sector nº	1
Caudal inicio subunidad (l/h)	2367,97
Presión inicio subunidad (mca)	17,84
Presión mínima subunidad (mca)	5,0
Cota inicio subunidad (m)	118,0
Variación Presión subunidad (m)	10,0
Número total emisores subunidad	3346
Longitud total laterales (m)	1673
Longitud total terciaria (m)	113
Material terciaria	PVC UNE EN 1452



ANEJO 4:  
DIMENSIONADO DE LA RED DE  
TRANSPORTE

---



## INDICE

<b>1. DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE</b> .....	1
1.1 TRAZADO DE LA RED DE TUBERÍAS .....	1
<b>2. DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE</b> .....	1
2.1 DATOS DE PARTIDA .....	1
2.2 METODOLOGÍA DE DIMENSIONADO DE LA RED .....	3
<b>3. RESULTADOS DEL DIMENSIONADO DE LA RED</b> .....	6



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones técnicas del grupo electrógeno .....	3
Tabla 2. Consumo en litros de los nudos de la red de distribución .....	4

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de la red de distribución .....	6
---	---

## 1. DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE

En el presente anejo se va a realizar el dimensionado de la red de distribución que suministra agua a las subunidades de riego. Conociendo los caudales de dichas unidades de riego y las presiones necesarias para el funcionamiento del sistema, todo ello calculado en el anterior anejo, se aborda el dimensionado de la red de distribución.

En este proyecto, se ha considerado que, a la hora de realizar el diseño de la red de transporte, la mejor opción es la de enterrar las tuberías que forman dicha red. Así mismo, se han seleccionado tuberías de PVC UNE EN 1452 en diferentes diámetros, que serán enterradas en zanja.

### 1.1 TRAZADO DE LA RED DE TUBERÍAS

La red de transporte se ha dimensionado de forma que se compone de 6 posibles sectores, pero debido al elevado caudal disponible en la instalación, se decide establecer un número total de 2 sectores, agrupándose las parcelas por superficie y localización de forma que ambos sectores quedan bastante semejantes.

Tanto los nudos como las líneas se nombran de forma numérica, comenzando por el 1 correspondiente al cabezal y acabando en el último punto, el 22.

El esquema de la red de distribución de tuberías puede verse en planos 6 y 7.

## 2. DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE

### 2.1 DATOS DE PARTIDA

Para poder calcular los resultados del dimensionado, se ha partido de los siguientes datos generales:

- Número de líneas: 21
- Temperatura de funcionamiento de la red: 20 °C
- Coeficiente mayorante (Km): 1,1
- Pérdidas en el cabezal de filtrado: se han estimado unas pérdidas de 10 m.c.a. en el filtrado.
- Pérdidas de carga en las válvulas: no se consideran pérdidas de carga en las válvulas.
- Velocidad máxima admisible: se considera una velocidad de 2,7 m/s
- Velocidad mínima admisible: se considera una velocidad de 0,5 m/s
- Presión requerida en los nudos: cada uno de los nudos tiene un valor de presión requerida, siendo estos valores calculados en el *Anejo III. Diseño de subunidades*.
- Puesto que la red se dimensionará teniendo en cuenta el criterio de optimización técnico económico, con la fórmula de Darcy Weisbach, se definen los siguientes parámetros:

Como parámetros financieros:

- Interés del capital ajeno: 2,5 %
- Plazo de amortización: 10 años
- Factor de amortización: 0,114

Como parámetros energéticos:

- Incremento anual del coste de la energía: 5%
- Tiempo de funcionamiento: 487,81 horas en total, de las cuales se supone que el grupo electrógeno estará en funcionamiento 236,6 horas, puesto que el resto serán abastecidas por la instalación fotovoltaica.
- Viscosidad cinemática:  $1,01^{-6}$
- Unidades de caudal: litros/hora
- Material utilizado: PVC UNE EN 1452
- Alimentación de la red: Grupo de bombeo
- Parámetros de timbraje: tanto la presión mínima en MPa como la tolerancia en m se supone que son cero.
- Rendimiento estimado de la bomba: 70%
- Tiempo de riego por sector: 5 horas
- Jornada efectiva de riego: 10 horas

### 2.1.1 ESTIMACIÓN DE LA COTA PIEZOMÉTRICA DEL NUDO INICIAL

En este proyecto la red se abastece desde un pozo subterráneo, por lo que para comenzar es necesario calcular la cota de nudo inicial.

Se conoce que la profundidad de la bomba es de 20 metros y el nivel de agua se encuentra a 17 metros por debajo de la superficie. Con estos datos, se aplica la siguiente fórmula de pérdidas de carga de Hazen Williams, teniendo en cuenta que la tubería es de 8 pulgadas y de acero:

$$h_r = 10,7 \cdot \frac{Q^{1,85} \cdot L}{C^{1,85} \cdot D^{4,78}} = 10,7 \cdot \frac{3000^{1,85} \cdot 20}{0,1^{1,85} \cdot 183,64^{4,78}} = 0,359 \text{ m}$$

Donde:

$h_r$ : Pérdidas de carga, expresado en metros.

$Q$ : Caudal máximo que puede bombear el sistema, en l/min.

$C$ : Coeficiente de rugosidad, en mm

$D$ : Diámetro interior de la tubería,  $D=183,64$  mm

$L$ : Longitud de la tubería,  $L=20$  m

El valor obtenido de pérdidas de carga, se suma a la diferencia de cota entre la superficie y el nivel del agua.

$$h_r + \Delta_{zsuperficie-zagua} = 0,36 + 17 = 17,36 \text{ m}$$

Para obtener la cota de nudo inicial, es necesario restarle al nivel de cota en superficie el dato que se ha obtenido, de manera que la cota del nudo inicial es 1082,64 m.

$$Z_{pozo} - (h_r + \Delta_{zsuperficie-zagua}) = 1100 - 17,36 = 1082,64 \text{ m}$$

### 2.1.2 CONSUMO DE ENERGÍA

Por otra parte, también es necesario conocer el consumo de energía de la instalación con respecto al grupo electrógeno.

Las características técnicas del grupo seleccionado se muestran a continuación:

*Tabla 1. Especificaciones técnicas del grupo electrógeno*

Marca/Serie	Caterpillar DE110E2
Potencia	100 kW
Combustible	Gasoil B
Tensión	400 V. Trifásico
Consumo combustible 100% carga	21,7 l/h
Consumo combustible 75% carga	16,5 l/h
Consumo combustible 50% carga	11,7 l/h

El grupo está sobredimensionado para la explotación, por lo que trabaja al 50% de la carga, suponiendo un consumo de combustible de 11,7 l/h

Con respecto al precio del gasoil B, actualmente se encuentra alrededor de 0,795 €/l.

Multiplicando ambos valores, se obtiene que el consumo para 50 kW supone 9,3 €/h, es decir, 0,185 €/kWh.

## 2.2 METODOLOGÍA DE DIMENSIONADO DE LA RED

En este proyecto se abastece desde un pozo subterráneo situada en la parte inferior de la explotación, dentro de la parcela de la subunidad 5.1, con una cota 1100 metros. De esta forma la pérdida de carga admisible en los tramos de la red está condicionada por la cota de origen y las cotas de los nudos de consumo.

## ANEJO 4 - DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE

El caudal circulante por la red dependerá del consumo de cada uno de los nudos que la forman, obteniéndose mediante la aplicación de la ecuación de continuidad en cada tramo de los nudos a regar. Así mismo, el consumo de cada uno de los nudos se muestra a continuación.

*Tabla 2. Consumo en litros de los nudos de la red de distribución*

Linea	Nudo (+)	Nudo (-)	Consumo nudo (-)	Presión requerida (m)	Etiqueta nudo (-)
1	1	2	0,00		
2	2	3	0,00		
3	4	5	0,00		
4	3	4	0,00		
5	5	6	0,00		
6	6	7	7851,44	12,74	1,3
7	7	8	5679,01	15,62	1,2
8	8	9	13230,51	17,91	1,1
9	6	10	24040,91	20,17	2,1
10	10	11	21605,58	20,17	2,2
11	5	12	16795,66	17,03	3
12	5	13	2039,72	13,72	6,2
13	13	14	501,15	13,23	6,1
14	13	15	2367,97	17,84	6,3
15	5	16	38997,09	16,67	5,2
16	16	17	3260,32	13,08	5,3
17	16	18	1590,87	12,41	5,1
18	16	19	0,00		
19	19	20	3804,61	16,80	4,3
20	19	21	19893,18	17,36	4,2
21	21	22	9913,13	19,97	4,1

Siguiendo un método de cálculo basado en criterios técnico-económicos, el primer paso se basa en comenzar por el cálculo de los diámetros de la red que, al ser desconocidos, también se desconoce la pérdida de carga en cada tramo y, por tanto, la acumulada entre cada nudo con consumo y el origen. Por ello, se calcula el diámetro interior teórico para cada tramo, mediante la ecuación de continuidad.

$$D_{int} = \left( \frac{b \cdot K_1 \cdot M \cdot K_m \cdot Q^m}{a \cdot A'} \right)^{\frac{1}{a+b}}$$

Conocido el diámetro, se aplica la fórmula de la velocidad para comprobar que el diámetro seleccionado es correcto. Para ello, es necesario que la velocidad sea de se encuentre entre 0,5 y 2 m/s.

$$0,5 \frac{m}{s} < V < 2 \frac{m}{s}$$

El diámetro a introducir en la siguiente fórmula, debe ser ya el normalizado.

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot DN^2}$$

Si se cumple la condición establecida anteriormente, se aplica la fórmula de las pérdidas de carga para conocer las pérdidas admisibles en la red.

$$h_r = M \cdot L \cdot K_m \cdot \frac{Q^m}{DN^b}$$

Una vez conocidas las pérdidas de carga, es necesario conocer cuál es el nudo más desfavorable de la red, siendo el que tiene más requerimientos de presión, cota y pérdidas desde el punto de alimentación, y por tanto condiciona las características del grupo de impulsión o la combinación más económica de diámetros para la red.

Lo siguiente es calcular las pérdidas de carga admisible para la red, la cual será la pérdida de carga que se produce en las líneas de la red. Para obtenerla se utiliza la ecuación de la energía de Bernoulli y los datos conocidos de la cota piezométrica en el nudo de origen y la presión requerida en la subunidad más desfavorable.

El nudo más desfavorable será el que haga mínima la siguiente expresión:

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 - H_c - Z_i - \frac{Pr_1}{\gamma} - \sum h_{1-i}$$

Como resultado, se obtiene que el nudo más desfavorable es el 15, perteneciente a la subunidad 6.3., por lo que la línea más desfavorable es la 14.

La altura manométrica de la bomba se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$H_m = \frac{P_1}{\gamma} + H_c$$

### 3. RESULTADOS DEL DIMENSIONADO DE LA RED

La red de distribución queda esquemáticamente representada tal y como se muestra en la figura 1.

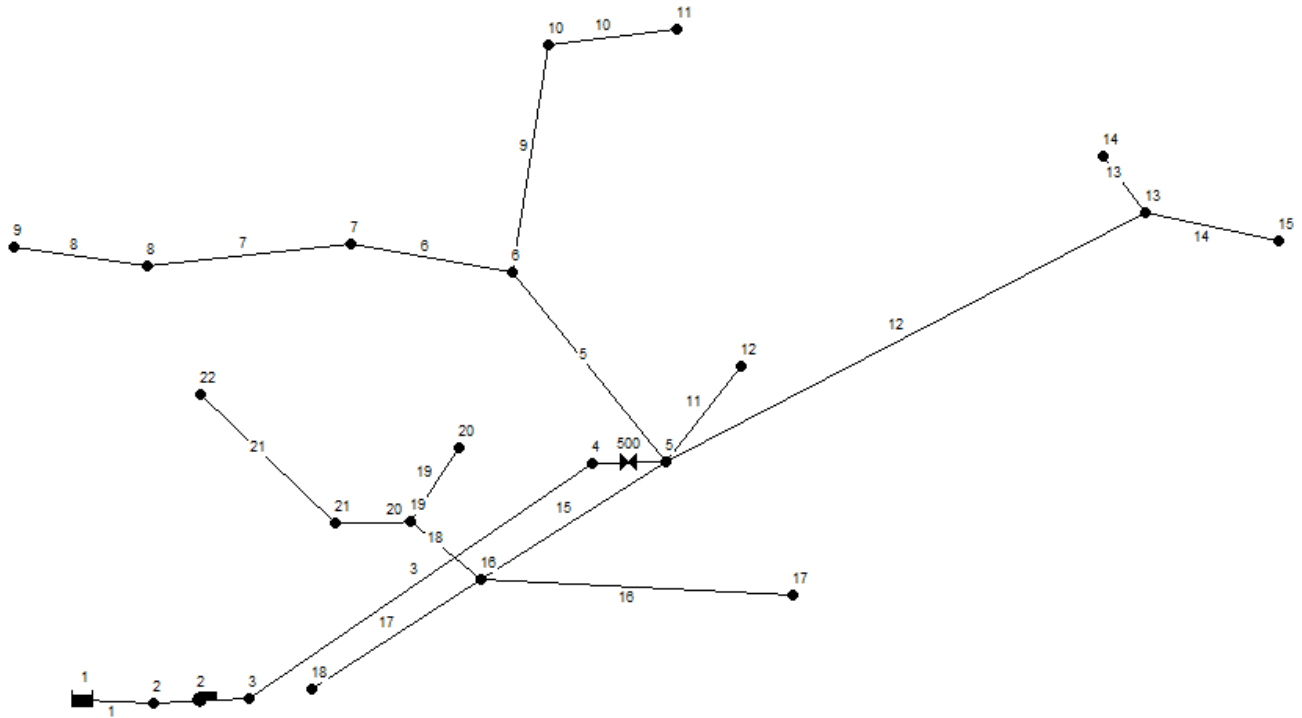


Figura 1. Esquema de la red de distribución

Los datos de la red de distribución se muestran en las siguientes tablas obtenidas del programa *RGWin 2016*.

Número líneas	21
Cota nudo 1 (m)	1082,64
Temperatura (°C)	20
Coeficiente mayorante, Km	1,10
Pérdidas en cabezal filtrado (m)	10
Velocidad máxima (m/s)	2,7
Número de sectores	2
tiempo funcionamiento sector (h)	2
Unidades de caudal	Litros/hora
Material de las tuberías de la red	PVC UNE EN 1452
Tipo de alimentación de la red	Grupo de bombeo

ANEJO 4 - DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE

Criterio de dimensionado de red	Optimización técnico económica
Velocidad mínima (m/s)	0,5

Parámetros financieros

Interés del capital ajeno (%)	2,5
Tiempo inversión (años)	10

Organización del riego	Por turnos
Número de sectores	2

Altura manométrica bomba (m)	106,7
Tiempo anual funcionamiento (h)	487,8
Coste medio energía (€/kWh)	0,188
Pago Anual (PAUE) (€/kWh)	0,273
Potencia absorbida bomba (kW)	55,8

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Tipo línea	Longitud (m)	Cota nudo (-)	Sector Riego	Etiqueta nudo (-)
1	1	2	1	20,0	1100,00	0	
2	2	3	2	0,0	1100,00	0	Bomba
3	4	5	3	0,0	1110,00	0	Filtro
4	3	4	1	917,0	1110,00	0	
5	5	6	1	167,4	1114,00	0	
6	6	7	1	125,4	1116,00	1	1,3
7	7	8	1	147,1	1109,00	1	1,2
8	8	9	1	98,4	1115,00	1	1,1
9	6	10	1	1070,1	1122,00	1	2,1
10	10	11	1	92,0	1124,00	1	2,2
11	5	12	1	93,2	1112,00	1	3
12	5	13	1	1947,9	1141,00	1	6,2
13	13	14	1	16,3	1143,00	1	6,1
14	13	15	1	87,0	1145,00	1	6,3
15	5	16	1	1066,8	1103,00	2	5,2
16	16	17	1	239,1	1109,00	2	5,3
17	16	18	1	161,4	1100,00	2	5,1
18	16	19	1	62,4	1105,00	0	
19	19	20	1	4,3	1106,00	2	4,3
20	19	21	1	10,1	1104,00	2	4,2
21	21	22	1	155,3	1107,00	2	4,1



ANEJO 4 - DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE

Linea	Nudo (+)	Nudo (-)	Tipo línea	Consumo nudo(-)	Presión requerida (m)	Etiqueta nudo (-)
1	1	2	1	0,00		
2	2	3	2	0,00		Bomba
3	4	5	3	0,00		Filtro
4	3	4	1	0,00		
5	5	6	1	0,00		
6	6	7	1	7851,44	12,74	1,3
7	7	8	1	5679,01	15,62	1,2
8	8	9	1	13230,51	17,91	1,1
9	6	10	1	24040,91	20,17	2,1
10	10	11	1	21605,58	20,17	2,2
11	5	12	1	16795,66	17,03	3
12	5	13	1	2039,72	13,72	6,2
13	13	14	1	501,15	13,23	6,1
14	13	15	1	2367,97	17,84	6,3
15	5	16	1	38997,09	16,67	5,2
16	16	17	1	3260,32	13,08	5,3
17	16	18	1	1590,87	12,41	5,1
18	16	19	1	0,00		
19	19	20	1	3804,61	16,80	4,3
20	19	21	1	19893,18	17,36	4,2
21	21	22	1	9913,13	19,97	4,1

Linea	Nudo (+)	Nudo (-)	Tipo línea	Etiqueta nudo (-)	Caudal línea	Diámetro int. Teórico (mm)
1	1	2	1		94111,94	111,0
2	2	3	2	Bomba	94111,94	111,0
3	4	5	3	Filtro	94111,94	111,0
4	3	4	1		94111,94	111,0
5	5	6	1		72407,45	97,4
6	6	7	1	1,3	26760,96	59,2
7	7	8	1	1,2	18909,52	49,8
8	8	9	1	1,1	13230,51	41,6
9	6	10	1	2,1	45646,49	77,3
10	10	11	1	2,2	21605,58	53,2
11	5	12	1	3	16795,66	46,9
12	5	13	1	6,2	4908,84	25,4
13	13	14	1	6,1	501,15	8,1
14	13	15	1	6,3	2367,97	17,6

ANEJO 4 - DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Tipo línea	Etiqueta nudo (-)	Caudal línea	Diámetro int. Teórico (mm)
15	5	16	1	5,2	77459,20	100,7
16	16	17	1	5,3	3260,32	20,7
17	16	18	1	5,1	1590,87	14,4
18	16	19	1		33610,92	66,4
19	19	20	1	4,3	3804,61	22,3
20	19	21	1	4,2	29806,31	62,5
21	21	22	1	4,1	9913,13	36,0

Línea	Etiqueta nudo (-)	DN (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Material	Código tubería
1		160	0,60	ACERO	9
2	Bomba				
3	Filtro				
4		160	1,60	PVC	44
5		140	1,00	PVC	25
6	1,3	75	1,00	PVC	21
7	1,2	63	1,00	PVC	20
8	1,1	50	1,00	PVC	19
9	2,1	125	1,00	PVC	24
10	2,2	63	1,00	PVC	20
11	3	63	1,00	PVC	20
12	6,2	75	1,60	PVC	39
13	6,1	50	1,00	PVC	19
14	6,3	63	1,60	PVC	38
15	5,2	140	1,60	PVC	43
16	5,3	50	1,60	PVC	37
17	5,1	50	1,60	PVC	37
18		90	1,60	PVC	40
19	4,3	50	1,60	PVC	37
20	4,2	75	1,60	PVC	39
21	4,1	63	1,60	PVC	38

ANEJO 4 - DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Etiqueta nudo (-)	Diámetro interior (mm)	DN (mm)	Presión de trabajo (MPa)
1	1	2		152,0	160	0,60
2	2	3	Bomba			
3	4	5	Filtro			
4	3	4		141,0	160	1,60
5	5	6		129,2	140	1,00
6	6	7	1,3	67,8	75	1,00
7	7	8	1,2	57,0	63	1,00
8	8	9	1,1	45,2	50	1,00
9	6	10	2,1	115,4	125	1,00
10	10	11	2,2	57,0	63	1,00
11	5	12	3	57,0	63	1,00
12	5	13	6,2	63,8	75	1,60
13	13	14	6,1	45,2	50	1,00
14	13	15	6,3	53,6	63	1,60
15	5	16	5,2	123,4	140	1,60
16	16	17	5,3	42,6	50	1,60
17	16	18	5,1	42,6	50	1,60
18	16	19		76,6	90	1,60
19	19	20	4,3	42,6	50	1,60
20	19	21	4,2	63,8	75	1,60
21	21	22	4,1	53,6	63	1,60

Línea	Etiqueta nudo (-)	DN (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (mca)	Pérdida acumulada (mca)	Presión estática (mca)
1		160	0,60	1,44	0,04	0,04	-17,0
2				0,00	-106,67		106,7
3				0,00	10,00	26,72	96,7
4		160	1,60	1,67	16,68	16,72	96,7
5		140	1,60	1,53	2,88	29,60	92,7
6	1,3	75	1,00	2,06	8,15	37,74	90,7
7	1,2	75	1,60	2,06	11,81	49,55	97,7
8	1,1	50	1,60	2,29	12,81	62,36	91,7
9	2,1	125	1,00	1,21	13,65	43,25	84,7
10	2,2	63	1,00	2,35	9,47	52,71	82,7
11	3	63	1,60	1,83	6,00	32,72	94,7
12	6,2	75	1,60	0,43	7,74	34,46	65,7
13	6,1	50	1,00	0,09	0,01	34,46	63,7

ANEJO 4 - DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE

Línea	Etiqueta nudo (-)	DN (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (mca)	Pérdida acumulada (mca)	Presión estática (mca)
14	6,3	63	1,60	0,29	0,22	34,67	61,7
15	5,2	140	1,60	1,80	26,06	52,77	103,7
16	5,3	50	1,60	0,64	3,21	55,98	97,7
17	5,1	50	1,60	0,31	0,60	53,38	106,7
18		90	1,60	2,03	3,39	56,16	101,7
19	4,3	50	1,60	0,74	0,08	56,24	100,7
20	4,2	90	1,60	2,59	1,08	57,25	102,7
21	4,1	63	1,60	1,22	5,12	62,37	99,7

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Tipo línea	Etiqueta nudo (-)	DN (mm)	Presión resultante (m)
1	1	2	1		160	-17,0
2	2	3	2	Bomba		89,6
3	4	5	3	Filtro		53,0
4	3	4	1		160	63,0
5	5	6	1		140	46,1
6	6	7	1	1,3	75	35,9
7	7	8	1	1,2	63	31,1
8	8	9	1	1,1	50	12,3
9	6	10	1	2,1	125	24,4
10	10	11	1	2,2	63	13,0
11	5	12	1	3	63	45,0
12	5	13	1	6,2	75	14,2
13	13	14	1	6,1	50	12,2
14	13	15	1	6,3	63	10,0
15	5	16	1	5,2	140	33,9
16	16	17	1	5,3	50	24,7
17	16	18	1	5,1	50	36,3
18	16	19	1		90	28,5
19	19	20	1	4,3	50	27,4
20	19	21	1	4,2	75	28,4
21	21	22	1	4,1	63	20,3

**Resumen de mediciones**

Diámetro nominal	Presión nominal (mPa)	Material tuberías	Longitud (m)	Coste unitario (€/m)	Coste parcial (€)
160,0	0,60	1	3,00	8,46	25,38
50,0	1,00	1	114,70	1,66	190,40
63,0	1,00	1	332,30	2,55	847,36
75,0	1,00	1	125,40	3,59	450,19
125,0	1,00	1	1070,10	7,80	8346,78
140,0	1,00	1	167,40	9,83	1645,54
50,0	1,60	1	404,80	2,61	1056,53
63,0	1,60	1	242,30	4,00	969,20
75,0	1,60	1	1958,00	5,65	11062,70
90,0	1,60	1	62,40	8,09	504,82
140,0	1,60	1	1066,80	15,52	16556,74
160,0	1,60	1	917,00	20,24	18560,08



ANEJO 5:  
SELECCIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO

---



## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. DATOS DE PARTIDA .....</b>	<b>1</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO.....</b>	<b>1</b>
<b>4. CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO.....</b>	<b>2</b>
<b>ANEJO I. ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO MEDIANTE EPANET DE LA BOMBA Z875-06.....</b>	<b>4</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía de la bomba Z8, obtenida del catálogo de Lowara.....	2
Figura 2. Características de funcionamiento de las bombas Z8.....	2
Figura 3. Curvas de funcionamiento y rendimiento de la bomba Z875.....	3
Figura 4. Simulación de riego del sector 1, mostrándose en azul oscuro el caudal de suministro de cada subunidad de riego. ....	4
Figura 5. Simulación de riego en Epanet del sector 2, mostrándose en azul el caudal de suministro de cada subunidad de riego. ....	5



## 1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se va a abordar el estudio y la selección de la bomba adecuada para el buen funcionamiento de la instalación. Así mismo, se comprueba que dicha bomba puede dotar de la presión necesaria a todos los nudos durante el tiempo de riego.

El tipo de grupo de bombeo que se instala en situaciones de riego mediante pozo subterráneo se trata de una bomba sumergible, por debajo del nivel de cota del agua.

## 2. DATOS DE PARTIDA

El pozo subterráneo es propiedad privada del propietario de la instalación y se localiza en el polígono 4 parcela 90 del término municipal de Valbona (Teruel).

El nivel de agua se encuentra a 17 metros por debajo de la superficie y, por lo tanto, la bomba debe colocarse por debajo de ese nivel. Por ello, se establece para la bomba una profundidad de 20 metros por debajo de la superficie.

## 3. DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO

La bomba sumergible seleccionada se trata de la denominada Z8 de la marca *Lowara*, ya que se instala en un pozo de 8”.

Las características de dicha bomba se especifican a continuación y han sido dadas por el fabricante.

- Diámetro máximo de la bomba: 198 mm
- Caudal: hasta 180 m<sup>3</sup>/h
- HMT: hasta 550 m
- Potencia: de 0,55 a 55 kW
- Temperatura del líquido bombeado: 25°C
- Profundidad de inmersión máxima: 350 m
- Máximo contenido de arena en suspensión: 100 g/m<sup>3</sup>
- Bomba en acero inoxidable
- Protección del motor: IP68, clase F
- Protección del motor a cargo del cliente. Máximo número de arranques/hora: 10

Las ventajas de esta bomba residen en su robustez ya que está hecha con acero inoxidable en AISI 304 o 316, la incorporación de una válvula de retención, la presencia de conexiones de acero inoxidable, la fácil sustitución del anillo de desgaste y los costes de mantenimiento reducidos.



Figura 1. Fotografía de la bomba Z8, obtenida del catálogo de Lowara

#### 4. CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO

Dentro de este tipo de bomba, existen diferentes series en función de las características de funcionamiento, tal y como se muestra en la figura 2.

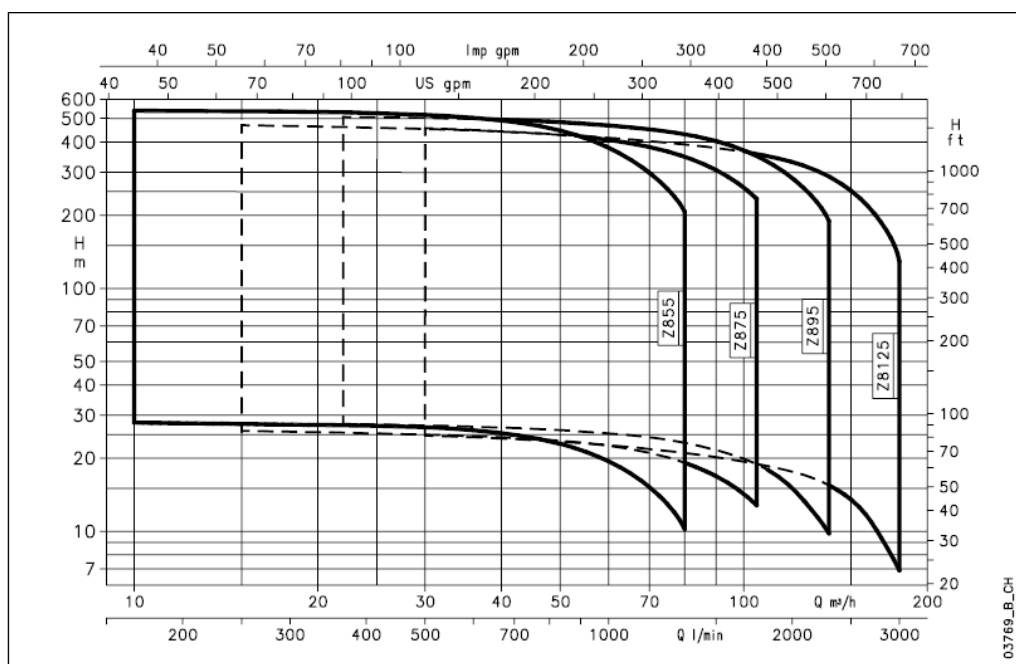


Figura 2. Características de funcionamiento de las bombas Z8

En vista de la posibilidad de impulso de diferentes caudales, se selecciona la serie Z875, alcanzando un caudal máximo aproximado de 100 m³/h.

Dentro de esta serie, la opción de bomba seleccionada es con la que mayores valores de parámetros se obtiene, denominada Z875-06.

Las curvas de funcionamiento y rendimiento de esta bomba, se muestran en la figura 3.

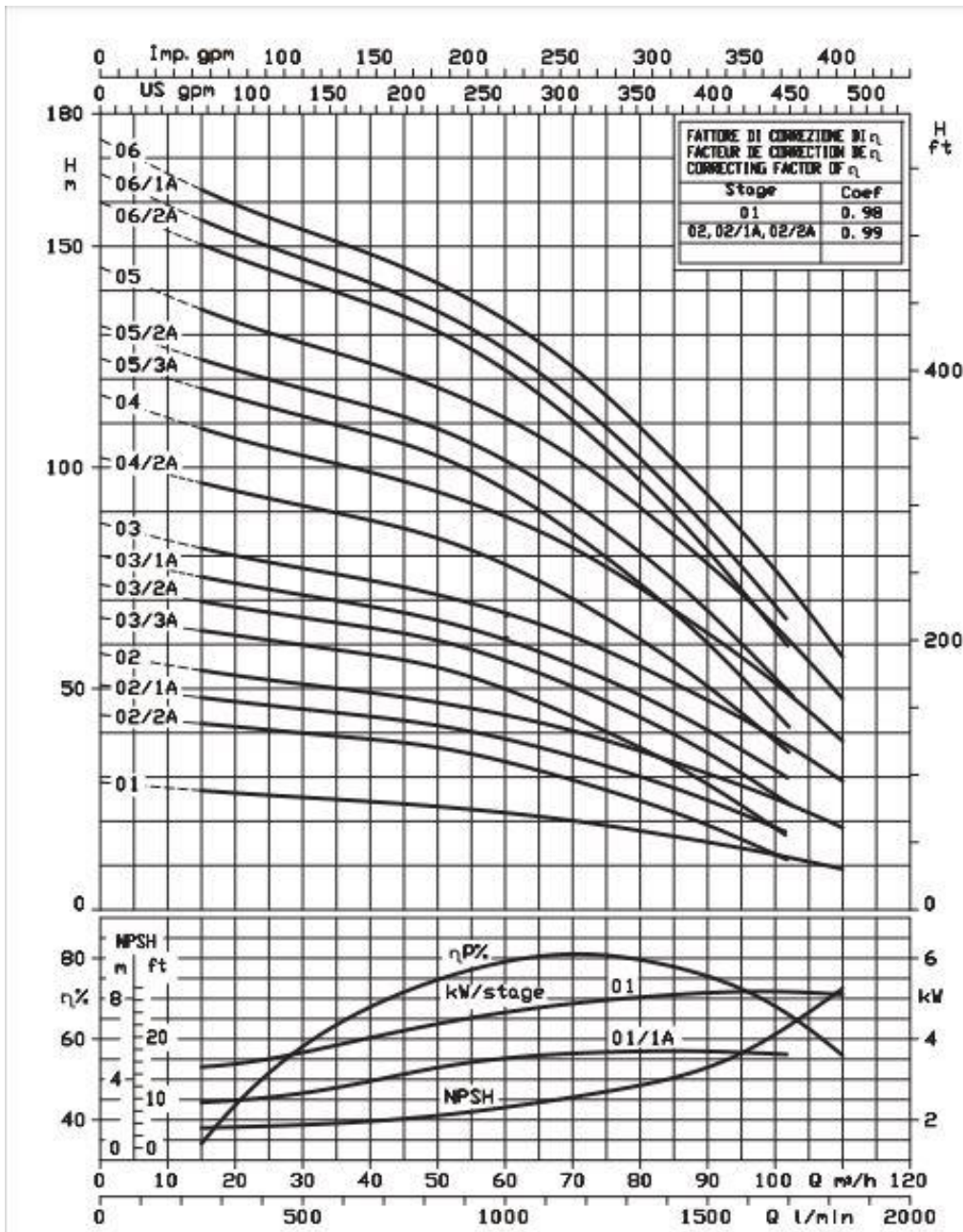


Figura 3. Curvas de funcionamiento y rendimiento de la bomba Z875

## ANEJO I. ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO MEDIANTE EPANET DE LA BOMBA Z875-06

### 1. PROGRAMA EPANET

Epanet se trata de un programa informático para el análisis de sistemas de distribución de agua, desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

El programa permite realizar análisis hidráulicos de redes de tuberías a partir de las características físicas de las tuberías y dinámicas de los nodos (consumos) para obtener la presión y los caudales en nodos y tuberías respectivamente.

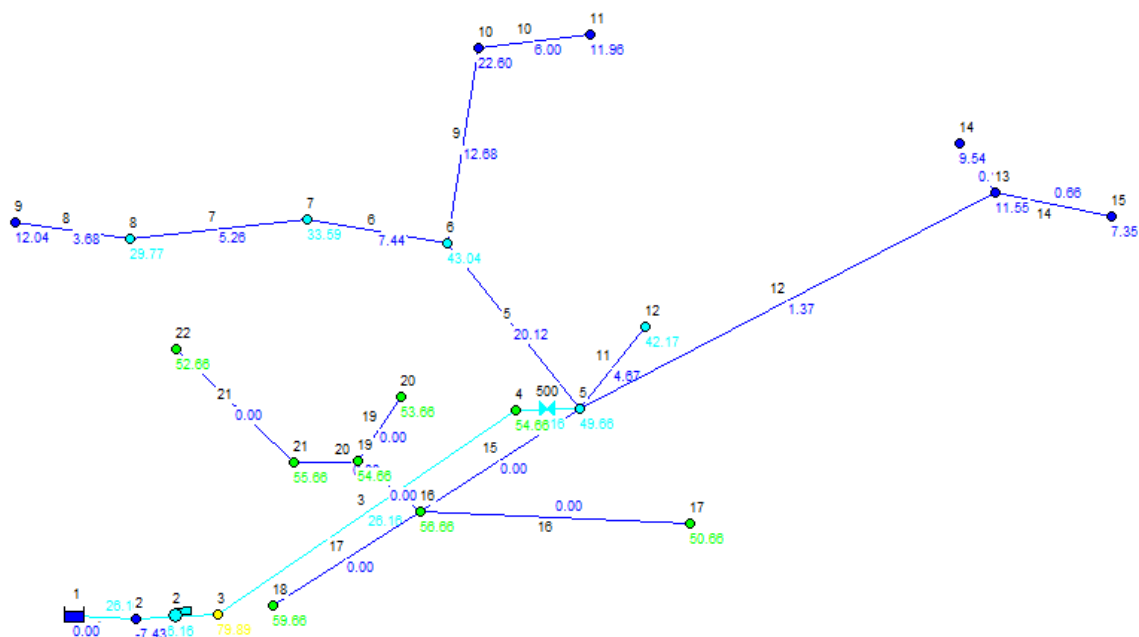
Entre los elementos que puede simular el programa se encuentran fundamentalmente tubos, nodos, depósitos y embalses (referencias de carga constante) y adicionalmente permite utilizar elementos más complejos como bombas y válvulas.

### 2. ASPECTOS DEL FUNCIONAMIENTO

Con respecto a la potencia de trabajo de la bomba, será diferente en función del sector de riego que este activado.

Para el sector 1, debido a las diferencias de cotas y a las longitudes de tuberías, la bomba trabajará al 100% de su potencia.

Figura 4. Simulación de riego del sector 1, mostrándose en azul oscuro el caudal de suministro de cada subunidad de riego.



En el caso del sector 2, tratándose de las parcelas con menor diferencia de cota con respecto la cota de la bomba, se establece que el variador hará trabajar la bomba al 93% de su potencia puesto que con este valor se cumplen todas las presiones de alimentación de las subunidades de dicho sector.

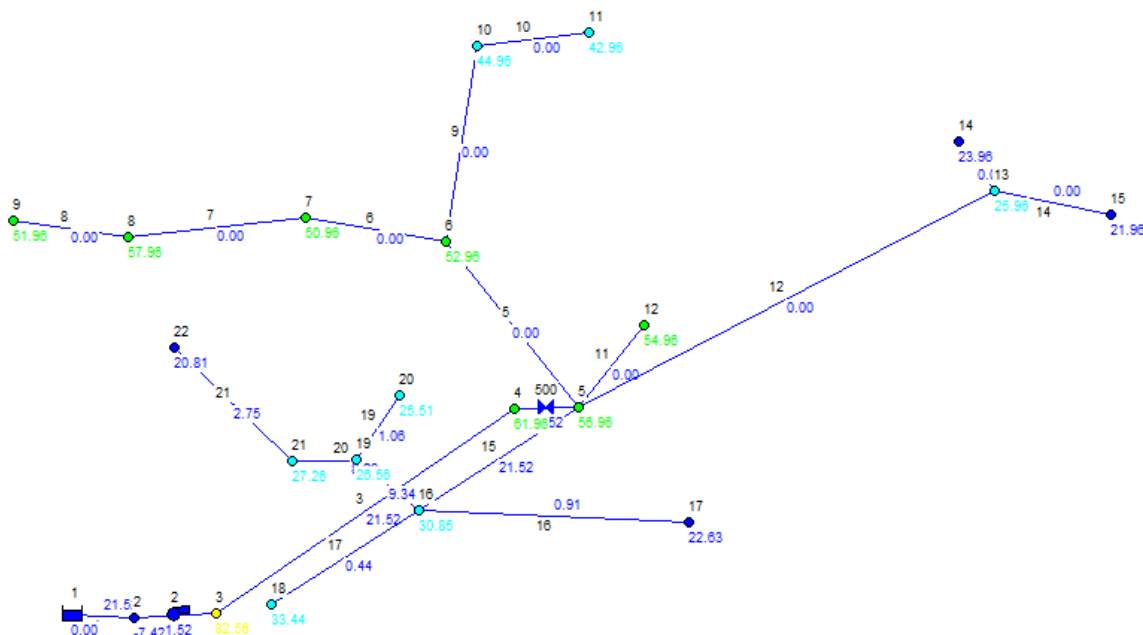


Figura 5. Simulación de riego en Epanet del sector 2, mostrándose en azul el caudal de suministro de cada subunidad de riego.

### 3. ANÁLISIS HIDRÁULICO

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del análisis realizado con el programa *Epanet*.

Página 1

22/05/2019 14:17:10

```

*****
*                               E P A N E T                               *
*                               Análisis Hidráulico y de Calidad           *
*                               de Redes Hidráulicas a Presión             *
*                               Versión 2.0 Ve                             *
*                               Traducido por:                             *
*                               Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos *
*                               Universidad Politécnica de Valencia         *
*****
    
```

Archivo de Entrada: rgwindatos-Z875-06.net

ANEJO 5 – SELECCIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO

Tabla Línea - Nudo:

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
1	1	2	3	152
3	3	4	917	141
5	5	6	167.4	129.2
6	6	7	125.4	67.8
7	7	8	147.1	57
8	8	9	98.4	45.2
9	6	10	1070.1	115.4
10	10	11	92	57
11	5	12	93.2	57
12	5	13	1947.9	63.8
13	13	14	16.3	46.8
14	13	15	87	53.6
15	5	16	1066.8	115.4
16	16	17	239.1	45.2
17	16	18	161.4	45.2
18	16	19	62.4	81.4
19	19	20	4.3	45.2
20	19	21	10.1	81.4
21	21	22	155.3	57
2	2	3	No Disponible	No Disponible
Bomba 500	4	5	No Disponible	200
Válvula				

Consumo Energético:

Bomba	Factor Utiliz.	Avg. Rend.	Kw-hr /m3	Avg. Kw	Máx. Kw	Coste /día
2	100.00	75.00	0.33	28.50	29.86	0.00
					Demanda:	0.00
					Coste Total:	0.00

Página 2

Resultados de Nudo en 0:00 Hrs:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
2	0.00	1092.57	-7.43	0.00
3	0.00	1179.89	79.89	0.00
5	0.00	1154.66	44.66	0.00
4	0.00	1164.66	54.66	0.00
6	0.00	1152.04	38.04	0.00
7	2.18	1144.59	28.59	0.00
8	1.58	1133.77	24.77	0.00
9	3.68	1122.04	7.04	0.00
10	6.68	1139.60	17.60	0.00
11	6.00	1130.96	6.96	0.00
12	4.67	1149.17	37.17	0.00
13	0.57	1147.55	6.55	0.00
14	0.14	1147.54	4.54	0.00
15	0.66	1147.35	2.35	0.00

ANEJO 5 – SELECCIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO

16	0.00	1154.66	51.66	0.00
17	0.00	1154.66	45.66	0.00
18	0.00	1154.66	54.66	0.00
19	0.00	1154.66	49.66	0.00
20	0.00	1154.66	48.66	0.00
21	0.00	1154.66	50.66	0.00
22	0.00	1154.66	47.66	0.00
1	-26.16	1092.60	0.00	0.00 Embalse

Resultados de Línea en 0:00 Hrs:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
1	26.16	1.44	11.48	Abierto
3	26.16	1.68	16.60	Abierto
5	20.12	1.53	15.68	Abierto
6	7.44	2.06	59.42	Abierto
7	5.26	2.06	73.52	Abierto
8	3.68	2.29	119.30	Abierto
9	12.68	1.21	11.62	Abierto
10	6.00	2.35	94.00	Abierto
11	4.67	1.83	58.92	Abierto
12	1.37	0.43	3.65	Abierto
13	0.14	0.08	0.29	Abierto
14	0.66	0.29	2.31	Abierto
15	0.00	0.00	0.00	Abierto
16	0.00	0.00	0.00	Abierto
17	0.00	0.00	0.00	Abierto
18	0.00	0.00	0.00	Abierto
19	0.00	0.00	0.00	Abierto
20	0.00	0.00	0.00	Abierto
21	0.00	0.00	0.00	Abierto

ANEJO 5 – SELECCIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO

Página 3

Resultados de Línea en 0:00 Hrs: (continuación)

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
2	26.16	0.00	-87.32	Abierto Bomba
500	26.16	0.83	10.00	Activo Válvula

Resultados de Nudo en 1:00 Hrs:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
2	0.00	1092.57	-7.43	0.00
3	0.00	1179.89	79.89	0.00
5	0.00	1154.67	44.67	0.00
4	0.00	1164.67	54.67	0.00
6	0.00	1152.04	38.04	0.00
7	2.18	1144.59	28.59	0.00
8	1.58	1133.78	24.78	0.00
9	3.68	1122.04	7.04	0.00
10	6.68	1139.61	17.61	0.00
11	6.00	1130.96	6.96	0.00
12	4.67	1149.18	37.18	0.00
13	0.57	1147.55	6.55	0.00
14	0.14	1147.55	4.55	0.00
15	0.66	1147.35	2.35	0.00
16	0.00	1154.67	51.67	0.00
17	0.00	1154.67	45.67	0.00
18	0.00	1154.67	54.67	0.00
19	0.00	1154.67	49.67	0.00
20	0.00	1154.67	48.67	0.00
21	0.00	1154.67	50.67	0.00
22	0.00	1154.67	47.67	0.00
1	-26.16	1092.60	0.00	0.00 Embalse

Resultados de Línea en 1:00 Hrs:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
1	26.16	1.44	11.48	Abierto
3	26.16	1.68	16.60	Abierto
5	20.12	1.53	15.68	Abierto
6	7.44	2.06	59.42	Abierto
7	5.26	2.06	73.52	Abierto
8	3.68	2.29	119.30	Abierto
9	12.68	1.21	11.62	Abierto
10	6.00	2.35	94.00	Abierto
11	4.67	1.83	58.92	Abierto
12	1.37	0.43	3.65	Abierto
13	0.14	0.08	0.30	Abierto



ANEJO 5 – SELECCIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO

Página 4

Resultados de Línea en 1:00 Hrs: (continuación)

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
14	0.66	0.29	2.31	Abierto
15	0.00	0.00	0.00	Abierto
16	0.00	0.00	0.00	Abierto
17	0.00	0.00	0.00	Abierto
18	0.00	0.00	0.00	Abierto
19	0.00	0.00	0.00	Abierto
20	0.00	0.00	0.00	Abierto
21	0.00	0.00	0.00	Abierto
2	26.16	0.00	-87.33	Abierto Bomba
500	26.16	0.83	10.00	Activo Válvula

Resultados de Nudo en 2:00 Hrs:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
2	0.00	1092.57	-7.43	0.00
3	0.00	1179.89	79.89	0.00
5	0.00	1154.66	44.66	0.00
4	0.00	1164.66	54.66	0.00
6	0.00	1152.03	38.03	0.00
7	2.18	1144.58	28.58	0.00
8	1.58	1133.77	24.77	0.00
9	3.68	1122.03	7.03	0.00
10	6.68	1139.60	17.60	0.00
11	6.00	1130.95	6.95	0.00
12	4.67	1149.17	37.17	0.00
13	0.57	1147.54	6.54	0.00
14	0.14	1147.54	4.54	0.00
15	0.66	1147.34	2.34	0.00
16	0.00	1154.66	51.66	0.00
17	0.00	1154.66	45.66	0.00
18	0.00	1154.66	54.66	0.00
19	0.00	1154.66	49.66	0.00
20	0.00	1154.66	48.66	0.00
21	0.00	1154.66	50.66	0.00
22	0.00	1154.66	47.66	0.00
1	-26.16	1092.60	0.00	0.00 Embalse

ANEJO 5 – SELECCIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO

Página 5

Resultados de Línea en 2:00 Hrs:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
1	26.16	1.44	11.48	Abierto
3	26.16	1.68	16.61	Abierto
5	20.12	1.53	15.68	Abierto
6	7.44	2.06	59.42	Abierto
7	5.26	2.06	73.52	Abierto
8	3.68	2.29	119.30	Abierto
9	12.68	1.21	11.62	Abierto
10	6.00	2.35	94.00	Abierto
11	4.67	1.83	58.92	Abierto
12	1.37	0.43	3.65	Abierto
13	0.14	0.08	0.29	Abierto
14	0.66	0.29	2.31	Abierto
15	0.00	0.00	0.00	Abierto
16	0.00	0.00	0.00	Abierto
17	0.00	0.00	0.00	Abierto
18	0.00	0.00	0.00	Abierto
19	0.00	0.00	0.00	Abierto
20	0.00	0.00	0.00	Abierto
21	0.00	0.00	0.00	Abierto
2	26.16	0.00	-87.32	Abierto Bomba
500	26.16	0.83	10.00	Activo Válvula

Resultados de Nudo en 3:00 Hrs:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
2	0.00	1092.57	-7.43	0.00
3	0.00	1179.89	79.89	0.00
5	0.00	1154.66	44.66	0.00
4	0.00	1164.66	54.66	0.00
6	0.00	1152.04	38.04	0.00
7	2.18	1144.59	28.59	0.00
8	1.58	1133.77	24.77	0.00
9	3.68	1122.03	7.03	0.00
10	6.68	1139.60	17.60	0.00
11	6.00	1130.95	6.95	0.00
12	4.67	1149.17	37.17	0.00
13	0.57	1147.55	6.55	0.00
14	0.14	1147.54	4.54	0.00
15	0.66	1147.35	2.35	0.00
16	0.00	1154.66	51.66	0.00
17	0.00	1154.66	45.66	0.00
18	0.00	1154.66	54.66	0.00
19	0.00	1154.66	49.66	0.00
20	0.00	1154.66	48.66	0.00
21	0.00	1154.66	50.66	0.00

ANEJO 5 – SELECCIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO

Página 6

Resultados de Nudo en 3:00 Hrs: (continuación)

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
22	0.00	1154.66	47.66	0.00
1	-26.16	1092.60	0.00	0.00 Embalse

Resultados de Línea en 3:00 Hrs:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
1	26.16	1.44	11.48	Abierto
3	26.16	1.68	16.60	Abierto
5	20.12	1.53	15.68	Abierto
6	7.44	2.06	59.42	Abierto
7	5.26	2.06	73.52	Abierto
8	3.68	2.29	119.30	Abierto
9	12.68	1.21	11.62	Abierto
10	6.00	2.35	94.00	Abierto
11	4.67	1.83	58.92	Abierto
12	1.37	0.43	3.65	Abierto
13	0.14	0.08	0.29	Abierto
14	0.66	0.29	2.31	Abierto
15	0.00	0.00	0.00	Abierto
16	0.00	0.00	0.00	Abierto
17	0.00	0.00	0.00	Abierto
18	0.00	0.00	0.00	Abierto
19	0.00	0.00	0.00	Abierto
20	0.00	0.00	0.00	Abierto
21	0.00	0.00	0.00	Abierto
2	26.16	0.00	-87.32	Abierto Bomba
500	26.16	0.83	10.00	Activo Válvula

Resultados de Nudo en 4:00 Hrs:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
2	0.00	1092.58	-7.42	0.00
3	0.00	1188.84	88.84	0.00
5	0.00	1168.24	58.24	0.00
4	0.00	1178.24	68.24	0.00
6	0.00	1168.24	54.24	0.00
7	0.00	1168.24	52.24	0.00
8	0.00	1168.24	59.24	0.00
9	0.00	1168.24	53.24	0.00
10	0.00	1168.24	46.24	0.00
11	0.00	1168.24	44.24	0.00
12	0.00	1168.24	56.24	0.00
13	0.00	1168.24	27.24	0.00

ANEJO 5 – SELECCIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO

Página 7

Resultados de Nudo en 4:00 Hrs: (continuación)

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
14	0.00	1168.24	25.24	0.00
15	0.00	1168.24	23.24	0.00
16	10.83	1135.14	32.14	0.00
17	0.91	1132.92	23.92	0.00
18	0.44	1134.72	34.72	0.00
19	0.00	1132.84	27.84	0.00
20	1.06	1132.79	26.79	0.00
21	5.53	1132.55	28.55	0.00
22	2.75	1129.10	22.10	0.00
1	-21.52	1092.60	0.00	0.00 Embalse

Resultados de Línea en 4:00 Hrs:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
1	21.52	1.19	8.01	Abierto
3	21.52	1.38	11.55	Abierto
5	0.00	0.00	0.00	Abierto
6	0.00	0.00	0.00	Abierto
7	0.00	0.00	0.00	Abierto
8	0.00	0.00	0.00	Abierto
9	0.00	0.00	0.00	Abierto
10	0.00	0.00	0.00	Abierto
11	0.00	0.00	0.00	Abierto
12	0.00	0.00	0.00	Abierto
13	0.00	0.00	0.00	Abierto
14	0.00	0.00	0.00	Abierto
15	21.52	2.06	31.04	Abierto
16	0.91	0.57	9.28	Abierto
17	0.44	0.27	2.56	Abierto
18	9.34	1.79	36.75	Abierto
19	1.06	0.66	12.20	Abierto
20	8.28	1.59	29.39	Abierto
21	2.75	1.08	22.21	Abierto
2	21.52	0.00	-96.26	Abierto Bomba
500	21.52	0.69	10.00	Activo Válvula

ANEJO 5 – SELECCIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO

Página 8

Resultados de Nudo en 5:00 Hrs:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
2	0.00	1092.58	-7.42	0.00
3	0.00	1195.31	95.31	0.00
5	0.00	1174.71	64.71	0.00
4	0.00	1184.71	74.71	0.00
6	0.00	1174.71	60.71	0.00
7	0.00	1174.71	58.71	0.00
8	0.00	1174.71	65.71	0.00
9	0.00	1174.71	59.71	0.00
10	0.00	1174.71	52.71	0.00
11	0.00	1174.71	50.71	0.00
12	0.00	1174.71	62.71	0.00
13	0.00	1174.71	33.71	0.00
14	0.00	1174.71	31.71	0.00
15	0.00	1174.71	29.71	0.00
16	10.83	1141.60	38.60	0.00
17	0.91	1139.38	30.38	0.00
18	0.44	1141.19	41.19	0.00
19	0.00	1139.31	34.31	0.00
20	1.06	1139.26	33.26	0.00
21	5.53	1139.01	35.01	0.00
22	2.75	1135.56	28.56	0.00
1	-21.52	1092.60	0.00	0.00 Embalse

Resultados de Línea en 5:00 Hrs:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
1	21.52	1.19	8.01	Abierto
3	21.52	1.38	11.55	Abierto
5	0.00	0.00	0.00	Abierto
6	0.00	0.00	0.00	Abierto
7	0.00	0.00	0.00	Abierto
8	0.00	0.00	0.00	Abierto
9	0.00	0.00	0.00	Abierto
10	0.00	0.00	0.00	Abierto
11	0.00	0.00	0.00	Abierto
12	0.00	0.00	0.00	Abierto
13	0.00	0.00	0.00	Abierto
14	0.00	0.00	0.00	Abierto
15	21.52	2.06	31.04	Abierto
16	0.91	0.57	9.28	Abierto
17	0.44	0.27	2.56	Abierto
18	9.34	1.79	36.75	Abierto
19	1.06	0.66	12.20	Abierto
20	8.28	1.59	29.38	Abierto
21	2.75	1.08	22.21	Abierto

ANEJO 5 – SELECCIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO

Página 9

Resultados de Línea en 5:00 Hrs: (continuación)

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
2	21.52	0.00	-102.73	Abierto Bomba
500	21.52	0.69	10.00	Activo Válvula

Resultados de Nudo en 6:00 Hrs:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
2	0.00	1092.58	-7.42	0.00
3	0.00	1198.61	98.61	0.00
5	0.00	1178.01	68.01	0.00
4	0.00	1188.01	78.01	0.00
6	0.00	1178.01	64.01	0.00
7	0.00	1178.01	62.01	0.00
8	0.00	1178.01	69.01	0.00
9	0.00	1178.01	63.01	0.00
10	0.00	1178.01	56.01	0.00
11	0.00	1178.01	54.01	0.00
12	0.00	1178.01	66.01	0.00
13	0.00	1178.01	37.01	0.00
14	0.00	1178.01	35.01	0.00
15	0.00	1178.01	33.01	0.00
16	10.83	1144.91	41.91	0.00
17	0.91	1142.69	33.69	0.00
18	0.44	1144.49	44.49	0.00
19	0.00	1142.61	37.61	0.00
20	1.06	1142.56	36.56	0.00
21	5.53	1142.32	38.32	0.00
22	2.75	1138.87	31.87	0.00
1	-21.52	1092.60	0.00	0.00 Embalse

Resultados de Línea en 6:00 Hrs:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
1	21.52	1.19	8.01	Abierto
3	21.52	1.38	11.55	Abierto
5	0.00	0.00	0.00	Abierto
6	0.00	0.00	0.00	Abierto
7	0.00	0.00	0.00	Abierto
8	0.00	0.00	0.00	Abierto
9	0.00	0.00	0.00	Abierto
10	0.00	0.00	0.00	Abierto
11	0.00	0.00	0.00	Abierto
12	0.00	0.00	0.00	Abierto
13	0.00	0.00	0.00	Abierto

ANEJO 5 – SELECCIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO

Página 10

Resultados de Línea en 6:00 Hrs: (continuación)

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
14	0.00	0.00	0.00	Abierto
15	21.52	2.06	31.04	Abierto
16	0.91	0.57	9.28	Abierto
17	0.44	0.27	2.56	Abierto
18	9.34	1.79	36.75	Abierto
19	1.06	0.66	12.20	Abierto
20	8.28	1.59	29.38	Abierto
21	2.75	1.08	22.21	Abierto
2	21.52	0.00	-106.03	Abierto Bomba
500	21.52	0.68	10.00	Activo Válvula

Resultados de Nudo en 7:00 Hrs:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
2	0.00	1092.58	-7.42	0.00
3	0.00	1173.47	73.47	0.00
5	0.00	1152.88	42.88	0.00
4	0.00	1162.88	52.88	0.00
6	0.00	1152.88	38.88	0.00
7	0.00	1152.88	36.88	0.00
8	0.00	1152.88	43.88	0.00
9	0.00	1152.88	37.88	0.00
10	0.00	1152.88	30.88	0.00
11	0.00	1152.88	28.88	0.00
12	0.00	1152.88	40.88	0.00
13	0.00	1152.88	11.88	0.00
14	0.00	1152.88	9.88	0.00
15	0.00	1152.88	7.88	0.00
16	10.83	1119.77	16.77	0.00
17	0.91	1117.55	8.55	0.00
18	0.44	1119.35	19.35	0.00
19	0.00	1117.47	12.47	0.00
20	1.06	1117.42	11.42	0.00
21	5.53	1117.18	13.18	0.00
22	2.75	1113.73	6.73	0.00
1	-21.52	1092.60	0.00	0.00 Embalse

ANEJO 5 – SELECCIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO

Página 11

Resultados de Línea en 7:00 Hrs:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
1	21.52	1.19	8.01	Abierto
3	21.52	1.38	11.55	Abierto
5	0.00	0.00	0.00	Abierto
6	0.00	0.00	0.00	Abierto
7	0.00	0.00	0.00	Abierto
8	0.00	0.00	0.00	Abierto
9	0.00	0.00	0.00	Abierto
10	0.00	0.00	0.00	Abierto
11	0.00	0.00	0.00	Abierto
12	0.00	0.00	0.00	Abierto
13	0.00	0.00	0.00	Abierto
14	0.00	0.00	0.00	Abierto
15	21.52	2.06	31.04	Abierto
16	0.91	0.57	9.28	Abierto
17	0.44	0.27	2.56	Abierto
18	9.34	1.79	36.75	Abierto
19	1.06	0.66	12.20	Abierto
20	8.28	1.59	29.38	Abierto
21	2.75	1.08	22.21	Abierto
2	21.52	0.00	-80.90	Abierto Bomba
500	21.52	0.68	10.00	Activo Válvula

Resultados de Nudo en 8:00 Hrs:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
2	0.00	1092.57	-7.43	0.00
3	0.00	1179.89	79.89	0.00
5	0.00	1154.66	44.66	0.00
4	0.00	1164.66	54.66	0.00
6	0.00	1152.04	38.04	0.00
7	2.18	1144.59	28.59	0.00
8	1.58	1133.77	24.77	0.00
9	3.68	1122.03	7.03	0.00
10	6.68	1139.60	17.60	0.00
11	6.00	1130.95	6.95	0.00
12	4.67	1149.17	37.17	0.00
13	0.57	1147.55	6.55	0.00
14	0.14	1147.54	4.54	0.00
15	0.66	1147.35	2.35	0.00
16	0.00	1154.66	51.66	0.00
17	0.00	1154.66	45.66	0.00
18	0.00	1154.66	54.66	0.00
19	0.00	1154.66	49.66	0.00
20	0.00	1154.66	48.66	0.00
21	0.00	1154.66	50.66	0.00



ANEJO 5 – SELECCIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO

Página 12

Resultados de Nudo en 8:00 Hrs: (continuación)

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
22	0.00	1154.66	47.66	0.00
1	-26.16	1092.60	0.00	0.00 Embalse

Resultados de Línea en 8:00 Hrs:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
1	26.16	1.44	11.48	Abierto
3	26.16	1.68	16.60	Abierto
5	20.12	1.53	15.68	Abierto
6	7.44	2.06	59.42	Abierto
7	5.26	2.06	73.52	Abierto
8	3.68	2.29	119.30	Abierto
9	12.68	1.21	11.62	Abierto
10	6.00	2.35	94.00	Abierto
11	4.67	1.83	58.92	Abierto
12	1.37	0.43	3.65	Abierto
13	0.14	0.08	0.30	Abierto
14	0.66	0.29	2.31	Abierto
15	0.00	0.00	0.00	Abierto
16	0.00	0.00	0.00	Abierto
17	0.00	0.00	0.00	Abierto
18	0.00	0.00	0.00	Abierto
19	0.00	0.00	0.00	Abierto
20	0.00	0.00	0.00	Abierto
21	0.00	0.00	0.00	Abierto
2	26.16	0.00	-87.32	Abierto Bomba
500	26.16	0.83	10.00	Activo Válvula



## ANEJO 6: CABEZAL DE RIEGO

---



## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>2. DIMENSIONADO Y TIMBRAJE DE LA RED DEL CABEZAL</b>	1
2.1 TUBERÍA PRINCIPAL	1
2.2 TUBERÍAS DE CONEXIÓN A ELEMENTOS DE FILTRADO	2
<b>3. SISTEMA DE FILTRADO</b>	3
<b>4. SISTEMA DE FERTIRRIGACIÓN</b>	7
4.1 DEPÓSITOS FERTILIZANTES	7
<b>5. PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN</b>	8
5.1 NECESIDADES NUTRICIONALES	9
5.2 PLAN DE FERTILIZACIÓN	10
5.3 SISTEMA DE INYECCIÓN DE FERTILIZANTES	13
<b>6. DISEÑO DE LAS SALIDAS DEL CABEZAL</b>	14
<b>7. SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN</b>	15
7.1 ELEMENTOS DE CONTROL	15
7.1.1 CONTADOR VOLUMÉTRICO	15
7.1.2 VÁLVULAS DE BOLA	15
7.1.3 VALVULAS DE RETENCIÓN O ANTIRRETORNO	15
7.1.4 ELECTROVÁLVULAS	16
7.1.5 MANÓMETROS	16
7.1.6 VENTOSAS	16
7.1.7 VARIADOR DE FRECUENCIA	16
7.2 SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN	17
<b>8. RESUMEN DE LOS ELEMENTOS</b>	18
<b>ANEJO I. FICHAS TÉCNICAS DE LOS PRODUCTOS FERTILIZANTES</b>	1

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de los filtros .....	4
Tabla 2. Necesidades de macronutrientes totales en kg/ha.....	9
Tabla 3. Necesidades de micronutrientes totales en kg/ha.....	9
Tabla 4. Necesidades porcentuales en función del estado fenológico .....	10
Tabla 5. Productos para el aporte de los macroelementos .....	10
Tabla 6. Productos para el aporte de los microelementos .....	11
Tabla 7. Planificación mensual de los aportes de productos con macronutrientes.....	12
Tabla 8. Planificación mensual de los aportes de productos con micronutrientes.....	12
Tabla 9. Especificaciones de la bomba inyectora.....	14
Tabla 10. Resumen de los elementos de control .....	18

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Filtros colocados.....	4
Figura 2. Ilustraciones de los filtros.....	4
Figura 3. Pérdidas de carga de los filtros <i>Azud Helix Automatic</i> .....	5
Figura 4. Tres depósitos instalados, dos de almacenamiento y uno con agitador .....	7
Figura 5. Detalle del agitador .....	8
Figura 7. Bomba inyectora. Fuente: <a href="http://www.copersa.com">www.copersa.com</a> .....	14
Figura 8. Variador de velocidad <i>SD700SP</i> . Fuente: <a href="http://www.power-electronics.com">www.power-electronics.com</a> .....	17
Figura 9. Detalle de la pantalla del programador <i>Agronic 2500</i> .....	17

## 1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se va a abordar el diseño del cabezal de riego, instalación que se encarga de medir el agua, incorporar el fertilizante, filtrar, controlar las presiones y permitir la programación del riego. Esta instalación se sitúa aguas arriba e incorpora los elementos necesarios para su funcionamiento.

El cabezal de riego se va a instalar en la nave presente en la plantación, con dimensión suficiente para albergar todos los componentes de dicho cabezal y poder almacenar los elementos necesarios para la fertirrigación. Esta nave se encuentra a 1000 metros de la toma de agua.

El agua de riego proviene de un pozo subterráneo y posee unas propiedades organolépticas idóneas para su uso en regadío de árboles frutales.

El cabezal de riego de la explotación tendrá la capacidad de suministrar 94 litros por hora y albergará un sistema de filtrado, un sistema de fertirrigación, elementos de control, elementos de protección y equipos de automatización para asegurar un abastecimiento eficiente de la explotación.

## 2. DIMENSIONADO Y TIMBRAJE DE LA RED DEL CABEZAL

La red del cabezal se compone de una tubería de PVC para conducciones a presión, a la que se acoplan los elementos de filtrado, válvulas y el resto de los elementos del cabezal. La presión de las tuberías será de 1.0 MPa, con el fin de prevenir las maniobras de arranque y parada en cabeza. En el cabezal, al encontrarse un alto número de elementos que producen pérdidas de carga singulares, conviene dimensionar las tuberías de forma que las velocidades de circulación sean discretas, encontrando valores entre 1,5 y 3 m·s<sup>-1</sup>.

### 2.1 TUBERÍA PRINCIPAL

Para el cálculo del diámetro de la tubería principal se tiene en cuenta el caudal máximo que circulará por la instalación. Este caudal corresponde a 94 m<sup>3</sup>/h. Una vez conocido, se aplica la siguiente ecuación:

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

Donde:

Q: Caudal máximo de entrada al filtro (m<sup>3</sup>/s)

V: Velocidad de circulación (m/s)

Suponiendo una velocidad máxima de  $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , se aplica la fórmula anterior obteniendo el siguiente resultado:

$$Q = 94 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0261 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0261}{\pi \cdot 1,5}} \geq 0,149 \text{ m} = 149 \text{ mm}$$

Dado que el diámetro teórico es de 149 mm, el diámetro nominal que se adapta es DN 160, con diámetro interior de 144,6 mm.

Las pérdidas de carga continuas se calculan con la ecuación empírica de *Veronesse-Datei*, tomando una longitud de 1000 metros.

$$h_r = \frac{0,00092 \cdot L \cdot Q^{1,8}}{D^{4,8}} = \frac{0,00092 \cdot 10 \cdot 0,0261^{1,8}}{0,1446^{4,8}} = 0,139 \text{ m}$$

Las pérdidas de carga localizadas se consideran un 20% de las continuas, de forma que, las pérdidas de carga totales en las tuberías del cabezal son:

$$h_{\text{totales}} = h_r + h_s = 0,139 + 0,028 = 0,167 \text{ m}$$

Las pérdidas de carga son prácticamente despreciables.

## 2.2 TUBERÍAS DE CONEXIÓN A ELEMENTOS DE FILTRADO

El sistema de filtrado consta de cuatro filtros de discos ranurados unidos a un colector de entrada y salida, y se colocan en paralelo. Para el cálculo de dimensionado de las tuberías de entrada y salida de los filtros se dividirá el caudal entre cuatro. Para el cálculo del dimensionado de estas tuberías se usa la siguiente expresión, ya utilizada anteriormente:

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

Donde:

Q: Caudal máximo de entrada al filtro ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

V: Velocidad de circulación ( $\text{m}/\text{s}$ )

Suponiendo una velocidad máxima de  $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , se aplica la fórmula anterior obteniendo el siguiente resultado:

$$Q = \frac{94 \text{ m}^3/h}{4} = 23,5 \frac{\text{m}^3}{h} = 0,0065 \frac{\text{m}^3}{s}$$

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0065}{\pi \cdot 1,5}} \geq 0,074 \text{ m} = 74 \text{ mm}$$

Teniendo en cuenta los cálculos anteriores, se selecciona una tubería comercial con DN75 PN 1 mca.

### 3. SISTEMA DE FILTRADO

#### 3.1 GRADO DE FILTRACIÓN

En muchos casos, los fabricantes no facilitan las dimensiones de paso de los emisores. Por este motivo, se va a aplicar un grado de filtración elevado, para evitar la obturación de los mismos.

Se considera que el diámetro mínimo de paso de los emisores es de 1 mm. Para que la filtración sea eficaz los filtros deben retener aquellos elementos cuyo diámetro sea superior a la octava parte del diámetro mínimo de paso del emisor, en este caso, 0,125 mm.

Al tratarse de 1 mm el diámetro mínimo de paso del gotero, el grado de filtración de los filtros escogidos estará en torno a 100-130  $\mu\text{m}$ . El grado de filtración seleccionado es de 130 micras, correspondiendo con un número de Mesh de 120.

#### 3.2 EQUIPO DE FILTRADO

En este proyecto, el equipo de filtrado se considera necesario para el buen funcionamiento de la instalación. Así mismo, se colocan los filtros en el cabezal para evitar que penetre en la red de riego cualquier elemento inadecuado.

Los elementos filtrantes se tratan de filtros de discos ranurados, comprimidos unos contra otros, pertenecientes a la marca *Azud*. Estos filtros combinan los efectos de los filtros de malla y de los de arena, filtrando en profundidad las partículas del agua.





Figura 1. Filtros colocados

A continuación, se muestran las dimensiones de los filtros.

**AZUD HELIX AUTOMATIC**

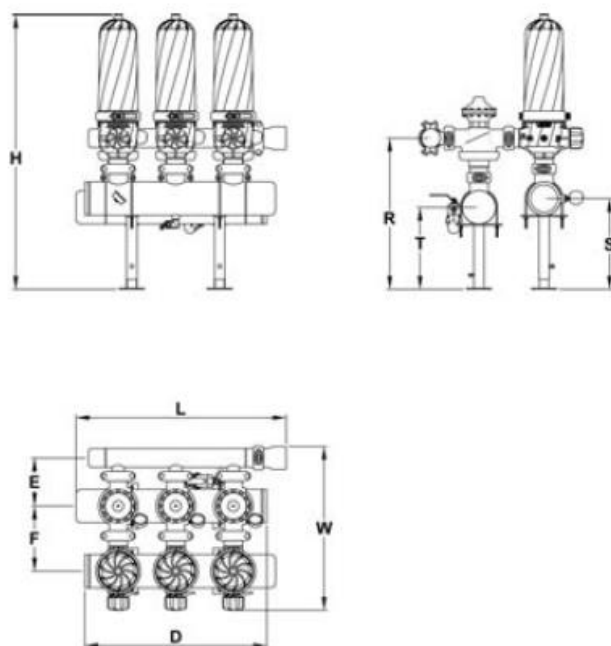


Figura 2. Ilustraciones de los filtros

Tabla 1. Dimensiones de los filtros

Modelo	Nº filtros	Colector	Superficie Filtrante (cm <sup>3</sup> )	Dimensiones (mm)								
				F	E	D	L	W	R	T	S	H
204/6VX	2" x 4	6" - 160	5.968	272	204	1065	1220	700	561	292	307	1150

Para conocer el número de filtros necesario hay que tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Caudal máximo de 94 m<sup>3</sup>/h
- Grado de filtración: 130 μm
- La calidad del agua se considera media

Según datos del fabricante, el filtro seleccionado permite un caudal de 24 m<sup>3</sup>/h.

$$N^{\circ} \text{ filtros} = \frac{94}{24} = 3,9$$

Comprobándose así que cuatro filtros son suficientes para la instalación.

Los parámetros a considerar para los filtros son los siguientes:

- Caudal por filtro: 24 m<sup>3</sup>/h
- Pérdida de carga máxima admitida por elemento: 1 mca
- Filtro de 2"
- Grado de filtración: 130 μm

A continuación, se comprueba que la pérdida de carga es inferior a 1 mca (0,1 bar) con la configuración elegida., tratándose de la opción 204 por los 4 filtros colocados.

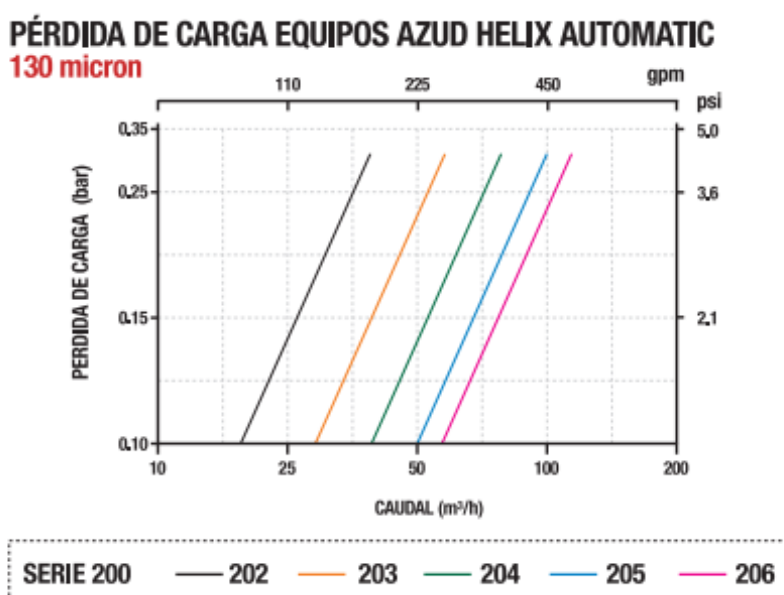


Figura 3. Pérdidas de carga de los filtros Azud Helix Automatic

El siguiente paso es determinar la velocidad de filtración, considerándose una velocidad adecuada la que este dentro del rango de 130 – 350 m/h.

La velocidad de filtración del elemento será:

$$V_{filtración} = \frac{Q_{filtro}}{S_{filtración}} = \frac{24}{0,149} = 160,99 \frac{m}{h}$$

La velocidad de filtración es correcta, por lo que se comprueba que es correcta la colocación de los filtros.

En el plano 11, se pueden observar las especificaciones del sistema de filtrado formado por los 4 filtros.

### 3.3 MANTENIMIENTO

Se debe comprobar de forma habitual que no se produzcan pérdidas de agua y la respuesta del contralavado automático al comando controlador. Para ello, se debe comprobar que tanto la presión como el caudal alcanzan los valores mínimos para que se produzca el contralavado, teniendo que ser valores superiores a 2,8 bar y a 2,5 l/s.

Los filtros cuentan con un sistema automático de limpieza, mediante el cual se ejecuta el proceso de contralavado en una estación de filtrado mientras el resto del equipo continúa en fase de filtración, abasteciendo a la instalación.

En la fase de filtrado, el agua al entrar en el filtro se encuentra con la hélice originando un movimiento helicoidal centrífugo que aleja las partículas de los discos. A través de estos discos, se realiza el proceso de filtración en profundidad.

En la fase de limpieza, el agua filtrada se introduce en sentido contrario a través de la estructura del elemento filtrante, descomprimiendo los discos y produciendo el contralavado. Los sólidos expulsados de los discos son evacuados por el colector de drenaje. Después, comienza de nuevo la fase de filtrado comprimiéndose de nuevo los discos del filtro.

En el caso de realizar una limpieza manual, siendo aconsejada de forma anual, se debe asegurar que la presión interna del filtro se ha evacuado antes de lavar los filtros. Este lavado se aplica de la misma forma, aplicando un flujo de agua a presión tangencial a los discos.

## 4. SISTEMA DE FERTIRRIGACIÓN

### 4.1 DEPÓSITOS FERTILIZANTES

A fin de conseguir una fertilización más eficiente, se instalan los siguientes depósitos para llevar a cabo la fertirrigación.

- Depósito con capacidad de 5000 L para almacenar soluciones nitrogenadas.
- Depósito con capacidad de 5000 L para almacenar soluciones de P y K.
- Depósito con capacidad de 2000 L con agitador mediante aire, para poder diluir y mezclar bien los productos antes de introducirlos a los depósitos e inyectarlos por el riego.

En la siguiente figura, se muestran los tres depósitos anteriores.



*Figura 4. Tres depósitos instalados, dos de almacenamiento y uno con agitador*

Así mismo, en la figura 5, se muestra el detalle del agitador. La selección de este tipo de agitador es porque se obtiene una disolución homogénea en menor tiempo, factor importante a la hora de la fertirrigación.



*Figura 5. Detalle del agitador*

El modo de funcionamiento se basa en aportar aire en el tanque a la vez que se introduce al abono, así dicho aire provoca que las burbujas rompan el producto y lo vayan disolviendo, dejándolo preparado para aportar la mezcla al sistema de riego. El aporte de aire al tanque de abonado se realiza a través de los soplantes.

La toma de agua se localizará en el depósito de 2000 L, desde dónde por conexiones de tuberías se pueden trasladar esas disoluciones a cualquiera de los otros dos depósitos de almacenamiento.

Además, se dispondrá de un filtro de malla por el que pasa el agua antes de su entrada en los depósitos, para retener las impurezas. Este filtro de malla tiene un DN de  $\frac{3}{4}$  pulgadas que corresponde a un tamaño de malla de 120 mesh.

## **5. PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN**

El abonado se basa en dos fundamentos, restituir tanto las pérdidas de macronutrientes y micronutrientes que tendrán un papel importante como la posible presencia limitada en el suelo de alguno de ellos.

En la explotación, se pretende restituir estos nutrientes mediante fertilización por el agua de riego, una técnica avanza que permite poner a disposición de la planta los nutrientes necesarios en dosis específicas para ser aprovechadas al máximo. De esta forma, ajustando la dosis y el momento idóneo de dotar de nutrición al árbol, se consigue reducir los costes económicos y posibles problemas derivados de la contaminación.

## 5.1 NECESIDADES NUTRICIONALES

A la hora de garantizar una nutrición adecuada, es necesario realizar análisis de suelo y hojas anualmente, y poder contrarrestar los niveles de nutrientes sin tener que llegar a sufrir carencias, pero no aportando en exceso.

Los momentos para realizar los análisis son diferentes en función del tipo que se realiza. Si se trata de un análisis de suelo, se suele realizar después de la recolección para observar las posibles extracciones que ha realizado el cultivo durante su ciclo, mientras que uno de hojas se realiza en agosto, cuando el pistachero mantiene la demanda de nutrientes más estable.

En cuanto a las necesidades de macronutrientes, podría considerarse los siguientes valores en kg/ha.

*Tabla 2. Necesidades de macronutrientes totales en kg/ha*

Nitrógeno (N)	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potasio (K <sub>2</sub> O)
90	60	100

En el cultivo del pistacho, algunos micronutrientes poseen una importancia relevante a la hora de la fertilización y es necesario considerarlos como principales dentro del plan de abonado.

El boro juega un papel fundamental en la fisiología de esta especie, haciendo hincapié en los procesos de floración, la viabilidad del polen, la fructificación y la estructura de la pared celular.

Por otra parte, el hierro, el zinc y el manganeso tienen efecto positivo sobre el potencial fotosintético del árbol.

*Tabla 3. Necesidades de micronutrientes totales en kg/ha*

Boro (B)	Hierro (Fe)	Zinc (Zn)	Manganeso (Mn)
4	4	2	1

Sin embargo, las necesidades no son idénticas en todos los estados fenológicos. El momento con más exigencias se encuentra durante el crecimiento de los frutos, pues es donde se requiere mayor cantidad de nutrientes. En la siguiente tabla se muestran los porcentajes requeridos de macro y microelementos requeridos en función del estado fenológico. Para cada elemento y estado, se presenta un intervalo, no se trata de una cifra exacta.

Tabla 4. Necesidades porcentuales en función del estado fenológico

Estado fenológico	Nitrógeno (N)	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potasio (K <sub>2</sub> O)	Boro (B)	Hierro (Fe)	Zinc (Zn)	Manganeso (Mn)
Brotación	57	10	5	40	50	50	50
Cuajado	10	35	20	30	30	30	30
Llenado del fruto	25	51	68	30	20	20	20
Recolección – Inicio caída hojas	8	4	2	-	-	-	-

En la última fase correspondiente a la recolección y al inicio de la caída de las hojas, se produjo un ligero abonado puesto que después de la recolección, el árbol puede haber sufrido algún daño. Este abonado tiene que ser ligero tal y como muestra la tabla anterior porque si no se alargaría la entrada en latencia y las hojas caerían más tarde, pudiendo sufrir problemas de heladas.

En cuanto a los macronutrientes, a pesar de los resultados de los análisis periódicos, los aportes se distribuirán fielmente a lo indicado en la tabla 4, pudiendo variar las dosis totales a aplicar, mientras que, con los micronutrientes, si se observa suficiente presencia de, no es necesario aplicarlos para no tenerlos en exceso.

## 5.2 PLAN DE FERTILIZACIÓN

En el apartado anterior, se han descrito las necesidades en función del estado fenológico. Conociendo estas necesidades, se puede elaborar un plan de fertilización que permita compensarlas sin llegar a sobrepasarlas.

Para la elaboración del plan, se considera que los árboles se encuentran en pleno rendimiento productivo.

En cuanto a los macroelementos nutricionales, se emplean las siguientes soluciones:

Tabla 5. Productos para el aporte de los macroelementos

Producto	N	P	K
Ácido nítrico	54	0	0
Cristalino 21-7-7	20	10	5
Cristalino 7-12-40	7	12	40

Producto	N	P	K
Cristalino 18-5-5	18	5	5
Culti K-50	3	0	50
Ácido fosfórico	0	72	0

Para los microelementos, se emplean los siguientes formulados:

*Tabla 6. Productos para el aporte de los microelementos*

Producto	B	Fe	Zn	Mn
Quelatos de boro (B)	8,5 %			
Quelatos de hierro (Fe)		6 %		
Quelatos de zinc y manganeso (Zn y Mn)			6 %	4 %

Se debe tener en cuenta que la fertilización se realiza mediante el agua de riego, y por tanto durante los meses que no se requiere riego, no se podrían realizar los aportes. Esto no supone ningún problema ya que los meses sin riego van desde diciembre a marzo, y el pistachero no comienza su brotación hasta finales de marzo, en función de la variedad y de las características climáticas de la zona. Por lo tanto, la fertilización comenzará en abril.

Se utilizarán tanto fertilizantes líquidos como cristalinos, lo cual no conlleva ningún problema puesto que la instalación cuenta con todo lo necesario para ambas situaciones, depósitos de almacenamiento y otro depósito para poder diluir los productos sólidos.

El ciclo de fertilización comienza cuando el árbol sale del reposo con la aplicación de ácido nítrico para aportar nitrógeno, pero a su vez con el propósito de limpiar las gomas de gotero y preparar el bulbo para que la planta comience a asimilar los nutrientes. Así mismo, dicho ciclo acabará cuando la planta vuelva a entrar en el reposo invernal y con la aplicación de ácido fosfórico, con el mismo propósito de limpieza de los goteros.

A continuación, se presenta un plan de abonado mensual, en el que se presentan las cantidades de abono a aportar mensualmente para cumplir con los requerimientos del cultivo.



Tabla 7. Planificación mensual de los aportes de productos con macronutrientes

Producto	Mes (kg/ha o l/ha)												TOTAL		Unidades fertilizantes		
	Ene	Feb	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Sept	Oct	Nov	Dic	Kg/ha o l/ha	N	P	K	
Ác.nítrico				15									15	8,1	-	-	
21-7-7				80	100	100	40						320	67,2	22,4	22,4	
7-12-40						40	40	40					95	6,6	11,4	39	
18-5-5								20	20				40	7,2	2	2	
K-50							30	42					74	2,2	-	37	
Ácido fosfórico									17				17	-	26	-	
													91,3	61,8	100,4		

Tabla 8. Planificación mensual de los aportes de productos con micronutrientes

Producto	Mes (kg/ha o l/ha)												TOTAL	Unidades fertilizantes			
	Ene	Feb	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Sept	Oct	Nov	Dic	Kg/ha o l/ha	B	Fe	Zn	Mn
Quelatos B					16	16	8	8					47	4			
Quelatos Fe					20	20	13	13					66		4		
Quelatos Zn y Mn					10	10	6,5	6,5					33			2	1
														4	4	2	1

## 5.3 SISTEMA DE INYECCIÓN DE FERTILIZANTES

Los aportes mensuales más elevados de abono corresponden al cristalino 21-7-7 durante los meses de mayo y junio. Durante el primer mes se producen 4 riegos semanales y en el segundo, 5. Esto nos indicará las dimensiones necesarias de la bomba inyectora, tratándose de la situación más desfavorable el mes de mayo.

En este mes, deben inyectarse los 100 kg/ha en 4 semanas de 4 riegos cada una, es decir, en 16 veces.

Hay que tener en cuenta, que el fabricante del abono aconseja una disolución de 15 kg del producto cada 100 L.

Así mismo, el dimensionado de la capacidad de la bomba se obtendría de la siguiente forma:

$$\frac{758 \text{ kg}}{16} = 47,37 \text{ kg}$$

$$\frac{47,37 \text{ kg} \cdot 100 \text{ l}}{15 \text{ kg}} = 315,83 \text{ l}$$

El tiempo de riego correspondiente a mayo es de 3,37 horas por lo que la bomba inyectora tendrá que tener capacidad para inyectar  $315,83 \text{ l} / 3,37 \text{ h} = 93,72 \text{ l/h}$ .

Con estas características, se selecciona la bomba *60-AP54-P34PBM* de marca comercial *Copersa*, con un caudal de inyección hasta 120 l/h.

Esta bomba dosificadora es de pistón con desplazamiento positivo para la dosificación de productos químicos con alto rendimiento y precisión. Posee cilindro de polipropileno y pistón de polietileno de alta densidad (PEAPM).

Tabla 9. Especificaciones de la bomba inyectora

Código	Modelo	Caudal máximo inyectado l/h	Presión máxima Kg/cm <sup>2</sup>	Potencia HP motor trifásico
<b>Pistón</b>				
	60-AP44-P24PBL	50	15,0	0,50
40.16.000	60-AP54-P34PBM	120	15,0	0,50
40.13.000	60-AP44-P49PBM	200	11,0	0,50
	60-AP54-P49PBM	240	11,0	0,50
40.15.000	60-AP44-P61PBM	300	7,0	0,50
	60-AP54-P61PBM	360	7,0	0,50
40.21.000	71-LP44-P77PBX	500	11,0	1,00
	71-LP44-P95PBX	750	7,5	1,00
	71-LP44-P110PBX	1000	5,5	1,00
<b>Membrana</b>				
	60-AD42-D69PBM	77 / 57	10,0	0,50
	60-AD42-D95PBM	144 / 120	8,0	0,50
	60-AD53-D95PBM	209 / 173	8,0	0,50

También disponibles para motores monofásicos de 0,5 HP y 1,0 HP.  
Existen otros modelos que pueden suministrarse bajo pedido.

Figura 6. Bomba inyectora. Fuente: [www.copersa.com](http://www.copersa.com)

## 6. DISEÑO DE LAS SALIDAS DEL CABEZAL

Una vez que el agua ha pasado por el sistema de fertirrigación y ha sido filtrada, debe ser conducida hacia el respectivo sector de riego.

Es importante que no existan entrecruzamientos entre los inicios de las redes de transporte, por lo que las salidas del cabezal deberán estar bien estructuradas.

A la salida del sistema de fertirrigación, la tubería conduce el agua hacia las diferentes válvulas que permitirán el abastecimiento de los sectores.

Así mismo, las salidas se estructuran de la siguiente forma:

- Subunidades 1 y 2
- Subunidad 3
- Subunidades 4 y 5
- Subunidad 6

También existe otra salida en el mismo cabezal de riego para realizar el llenado del tanque para llevar a cabo los tratamientos con el atomizador.

## 7. SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

A continuación, se describen y citan los diferentes sistemas de control instalados, así como, el sistema de automatización de la instalación.

### 7.1 ELEMENTOS DE CONTROL

#### 7.1.1 CONTADOR VOLUMÉTRICO

El contador tipo *Woltman* instalado a la entrada del cabezal de riego mide el volumen de agua consumido en la explotación. Este elemento permite llevar el control sobre el consumo de agua. Está situado en el cabezal de riego para conocer el caudal de agua y posee DN 125.

#### 7.1.2 VÁLVULAS DE BOLA

Las válvulas de bola interrumpen o regulan el flujo de agua en las tuberías y se caracterizan porque el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada. Estas válvulas se colocan en la tubería principal del cabezal de riego para que, en caso de rotura, avería, reparación o limpieza de filtros, se pueda detener el flujo del agua.

En la instalación se dispone de varias válvulas de este tipo con diferentes características:

- 8 válvulas de bola con DN90
- 12 válvulas de bola con DN63
- 21 válvulas de bola con DN50

Estas válvulas se conectan en las diferentes tuberías de la instalación, poseyendo en función de las tuberías presiones de 1 MPA o 1,6 MPA.

#### 7.1.3 VALVULAS DE RETENCIÓN O ANTIRRETORNO

Tienen por objetivo cerrar por completo el paso de un fluido en circulación del agua en un sentido y dejar paso libre en el contrario.

Se utilizan cuando se pretende mantener a presión una tubería en servicio y poner en descarga la alimentación. El flujo del fluido que se dirige desde el orificio de entrada hacia el de utilización tiene el paso libre, mientras que en el sentido opuesto se encuentra bloqueado.

También se las suele llamar válvulas unidireccionales. También se utilizan para evitar que se produzcan golpes de ariete.

#### 7.1.4 ELECTROVÁLVULAS

Las electroválvulas controlan el paso del agua por la tubería mediante un solenoide. Se colocan en el cabezal de riego y a la entrada de cada sector, después del equipo de filtrado, para abrir y cerrar sectores mediante el tiempo de riego. Se dispone de 8 válvulas antirretorno con DN63.

#### 7.1.5 MANÓMETROS

Los manómetros miden la presión en las conducciones. Se colocan antes y después del módulo de filtración, al inicio del cabezal de riego y también las tuberías de diferentes sectores para comprobar que la presión de riego por las tuberías es la correcta.

Así mismo, también se colocan unos acoplamientos en las finales, tal y como se muestra en la fotografía, para colocar y poder medir la presión en el momento de riego en dicha final. Esto se coloca en la final más desfavorable de cada bancal, para realizar comprobaciones debido a las diferencias de cotas elevadas en la explotación.

#### 7.1.6 VENTOSAS

Las ventosas expulsan aire cuando la tubería se llena y permiten su entrada cuando se vacía. Estas se colocan en las zonas con más cota para que no se acumulen bolsas de aire. Las ventosas serán de 1" y 2".

#### 7.1.7 VARIADOR DE FRECUENCIA

Se ha seleccionado el variador de velocidad *SD700SP* de la marca comercial *Power Electronics*. Es necesaria la colocación de un variador puesto que regula la velocidad de la electricidad que llega al motor de la bomba para que se ajuste a la demanda real de la aplicación, reduciendo el consumo energético del motor entre un 20 y un 70% y garantizando que no funcione a una velocidad superior a la necesaria.

En este tipo de instalaciones de riego, la colocación de un variador se convierte en un requisito indispensable para un funcionamiento correcto y seguro.

Así mismo, la selección de este variador se realiza teniendo en cuenta que también servirá como inversor para el sistema de bombeo solar.



Figura 7. Variador de velocidad SD700SP. Fuente: [www.power-electronics.com](http://www.power-electronics.com)

## 7.2 SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

Para la automatización, se instala un *Agrónic 2500*, un completo programador para el control del riego y la fertilización, totalmente configurable y con múltiples posibilidades de uso, comunicación y ampliación.

Equipado para el control del riego, la fertilización, el bombeo y la limpieza de los filtros, con detección de averías y detallado registro cronológico de eventos e histórico de acumulados.

La programación se puede realizar tanto por tiempo como por volumen, ya sea en el riego y la fertilización o en la limpieza de los filtros, y con la posibilidad de actuaciones independientes en cada programa.



Figura 8. Detalle de la pantalla del programador Agronic 2500

**8. RESUMEN DE LOS ELEMENTOS***Tabla 10. Resumen de los elementos de control*

Tipo de elemento	Tamaño	Cantidad
Contador <i>Wolkman</i>	Ø 125 mm	1
Válvula de bola	Ø 90 mm	8
Válvula de bola	Ø 63 mm	12
Válvula de bola	Ø 50 mm	21
Válvula de bola	1/4 "	1
Válvula antirretorno	Ø 63 mm	8
Electroválvulas	-	6
Ventosas	1"	10
Ventosas	2"	6
Manómetros	1/4 " 10 atm	3
Manómetros	1/4 " 6 atm	10

## ANEJO I. FICHAS TÉCNICAS DE LOS PRODUCTOS FERTILIZANTES

A continuación, se adjuntan las fichas técnicas con las especificaciones de composición de los productos fertilizantes establecidos en el plan de fertilización, pertenecientes a diferentes casas comerciales para obtener seleccionar una fertilización adecuada y ajustada a las necesidades del cultivo.

- Ácido nítrico
- Cristalino 21-7-7
- Cristalino 7-12-40
- Cristalino 18-5-5
- Culti k-50
- Ácido fosfórico
- Quelatos de boro (B)
- Quelatos de hierro (Fe)
- Quelatos de zinc y manganeso (Zn y Mn)



# Ácido Nítrico

RIQUEZAS GARANTIZADAS	P/P%
H NO <sub>3</sub>	54,0
Nitrógeno Nítrico	12,0
Densidad	1,35 gr/cc

## APLICACIONES Y MODO DE EMPLEO

Utilización en cultivos de **cítricos, frutales, hortalizas y ornamentales.**

Verter las dosis recomendadas por su técnico directamente en el tanque de aplicación.

APLICAR BAJO ASESORAMIENTO TÉCNICO.

## PRESENTACIÓN

Garrafa 27 kg (20lt)

# Cristagen 21-7-7 1 MgO

RIQUEZAS GARANTIZADAS	P/P%
Nitrógeno (N) Total	21,00
Nitrógeno Amoniacal	12,65
Nitrógeno Ureico	8,35
Pentóxido de Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) soluble en agua	7,00
Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O) soluble en agua	7,00
Óxido de Magnesio (MgO) soluble en agua	1,00
Boro (B) soluble en agua	0,001
Cobre (Cu) EDTA	0,001
Hierro (Fe) EDTA	0,011
Manganeso (Mn) EDTA	0,001
Molibdeno (Mo) soluble en agua	0,001
Zinc (Zn) EDTA	0,001
Grado de solubilidad total	99,8
pH	3,1
Fórmula de Equilibrio	1-0,33-0,33

PRODUCTO POBRE EN CLORO.

Abono soluble desarrollado para su empleo en fertirrigación, puede ser utilizado en cultivos herbáceos, leñosos y hortícolas, establecidos en suelos ricos en potasio o con pH elevado.

Por su contenido en micronutrientes quelatados impide la aparición de estados carenciales.

## DOSIS Y MODO DE EMPLEO

Calcular el NPK necesario en función del análisis del suelo.

En fertirrigación preparar una solución madre de 15 kg/hl para alcanzar una solución final de 2 gr/l

En hidropónico no debe superarse 1,5 gr/l

APLICAR BAJO ASESORAMIENTO TÉCNICO.

## PRESENTACIÓN

Saco de 25 kg

**Versión:** 03

**Fecha de Emisión:** 26/03/2012

**1. Producto:**

# NUTREX COMPLEX 7-12-40

**2. Composición:**

Abono NPK con azufre y micronutrientes

**3. Características Fisicoquímicas:**

- Aspecto: Sólido cristalino

**4. Análisis Químico:**

Parámetro	Valor garantizado (% p/p)	Tolerancia máxima*
Nitrógeno total (N)	7,0%	-1,1
Nitrógeno amoniacal	1,4%	-0,14
Nitrógeno nítrico	5,6%	-0,56
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	12,0%	-1,1
Potasio (K <sub>2</sub> O)	40,0%	-1,1
Azufre (SO <sub>3</sub> )	15,0%	-0,9
Boro (B)	0,02%	-0,004
Cobre-EDTA (Cu)	0,01%	-0,002
Hierro-EDTA (Fe)	0,06%	-0,012
Manganeso-EDTA (Mn)	0,04%	-0,008
Molibdeno (Mo)	0,003%	-0,0006
Zinc-EDTA (Zn)	0,02%	-0,004
Pobre en cloruro		

\*Tolerancia máxima permitida de acuerdo REGLAMENTO (CE) no 2003/2003 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 13 de octubre de 2003 relativo a los abonos

## DARWIN 18-5-5

ABONO CE  
ABONO NPK (S) 18-5-5 (52)  
CON MICRONUTRIENTES  
DE MEZCLA  
ABONO HIDROSOLUBLE  
POBRE EN CLORURO

### FICHA TÉCNICA

#### DESCRIPCIÓN:

**KRYSTAFEED DARWIN 18-5-5** es un fertilizante NPK con extracto de algas *Ascophyllum nodosum* especialmente concebido para fertirrigación, con una formulación especial para ser utilizado en los estadios fenológicos de desarrollo vegetativo del cultivo y así conseguir una espectacular biomasa y fortaleza del cultivo.

Es un fertilizante 100% hidrosoluble y con límites de solubilidad por encima del 21%. Además, la formulación lleva una tecnología propiedad de ANTONIO TARAZONA S.L que consigue tener un gran poder de mojabilidad y por lo tanto incrementa la absorción de los nutrientes por parte de la planta. Manufacturados en las nuevas líneas de ANTONIO TARAZONA S.L.

El **KRYSTAFEED DARWIN 18-5-5**, ABONO NPK (S) 18-5-5 (52) CON MICRONUTRIENTES, DE MEZCLA, ABONO HIDROSOLUBLE, POBRE EN CLORURO, es un fertilizante NPK sólido cristalino de gran pureza y solubilidad, formulado con coadyuvantes para mejorar la absorción y penetración de los nutrientes presentes en los equilibrios.

Además, la gama **KRYSTAFEED DARWIN** aporta elementos bioestimulantes que dan lugar a un incremento en la producción, mayores rendimientos y mejora de las cualidades organolépticas del fruto.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS:

ASPECTO: Sólido cristalino

pH (Sol. 10%): 7,2 ± 1

DENSIDAD (Sol. 10%): 1,062 ± 0,050 g/cm<sup>3</sup>

SOLUBILIDAD: > 21%

NO EXPLOSIVO

NO INFLAMABLE



### CONTENIDO DECLARADO\*

- 18% Nitrógeno (N) total
    - 18% Nitrógeno (N) amoniacal
  - 5% Pentóxido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) soluble en citrato amónico neutro y en agua
    - 5% Pentóxido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) soluble en agua
  - 5% Óxido de potasio (K<sub>2</sub>O) soluble en agua
  - 52% Trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>) soluble en agua
  - 0,01% Boro (B) soluble en agua
  - 0,003% Cobre (Cu) soluble en agua
    - 0,003% Cobre (Cu) quelado por EDTA
  - 0,075% Hierro (Fe) soluble en agua
    - 0,075% Hierro (Fe) quelado por EDTA
  - 0,035% Manganeso (Mn) soluble en agua
    - 0,035% Manganeso (Mn) quelado por EDTA
  - 0,003% Molibdeno (Mo) soluble en agua
  - 0,007% Zinc (Zn) soluble en agua
    - 0,007% Zinc (Zn) quelado por EDTA
- Intervalo de pH que garantiza una buena estabilidad de la fracción quelada: pH entre 3 y 9
- \* Tolerancias según normativa vigente

### OTROS CONTENIDOS:

Contiene extracto de algas.

### DOSIS Y MÉTODO DE APLICACIÓN:

En fertirrigación, no superar en la solución madre los 15 kg/hl. Concentración en el agua de riego entre 0,5-1,5 g/l. Calcular la dosis en función de las necesidades y estado fenológico del cultivo y de los análisis foliares y del suelo. Los productos de la gama KRYSTAFEED son compatibles con la mayoría de los fertilizantes y fitosanitarios de uso habitual en agricultura. No obstante, se recomienda realizar una prueba previa antes de mezclar.

### VENTAJAS:

**KRYSTAFEED DARWIN 18-5-5** de ANTONIO TARAZONA S.L. proporciona unas ventajas tanto al cultivo como a los sistemas de aplicación, debido a diversos factores:

- Materia Prima de alta calidad.
- Balanza de alta precisión.
- 100% hidrosolubles y altos límites de solubilidad.
- Sistema de manufactura.
- Envasado.
- Ahorro energético.
- Incremento de la productividad.
- Resistencia al estrés.
- Incremento proteico.
- Alta eficiencia.





**KRYSTAFEED**<sup>®</sup>

**DARWIN**

**ENVASADO:**  
Sacos de 20 kg.

**CONDICIONES DE ALMACENAJE:**  
Almacenar alejado de cualquier fuente de humedad, de la luz solar directa y de fuentes de calor. Evitar contacto con materia orgánica. Mantener los envases perfectamente cerrados cuando no se estén usando, cubiertos con lona impermeable o plástico.

**VIDA DE ALMACENAJE:**  
El producto es químicamente estable en condiciones correctas de almacenaje.

**MANEJO:**  
De acuerdo con la correspondiente "Ficha de datos de seguridad".  
Si no dispone de esta información, solicítela al departamento de calidad de TARAZONA.

**1D04ATG-01. Revisión n 2, de fecha 04-12-2018**

**ANTONIO TARAZONA, S.L.**

Avenida Espioca 50-52 | 46460 SILLA | Valencia | España | Tel. 96 120 37 38 | Fax 96 120 27 39

[www.antoniotarazona.com](http://www.antoniotarazona.com)



## Culti K-50

RIQUEZAS GARANTIZADAS	P/P%
Nitrógeno Total (N) Ureico, soluble en agua	3,0
Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O) soluble en agua	50,0
Agente quelatante	10,0
Densidad	1,5 gr/cc
pH	11

PRODUCTO POBRE EN CLORO.

CULTI K-50, es un fertilizante NK muy rico en potasio y EDTA.

Está preparado para ser aplicado por vía foliar y radicular como complemento del abonado de fondo durante la etapa de maduración del fruto. Con su aplicación se consigue mejorar el calibre, el aspecto y la calidad del fruto. En los casos en que se manifiesten síntomas carenciales de calcio y/o magnesio se aplicará en mezcla con un corrector de magnesio.

### DOSIS Y MODO DE EMPLEO

Pulverización foliar:

**Florales, frutales de hueso y pepita:** 200-300 gr/hl

Berenjena, pimiento, tomate y cítricos: 300 gr/hl

**Algodón, melón, sandía, olivo y patata:** 300-400 gr/hl

Al suelo:

**Cítricos y frutales:** 50-100 gr/pie

**Algodón:** 7-10 kg/ha

**Patata:** 10-20 kg/ha

**Otros cultivos herbáceos:** 3,5-7 kg/ha

**Hortícolas en cultivo intensivo:** 7-15 kg/ha

Se aconseja una aplicación durante las 4-6 últimas semanas del cultivo.

APLICAR BAJO ASESORAMIENTO TÉCNICO.

### PRESENTACIÓN

Saco 5 kg

# Ácido fosfórico

RIQUEZAS GARANTIZADAS	P/P%
H3 P04	72,0
Pentóxido de Fósforo	52,0
Densidad	1,60 gr/cc

## APLICACIONES Y MODO DE EMPLEO

Utilización en cultivos de **cítricos, frutales, hortalizas y ornamentales.**

Verter las dosis recomendadas por su técnico directamente en el tanque de aplicación.

APLICAR BAJO ASESORAMIENTO TÉCNICO.

## PRESENTACIÓN

Garrafa 32 kg (20lt)



## Microgen boro L

RIQUEZAS GARANTIZADAS	P/P%
Boro (B) complejado por etanolamina	8,5
Densidad	1,25 gr/cc
pH	9,5

MICROGEN BORO L es efectivo para aportar este micronutriente cuando las plantas presentan síntomas carenciales o como medida preventiva por existir exceso de calcio y potasio. Actúa facilitando el metabolismo de las enzimas, estimula el crecimiento de los tejidos y facilita el transporte de los azúcares a través de las membranas celulares. Es un producto idóneo para ser aplicado en pre-emergencia ya que los síntomas de esta carencia aparecen paulatinamente. Previene el agrietamiento de pecíolos y frutos, y la disminución del tamaño de los frutos.

### DOSIS Y MODO DE EMPLEO

Pulverización foliar:

**Hortalizas y herbáceos:** 150-250 cc/hl

**Leñosos:** 400-550 cc/hl

Fertirrigación: 2-6 l/hl

APLICAR BAJO ASESORAMIENTO TÉCNICO.

### PRESENTACIÓN

Botella 1 lt

Garrafa 5 lts

# Microgen hierro EDDHA

RIQUEZAS GARANTIZADAS	P/P%
Hierro (Fe) quelatado 100% EDDHA	6,0
pH	8

Producto formulado con quelato de hierro del ácido etilendiamino-di (o-hidroxifenilacético) por lo que resulta, por su estabilidad frente al pH de los suelos, un eficaz corrector de la clorosis férrica sobre todo en suelos básicos. Previene y elimina la clorosis férrica en todo tipo de plantas como frutales, hortícolas y ornamentales.

El hierro es un elemento imprescindible en la formación de la clorofila y por tanto para la fotosíntesis y en los enzimas que intervienen en las reacciones de oxi-reducción.

Microgen Hierro EDDHA evita la deficiencia de hierro en las plantas por efecto de un pH elevado que puede ser acentuado por un exceso de agua, por un defecto de aireación del suelo o por la acción bloqueante de otros elementos. Puede ser aplicado a través del agua de riego o pulverización foliar, siendo rápidamente absorbido.

## DOSIS Y MODO DE EMPLEO

### Cítricos:

Plantonadas: 7-15 gr/plantón

Inicio de producción: 15-30 gr/pie

Árboles en producción: 30-60 gr/pie

En plena producción: 75-200 gr/pie

### Albaricoque y ciruelo:

Plantonadas: 5 gr/plantón

En plena producción: 3-50 gr/pie

### Melocotoneros y otros frutales de hueso y pepita:

Plantonadas: 5-10 gr/plantón

Inicio de la producción: 10-25 gr/pie

En producción: 25-50 gr/pie

Plena producción: 50-100 gr/pie

### Platanera, vid y otros arbustos pequeños:

Plantación joven: 3-7 gr/planta

En producción: 7-15 gr/planta

### Aguacate, parral de vid y otros arbustos:

Plantación joven: 5-10 gr/planta

En producción: 10-20 gr/planta

**Fresal:** 5-7 kg/ha

**Hortícolas y ornamentales herbáceas:** 0,5-10 gr/m<sup>2</sup>

En pulverización a toda la superficie: 100-300 gr/hl

Hortícolas de ciclo corto: 5-10 kg/ha

Hortícolas de ciclo largo: 10-20 kg/ha

APLICAR BAJO ASESORAMIENTO TÉCNICO.

## PRESENTACIÓN

Tarro 1 kg

Cubo 3 kg

Cubo 5 kg

Cubo 10 kg

Caja 10 kg

# Microgen Mn-Zn EDTA

RIQUEZAS GARANTIZADAS	P/P%
Manganeso (Mn) quelatado 100% EDTA	4,0
Zinc (Zn) quelatado 100% EDTA	6,0
pH	6,5

MICROGEN Mn-Zn EDTA está formulado para evitar las carencias en dichos elementos o bien corregir estas deficiencias. Se presenta en forma de polvo soluble que puede ser utilizado por vía foliar o diluido en el agua de riego, en especial en suelos pobres en potasio y materia orgánica, mal abonados y en épocas frías y lluviosas.

Puede ser utilizado tanto en cultivos herbáceos como en plantaciones leñosas, en especial cítricos y frutales. Se trata de un producto compatible con una amplia gama de NPK y de pesticidas.

## DOSIS Y MODO DE EMPLEO

En **cítricos y frutales** se recomienda aplicar durante la brotación de primavera y, si la carencia es manifiesta, antes de la brotación de verano; en **cultivos herbáceos**, aplicar durante el primer tercio del cultivo.

Pulverización foliar: 0,5-1 kg/ha en 1000 l. de agua.

Aplicación al suelo: 3-5 kg/ha

Repartir cada 3 ó 4 semanas.

APLICAR BAJO ASESORAMIENTO TÉCNICO.

## PRESENTACIÓN

Tarro 1 kg

Cubo 3 kg

Caja 20 kg



## ANEJO 7: BOMBEO SOLAR

---



## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>2. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE BOMBEO SOLAR</b>	1
2.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	2
2.2 GENERADOR	2
2.3 REGULADOR DE CARGA	3
2.4 VARIADOR	3
<b>3. UBICACIÓN</b>	3
<b>4. ESTUDIO SOLAR PREVIO</b>	3
4.1 SELECCIÓN DE LA ORIENTACIÓN Y LA INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS	3
4.2 RADIACIÓN SOLAR DISPONIBLE	5
4.3 CÁLCULO DE LAS HORAS SOLAR PICO Y DE LA ENERGÍA SOLAR MENSUAL	6
<b>5. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN</b>	8
5.1 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO	8
5.2 SELECCIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	12
5.3 SELECCIÓN DEL VARIADOR DE VELOCIDAD	14
5.4 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA	18
5.4.1 NÚMERO MÁXIMO DE MÓDULOS EN SERIE POR RAMA	18
5.4.2 NÚMERO MÍNIMO DE MÓDULOS EN SERIE POR RAMA	20
5.4.3 NÚMERO MÁXIMO DE RAMAS CONECTADAS EN PARALELO	21
5.5 CONFIGURACIÓN FINAL	22
5.6 SOPORTE DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	23
5.7 DISTANCIA MÍNIMA ENTRE CAPTADORES	24
5.8 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	26
5.9 PROTECCIONES	27

5.9.1	PROTECCIONES PRESENTES EN LA INSTALACIÓN .....	28
5.10	CABLEADO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS.....	30
5.10.1	CALCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR EN CORRIENTE CONTINUA.....	32
5.10.2	TUBOS DE PROTECCIÓN .....	37
5.11	PUESTA A TIERRA .....	38
5.11.1	TOMA DE TIERRA.....	39
5.11.2	CONDUCTORES DE PROTECCIÓN .....	40
5.11.3	BORNES DE LA TOMA DE TIERRA .....	41
5.11.4	CONDUCTORES DE TIERRA .....	41

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Inclinaciones óptimas en función del momento de máximo aprovechamiento .....	5
Tabla 2. Datos de radiación solar disponible. Fuente: PVGIS.....	6
Tabla 3. Valores de las horas solar pico, HSP .....	7
Tabla 6. Características de los módulos fotovoltaicos A305-P GSE de Atersa .....	12
Tabla 7. Características técnicas del inversor .....	15
Tabla 8. Especificaciones del inversor .....	17
Tabla 9 Datos de los módulos provenientes del catálogo de Atersa (I).....	19
Tabla 10 Datos de los módulos provenientes del catálogo de Atersa (II).....	20
Tabla 11. Datos de los módulos provenientes del catálogo de Atersa (III).....	21
Tabla 12. Datos de los módulos provenientes del catálogo de Atersa (IV).....	22
Tabla 13. Configuración final de los módulos .....	22
Tabla 14. Características del generador fotovoltaico .....	23
Tabla 15. Características técnicas del vigilante de aislamiento .....	29
Tabla 16. Características técnicas del cableado .....	31
Tabla 17. Configuración de la instalación fotovoltaica .....	32
Tabla 18. Intensidades admisibles (A) para cables con conductores de cobre, no enterrados a temperatura ambiente 40°C en el aire. Fuente propia, basada en datos de la ITC-BT-19 .....	34
Tabla 19. Factores de corrección por temperatura ambiente distinta a 40°C. Fuente propia, basada en datos de la ITC-BT-19 .....	36
Tabla 20. Factores de corrección por agrupamiento de circuitos. Fuente propia, basada en datos de la ITC-BT-19 .....	36
Tabla 21. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir. Fuente: propia, basada en datos de la ITC-BT-21.....	38
Tabla 22. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno. Fuente: ITC-BT-18.....	39
Tabla 23. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase. Fuente propia, elaborada a partir de la ITC-BT-18 .....	40
Tabla 24. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra. Fuente propia, elaborada a partir de la ITC-BT-18.....	41



## INDICE DE FIGURAS

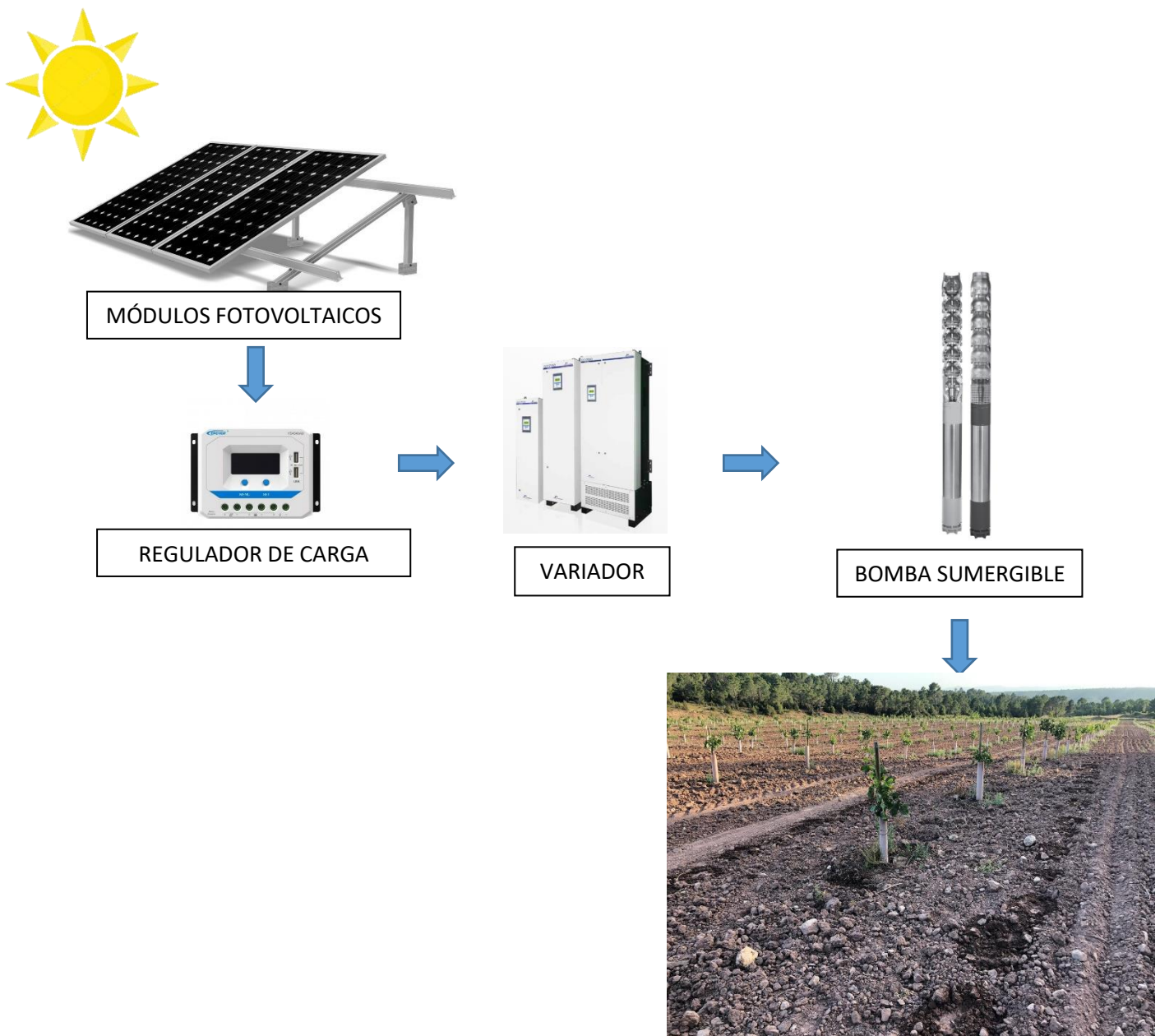
Figura 1. Ángulo de azimut. Fuente: Pliego de Condiciones Técnicas de Baja Temperatura, IDEA. .....	4
Figura 2. Ángulo de inclinación. Fuente: Pliego de Condiciones Técnicas de Baja Temperatura, IDEA. ....	4
Figura 3. Representación de los valores de irradiancia a lo largo del día. Fuente: <a href="http://www.calculationsolar.com/blog/?cat=3">http://www.calculationsolar.com/blog/?cat=3</a> .....	7
Figura 4. Curvas características de la bomba .....	8
Figura 5. Módulo fotovoltaico seleccionado .....	12
Figura 6. Vista genérica de la construcción del módulo.....	13
Figura 7. Curvas de intensidad(A) e irradiación en función de la tensión (v) .....	13
Figura 8. Inversor SD700SP .....	16
Figura 9. Diagrama operacional del inversor .....	16
Figura 10. Funcionamiento de una bomba en continuo con la actuación del sistema híbrido del variador .....	17
Figura 11. Dimensiones del inversor .....	18
Figura 12. Soporte OR-MINI para el anclaje de los módulos fotovoltaicos con ilustraciones de las piezas necesarias para su montaje. Fuente: <a href="http://www.solarstem.com">www.solarstem.com</a> .....	23
Figura 13. Colocación de módulos sobre el soporte elegido. Fuente: <a href="http://www.solarstem.com">www.solarstem.com</a> .....	24
Figura 14. Colocación horizontal de un módulo .....	24
Figura 15. Colocación vertical de un módulo .....	25
Figura 16. Esquema de la instalación fotovoltaica.....	26
Figura 17. Vigilante de aislamiento ISO-Check-PV .....	29
Figura 18. Diagramas de conexión y de funcionamiento del vigilante de aislamiento.....	29
Figura 19. Caja de conexión CSP-12TM 1kV .....	30
Figura 20. Cable P-SUN 2.0 CPRO ZZ-F .....	32

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se diseña y dimensiona un sistema de bombeo solar para aportar el agua en las condiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación de riego. Para ello, se comienza por seleccionar los componentes de dicho sistema.

## 2. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE BOMBEO SOLAR

A continuación, se muestran los componentes de un sistema de bombeo solar.



Fuente: Propia

## 2.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

El módulo fotovoltaico o panel solar está formado por un conjunto de células, conectadas eléctricamente, encapsuladas y montadas sobre una estructura de soporte o marco. Proporciona en su salida de conexión una tensión continua, y se diseña para valores concretos de tensión (6 V, 12 V, 24 V...), que definirán la tensión de trabajo del sistema fotovoltaico.

Los tipos de paneles solares vienen dados por la tecnología de fabricación de las células y son fundamentalmente silicio cristalino, monocristalino o policristalino, y silicio amorfo. En la siguiente tabla, se muestran sus características y las diferencias entre ellos.

Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
Monocristalino	24 %	15 – 18 %	Son típicos los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí.	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
Policristalino	19 – 20 %	12 – 14 %	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.	Igual que el del monocristalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
Amorfo	16 %	< 10 %	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células.	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

## 2.2 GENERADOR

El generador fotovoltaico está compuesto por los diferentes paneles fotovoltaicos de la instalación, siendo los encargados de generar la potencia eléctrica necesaria.

Los paneles pueden conectarse en serie o en paralelo. En el caso de la conexión en serie, el voltaje de salida consiste en la suma de los voltajes del número de paneles conectados en serie. Si se conectan en paralelo, variará la corriente de salida, que será la suma de la corriente individual de cada uno de los paneles conectados en paralelo que tenga el generador. La potencia del sistema será aproximadamente la suma de la potencia de cada uno de los módulos.

### 2.3 REGULADOR DE CARGA

Son dispositivos cuya principal misión es proteger a la batería frente a las sobrecargas y a las sobredescargas.

### 2.4 VARIADOR

El variador se encarga de convertir la corriente continua de la instalación producida en los paneles fotovoltaicos en corriente alterna, a la frecuencia y tensión necesarias para que la bomba consuma la potencia que el generador es capaz de proporcionar en cada momento.

Es un elemento imprescindible para poder utilizar la energía que producen las placas solares.

## 3. UBICACIÓN

La instalación de módulos fotovoltaicos se realizará sobre la cubierta de la nave existente en la explotación, con orientación sur para aprovechar al máximo la luz del sol, tal y como se muestra en el Plano 12. Dicha cubierta cuenta con una pendiente del 25 % y un ángulo de 15° con respecto al plano horizontal.

Con ello, se persigue aprovechar una zona existente dándole un nuevo uso y sin necesidad de comprar nuevo terreno puesto que la explotación no cuenta con la superficie necesaria en suelo para la instalación de dichos paneles.

Por otra parte, también se consigue una optimización del uso del cableado necesario, puesto que tanto el inversor como otros instrumentos necesarios se localizan dentro de la nave. De esta forma el cable más largo será el que lleve la corriente desde el variador situado en la nave hasta la bomba situada en el pozo subterráneo.

## 4. ESTUDIO SOLAR PREVIO

### 4.1 SELECCIÓN DE LA ORIENTACIÓN Y LA INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS

Referente a la orientación y la inclinación de los módulos fotovoltaicos, es necesario tener en cuenta que su colocación se va a realizar en la cubierta de la nave existente en la explotación.

A continuación, se van a estudiar los parámetros de orientación e inclinación de los módulos instalándose sobre la cubierta para comprobar que cumplen con las condiciones necesarias.

En general, para seleccionar la orientación de los módulos es necesario fijarse en el hemisferio en el que se sitúan. Los módulos fotovoltaicos situado en el hemisferio Norte deben orientarse hacia el Sur y viceversa, de forma que en ambos casos se maximice el aprovechamiento de la radiación solar recibida a lo largo de las horas solares.

La orientación de los módulos solares en el plano horizontal (azimut) se ha definido lo más cercano posible a cero, teniendo en cuenta que la nave se encuentra orientada mayoritariamente al sur. El azimut de la cubierta es de aproximadamente  $15^\circ$ , lo cual no se considera una desviación relevante.

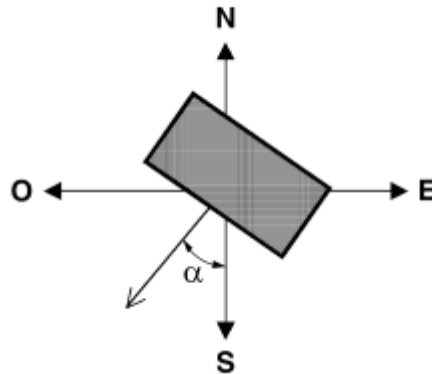


Figura 1. Ángulo de azimut. Fuente: Pliego de Condiciones Técnicas de Baja Temperatura, IDEA.

Con respecto al ángulo de inclinación de los módulos fotovoltaicos, su valor óptimo cambia a lo largo del año debido a que también varía la altura del sol. Así mismo, en el caso de módulos fijos, se suele escoger un valor de inclinación medio para obtener la máxima energía a lo largo del año.

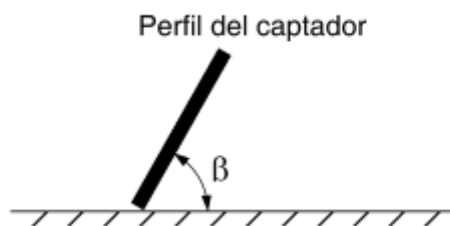


Figura 2. Ángulo de inclinación. Fuente: Pliego de Condiciones Técnicas de Baja Temperatura, IDEA.

La inclinación óptima media varía dependiendo de la época en la que se quiere aprovechar más la radiación solar, obteniéndose los valores presentados en la tabla 1.

Tabla 1. Inclinaciones óptimas en función del momento de máximo aprovechamiento

Momento de máximo aprovechamiento	Inclinación óptima
Diciembre	Latitud + 10°
Julio	Latitud – 15°
Anual	Latitud – 10°

El momento con mayores necesidades de riego y, por lo tanto, de uso de energía se corresponde al mes de Julio. Para este mes, la inclinación óptima se correspondería con un valor de 20° (40° de la latitud de la explotación – 20° ).

La cubierta de la nave cuenta con un ángulo de inclinación de 15° por lo que se ajusta relativamente bien a las indicaciones anteriormente descritas. En conjunto, las pérdidas por orientación e inclinación de los módulos colocándolos sobre la cubierta del edificio se ha estimado con el *CenSol 5.0 (PROGENSA)* y es inferior al 4%. De esta forma, se decide colocar las placas paralelas a la cubierta.

#### 4.2 RADIACIÓN SOLAR DISPONIBLE

Para la obtención de los datos de la radiación solar disponible, se utiliza la herramienta informática *PVGIS* disponible en <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

Introduciendo la ubicación de la plantación, se obtienen los siguientes valores:

Ubicación: 40 ° 15'3 "Norte, 0 ° 47'42" Oeste, Elevación: 1025 msnm

Base de datos de radiación solar utilizada: *PVGIS-CMSAF*

- Potencia nominal del sistema fotovoltaico: 1,0 kW (silicio cristalino)
- Pérdidas estimadas debido a la temperatura y baja irradiancia: 9,6 % (utilizando la temperatura ambiente local)
- Pérdida estimada debido a los efectos de reflectancia angular: 2,6 %
- Otras pérdidas (cables, inversor, etc.): 14,0 %
- Pérdidas del sistema fotovoltaico combinadas: 24,3 %

Tabla 2. Datos de radiación solar disponible. Fuente: PVGIS

Sistema fijo: Inclinación=15°, Orientación=15°				
Mes	$E_d$	$E_m$	$H_d$	$H_m$
Enero	3,04	94,2	3,78	117
Febrero	3,81	107	4,76	133
Marzo	4,53	141	5,86	182
Abril	4,47	134	5,91	177
Mayo	4,63	144	6,25	194
Junio	5,01	150	6,86	206
Julio	5,23	162	7,29	226
Agosto	4,86	151	6,75	209
Septiembre	4,44	133	6,01	180
Octubre	3,89	121	5,13	159
Noviembre	3,12	93,5	3,94	118
Diciembre	2,83	87,7	3,51	109
Promedio anual	<b>4,16</b>	<b>126</b>	<b>5,51</b>	<b>168</b>
Total anual	<b>1520</b>		<b>2010</b>	

Donde:

$E_d$ : Producción diaria promedio de electricidad a partir del sistema dado (kWh)

$E_m$ : Producción mensual promedio de electricidad a partir del sistema dado (kWh)

$H_d$ : Suma diaria promedio de radiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh/m<sup>2</sup>)

$H_m$ : Suma promedio de la irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh/m<sup>2</sup>)

#### 4.3 CÁLCULO DE LAS HORAS SOLAR PICO Y DE LA ENERGÍA SOLAR MENSUAL

Para facilitar el proceso de cálculo en las instalaciones fotovoltaicas, se emplea un concepto relacionado con la radiación solar, que simplifica el cálculo de las prestaciones energéticas de este tipo de instalaciones. Este concepto se denomina “Horas Sol Pico” (HSP).

Se consideran HSP el número de horas diarias que, con una irradiancia solar ideal de 1000 W/m<sup>2</sup> proporciona la misma irradiación solar total que la real de ese día, pudiéndose observar este concepto en la figura 3.

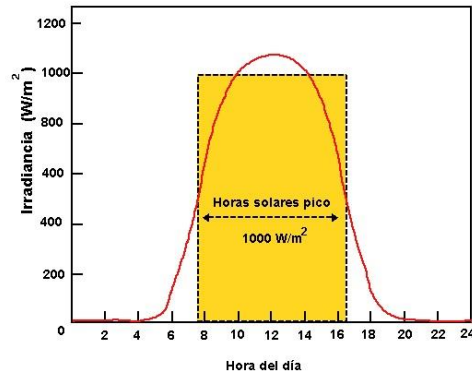


Figura 3. Representación de los valores de irradiancia a lo largo del día.

Fuente: <http://www.calculationsolar.com/blog/?cat=3>

Es decir, si se dispone de los datos de irradiación solar de un determinado día y se divide entre 1000, se obtienen las HSP. Se puede deducir fácilmente que, si los valores de radiación solar disponibles están expresados en kWh/m<sup>2</sup>, coinciden numéricamente con los que resultan al expresarlos en HSP, por lo que los valores de HSP serán los siguientes:

Tabla 3. Valores de las Horas Solar Pico, HSP

Mes	HSP diario	HSP mensual
Enero	3,78	117
Febrero	4,76	133
Marzo	5,86	182
Abril	5,91	177
Mayo	6,25	194
Junio	6,86	206
Julio	7,29	226
Agosto	6,75	209
Septiembre	6,01	180
Octubre	5,13	159
Noviembre	3,94	118
Diciembre	3,51	109
Promedio anual	<b>5,51</b>	<b>168</b>
Total anual	<b>2010</b>	

Finalmente, se obtiene la energía solar disponible de forma anual, que supone un total de 2010 kWh/m<sup>2</sup>.



## 5. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### 5.1 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Los generadores fotovoltaicos están formados por un conjunto de ramas en paralelo que a su vez están compuestas por módulos conectados en serie. La tensión deseada se obtiene asociando en serie el número de módulos adecuado. Una vez conocido el número necesario de módulos por rama, se determina el número de ramas que se van a conectar en paralelo para alcanzar el nivel de corriente y la potencia que se pretende instalar.

En este caso, la potencia pico del generador fotovoltaico se define en función de la bomba existente que se desea alimentar (Bomba *Lowara Z-875*). Por tanto, para el cálculo de la potencia del generador se tiene en cuenta:

- El rendimiento del grupo motobomba: la potencia eléctrica suministrada debe ser algo mayor que la potencia de la bomba para compensar el rendimiento del motor eléctrico.
- Pérdidas en el sistema: se producen pérdidas tanto en el generador fotovoltaico (en relación a su funcionamiento en condiciones CEM) como en el convertidor de frecuencia (en función de su rendimiento). Debido a estas pérdidas la potencia pico del generador se debe incrementar un 10-15 %.

De la siguiente gráfica (Figura 6) se puede obtener el rendimiento, observándose que la eficiencia a plena carga de la bomba es del 80 % para ambos sectores (80,88 y 71,70 m<sup>3</sup>/h). Sin embargo, hay que tener en cuenta que la bomba no siempre funciona a plena carga, ya que depende de las condiciones climatológicas locales, por ello para los cálculos el valor del rendimiento de la bomba que se va a utilizar es el 70 %. El rendimiento del motor también hay que considerarlo, en este caso es del 90 %.

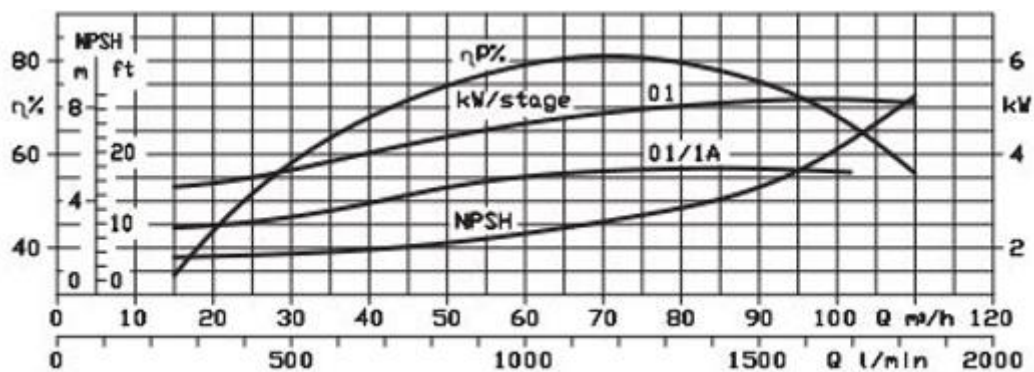


Figura 4. Curvas características de la bomba

A partir de los datos anteriores, la potencia pico máxima del generador resulta:

$$P_{m\acute{a}x\ gen\ FV} = \frac{P_{bomba}}{RtO_{mb}} + (1 + \%p\acute{e}rdidas)$$

$$P_{m\acute{a}x\ gen\ FV} = \frac{30\ kW}{0,80 \cdot 0,90} + 1,15 = 42,82\ kW$$

Con el resultado obtenido, se comprueba que también cumple el requisito de potencia pico mínima del generador establecido en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red. Según dicho pliego, la potencia mínima del generador debe calcularse a partir de la siguiente expresión:

$$P_{mp,min} = \frac{E_D}{HSP \cdot PR}$$

Donde:

- $E_D$ : Consumo de energía de la bomba, en kWh/día
- $HSP$ : horas solar pico, en h
- $PR$ : Coeficiente Performance Ratio

La energía consumida,  $E_D$ , se expresa según la siguiente fórmula:

$$E_D = \frac{2,725 \cdot Q_s \left( \frac{m^3}{d\acute{a}a} \right) \cdot H_{TE} (m)}{\eta_{bomba}}$$

Donde:

- $Q_s$ : Volumen de agua diaria requerido por sector
- $H_{TE}$ : Altura total equivalente
- $\eta_{bomba}$ : Rendimiento medio del grupo de bombeo

De esta forma, se calcula la energía consumida para cada uno de los sectores en función del volumen de agua y la altura total equivalente. Para conocer el caudal de los sectores, se parte de que la instalación cuenta con caudal unitario de 10,67 m<sup>3</sup>/h/ha y la altura total equivalente se obtiene de la diferencia de cotas entre el punto más desfavorable del sector y la cota piezométrica del nudo inicial más las pérdidas de carga.

Sector 1 (7,58 Ha):

$$Q_1 = 80,88\ m^3/h \cdot 5,37\ h\ riego/d\acute{a}a = 434,33\ m^3/d\acute{a}a$$

$$H_{TE1} = 1145\ m - 1082,64\ m = 62,36\ m$$

$$E_{D1} = \frac{2,725 \cdot Q_1 \left( \frac{m^3}{día} \right) \cdot H_{TE1} (m)}{\eta_{bomba}} = \frac{2,725 \cdot 434,33 \frac{m^3}{día} \cdot 62,36 m}{0,70} = 73.805,43 Wh/día$$

Sector 2 (6,72 Ha):

$$Q_2 = 71,70 m^3/h \cdot 5,37 h \text{ riego/día} = 385,03 m^3/día$$

$$H_{TE2} = 1109 m - 1082,64 m = 26,36 m$$

$$E_{D1} = \frac{2,725 \cdot Q_2 \left( \frac{m^3}{día} \right) \cdot H_{TE2} (m)}{\eta_{bomba}} = \frac{2,725 \cdot 385,03 \frac{m^3}{día} \cdot 26,36 m}{0,70} = 39.510,13 Wh/día$$

Viendo los resultados de la energía consumida en los dos sectores, se puede observar que el sector 1 tiene una necesidad mayor de energía. Por ello, se utilizarán los datos de este sector para determinar la potencia mínima del generador fotovoltaico.

El *Performance Ratio* (PR) es un factor que tiene en cuenta las pérdidas globales en la instalación Fotovoltaica, por lo que evalúa las pérdidas globales en condiciones reales de trabajo teniendo en cuenta factores como la temperatura, el cableado, la dispersión de parámetros, los errores de seguimiento del punto de máxima potencia, la suciedad y la eficiencia energética del inversor.

Los valores comunes para este coeficiente son de 0,7 en sistemas con inversor y de 0,6 en sistemas que poseen inversor y batería. En este caso, se opta por utilizar un valor de PR de 0,7 para simplificar los cálculos.

Para determinar el mes de dimensionado, se aplica la siguiente fórmula para conocer el ratio de energía necesaria entre radiación disponible para cada mes:

$$\text{Ratio} \frac{Eh}{HSP} = \frac{\text{Energía hidráulica demandada}}{\text{Radiación solar disponible}}$$

La energía hidráulica se obtiene del sumatorio de la energía consumida por cada uno de los sectores, calculada anteriormente, multiplicada por el número de horas de riego al día en función de cada uno de los meses de riego, dato obtenido del anejo II. El cálculo se realiza tal y como muestra la siguiente expresión:

$$\text{Energía demandada} \left( \frac{W}{\text{día}} \right) = \left( 73.805,43 * \text{Horas} \frac{\text{riego}}{\text{día}} \text{ por sector} \right) + \left( 39.510,13 * \text{Horas} \frac{\text{riego}}{\text{día}} \text{ por sector} \right)$$

En la siguiente tabla, se muestran los resultados del ratio de energía necesaria:

Tabla 4. Cálculo del ratio de energía necesaria entre radiación disponible para cada mes

Mes	Horas riego/ día por sector	Energía demandada (W/día)	HSP diario	Eh/HSP
Enero	0	0	3,78	0
Febrero	0	0	4,76	0
Marzo	0	0	5,86	0
Abril	0	0	5,91	0
Mayo	3,37	381.873,44	6,25	61.099,75
Junio	5,18	581.974,60	6,86	84.398,63
Julio	5,37	616.504,56	7,29	84.568,53
Agosto	4,05	458.928,02	6,75	67.989,34
Septiembre	4,02	455.528,55	6,01	75.795,10
Octubre	0,74	83.853,51	5,13	16.345,71
Noviembre	0	0	3,94	0
Diciembre	0	0	3,51	0

En función de los resultados, el mes con mayor ratio es Julio. Así mismo, también se corresponde con el mes de mayores necesidades de la explotación. Por ello, el valor de HSP se toma del mes de Julio.

Se aplica la fórmula para determinar la potencia mínima del generador según el Pliego de condiciones técnicas de instalaciones solares fotovoltaicas aisladas:

$$P_{mp,min} = \frac{E_{D1}}{HSP \cdot PR} = \frac{73.805,43 \text{ Wh/día}}{7,3 \cdot 0,7} = 14.248,15 \text{ W} = 14,25 \text{ kW}$$

A partir de este resultado, se puede afirmar que la dimensión del generador fotovoltaico cumple el requisito establecido por el Pliego de Condiciones Técnicas.

## 5.2 SELECCIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

El módulo fotovoltaico que se ha seleccionado para el diseño del sistema de captación corresponde con el modelo A-305 P GSE de *Atersa*. Las características de dichos módulos se muestran en la tabla 6:

Tabla 5. Características de los módulos fotovoltaicos A305-P GSE de Atersa

Características generales	
Fabricante	Atersa
Modelo	A-305P GSE
Características eléctricas	
Potencia máxima	305 W
Eficiencia (%)	16.0
Tensión Máxima Potencia	36,40 V
Corriente en MPP	8,38 A
Tensión de circuito abierto	45,00 V
Corriente de cortocircuito	8,91 A
Características físicas	
Tipo de célula	Policristalino
Dimensiones (mm)	1965x992x40
Área (m <sup>2</sup> )	1,95
Peso	26,5 kg (+- 0,5)

**Optimum**  
nueva gama



Módulo solar (72 células 6")  
**A-xxxP GSE (BS) (305 - 330 W)**

- **Optimize sus instalaciones.**
- **Alta eficiencia** del módulo y potencia de salida estable, basado en una tecnología de proceso innovadora.
- **Funcionamiento eléctrico excepcional** en condiciones de alta temperatura o baja irradiación.
- Facilidad de instalación gracias a un **diseño de ingeniería innovador.**
- **Riguroso control de calidad** que cumple con los más altos estándares internacionales.
- **Garantía, 10 años** contra defectos de fabricación y **25 años** en rendimiento (80% potencia de salida).



Figura 5. Módulo fotovoltaico seleccionado

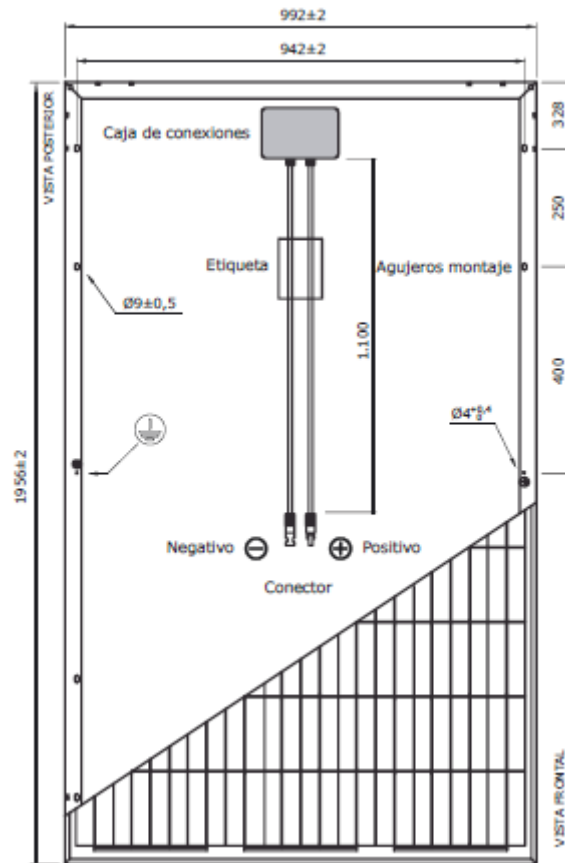


Figura 6. Vista genérica de la construcción del módulo

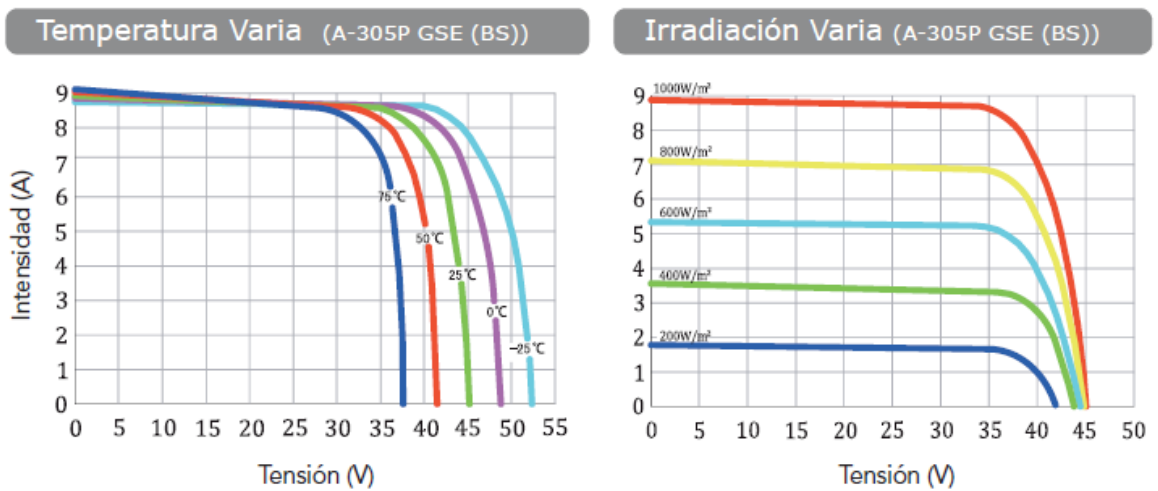


Figura 7. Curvas de intensidad(A) e irradiación en función de la tensión (v)

A partir de la potencia pico de los módulos y de la máxima potencia pico del generador calculada anteriormente, se define el número de módulos necesarios para la instalación:

$$N^{\circ} \text{módulos} = \frac{P_{\text{máx gen FV}}}{P_{\text{pico módulo}}} = \frac{14.248,15 \text{ W}}{305 \text{ W}} = 46,71 = 47 \text{ módulos fotovoltaicos}$$

Por tanto, la potencia pico del generador fotovoltaico será:

$$P_{\text{pico generador}} = 47 \cdot 305 \text{ W} = 14,33 \text{ kWp}$$

Tanto el número de módulos como la potencia del generador pueden variar a lo largo del proyecto ya que hay más factores que influyen en la configuración final del sistema que se tendrán en cuenta más adelante.

### 5.3 SELECCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

Se instala un equipo inversor que integra un variador de frecuencia diseñado para alimentar directamente grupos de bombeo hidráulicos, denominando a este conjunto equipos para bombeo solar.

Al integrar inversor y variador en un único equipo la instalación puede ponerse en marcha en condiciones de muy baja potencia de generación fotovoltaica, aprovechando al máximo las horas de producción.

A continuación, se muestran las características principales del inversor seleccionado:

Tabla 6. Características técnicas del variador

SD700SP CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
ENTRADA	Rango de potencia	1,5kW - 560kW <sup>(1)</sup>
	Tensión	380-500Vac, 3 fases (±10%) 540-900Vcc (830Vcc para tallas 1 y 2)
	Alimentación híbrida	Sí, conexión simultánea
	Frecuencia de entrada	50Hz/60Hz ± 6%
	Tecnología rectificador de entrada	Tiristor-diodo
	DPF=cos φ / Factor de potencia	≥ 0.98 / ≥ 0.91
	Filtro de entrada EMC	Tallas 1 y 2: Primer entorno (C2 estándar); Tallas 3 a 11: Segundo entorno (Industrial) (C3 estándar); Primer entorno (C2 Opcional). C1 consultar con Power Electronics. Filter IT opcional
SALIDA	THDI (%) corriente / Filtro de armónicos	≤ 40% / Bobinas de entrada 3% Impedancia
	Regenerativo	No
	Frecuencia de salida <sup>(2)</sup>	0...200Hz
	Capacidad de sobrecarga	Par constante/carga pesada: 150% durante 60s a 50°C
	Eficiencia (a corriente y tensión nominal)	≥ 98%
CONDICIONES AMBIENTALES	Frecuencia de modulación	4 a 8kHz - PEWave
	Filtro dv/dt de salida	500 a 800V/μs <sup>(3)</sup>
	Longitud cable de salida <sup>(4)</sup>	No apantallado 300m, Apantallado 150m
ENTRADAS/SALIDAS	Temperatura operación/almacenamiento	-20°C a +50°C / -40°C a +70°C
	Altitud/Reducción de potencia por altitud <sup>(5)</sup>	1000m / >1000m, 1% PN(kW) por 100m; 4000m máximo
	Humedad relativa	<95%, sin condensación
	Grado de protección	IP20, IP54
	Entradas digitales	6 programables, activas a nivel alto (24Vcc), Alimentación aislada, 1 entrada PTC
	Salidas digitales	3 relés conmutados configurables (250Vca, 8A or 30Vcc, 8A)
	Entradas analógicas	2 entradas programables y diferenciales: 0-20mA, 4-20mA, 0-10Vcc y ±10Vcc (Aislado ópticamente)
COMUNICACIONES	Salidas analógicas	2 salidas configurables aisladas: 0-20mA, 4-20mA, 0-10Vcc y ±10Vcc
	Entradas encoder (opcional)	2 entradas encoder diferenciales. Tensiones de entrada desde 5 a 24Vcc
	Alimentación de usuario	+24Vcc alimentación de usuario (Máx. 180mA) regulada y protegida frente a cortocircuitos +10Vdc alimentación de usuario (Máx. 2 potenciómetros R=1kΩ) regulada y protegida frente a cortocircuitos
	Tarjeta de expansión E/S (opcional)	4 entradas digitales: Entradas programables y activas a nivel alto (24Vcc). (Aislado ópticamente) 1 entrada analógica: Entrada programable y diferencial. 5 salidas digitales: Relés programables multifunción. 1 salida analógica: Salida programable en tensión /corriente.
	Alimentación externa (opcional)	24V Alimentación externa, Relé de fallo integrado
REGULACIÓN	Protocolo estándar	Modbus-RTU
	Protocolo opcional	Profibus-DP, DeviceNet, Ethernet (Modbus TCP), Ethernet IP, CAN Open, N2 Metasys Gateway
REGULACIÓN	Certificaciones	CE, cTick, UL <sup>(6)</sup> , cUL <sup>(7)</sup> , GL <sup>(8)</sup>
	Compatibilidad electromagnética	Directiva EMC (2004/108/CE), IEC/EN 61800-3
	Diseño y construcción	Directiva LVD (2006/95/CE), IEC/EN 61800-2, IEC/EN 61800-5-1, IEC/EN 60146-1-1, IEC60068-2-6, IEC/EN 61800-5-2(STO) TÜV Rheinland Certified

- Marca: *Power Electronics*
- Modelo: *SD700SP*
- Tensión de entrada: 540-900 Vcc
- Tensión de salida: 380-500 Vac – 3 fases
- Eficiencia: ≥ 0,98





Figura 8. Inversor SD700SP

**SD700SP DIAGRAMA OPERACIONAL**

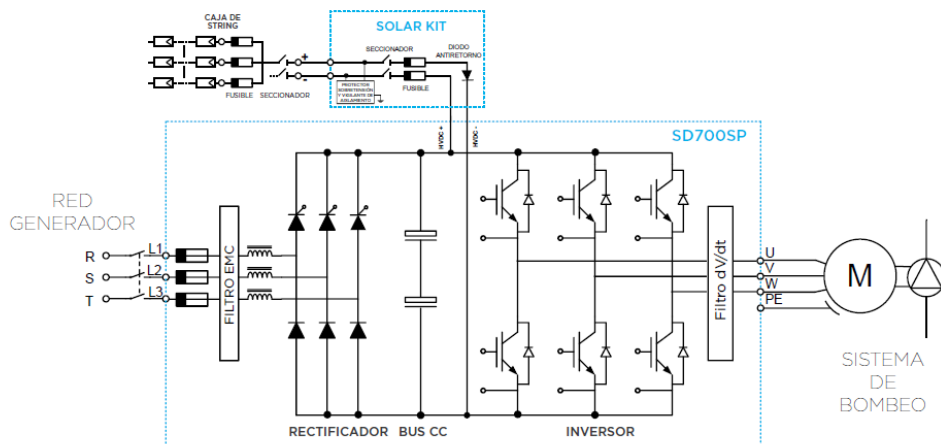


Figura 9. Diagrama operacional del inversor

El inversor cuenta con un sistema híbrido por lo que se puede conectar simultáneamente a la red/generador (CA) y al campo fotovoltaico (CC).

La siguiente figura muestra el funcionamiento de una bomba en continuo. Durante el día, la energía generada por los paneles FV (área verde) se inyecta al motor. Esta energía FV ayuda a reducir proporcionalmente la corriente CA absorbida por la red o del grupo electrógeno (línea roja). Cuando una nube tapa parcialmente los paneles, el variador absorberá más corriente del grupo electrógeno/red de forma instantánea con el objetivo de mantener el balance de potencia constante.

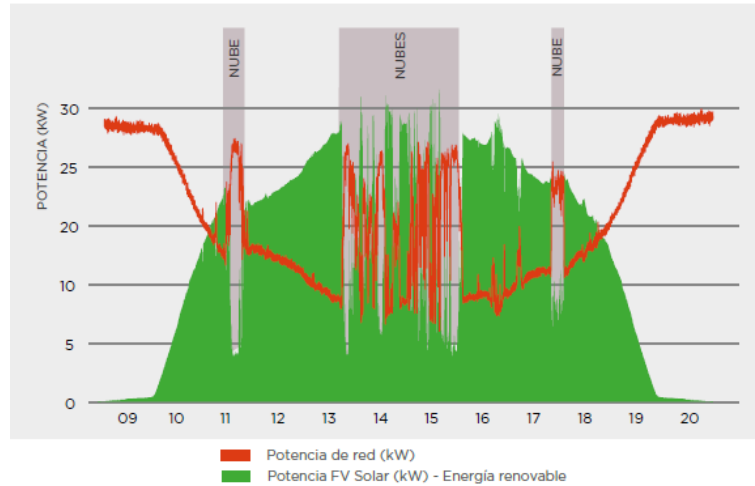


Figura 10. Funcionamiento de una bomba en continuo con la actuación del sistema híbrido del variador

Este inversor posee un sistema que es capaz de usar toda la energía CC disponible y tomar alimentación CA sólo la potencia complementaria. Este sistema conecta/desconecta la entrada CA del cableado, por lo que evita la necesidad de tener una fuente de energía en modo espera. SD700SP toma toda la energía posible del campo fotovoltaico para el bombeo de agua necesario, y en caso de que sea suficiente, SD700 complementa con energía CA para cumplir con el requerimiento del motor. Una vez que la energía fotovoltaica disponible es mayor que la requerida por el motor, SD700 desconecta la entrada CA. Esta característica es especialmente importante puesto que la fuente de energía CA, en este caso, se trata de un grupo electrógeno que funciona con gasoil, y este puede pararse si no es necesaria energía CA.

Tabla 7. Especificaciones del inversor

400Vac - 565Vdc						
TALLA	CÓDIGO	Temperatura de trabajo 50°C ALIMENTACIÓN CA			ALIMENTACIÓN CC @565Vdc	
		I(A) Nominal	Potencia motor (kW) a 400VAC	150% Sobrecarga (A)	Entrada I(A) CC	Entrada I(A) CC 120% Sobrecarga
1	SD7SP0006 5	6	2,2	9	4	5
	SD7SP0009 5	9	4	14	7	8
	SD7SP0012 5	12	5,5	18	10	12
	SD7SP0018 5	18	7,5	27	13	16
	SD7SP0024 5	24	11	36	19	23
2	SD7SP0032 5	32	15	48	27	32
	SD7SP0038 5	38	18,5	57	33	39
	SD7SP0048 5	48	22	72	39	47
3	SD7SP0060 5	60	30	90	53	64
	SD7SP0075 5	75	37	113	65	79
	SD7SP0090 5	90	45	135	80	96
	SD7SP0115 5	115	55	173	97	117
4	SD7SP0150 5	150	75	225	133	159
	SD7SP0170 5	170	90	255	159	191
5	SD7SP0210 5	210	110	315	195	234
	SD7SP0250 5	250	132	375	234	280
	SD7SP0275 5	275	150	413	265	319
6	SD7SP0330 5	330	160	495	283	340
	SD7SP0370 5	370	200	555	354	425
	SD7SP0460 5	460	250	690	442	531
7	SD7SP0580 5	580	315	870	558	669
	SD7SP0650 5	650	355	975	628	754
	SD7SP0720 5	720	400	1080	708	850

Disponibles potencias superiores. Consultar con Power Electronics.

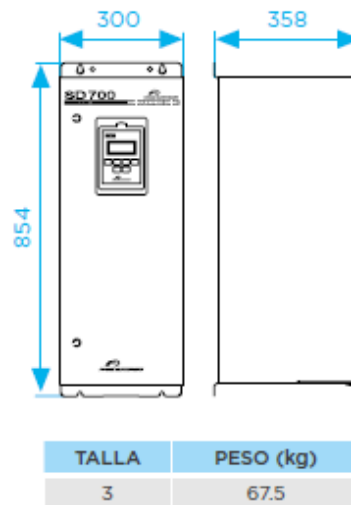


Figura 11. Dimensiones del inversor

#### 5.4 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA

La configuración de un generador solar fotovoltaico está formada por un conjunto de módulos interconectados eléctricamente que definen:

- Potencia pico del generador: determinada como la suma de las potencias pico de sus módulos.
- Un conjunto de módulos conectados en serie constituyendo una rama o *string* para obtener la tensión deseada.
- Un conjunto de ramas conectadas en paralelo de forma que se obtiene una intensidad determinada. El conjunto de ramas en paralelo finalmente se une en una sola línea hasta el inversor.

Una vez seleccionado el inversor hay que asegurarse de que funcionará de manera correcta para cualquier condición climática de radiación y temperatura. En los siguientes apartados, se muestran los cálculos realizados para obtener la configuración.

##### 5.4.1 NÚMERO MÁXIMO DE MÓDULOS EN SERIE POR RAMA

El número de módulos conectados en serie por rama debe ser tal que la tensión máxima de la rama en cualquier condición de trabajo sea menor que la tensión máxima del rango de funcionamiento del MPPT del inversor.

La tensión máxima de un módulo en condiciones normales de operación se puede tomar como su tensión en el PMP a una temperatura de la célula baja,  $V_{pm\acute{a}x}$  a  $T_c = 20\text{ }^\circ\text{C}$  (la tensión aumenta al disminuir la temperatura). Por tanto:

$$n_{m\acute{a}x} \cdot V_{pm\acute{a}x(20^\circ\text{C})} < V_{MPPTm\acute{a}x}$$

$$n_{m\acute{a}x} \leq \frac{V_{MPPTm\acute{a}x}}{V_{pm\acute{a}x(20^\circ\text{C})}}$$

La tensión  $V_{pm\acute{a}x}$  del módulo a  $20^\circ\text{C}$  se determina a partir del valor conocido en condiciones CEM, y aplicando el coeficiente de variación de la tensión con la temperatura:

$$V_{pm\acute{a}x(20^\circ\text{C})} = V_{pm\acute{a}x(CEM)} + \alpha V (20 - 25)$$

A partir del catálogo de los módulos fotovoltaicos, se obtienen los datos necesarios para el cálculo:

Tabla 8 Datos de los módulos provenientes del catálogo de Atersa (I)

VMPPT máx (V)	900
$V_{pm\acute{a}x}$ (CEM) (V)	36,88
$\alpha V$ (mV/ $^\circ\text{C}$ )	-147,104

$$V_{pm\acute{a}x(20^\circ\text{C})} = 36,88 + (-147,104) \cdot (20 - 25) = 37,62\text{ V}$$

$$n_{m\acute{a}x} \leq \frac{900}{37,62} = 23,92$$

El número máximo de módulos en serie por rama para este supuesto es de 23.

Por otra parte, tanto el módulo FV como el inversor tienen unas tensiones máximas de aislamiento. Ambos deben poder soportar las tensiones extremas que se puedan producir en la instalación. La tensión máxima previsible de un módulo FV es su tensión en circuito abierto, a una temperatura de célula muy baja (puede tomarse el valor de  $-10\text{ }^\circ\text{C}$ ). Por tanto:

$$n_{m\acute{a}x} \leq \frac{V_{m\acute{a}x\text{ inv}}}{V_{oc\text{ mod}(-10^\circ\text{C})}}$$

$$n_{m\acute{a}x} \leq \frac{V_{m\acute{a}x\text{ mod}}}{V_{oc\text{ mod}(-10^\circ\text{C})}}$$

La tensión de circuito abierto del módulo FV a  $-10^{\circ}\text{C}$  se determina aplicando el coeficiente de variación de la tensión con la temperatura:

$$V_{oc\ mod(-10^{\circ}\text{C})} = V_{oc\ (CEM)} + \alpha V (-10 - 25)$$

Se vuelve a revisar los catálogos de la marca comercial para obtener los datos necesarios para estos cálculos. Dichos datos se muestran en la tabla 10.

Tabla 9 Datos de los módulos provenientes del catálogo de Atersa (II)

$V_{\text{máx inv}}\ (\text{V})$	1000
$V_{oc\ (CEM)}\ (\text{V})$	45,97
$\alpha V\ (\text{mV}/^{\circ}\text{C})$	-147,104
$V_{\text{máx mod}}\ (\text{V})$	1000

$$V_{pm\acute{a}x(70^{\circ}\text{C})} = 45,97 + (-147,104) \cdot (-10 - 25) = 51,12\ \text{V}$$

$$n_{m\acute{a}x} \leq \frac{1000}{51,12} = 19,56$$

El número máximo de módulos en serie por rama en esta situación es 19.

#### 5.4.2 NÚMERO MÍNIMO DE MÓDULOS EN SERIE POR RAMA

A medida que aumenta la temperatura de la célula, disminuye la tensión en los módulos FV. Si la tensión de trabajo del generador disminuye por debajo del límite mínimo del rango de seguimiento del punto de máxima potencia del inversor, este no puede localizar el PMP y, asumiendo que no hay suficiente potencia solar, desconectaría el generador.

Para evitarlo, se conectan en serie un número mínimo de módulos por rama, de forma que la tensión de la rama, con los módulos FV trabajando en el PMP a una temperatura de célula alta, sea mayor que la tensión mínima del rango de tensiones del inversor. Podemos asumir como temperatura de célula alta, en condiciones de verano,  $70^{\circ}\text{C}$ . Por tanto:

$$n_{min} \geq \frac{V_{MPPTmin}}{V_{pm\acute{a}x(70^{\circ}\text{C})}}$$

La tensión  $V_{pm\acute{a}x}$  del módulo a  $70^{\circ}\text{C}$  se determina a partir del valor conocido en condiciones CEM, y aplicando el coeficiente de variación de la tensión con la temperatura:

$$V_{pm\acute{a}x(70^{\circ}C)} = V_{pm\acute{a}x (CEM)} + \alpha V (70 - 25)$$

En este caso, se vuelve a obtener los datos necesarios para los cálculos del catálogo de la marca comercial, mostrándose en la tabla 11.

Tabla 10. Datos de los módulos provenientes del catálogo de Atersa (III)

$V_{MPPT \text{ min inv}}$	540
$V_{pm\acute{a}x (CEM) (V)}$	36,88
$\alpha V (mV/^{\circ}C)$	-147,104

$$V_{pm\acute{a}x(70^{\circ}C)} = 36,88 + (-147,104) \cdot (70 - 25) = 30,20 V$$

$$n_{min} \geq \frac{540}{30,20} = 17,85$$

El número mínimo de módulos en serie por rama es de 18.

#### 5.4.3 NÚMERO MÁXIMO DE RAMAS CONECTADAS EN PARALELO

El límite de ramas en paralelo que se pueden conectar al inversor viene determinado por la corriente máxima admisible de entrada al inversor. La corriente máxima que puede suministrar un módulo FV (y por tanto una rama), la tomamos igual a la corriente de cortocircuito de un módulo a 1000 W/m<sup>2</sup> y a una temperatura de la célula alta (70 °C):

$$n_{ramas} < \frac{I_{m\acute{a}x \text{ inv}}}{I_{sc \text{ mod } (70^{\circ}C)}}$$

La intensidad de cortocircuito a 70 °C se obtiene aplicando el coeficiente de variación de la corriente con la temperatura:

$$I_{sc (70^{\circ}C)} = I_{sc (CEM)} + \alpha V (70 - 25)$$

Se obtienen los datos necesarios para el cálculo del catálogo comercial, los cuáles se muestran en la tabla 12.

Tabla 11. Datos de los módulos provenientes del catálogo de Atersa (IV)

I <sub>sc</sub> (CEM) (A)	8,78
I <sub>α</sub> (mA/°C)	3,512
I máx inv (A)	60

$$I_{sc(70^{\circ}C)} = 8,78 + 3,512 \cdot (70 - 25) = 8,94 \text{ A}$$

$$n_{ramas} < \frac{60}{8,94} = 6,71$$

El número máximo de ramas que se pueden conectar en paralelo es de 7.

## 5.5 CONFIGURACIÓN FINAL

A partir de todos los datos obtenidos anteriormente, la configuración propuesta para la instalación del generador fotovoltaico es:

Tabla 12. Configuración final de los módulos

Nº de módulos en serie	18
Nº de ramas en paralelo	3
Nº total de módulos	54
Potencia pico del generador	16.470 W

La potencia pico del sistema generador (16,47 kWp) es ligeramente superior a la calculada (14,33 kWp) según el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red. Sin embargo, es un valor que se encuentra justificado ya que para que el inversor cumpla su función de hacer trabajar a los módulos fotovoltaicos en su punto de máxima potencia, los *strings* que se conectan a una misma entrada del inversor deben tener el mismo número de ramas. En este caso, es necesario aumentar el número de módulos fotovoltaicos para conseguir dicha configuración.

Una vez definida la configuración del sistema, obtenemos las características del generador fotovoltaico (en condiciones CEM):

Tabla 13. Características del generador fotovoltaico

Nº de módulos FV	54
Conexión de los módulos	18 s 3 p
Potencia pico del generador FV (kWp)	16,47
Corriente PMP (A)	25,14
Tensión PMP (V)	655,2
Corriente en cortocircuito (A)	26,73
Tensión de circuito abierto (V)	810
Área del generador (m <sup>2</sup> )	105,3

### 5.6 SOPORTE DE ANCLAJE EN CUBIERTA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

El anclaje de los módulos fotovoltaicos a la cubierta se realiza con el soporte OR-MINI de la marca comercial *Solarstem*.

Se trata de un sistema coplanar para cubiertas inclinadas de chapa trapezoidal, siendo ésta la presente en la nave. Así mismo, los perfiles, siendo de aluminio PS, se sitúan en los puntos de embridaje de los módulos.

Este sistema, a su vez, es muy económico y rápido de instalar.

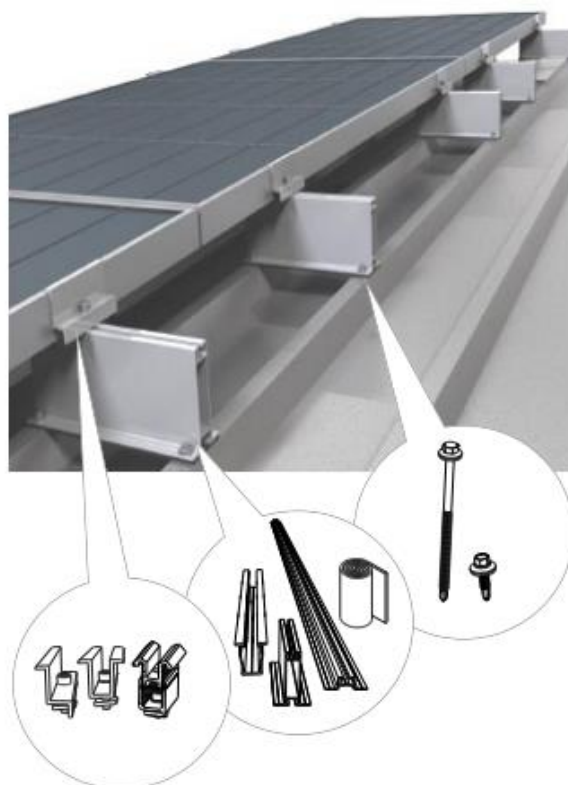


Figura 12. Soporte OR-MINI para el anclaje de los módulos fotovoltaicos con ilustraciones de las piezas necesarias para su montaje. Fuente: [www.solarstem.com](http://www.solarstem.com)



En la siguiente figura, se muestra como quedarían colocados los módulos con este tipo de soportes.



Figura 13. Colocación de módulos sobre el soporte elegido. Fuente: [www.solarstem.com](http://www.solarstem.com)

### 5.7 DISTANCIA MÍNIMA ENTRE CAPTADORES

Para establecer la distancia posible entre módulos, es necesario partir de la superficie de la que se dispone.

La nave cuenta con unas dimensiones de 20 x 15 x 5 m, por lo que la superficie de la cara de la cubierta sobre la que se dimensiona la colocación de los módulos cuenta con la siguiente superficie:

$$\text{Superficie cubierta Sur} = 20 \text{ m} \cdot \frac{15 \text{ m}}{2} = 150 \text{ m}^2$$

Así mismo, la colocación de los módulos se realiza en función de esta superficie:

- Colocación horizontal de los módulos.



Figura 14. Colocación horizontal de un módulo

Para conocer qué tipo de colocación de los módulos es más idónea, se debe comprobar que la superficie de cubierta tiene el tamaño suficiente para albergarlos.

Para ello, se coge la medida del lateral en cuestión y se multiplica por el número de módulos a colocar en cada una de las series en paralelo. En este caso, se colocan 18 módulos en serie.

$$Longitud_H = 1,965 \text{ m} \cdot 18 = 35,37 \text{ m}$$

En vista de los resultados, no se podría realizar esta colocación puesto que el largo de la nave es inferior.

$$20 \text{ m} < 35,37 \text{ m}$$

- Colocación vertical de los módulos.



Figura 15. Colocación vertical de un módulo

A partir de la medida del lateral más estrecho, se multiplica por el número de módulos a colocar en cada una de las series en paralelo. En este caso, se colocan 18 módulos en serie.

$$Longitud_V = 0,992 \text{ m} \cdot 18 = 17,856 \text{ m}$$

En vista de los resultados, esta es la colocación de los módulos seleccionada.

$$17,856 \text{ m} < 20 \text{ m}$$

Con respecto a la separación entre los 3 *strings* existentes en la instalación, su cálculo se muestra a continuación:

$$\text{Ancho} = 1,965 \text{ m} \cdot 3 = 5,895 \text{ m}$$

La anchura de la cubierta sur es de 7,5 metros en total, por lo que lo que no ocupan los módulos supone:

$$7,5 \text{ m} - 5,895 \text{ m} = 1,605 \text{ m}$$

$$\frac{1,605 \text{ m}}{3} = 0,535 \text{ m}$$

Finalmente, se decide dejar una distancia de 0,5 m entre cada una de las filas de módulos. En esta situación, la separación entre *strings* no supone ningún efecto sobre el sombreado puesto que es nulo, pero es conveniente dejar cierta distancia para facilitar el acceso a las placas para posibilitar el mantenimiento.

#### 5.8 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Finalmente, el sistema fotovoltaico queda estructurado tal y como se muestra en la siguiente figura. Para más detalle e información sobre los elementos y el cableado entre ellos, consultar el plano 13.

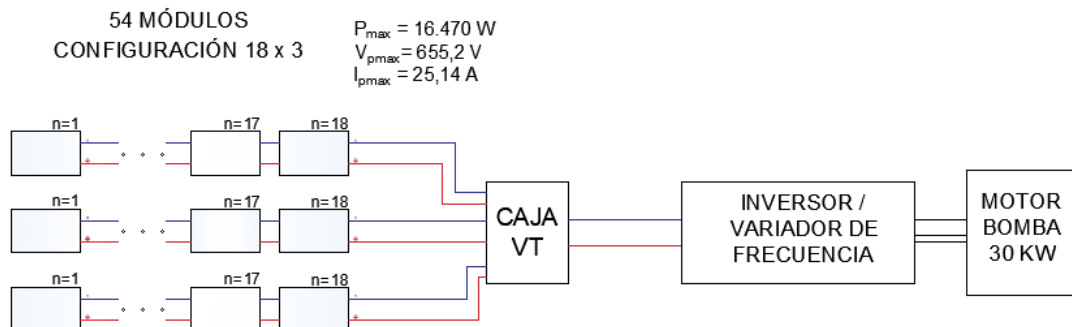


Figura 16. Esquema de la instalación fotovoltaica

El sistema se compone de los siguientes elementos:

- 54 paneles fotovoltaicos *Atersa (A-305P)*, con una disposición 18 en serie x 3 en paralelo.
- Variador *Power Electronics SD700SP* 30 kW, tratándose de un elemento de gran importancia ya que también hace función de inversor, convirtiendo la corriente continua

que se genera en la instalación fotovoltaica en alterna, para poder ser utilizado por el grupo de bombeo para poner en funcionamiento el sistema de riego.

## 5.9 PROTECCIONES

Las protecciones eléctricas se instalarán en el lado de corriente continua (lo relativo a la corriente alterna no es objeto del presente proyecto), cumpliendo con lo dispuesto en el *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002*.

El sistema de protecciones garantiza la protección de las personas tanto a contactos directos como indirectos.

Por una parte, en la protección contra contactos directos, según la ITC-BT-24 del REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión), las protecciones a utilizar para proteger frente a contactos directos deben estar basadas en evitar que una persona pueda entrar en contacto con las partes activas de la instalación, pudiendo emplearse, entre otras, las que se mencionan a continuación:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Por otra parte, en la protección contra contactos indirectos, en un contacto indirecto la persona puede tomar contacto con una parte del sistema (masa) que no debiera estar expuesta a potencial. Sin embargo, algún defecto del aislamiento de la instalación puede exponer a la persona a un potencial de contacto peligroso al tocar las masas. La misma ITC-BT-24 recoge las formas de protección para contactos indirectos:

- Protección por corte automático de la alimentación. De esta manera se evita que la fuente eléctrica siga alimentando la instalación cuando se produce el defecto.
- Protección por empleo de equipos con aislamiento de clase II con la misión de alcanzar resistencias de aislamiento de alto valor y estables en el tiempo.
- Puesta a tierra de las masas de la instalación, para permitir el paso de las corrientes de defecto a tierra y para servir de potencial común para todos los elementos que entran en contacto con ellas.

Con respecto a la protección de los circuitos, según la ITC-BT-22, “Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobrecargas que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobrecargas previsibles”.

Así mismo, las sobrecargas pueden ser originadas por sobrecargas, cortocircuitos y descargas eléctricas atmosféricas.

- Protección contra las sobrecargas.

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortocircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas, de forma que cumpla la función de garantizar que se cumpla el límite de intensidad de corriente admisible.

- Protección contra los cortocircuitos.

En el inicio de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte esté de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Como dispositivos de protección contra cortocircuito, se puede colocar los fusibles calibrados con características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

#### 5.9.1 PROTECCIONES PRESENTES EN LA INSTALACIÓN

Como medidas de protección contra contactos directos e indirectos de la instalación FV se consideran los siguientes:

- Todo el cableado de la instalación FV tendrá aislamiento reforzado Clase II, los módulos FV también llevarán aislamiento clase II.
- La medida de protección contra contactos indirectos será la puesta a tierra de todas las masas de la instalación que sean accesibles a las personas (estructuras soporte, cajas metálicas...).
- El generador FV tendrá configuración flotante respecto a tierra, es decir, sus dos polos estarán aislados de tierra y además el inversor dispondrá de transformador de aislamiento que separe de forma segura el generador de la red de alterna.

En una red de suministro aislada de tierra ningún conductor activo está directamente conectado a tierra. Por ello, en caso de producirse un defecto de aislamiento la corriente de fuga resultante es muy reducida y no aparecen tensiones de contacto peligrosas.

Sin embargo, en caso de no corregirse este primer defecto, un segundo si puede conllevar la aparición de tensiones de contacto peligrosas con la consiguiente necesidad de actuación de las protecciones correspondientes. Es por este motivo que tanto las normativas españolas como las internacionales exigen la utilización de un vigilante de aislamiento en cualquier tipología de red aislada.

Para la presente instalación se ha decidido incorporar el vigilante de aislamiento para instalaciones fotovoltaicas ISO-CHECK PV 1000 de Cirprotec, mostrándose sus características en la tabla 16:

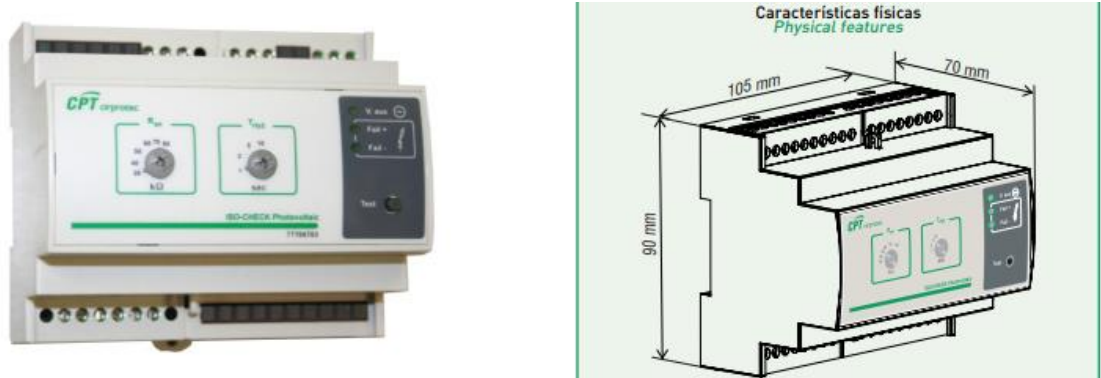


Figura 17. Vigilante de aislamiento ISO-Check-PV

Tabla 14. Características técnicas del vigilante de aislamiento

Tensión de alimentación auxiliar AC 50/60 Hz	230 V
Tensión nominal del sistema	500 – 1000 VDC
Tensión continua admisible	1150 V
Temperatura de funcionamiento	-20 / +70 °C
Grado de protección envolvente	IP 20
Material envolvente y clase	PV V0

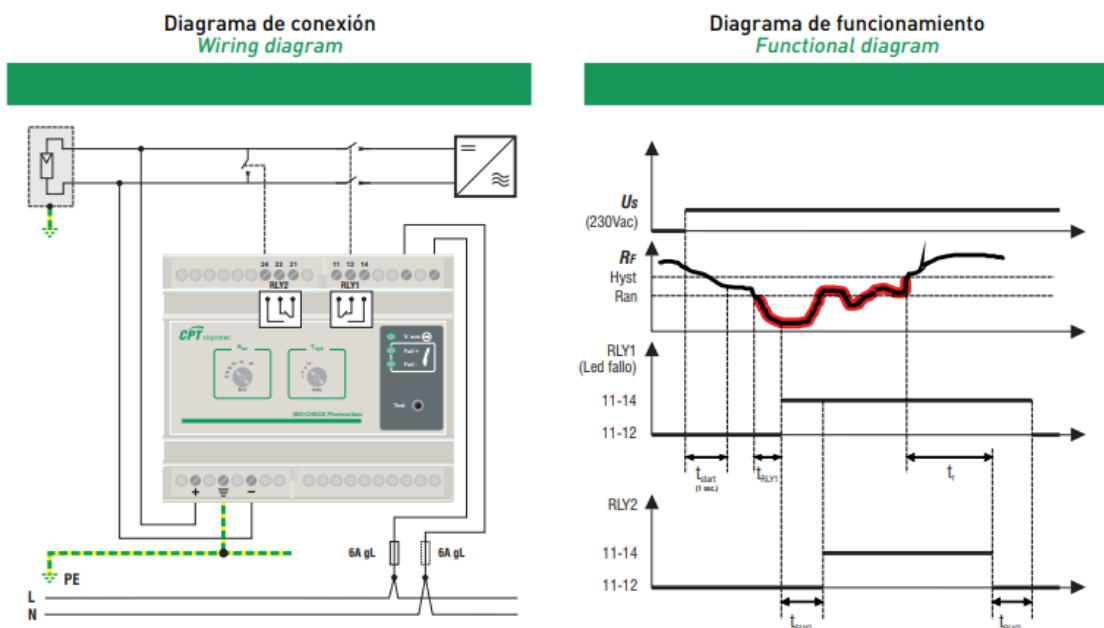


Figura 18. Diagramas de conexión y de funcionamiento del vigilante de aislamiento

Las protecciones de corriente continua frente a sobreintensidades y sobretensiones de origen atmosférico se van a instalar en cajas de conexión VT (1 caja en total) situadas junto a cada grupo de *strings* de módulos FV para facilitar la agrupación de las líneas procedentes de ellos.

Estas cajas permiten verificar la correcta conexión de las series, el estado de las protecciones contra sobretensiones y la generación de cada serie sin necesidad de instrumentos de medida, lo que facilita las tareas de instalación, verificación y puesta en marcha de la instalación.

Para el presente proyecto se ha seleccionado la caja de conexión *CSP-12TM 1kV* de *Atersa*, conteniendo cada una de las ellas contiene los siguientes elementos:

- Bornas portafusibles carril DIN que permiten aislar cada serie.
- Los polos positivos y negativos separados.
- Fusibles de 1000 VDC y 20 A en positivo y negativo para la protección de los *strings*.
- Interruptor seccionador en la línea de salida al inversor que permite desconectar en carga, 1100 Vcc 160 A.
- Protección contra sobreintensidades mediante fusibles.
- Descargador de sobretensiones, cuya función es proteger de sobretensiones de origen atmosférico.



Figura 19. Caja de conexión *CSP-12TM 1kV*

Las líneas que salgan de las cajas VT previstas (1 unidad) se conectarán directamente al inversor anteriormente citado. Esto se debe a que únicamente se dispone de una caja VT, por lo que no es necesario colocar un Cuadro General entre la caja y el inversor. Dicho Cuadro General se suele colocar para instalaciones de mayor envergadura y un número elevado de cajas VT.

#### 5.10 CABLEADO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS

En una instalación fotovoltaica, los cables seleccionados deben ser capaces de soportar, durante el período de vida, condiciones medioambientales desfavorables respecto a la temperatura, precipitaciones atmosféricas y radiación ultravioleta.

Los cables que conectan los módulos se fijan por la parte posterior de los mismos, donde se pueden llegar a alcanzar temperaturas muy elevadas (70-80 °C). Por ello, los cables deben poder soportar elevadas temperaturas y la acción de rayos ultravioleta cuando se instalan a la vista. El resto del cableado irá enterrado bajo tubo en el interior de zanjas.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos según se establece en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Además, se tendrá en cuenta en el dimensionado que los cables sean capaces de soportar una intensidad 1,25 veces la intensidad máxima del generador.

La longitud del cableado será suficiente para evitar que se generen esfuerzos en los diversos elementos y se encontrarán enterrados bajo tubo de acuerdo con la norma *UNE 21 123*. Para facilitar el acceso al cableado durante su instalación o en los momentos que requiera mantenimiento se va a disponer de arquetas a la entrada de cada caja de protección VT, a la entrada del Cuadro General de Protección, en los tramos rectos de cableado cada 40 m y en los cambios de dirección.

El cable seleccionado es el *P-SUN 2.0 CPRO ZZ-F* de *Prysmian*, unipolar de doble aislamiento (Clase II) para las líneas que unen los módulos fotovoltaicos y las cajas VT, y también para las líneas correspondientes entre las cajas VT y el Cuadro General y entre este último y el variador.

Los polos positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.

En la siguiente tabla se resumen las características técnicas correspondientes al cable seleccionado:

*Tabla 15. Características técnicas del cableado*

Tensión continua de diseño	1,5/1,5 kV
Tensión continua máxima	1,8/1,8 kV
Tensión alterna de diseño	1/1 kV
Tensión alterna máxima	1,2/1,2 kV
Conductor	Cobre electrolítico
Temperatura de servicio	-40°C, +120°C (20.000 h); -40°C, +90°C (30 años)
Temperatura máxima del conductor	120°C (20.000 h); 90°C (30 años); 250°C en cortocircuito
Aislamiento	Goma termoestable Doble aislamiento (Clase II)
Resistencia al fuego	Cumple la normativa aplicable





Figura 20. Cable P-SUN 2.0 CPRO ZZ-F

Los sistemas de conexión entre los distintos módulos, para ejecutar las series, se realizarán a través de la unión de módulos con conectores de tipo bayoneta aislada.

#### 5.10.1 CALCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR EN CORRIENTE CONTINUA.

La parte del cableado de corriente continua corresponde con las líneas que unen los módulos fotovoltaicos con el inversor, las cuales se dividen en tres tramos:

- I. Cableado que une los módulos de cada *string* con las cajas VT.
- II. Cableado que une las cajas VT con el inversor

En este caso, se parte de la siguiente configuración:

Tabla 16. Configuración de la instalación fotovoltaica

Nº de módulos conectados en serie por <i>string</i>	18
Nº de <i>strings</i>	3
Nº de cajas VT (caja de conexión y protección en CC)	1
Nº de <i>strings</i> conectados por caja VT	3

La sección de los conductores debe ser tal que:

- La caída de tensión no supere el límite fijado (2 %) entre los módulos y el inversor.
- La sección por el criterio de calentamiento exige que su capacidad de transporte de corriente ( $I_z$ ) sea mayor que la corriente de servicio ( $I_b$ ).

En las instalaciones fotovoltaicas, la corriente de cortocircuito no es significativamente mayor que la corriente de servicio normal, por tanto, no es necesario proteger el cableado frente a calentamiento por cortocircuitos.

La tensión nominal del generador FV depende del número de módulos conectados en serie en cada *string*:

$$V_N = n_S \cdot V_{mp} = 18 \cdot 36,88 = 663,84 \text{ V}$$

Este valor se tiene en cuenta para el cálculo posterior de las secciones por caída de tensión.

➤ CÁLCULO DE LA SECCIÓN POR EL CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

La sección de los cables viene dada por la siguiente expresión:

$$s \text{ (mm}^2\text{)} = \frac{L \cdot I}{\gamma \cdot \Delta V}$$

Donde:

*L*: Longitud del cable (m)

*I*: Corriente de servicio que circula por el circuito (A)

$\gamma$ : Conductividad del cobre (48 m/Ω·mm<sup>2</sup> a 90°C)

$\Delta V$ : Caída de tensión (V)

Los cálculos realizados para obtener la sección del cableado de los tramos mencionados anteriormente son los siguientes:

- CABLEADO QUE UNE LOS MÓDULOS Y LA CAJA VT

Comenzando por establecer el tipo de instalación de cables no enterrados de la que se dispone, tratándose de conductores unipolares en canal protectora suspendida (Grupo B1). Además, 3 conductores de polietileno reticulado (XLPE), uno por cada *string*.

En condiciones normales de servicio, cada módulo suministra una intensidad cercana a la intensidad de cortocircuito, de manera que la intensidad de servicio para el circuito de la rama de módulos (*string*) debe ser igual a:

$$I_b = 1,25 \cdot I_{SC(CEM)}$$

Aplicando la fórmula anterior, se obtiene lo siguiente:

$$I_b = 1,25 \cdot 8,78 = 10,975 \text{ A}$$

Comparando el dato obtenido con la tabla que se muestra a continuación, sobre intensidades admisibles para cables con conductores de cobre no enterrados, perteneciente al *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (ITC-BT-19)*, se puede observar que, para las condiciones establecidas, la sección de cable entre los módulos y la caja VT debe ser de 1,5 mm<sup>2</sup>.

Tabla 17. Intensidades admisibles (A) para cables con conductores de cobre, no enterrados a temperatura ambiente 40°C en el aire. Fuente propia, basada en datos de la ITC-BT-19

Método de instalación	Nº de conductores cargados y tipo de aislamiento											
	A1		3X PVC	2X PVC		3X PVC	2X PVC					
A2	3X PVC	2X PVC		3X XLPE	2X XLPE							
B1				3X PVC	2X PVC		3X XLPE		2X XLPE			
B2			3X PVC	2X PVC								
C					3X PVC		2X PVC	3X XLPE		2X XLPE		
E						3X PVC		2X PVC	3X XLPE		2X XLPE	
F							3X PVC		2X PVC	3X XLPE		2X XLPE
<b>COBRE</b> Sección (mm <sup>2</sup> )	<b>INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (A)</b>											
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174

Finalmente, aplicando la fórmula:

$$1,5 \text{ (mm}^2\text{)} = \frac{18 \text{ m} \cdot 15,67 \text{ A}}{48 \cdot (663,84 \cdot \% \text{ caída tensión})}$$

$$\% \text{ caída tensión} = 0,41 \%$$

$$0,41\% < 2\%$$

Cumple con las condiciones establecidas de caída de tensión por debajo del 2 %.

- CABLEADO QUE UNE LA CAJA VT CON EL INVERSOR

Para esta situación, es necesario multiplicar la intensidad anterior por el número de *strings* (3):

$$I_{VT} = 10,975 A \cdot 3 = 32,925 A$$

Volviendo a la tabla anterior, se puede observar que, para las condiciones establecidas entre la unión entre la caja FT y el inversor, la sección de cable debe ser de 4 mm<sup>2</sup>.

Aplicando la fórmula:

$$4 (mm^2) = \frac{4 m \cdot 32,925 A}{48 \cdot (663,84 \cdot \% \text{ caída tensión})}$$

$$\% \text{ caída tensión} = 0,10 \%$$

$$0,10\% < 2\%$$

Se comprueba que la sección seleccionada cumple con las condiciones establecidas de caída de tensión por debajo del 2 %.

#### ➤ CÁLCULO DE LA SECCIÓN POR EL CRITERIO DE CALENTAMIENTO

La intensidad que circula por los conductores produce en éstos un calentamiento por efecto Joule. Este calentamiento es mayor cuanto menor sea la sección del conductor. Por ello la sección del conductor debe ser tal que limite el calor producido para que en la instalación no se produzcan temperaturas tan elevadas que puedan resultar peligrosas.

El *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT)* regula las intensidades máximas admisibles que deben circular en cada conductor en función de diversos factores.

Es necesario tener en cuenta factores de corrección para la situación estudiada. En primer lugar, se debe aplicar un factor de corrección de la temperatura, para las condiciones más desfavorables que puedan ocurrir en este tramo que se localizan en la zona de la cubierta, dónde la temperatura ambiente puede llegar a alcanzar elevados valores.

Por ello, suponiendo que, aunque los cables estén protegidos puede haber zonas dónde aumente la temperatura por encima de lo aconsejado, se aplica un factor corrector para temperatura ambiente de 50°C con valor de 0,90 para cables con aislamiento termoestable, como el seleccionado anteriormente.

Tabla 18. Factores de corrección por temperatura ambiente distinta a 40°C. Fuente propia, basada en datos de la ITC-BT-19

Aislamiento	Temperatura ambiente (40°C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Tipo PVC (termoplástico)	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78

También se aplica un factor de corrección por agrupamiento de circuitos, teniendo en cuenta que lo que se agrupan son tres cables provenientes cada uno de ellos de los tres *strings* de la instalación. Este factor reduce la intensidad máxima admisible en los conductores cuando se agrupan varios circuitos. Para capa única en bandeja perforada, el valor del factor es de 0,8 tal y como se indica en la tabla 20.

Tabla 19. Factores de corrección por agrupamiento de circuitos. Fuente propia, basada en datos de la ITC-BT-19

Disposición de cables contiguos	Nº de circuitos o cables multiconductores					
	1	2	3	4	6	9
Empotrados o embutidos	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50
Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas		0,85	0,80	0,75	0,70	0,70
Capa única fijada bajo techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60
Capa única en una bandeja perforada vertical u horizontal		0,90	0,80	0,75	0,75	0,70
Capa única con apoyo de bandeja escalera o abrazaderas, etc.		0,85	0,80	0,80	0,8	0,80

De esta forma, en los cálculos que se muestran a continuación, se les aplican los dos factores de corrección anteriores.

- CABLEADO QUE UNE LOS MÓDULOS Y LAS CAJAS VT

$$I_b = \frac{10,975 A}{0,9 \cdot 0,8} = 15,24 A$$

El resultado nos indica que teniendo en cuenta este criterio, la sección de cable de 1,5 mm<sup>2</sup> seleccionada es correcta. Este dato se obtiene consultado la tabla 18. En dicha tabla, se puede observar que la intensidad máxima admisible para el cable de 1,5 mm<sup>2</sup> es 16,5 A por lo que cumple.

- CABLEADO QUE UNE LA CAJA VT CON EL INVERSOR

$$I_b = \frac{32,925 A}{0,9 \cdot 0,8} = 45,73 A$$

En esta situación, con el cable de sección de 4 mm<sup>2</sup> no será suficiente, puesto que para ese cable la intensidad máxima admisible es de 31 A y con los factores correctores se obtiene un valor superior. Por ello, se selecciona un cable con mayor sección, el de 10 mm<sup>2</sup>, cuya máxima tensión admisible es de 54 A y está por debajo de la calculada.

Con este cable, se seguiría cumpliendo el criterio de caída de tensión.

### 5.10.2 TUBOS DE PROTECCIÓN

La selección de los tubos en los que se van a disponer los cables subterráneos se realiza según lo dispuesto en la *ITC-BT-21*.

Los tubos utilizados para el presente proyecto son rígidos, según la *ITC* mencionada anteriormente “Son aquellos que pueden curvarse manualmente y no están pensados para trabajar continuamente en movimiento, si bien tienen cierto grado de flexibilidad”.

Al tratarse de una canalización rígida, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma *UNE-EN 50.086 2-1*.

Los tubos deben tener un diámetro tal que permita el manejo de los cables o conductores aislados que se vayan a introducir. En la siguiente tabla se muestran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función de diversos aspectos, información proveniente de la tabla 9 de la *ITC-BT-21*.

Tabla 20. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir. Fuente: propia, basada en datos de la ITC-BT-21

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Nº de conductores				
	≤6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110

Finalmente, se coloca tubo protector desde los *strings* hasta la caja VT con un diámetro exterior de 25 mm ya que conducirá 3 conductores con sección nominal de 1,5 mm<sup>2</sup>.

#### 5.11 PUESTA A TIERRA

La función de la puesta a tierra es limitar la tensión que puedan presentar las masas metálicas (respecto a tierra) en un momento dado, asegurar la actuación de las protecciones y reducir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos de la instalación. De esta forma se consigue que en el conjunto de instalaciones y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas, además de permitir el paso a tierra de las corrientes de defecto o de descarga de origen atmosférico.

Según la *ITC-BT-18*, la puesta a tierra es “la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte, del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo”.

En el presente proyecto respecto a los cálculos de puesta a tierra solo se va a realizar el dimensionado en corriente continua ya que la correspondiente a la corriente alterna ya existe.

Así mismo, se va a determinar la sección de los conductores de protección que unen las estructuras de soporte y los módulos fotovoltaicos a la puesta a tierra.

El esquema de la instalación de puesta a tierra que se va a seguir en el presente proyecto es el IT (esquema de conexión con generador flotante y masas conectadas a tierra) ya que se trata de una instalación de corriente continua con los conductores activos aislados de tierra.

Se va a disponer un vigilador de nivel de aislamiento de la red de corriente continua en la nave, en la cual están otros equipos como el variador, los cuadros eléctricos, las protecciones,

etc. El dispositivo de vigilancia de nivel de aislamiento deberá avisar cuando se produzca un nivel de aislamiento inferior a 100  $\Omega/V$ .

### 5.11.1 TOMA DE TIERRA

Para la toma de tierra para las masas y los elementos conductores susceptibles de contacto se va a utilizar un electrodo formado por un cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> enterrado para dar  $RT < 20 \Omega$  (10-20  $\Omega$ ). Para el cálculo, se toma un valor medio resistencia de 15  $\Omega$ .

A continuación, se calcula la longitud del electrodo a partir de la fórmula de la resistencia del electrodo de la *Instrucción Técnica*, tratándose de una toma de tierra de pica vertical:

$$Rp = \frac{\rho}{L}$$

Donde:

$\rho$ : Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )

$L$ : Longitud del electrodo (m)

El dato de la resistividad del terreno se obtiene a partir de la siguiente tabla, correspondiente a la *ITC-BT-18*.

Tabla 21. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno. Fuente: ITC-BT-18

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

La parcela dónde se va a situar la instalación de puesta a tierra tiene un suelo compuesto por arena arcillosa. En la tabla 22 se puede observar que, para este tipo de terreno, la



resistividad alcanza un intervalo entre 50 -500  $\Omega \cdot m$ . Partiendo de este intervalo, se toma un valor de cálculo intermedio de 300  $\Omega \cdot m$ .

Sustituyendo estos valores, se obtiene la longitud del electrodo:

$$15 \Omega = \frac{300 \Omega}{L}$$

Despejando la ecuación, la longitud del electrodo resulta  $L = 20$  m. Este valor se debe verificar cuando se lleve a cabo la instalación para corroborar el buen estado de la misma. Y se debe prestar atención que, en caso de picas de gran longitud, éstas pueden alcanzar estratos con resistividades menores.

### 5.11.2 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente la masa de una instalación al conductor de tierra para asegurar la protección contra contactos indirectos.

Se va a calcular la sección necesaria para el cable entre los elementos de la instalación fotovoltaica (masa) y la puesta a tierra. Dicha sección está regulada por el ITC BT-18 y debe satisfacer las siguientes prescripciones marcadas por la misma y que se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 22. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase. Fuente propia, elaborada a partir de la ITC-BT-18

Sección de los conductores de la fase de la instalación S (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima de los conductores de protección S <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 \leq S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

En función de las relaciones expuestas en la tabla anterior, para la conexión entre los *strings* y la caja VT se tiene un cable con sección nominal de 1,5 mm<sup>2</sup>, por lo que la sección mínima de los conductores de protección tendrá el mismo valor,  $S_p = 1,5$  mm<sup>2</sup>.

El valor obtenido de sección para el conductor de protección no cumple con lo mínimo establecido que indica que, en el caso de disponer de protección mecánica, el valor mínimo será de 2,5 mm<sup>2</sup> y sino dispone de ella, será 4 mm<sup>2</sup>.

Por ello, no disponiendo de protección mecánica, se establece una sección de conductores de protección de 2,5 mm<sup>2</sup>.

### 5.11.3 BORNES DE LA TOMA DE TIERRA

En la instalación, se dispone de un borne principal de tierra, al cual se le unirán los conductores: de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y los de puesta a tierra funcional (en caso de ser necesarios).

### 5.11.4 CONDUCTORES DE TIERRA

La sección de los conductores de tierra, al encontrarse enterrados, deben cumplir las prescripciones de la siguiente tabla, elaborada a partir de información de la *ITC*:

*Tabla 23. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra. Fuente propia, elaborada a partir de la ITC-BT-18*

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Según apartado 3.4 de la <i>ITC-BT-18</i> , expresado en la tabla 22.	16 mm <sup>2</sup> de cobre 16 mm <sup>2</sup> de acero galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> de cobre 50 mm <sup>2</sup> de hierro	

La línea que enlace con la puesta a tierra será de 35 mm<sup>2</sup>, puesto que se recomienda en situaciones en las que el conductor de tierra es de cobre enterrado y desnudo independientemente de lo indicado en la tabla anterior. Así mismo, se conectará mediante el borne situado en el cuadro principal de corriente continua, al cual se conectarán también el resto de los elementos de la instalación.



ANEJO 8:  
MOVIMIENTO DE TIERRAS

---



## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. CONDICIONANTES</b> .....	1
<b>3. CUBICACIONES</b> .....	2
3.1 TUBERÍAS DE LA RED DE TRANSPORTE .....	2
3.2 TUBERÍAS TERCARIAS .....	3

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de las tuberías primarias y secundarias por subunidad .....	3
Tabla 2. Resumen de la cubicación de la zanja de la red de transporte .....	3
Tabla 3. Datos de las tuberías terciarias por subunidad .....	4
Tabla 4. Resumen de la cubicación de la zanja de las tuberías terciarias.....	4

## 1. INTRODUCCIÓN

Las tuberías que componen la explotación, desde las terciarias hasta los mismos laterales, están enterradas a una cierta profundidad para evitar las roturas y el desgaste, así como facilitar las labores a realizar en las parcelas.

Con respecto a los laterales, no se tienen en cuenta en este anejo puesto que su enterramiento se lleva a cabo mediante un arado topo enganchado al tractor específico para ello.

A continuación, se especifican las zanjas realizadas para enterrar el resto de tuberías.

## 2. CONDICIONANTES

Dependiendo del tipo de tubería del que se trate, se requiere una cierta profundidad. En el caso de las tuberías primarias y secundarias, dado que solamente tienen una salida por cada subunidad y no suelen realizarse roturas en ellas, se puede considerar enterrarlas más profundas.

Por otra parte, las tuberías terciarias tienen múltiples salidas, siendo más probable una rotura que en las anteriores, por lo que se puede considerar enterrarlas a 50 o 60 cm de profundidad con respecto a la superficie, pero teniendo en cuenta que las válvulas de corte manuales no queden sumergidas, pues en caso de emergencia se debe poder acceder a ellas con rapidez.

Teniendo en cuenta lo anteriormente citado, se decide enterrar todas las tuberías a 60 cm de profundidad para facilitar la realización de la zanja y poder acceder a todas ellas de forma no muy complicada.

En cuanto a la anchura necesaria para la zanja, el mínimo será aquel que permita la correcta colocación de las tuberías, ya que las uniones se realizarán fuera de la zanja. Adaptándose a la máquina disponible en la explotación, el ancho se limita al caso disponible, con un ancho de 40 cm. Todo el trazado de tuberías a enterrar se realiza por caminos de tierra, por lo que con esta máquina será suficiente.

En el enterrado de tuberías es común emplear suelos de mejor calidad para hacer el relleno, pero se empleará el suelo de la explotación ya que este mismo cuenta con una textura arenosa que le dota de la calidad necesaria y no hay existencia de piedras perjudiciales que queden en contacto con las tuberías enterradas y puedan ocasionar roturas. En las curvas con ángulo de 90º que se produzcan en las tuberías, se coloca cemento en la parte inferior para asentar bien las tuberías y que no se produzcan vibraciones elevadas por la presión del agua que circule por ellas.

### 3. CUBICACIONES

Antes de proceder al enterrado de las tuberías, se deben realizar las zanjas. Para ello, independientemente del tipo de tubería, se ha diseñado la misma zanja tanto en anchura como en profundidad para toda la instalación, con el fin de facilitar esta labor.

La maquinaria a emplear se trata de una retro-excavadora, con una cuchara de 40 cm de anchura, medida más que suficiente para depositar las tuberías. Anchuras inferiores podrían dificultar la colocación e incluso podría favorecer el derrumbamiento de las paredes de la zanja.

El objetivo de este apartado es cuantificar los volúmenes que se van a mover en el zanjeado de material base. Las cantidades se agrupan en subunidades para poder desglosar el cálculo, pero los datos importantes se centran en las longitudes totales.

El volumen de tierra extraído no es el mismo que se añade posteriormente para cerrar la zanja, ya que la propia tubería ocupa un volumen. El volumen que ocupa la tubería se calcula como si de un simple cilindro se tratase, mediante la siguiente expresión:

$$V (m^3) = \pi \cdot r^2 \cdot L$$

Donde:

*r*: Radio de la tubería, expresado en metros.

*L*: Longitud de la tubería, expresada en metros.

El volumen de suelo sobrante extraído se deja en la superficie de la parcela, ya que debido a la poca cantidad que supone no es necesario extraerlo.

#### 3.1 TUBERÍAS DE LA RED DE TRANSPORTE

Para saber exactamente por donde se debe realizar la zanja para las tuberías primarias y secundarias, se consultará el *Plano 6*.

A continuación, se muestran los cálculos llevados a cabo para la realización de dichas zanjas.



Tabla 1. Datos de las tuberías primarias y secundarias por subunidad

TUBERÍAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS			
Subunidad	Longitud (m)	DN	Volumen (m <sup>3</sup> )
1.1	87,46	50	0,17
1.2	170,34	63	0,53
1.3	379,9	140	5,85
2.1	176,4	125	2,16
2.2	54,3	125	0,67
3	280,8	63	0,88
4.1	247,99	63	0,77
4.2	25,03	75	0,11
4.3	68,67	90	0,44
5.1	253,86	50	0,50
5.2	138,26	140	2,13
5.3	394,78	50	0,78
6.1	26,45	50	0,05
6.2	448,8	75	1,98
6.3	56,24	63	0,18
	2809,28		17,19

Tabla 2. Resumen de la cubicación de la zanja de la red de transporte

Longitud de la zanja	2809,28
Volumen de excavación (m <sup>3</sup> )	674,23
Volumen ocupado por las tuberías (m <sup>3</sup> )	17,19

### 3.2 TUBERÍAS TERCIARIAS

Para saber exactamente por donde se debe realizar la zanja para las tuberías terciarias, se consultará el *Plano 7*.

En las siguientes tablas, se muestran los cálculos realización para el dimensionado de dichas zanjas.

Tabla 3. Datos de las tuberías terciarias por subunidad

TUBERÍAS TERCIARIAS			
Subunidad	Longitud (m)	DN	Volumen (m <sup>3</sup> )
1.1	102	50	0,20
1.2	78,7	50	0,15
1.3	44,6	50	0,09
2.1	132	63	0,41
2.2	173	63	0,54
3	114	63	0,36
4.1	109,1	50	0,21
4.2	107,4	50	0,21
4.3	61,7	50	0,12
5.1	60,7	50	0,12
5.2	200,9	90	1,28
5.3	23,4	50	0,05
6.1	34	50	0,07
6.2	212	50	0,42
6.3	113	50	0,22
	1566,5		4,44

Tabla 4. Resumen de la cubicación de la zanja de las tuberías terciarias

Longitud de la zanja	1566,5
Volumen de excavación (m <sup>3</sup> )	375,96
Volumen ocupado por las tuberías (m <sup>3</sup> )	4,44



ANEJO 9:  
ESTUDIO ECONÓMICO DE LA  
VIABILIDAD DEL PROYECTO

---



## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. HORAS DE RIEGO NECESARIAS .....</b>	<b>1</b>
<b>3. CONSUMO DEL GRUPO ELECTRÓGENO .....</b>	<b>3</b>
<b>4. AMORTIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....</b>	<b>3</b>
<b>5. ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DEL PROYECTO .....</b>	<b>4</b>
5.1 SITUACIÓN DEL MERCADO DEL PISTACHO.....	4
5.2 GASTOS DE LA EXPLOTACIÓN.....	4
5.3 INGRESOS DE LA EXPLOTACIÓN .....	5
5.4 ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN .....	6

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Necesidades de riego de la plantación .....	1
Tabla 2. Horas de riego aportadas por la instalación fotovoltaica.....	2
Tabla 3. Horas de riego con uso del grupo electrógeno .....	2
Tabla 4. Aporte de la energía necesaria, expresado en horas y en porcentaje .....	3
Tabla 5. Gastos anuales de la explotación .....	5
Tabla 6. Estudio económico de la viabilidad del proyecto .....	7

## 1. INTRODUCCIÓN

En este anejo, se procede a estudiar el efecto económico que supone la instalación fotovoltaica en el ahorro de consumo en el grupo electrógeno de la instalación.

Este hecho supone un factor determinante ya que la instalación fotovoltaica no podrá dotar de toda la energía necesaria para cumplir con todas las necesidades del cultivo, pero su instalación se realiza con el objetivo de reducir los costes energéticos.

## 2. HORAS DE RIEGO NECESARIAS

Partiendo de los datos obtenidos en el anejo II sobre el diseño agronómico, las horas de riego necesarias para la explotación se muestran en la siguiente tabla:

*Tabla 1. Necesidades de riego de la plantación*

Mes	Tiempo de riego mensual (horas)	Número de riegos por semana	Horas riego/ día por sector	Horas riego/ día 2 sectores
Enero	0	1	0	0
Febrero	0	1	0	0
Marzo	0	1	0	0
Abril	0	1	0	0
Mayo	59,77	4	3,37	6,74
Junio	111,09	5	5,18	10,36
Julio	133,21	7	5,37	10,74
Agosto	125,5	7	4,05	8,1
Septiembre	51,67	3	4,02	8,04
Octubre	6,56	2	0,74	1,48
Noviembre	0	1	0	0
Diciembre	0	1	0	0
ANUAL	487,81	-	-	-

A partir de las horas necesarias de riego al día en los meses entre mayo y octubre, se comprueba lo que la instalación fotovoltaica podría proporcionar a partir de las horas solar pico de cada uno de esos meses.

Así mismo, para este cálculo, se tiene en cuenta la radiación diaria comparándola con las horas de riego diario necesarias, tal y como se muestra en la tabla 2.

ANEJO 9 – ESTUDIO ECONÓMICO DE LA VIABILIDAD DEL PROYECTO

Tabla 2. Horas de riego aportadas por la instalación fotovoltaica

Mes	HSP diario (Solar)	Horas riego/ día 2 sectores	HSP diario - Horas 2 sect
Enero	3,78	0	-
Febrero	4,76	0	-
Marzo	5,86	0	-
Abril	5,91	0	-
Mayo	6,25	6,74	-0,49
Junio	6,86	10,36	-3,5
Julio	7,29	10,74	-3,45
Agosto	6,75	8,1	-1,35
Septiembre	6,01	8,04	-2,03
Octubre	5,13	1,48	3,65
Noviembre	3,94	0	-
Diciembre	3,51	0	-

En vista de los resultados de la tabla anterior, se puede observar que con la instalación fotovoltaica no se puede cumplir con las necesidades totales de riego para los meses entre mayo y septiembre. Por ello, durante esos meses, se aprovecharán las horas de riego que pueda aportar la instalación fotovoltaica complementándose con el uso del grupo electrógeno.

Por el contrario, para el mes de octubre, las necesidades de riego se cumplen completamente con el aporte de energía de la instalación fotovoltaica, por lo que no será necesario el uso del grupo electrógeno.

En la siguiente tabla, se muestran las horas de uso del grupo electrógeno en los meses necesarios.

Tabla 3. Horas de riego con uso del grupo electrógeno

Mes	HR/día Grupo Electrógeno	Número de riegos por semana	HR semanales Grupo Electrógeno	HR mensuales Grupo Electrógeno
Mayo	0,49	4	1,96	7,84
Junio	3,5	5	17,5	70
Julio	3,45	7	24,15	96,6
Agosto	1,35	7	9,45	37,8
Septiembre	2,03	3	6,09	24,36
TOTAL HORAS AÑO				236,6



Finalmente, en la siguiente tabla se desglosa el número total de horas de riego de la explotación con las dos formas de aporte de la energía necesaria.

Tabla 4. Aporte de la energía necesaria, expresado en horas y en porcentaje

HORAS TOTALES (h)	Instalación Fotovoltaica (h)	Grupo Electrógeno (h)
487,81	251,21	236,6
Uso (%)	51	49

### 3. CONSUMO DEL GRUPO ELECTRÓGENO

Es necesario conocer el consumo de energía por parte del grupo electrógeno y lo que ello conlleva en términos monetarios.

En función de las características del grupo, mencionadas en el anejo IV, trabajando al 50% de la carga, supone un consumo de 9,3 €/h, es decir, 0,185 €/kWh.

A continuación, se calcula el importe de gasto anual que conllevaría el uso del grupo electrógeno:

$$\text{Consumo grupo electrógeno (€)} = 236,6 \text{ h} \cdot 9,3 \frac{\text{€}}{\text{h}} = 2.200,28 \text{ €}$$

### 4. AMORTIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Con la instalación del sistema fotovoltaico, se busca un ahorro económico a largo plazo. Así mismo, partiendo de las horas de riego que cubre este sistema, su importe en el caso de ser dotadas por el grupo electrógeno ascenderían al siguiente importe:

$$\text{Horas FV en gasto del grupo electrógeno (€)} = 251,21 \text{ h} \cdot 9,3 \frac{\text{€}}{\text{h}} = 2.336,25 \text{ €}$$

Tal como indica el presupuesto del proyecto, la instalación fotovoltaica asciende a un importe de 23.983,80 euros en bruto, que teniendo en cuenta el presupuesto de ejecución por contrata dónde se incluyen los gastos generales, el beneficio industrial y el IVA, ascendería a 33.577,32 euros.

$$\text{Amortización} = \frac{33.577,32 \text{ €}}{2.336,25 \text{ €}} = 14,37 \text{ años}$$

La amortización de la instalación fotovoltaica podría tener lugar en 14 años con respecto a lo que supondría el gasto en gasóleo B para el grupo electrógeno en la producción de esa energía. Esto no supone un período extremadamente largo de tiempo, pues en función del desarrollo del árbol existente, el pistachero, se llega a hablar de 15 años productivos.

## 5. ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DEL PROYECTO

### 5.1 SITUACIÓN DEL MERCADO DEL PISTACHO

El pistacho se trata de un fruto seco proveniente de oriente medio que va ganando terreno en el mercado tanto mundial como español.

Necesita entre seis y siete años para comenzar a dar frutos, pero una vez empieza la rentabilidad es muy superior a otros cultivos leñosos tradicionalmente mediterráneos.

En España, se habla de alrededor de 4.700 hectáreas de cultivo, no todas ellas en producción por ahora, pero en vista de que esta cifra se encuentra en alza por el auge de este cultivo. Aun así, España se encuentra fuera del ranking de los 10 países con mayores producciones, listado liderado por Irán y E.E.U.U.

Con respecto a su consumo, en 2016, creció un 15% en volumen (miles de kilos) y un 22% en valor. En los últimos años, ha aumentado su consumo mundial a la vez que se ha ido incrementando su precio.

En 2009 el kilo valía 2,7 euros en Estados Unidos. En 2015 alcanzó los 7,7, según la organización *Administrative committee for pistachios*.

### 5.2 GASTOS DE LA EXPLOTACIÓN

Los gastos de la explotación se basan en lo que supone los abonos, los productos fitosanitarios para combatir plagas y enfermedades, las podas realizadas en el periodo invernal del árbol y si es necesario en verde también, y lo que supone el uso del grupo electrógeno en consumo de gasoil B, teniendo en cuenta que esto supondrá únicamente un 49% de la energía necesaria para la bomba, puesto que el resto es aportado por la instalación fotovoltaica.

El abonado irá aumentando su coste con respecto a los años, debido a la entrada en producción y las mayores necesidades del árbol.

ANEJO 9 – ESTUDIO ECONÓMICO DE LA VIABILIDAD DEL PROYECTO

Los productos fitosanitarios se establece un precio fijo puesto que existen problemas de plagas y enfermedades en todos los estadios del árbol, aunque sean diferentes problemas cuando el árbol es plantón a cuando está en producción.

Las podas también se establece un precio estable, ya que todos los años es necesario seguir formando el árbol y seleccionar las ramas productivas de forma manual.

El importe del grupo electrógeno se expresa en valor anual, calculado en el apartado 3. *Consumo del grupo electrógeno.*

Así mismo, se tiene que tener en cuenta que el año que consideramos 1 sería el año 3 del árbol, por lo que siendo que la producción comienza alrededor de los seis años del árbol, en esta situación, el inicio tendrá lugar en el año 4.

En la siguiente tabla, se muestran los gastos expresados por hectárea y en total para toda la plantación, teniendo en cuenta las 14,3 Ha.

Tabla 5. Gastos anuales de la explotación

	GASTOS ANUALES				
	Años 1, 2, 3	Año 4	Año 5	Año 6	Años siguientes
Abonado (€/HA)	300	400	500	500	500
Abonado Total	4290	5720	7150	7150	7150
Fitosanitarios (€/HA)	200	200	200	200	200
Fitosanit. Total	2860	2860	2860	2860	2860
Podas (€/HA)	100	100	100	100	100
Podas Total	1430	1430	1430	1430	1430
Grupo electrógeno (€/año)	2200,28	2200,28	2200,28	2200,28	2200,28
	10780,28	12210,28	13640,28	13640,28	13640,28

5.3 INGRESOS DE LA EXPLOTACIÓN

Los ingresos disponibles en la explotación vendrán únicamente de la cosecha de pistachos recolectada. Dicha cosecha comenzará a partir de año 4 del estudio.

El precio del pistacho en este momento oscila sobre los 6 – 7 €/kg, pero para el estudio se establece un precio de 4 €/kg por la posibilidad de bajada de precios y por el hecho de contemplar, en situación de producirse, que algún año se pierda la cosecha por heladas o por otras mermas posibles.

En cuanto a la producción por cada árbol, se establece que el año 4 será de 1 kg/árbol, el año 5 de 2 kg/árbol y al año 6 y los siguientes, de 3 kg/árbol.

#### 5.4 ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN

Los métodos de valoración utilizados para determinar la viabilidad del proyecto serán:

- Valor Actual Neto (VAN)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)

El Valor Actual Neto (VAN) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$VAN = VA - A = -A + \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{(1+k)^i}$$

Donde:

VAN: Valor Actual Neto

VA: Valor Actual de los flujos de caja

A: Valor de la inversión

Qi: Flujos de caja del año

K: Tasa de actualización

La Tasa Interna de Retorno (TIR) mide la rentabilidad del proyecto o aquella tasa que hace el VAN igual a cero, y que es un complementario al método de valoración a través del VAN. Su cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^n} = 0$$

Donde:

TIR: Tasa Interna de Retorno

F<sub>n</sub>: Flujos de caja neto para cada período

i: Tipo de interés

n: Número de períodos considerados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del estudio económico en la tabla 6.

Tabla 6. Estudio económico de la viabilidad del proyecto

Año	COBROS	PAGOS	Pago de la	FLUJOS DE CAJA		Δ F.C.	Δ F.C.
	Ord	Ord	Inversión	Proyecto	Iniciales	Δ F.C.	actualizado act y acum
0			182.734,83	-182.735	0	-182.735	-182.735
1	0	10.780		-10.780	0	-10.780	-10.267
2	0	10.780		-10.780	0	-10.780	-9.778
3	0	10.780		-10.780	0	-10.780	-9.312
4	30.800	12.210		18.590	0	18.590	15.294
5	61.600	13.640		47.960		47.960	37.578
6	92.400	13.640		78.760		78.760	58.772
7	92.400	13.640		78.760		78.760	55.973
8	92.400	13.640		78.760		78.760	53.308
9	92.400	13.640		78.760		78.760	50.769
10	92.400	13.640		78.760		78.760	48.352
11	92.400	13.640		78.760		78.760	46.049
12	92.400	13.640		78.760		78.760	43.856
13	92.400	13.640		78.760		78.760	41.768
14	92.400	13.640		78.760		78.760	39.779
15	92.400	13.640		78.760		78.760	37.885

<b>TIR</b>	16,49%	<b>VAN</b>	317.290
------------	--------	------------	---------

Tal como y se observa en la tabla anterior, en el año 8 concluiría el pago de la inversión del proyecto.

Analizando la factibilidad económica, el valor de la tasa de descuento utilizada para el cálculo del VAN es de 2,7%, valor que corresponde al tipo de interés de las obligaciones a 30 años emitidas por el Estado (obtenido en la página del Tesoro Público). Es seleccionado por tener un horizonte temporal similar al del proyecto.

En vista de los resultados, se puede apreciar que el valor de VAN es superior a cero, por lo que se puede aceptar la inversión.

$$VAN = 317.290 > 0$$

Así mismo, el tipo de rentabilidad que nos ofrece el proyecto, es decir, aquella que hace que el VAN sea 0, es la siguiente:

$$TIR = 16,49\% \rightarrow TIR > 2,7\%$$

Se concluye que la inversión es aceptable en función de los resultados de los parámetros estudiados.



ANEJO 10:  
PROGRAMACIÓN DE LA  
EJECUCIÓN DE LA OBRA

---





## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES.....</b>	<b>1</b>
2.1 RED DE TRANSPORTE .....	1
2.2 TUBERÍAS TERCARIAS .....	2
2.3 CABEZAL DE RIEGO .....	2
2.4 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	3
<b>3. CALENDARIO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.....</b>	<b>3</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Duración de las actividades para la ejecución de la red de transporte.....	1
Tabla 2. Duración de las actividades para la ejecución de las tuberías terciarias y los laterales .	2
Tabla 3. Duración de las actividades para la ejecución del cabezal de riego.....	2
Tabla 4. Calendario de ejecución del proyecto .....	4

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se expone una estimación de la programación de la ejecución del proyecto.

La división del proyecto en tareas, se ha hecho siguiendo la misma estructura que la contenida en el presupuesto. La duración de las tareas se ha establecido según las mediciones realizadas en el proyecto y de los rendimientos establecidos.

## 2. DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES

Las actividades que se definen coinciden con los capítulos de ejecución señalados en el presupuesto.

### 2.1 RED DE TRANSPORTE

*Tabla 1. Duración de las actividades para la ejecución de la red de transporte*

ACTIVIDAD	DURACIÓN (días)
1. Movimiento de tierras	8
2. Canalización	15
3. Valvulería - Valv. Bola - Válvulas de bola roscar 1/4" - Valv. Retorno PVC 63 mm - Electroval. 3" - Valv. Ventosa 2"	1
4. Medición - Manómetro 10 atm - Manómetro 6 atm	1

En total, se necesitan un total de **25 días** para llevar a cabo la ejecución de la red de transporte.

2.2 TUBERÍAS TERCIARIAS

Tabla 2. Duración de las actividades para la ejecución de las tuberías terciarias y los laterales

ACTIVIDAD	DURACIÓN (días)
1. Movimiento de tierras	7
2. Canalización	13
- Laterales	20
3. Valvulería	
- Valv. Bola	2
- Valv. Ventosa 1"	

Se necesitan **42 días** para la ejecución de las tuberías terciarias y sus respectivos laterales.

2.3 CABEZAL DE RIEGO

Tabla 3. Duración de las actividades para la ejecución del cabezal de riego

ACTIVIDAD	DURACIÓN (días)
- Depósito 5000 L	
- Depósito 2500 L	
- Bomba inyección	
- Filtros	
- Contador Woltman	
- Programador Agronic	
- Bomba sumergible pozo	8

Para la ejecución del cabezal de riego, son necesarios **8 días**.

2.4 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

ACTIVIDAD	DURACIÓN (días)
- Soportes anclaje cubierta	11
- Módulos FV	13
- Variador	6
- Vigilante aislamiento	2
- Cableado	10
- Protecciones	6

Con respecto a la instalación fotovoltaica, se necesitan en total **37 días**.

**3. CALENDARIO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA**

En vista de los días que conlleva respectivamente cada actividad, se decide programar un calendario de ejecución de la obra.

Dicho calendario se establece en función del calendario laboral vigente en la Comunidad Autónoma de Aragón, por lo que los días festivos no se contemplan.

En el establecimiento de dicho calendario se ha tenido en cuenta las labores que son consecutivas y las que no lo son, por ello, se ha establecido que la instalación fotovoltaica se puede realizar a la vez que las tuberías terciarias, teniendo en cuenta que dicha instalación deberá realizarse como muy pronto a la misma vez que se ejecute el cabezal de riego para realizar todas las instalaciones de cableados y conexiones previstas.

A continuación, se muestra el calendario de ejecución de la obra cuya fecha de inicio se corresponde al 2 de septiembre de 2019, terminándose la obra el 18 de diciembre del mismo año.

Tabla 4. Calendario de ejecución del proyecto

NOMBRE TAREA	DÍAS	SEPTIEMBRE 2019											OCTUBRE 2019											NOVIEMBRE 2019																																						
		2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	17	18	22	22	23	34	25	28	29	30	31	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26
RED DE TRANSP.	21	█																																																												
1. Mov. de tierras	6	█																																																												
2. Canalización	13	█																																																												
3. Válvulería	1																			█																																										
4. Medición	1																			█																																										
TUB. TERCIARIAS	33												█																																																	
1. Mov. de tierras	5												█																																																	
2. Canalización	11												█																																																	
Laterales	15																							█																																						
3. Válvulería	2																			█																																										
CABEZAL DE RIEGO	8																														█																															
INST. FOTOVOLT	10												█																																																	
Soportes anclaje	3												█																																																	
Módulos FV	2												█																																																	
Variador	2																							█																																						
Vigilante aislamiento	1																			█																																										
Cableado	3																														█																															
Protecciones	2																														█																															



# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



**MÁSTER EN INGENIERÍA AGRONÓMICA**

***PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO  
LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA  
UNA PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS  
T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA  
(TERUEL)***

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

Alumno: Alba Pérez Albalate

Tutor: Iban Balbastre Peralta

Curso académico: 2018/2019

Valencia, Julio de 2019



## INDICE DE PLANOS

Plano 1. Localización

Plano 2. Situación

Plano 3. Superficie regable

Plano 4. Subunidades de riego

Plano 5. Sectorización

Plano 6. Red de transportes

Plano 7. Tuberías terciarias y laterales

Plano 8. Distribución de la nave

Plano 9. Esquema del cabezal de riego

Plano 10. Representación del grupo de bombeo

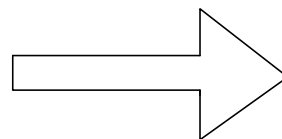
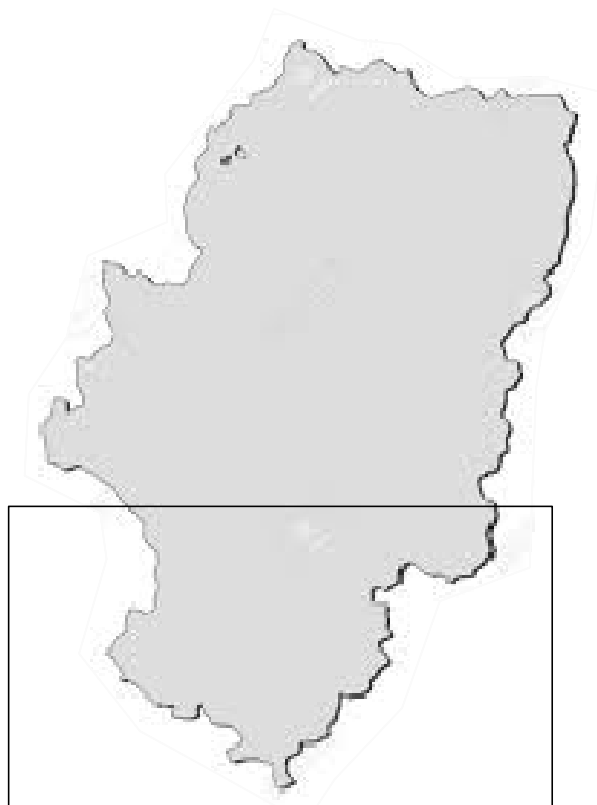
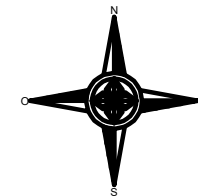
Plano 11. Filtros

Plano 12. Ubicación de la instalación fotovoltaica

Plano 13. Esquema eléctrico de la instalación FV

Plano 14. Distribución en cubierta de los módulos fotovoltaicos

Plano 15. Soportes de anclaje en cubierta de los módulos FV



# PROVINCIA DE TERUEL



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMA Y DEL MEDIO NATURAL  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA UNA  
PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA (TERUEL)

Fecha:  
24/05/2019

ALUMNO:  
ALBA PÉREZ ALBALATE

Escala:  
-

Firma:

TÍTULO DEL PLANO  
LOCALIZACIÓN

Plano nº:  
01



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA Y DEL MEDIO NATURAL  
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA UNA  
 PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA (TERUEL)

Fecha:  
 24/05/2019

ALUMNO:  
 ALBA PÉREZ ALBALATE

Escala:  
 1/35000

Firma:

TÍTULO DEL PLANO  
 SITUACIÓN

Plano nº:  
 02



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL  
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA UNA  
 PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA (TERUEL)

Fecha:  
 01/06/2019

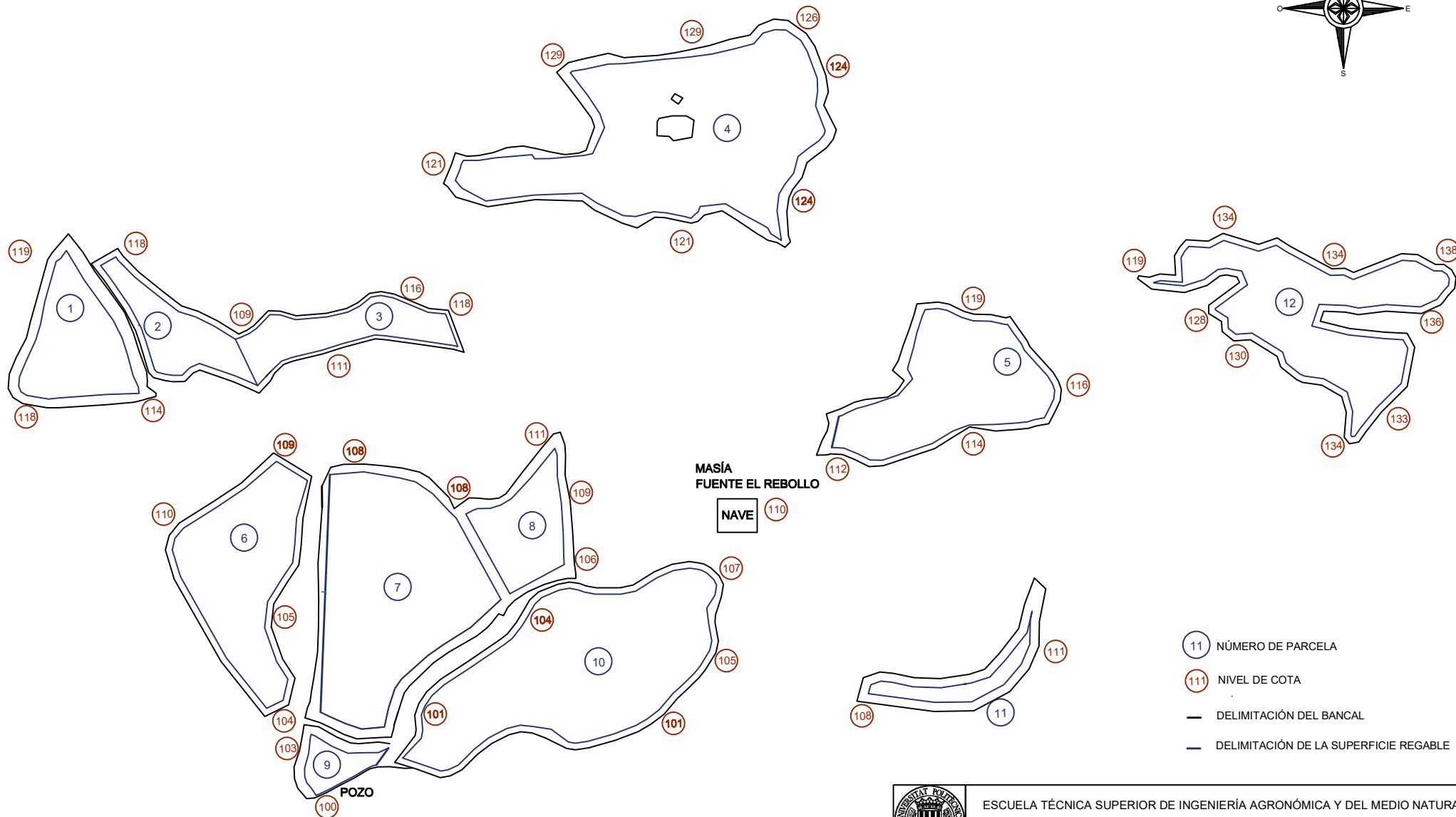
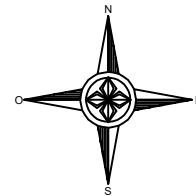
Firma:

ALUMNO:  
 ALBA PÉREZ ALBALATE

TÍTULO DEL PLANO:  
 SUPERFICIE REGABLE

Escala:  
 1/2500

Plano nº:  
 03



- 11 NÚMERO DE PARCELA
- 111 NIVEL DE COTA
- DELIMITACIÓN DEL BANCAL
- DELIMITACIÓN DE LA SUPERFICIE REGABLE



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA Y DEL MEDIO NATURAL  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA UNA  
PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA (TERUEL)

Fecha:  
**01/06/2019**

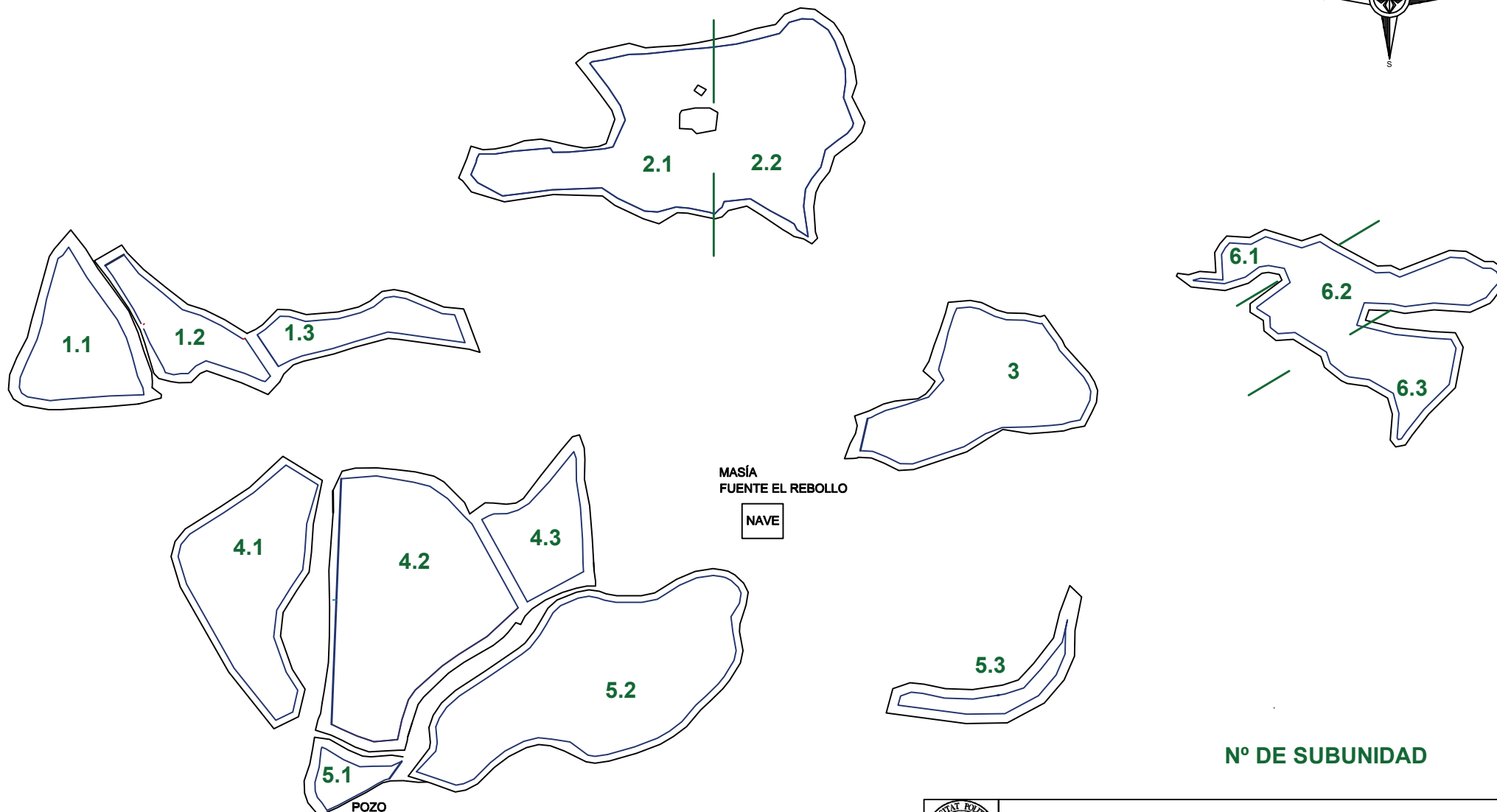
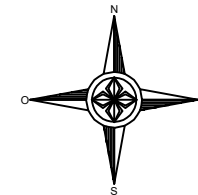
ALUMNO:  
ALBA PÉREZ ALBALATE

Escala:  
1/2500

Firma:

TÍTULO DEL PLANO  
SUPERFICIE REGABLE

Plano nº:  
**03**



**Nº DE SUBUNIDAD**



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA Y DEL MEDIO NATURAL  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA UNA  
PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA (TERUEL)

Fecha:  
01/06/2019

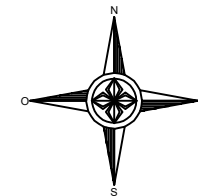
ALUMNO:  
ALBA PÉREZ ALBALATE

Escala:  
1/2500

Firma:

TÍTULO DEL PLANO  
SUBUNIDADES DE RIEGO

Plano nº:  
04



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA Y DEL MEDIO NATURAL  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA UNA  
PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA (TERUEL)

Fecha:  
01/06/2019

ALUMNO:  
ALBA PÉREZ ALBALATE

Escala:  
1/2500

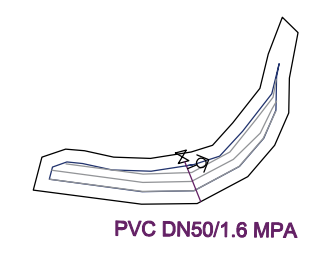
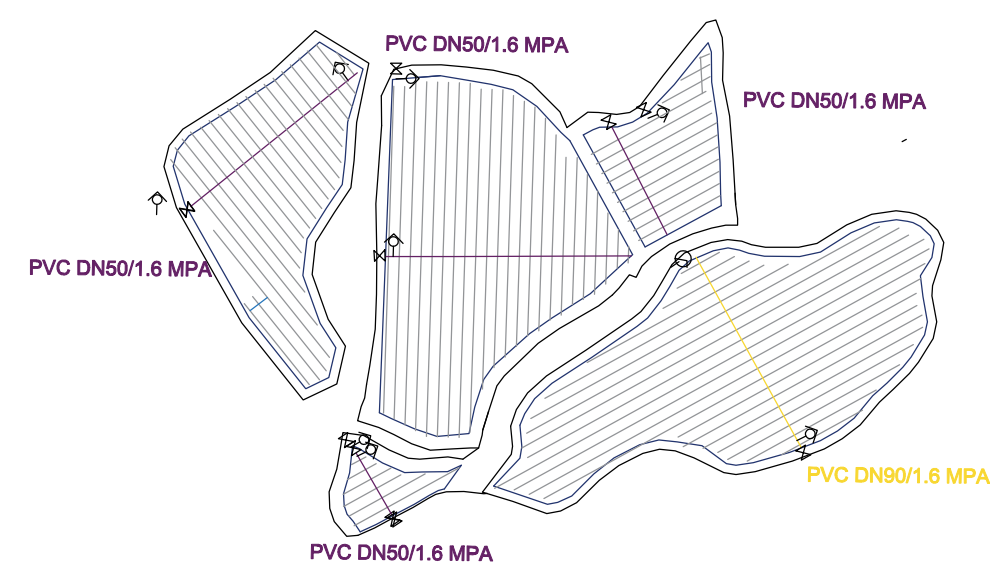
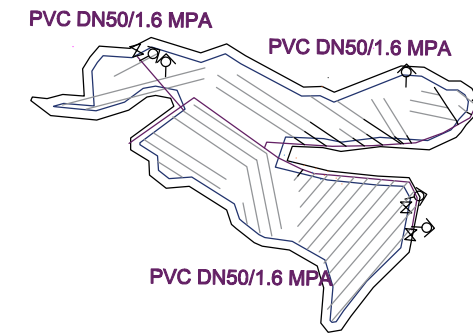
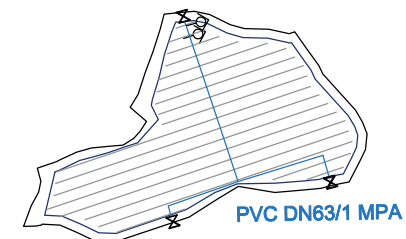
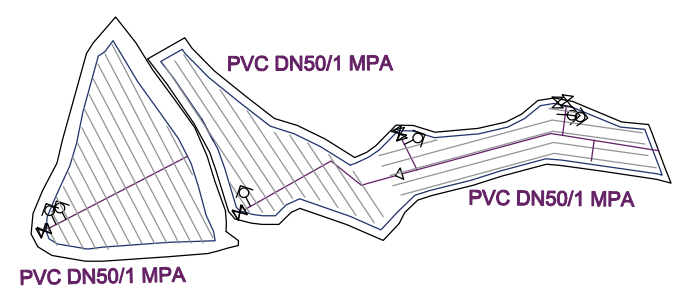
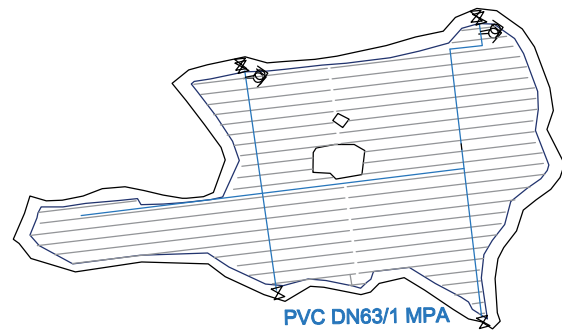
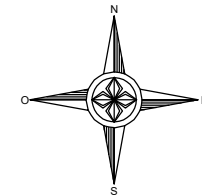
Firma:

TÍTULO DEL PLANO  
SECTORIZACIÓN

Plano nº:  
05







- LATERALES DE RIEGO
- ⊗ VÁLVULA DE BOLA
  - ⊗ VÁLVULA ELÉCTRICA
  - ⊕ VENTOSA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA Y DEL MEDIO NATURAL  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA UNA  
PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA (TERUEL)

Fecha:  
11/06/2019

ALUMNO:  
ALBA PÉREZ ALBALATE

Escala:  
1/2500

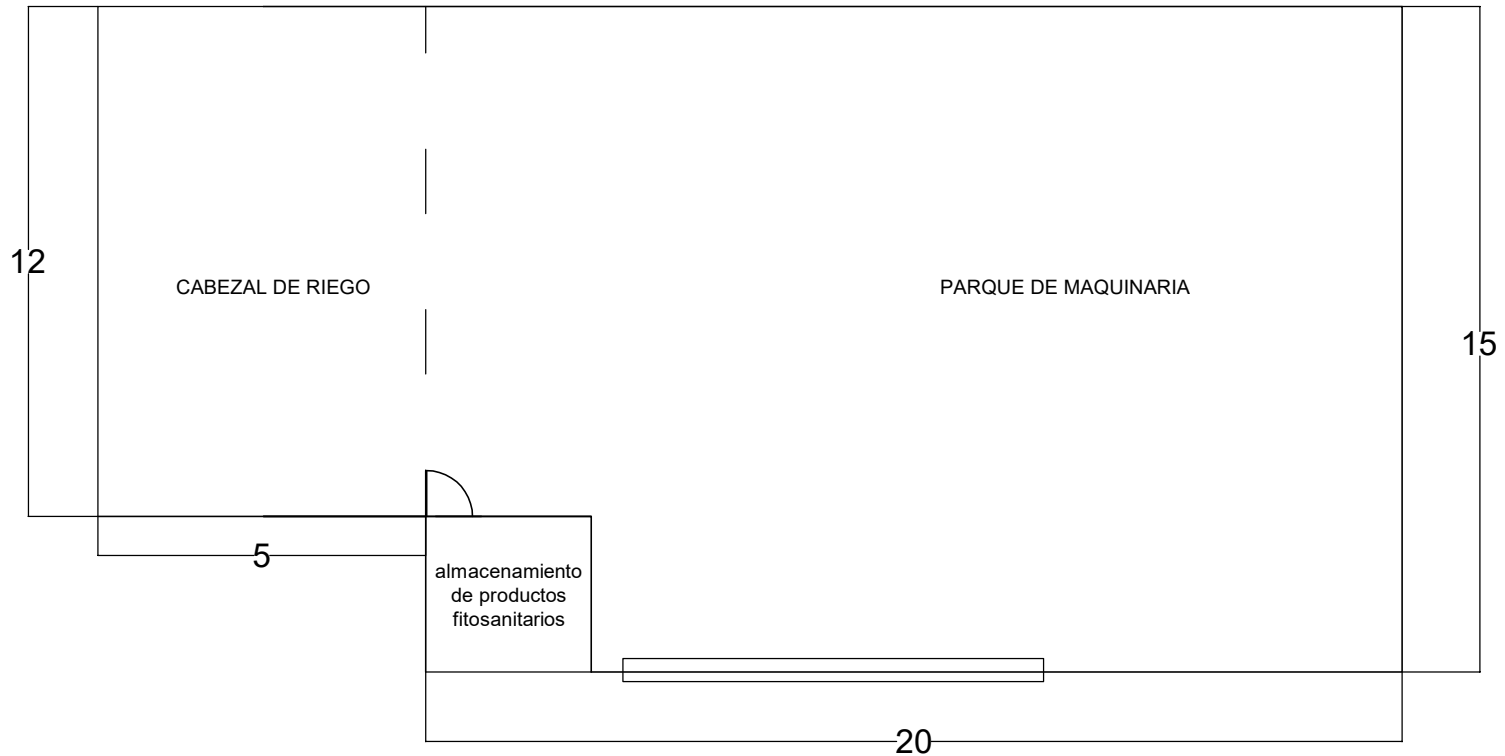
Firma:

TÍTULO DEL PLANO  
TUBERÍAS TERCIARIAS Y LATERALES

Plano nº:  
07

Estructura anexa a la nave  
12 x 5 x 2,5 m

Nave  
20 x 15 x 5 m



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA UNA  
PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA (TERUEL)

Fecha:  
11/06/2019

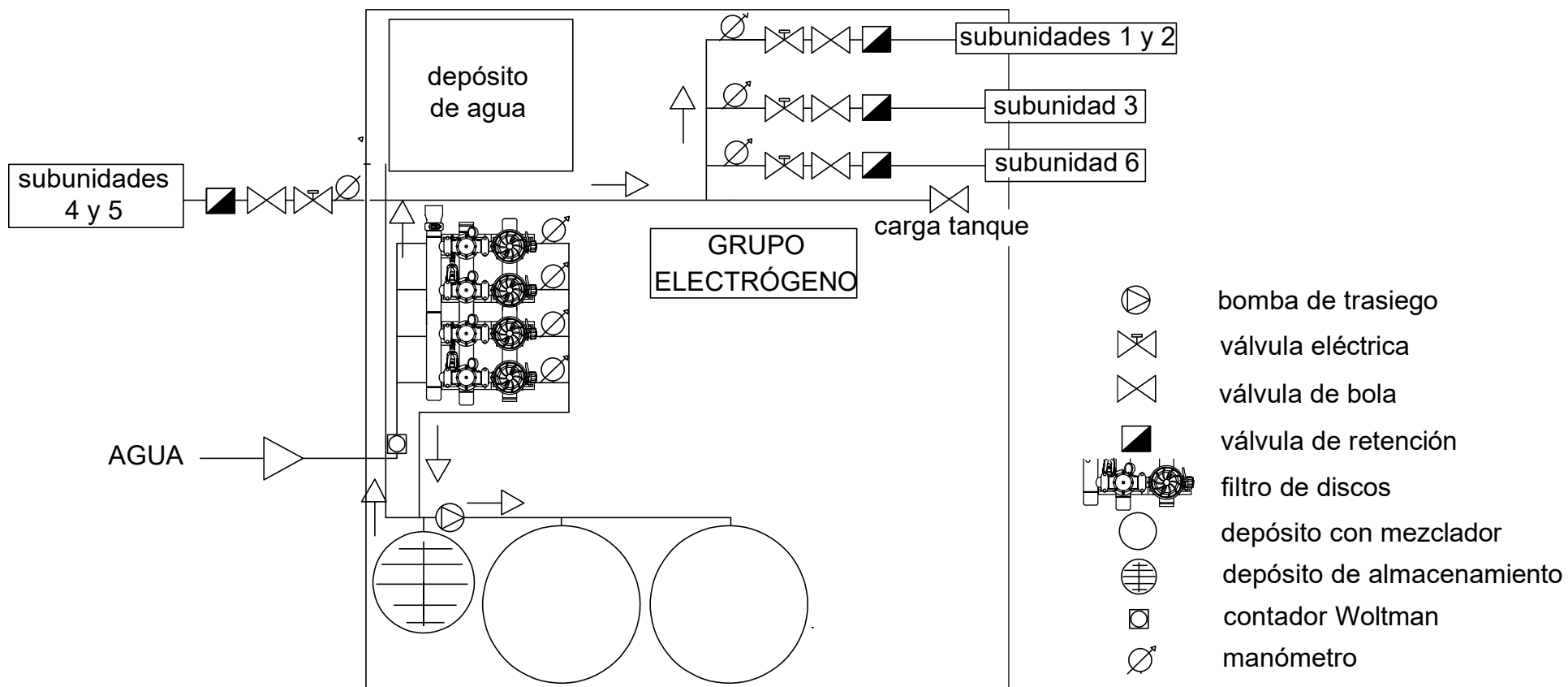
ALUMNO:  
ALBA PÉREZ ALBALATE

Escala:  
1/300

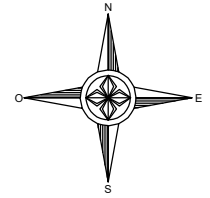
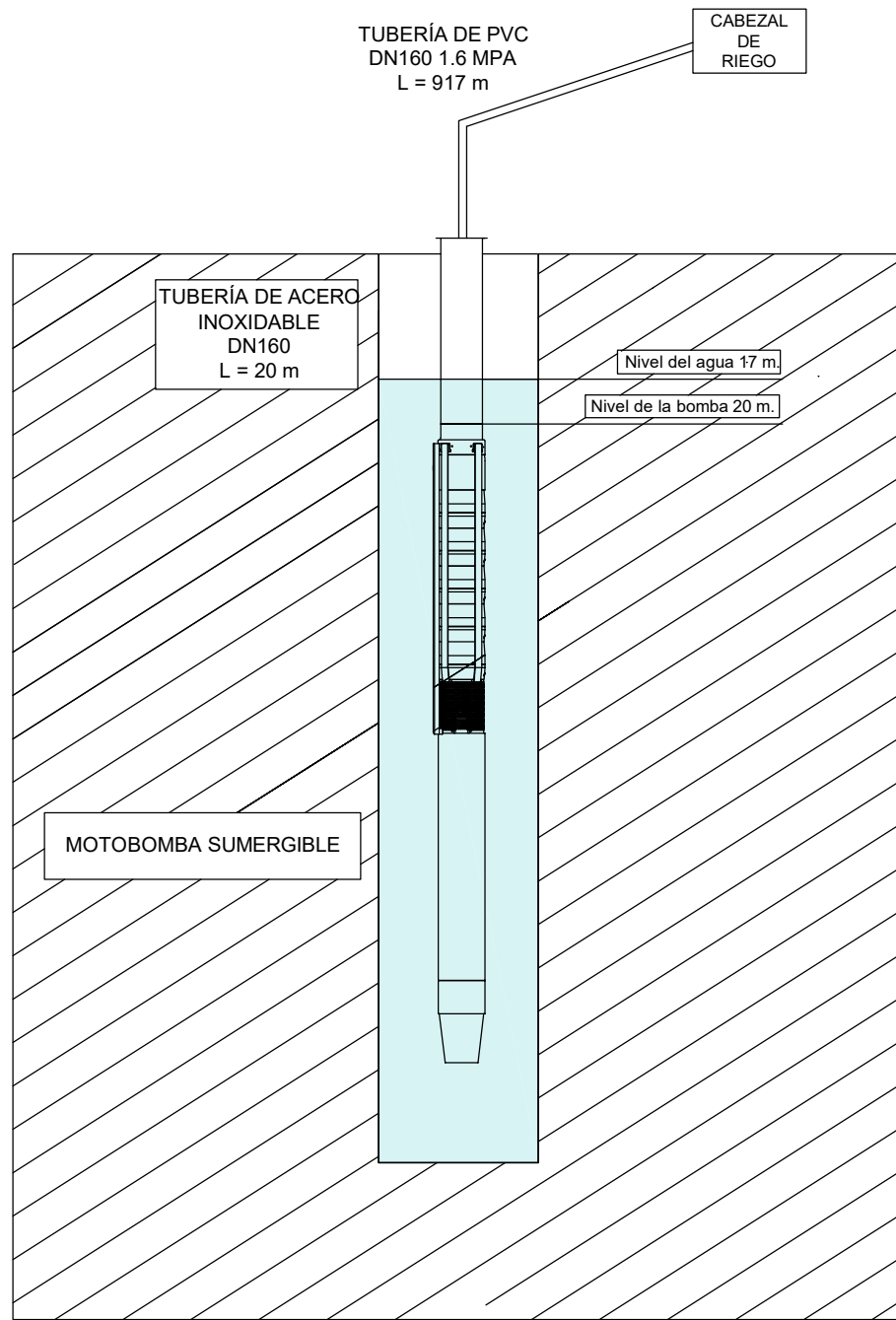
Firma:

TÍTULO DEL PLANO  
DISTRIBUCIÓN EN LA NAVE

Plano nº:  
08



	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA Y DEL MEDIO NATURAL UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA UNA PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA (TERUEL)	
Fecha: <b>11/06/2019</b>	ALUMNO: ALBA PÉREZ ALBALATE	Escala: S/E
Firma: 	TÍTULO DEL PLANO ESQUEMA DEL CABEZAL DE RIEGO	Plano nº: <b>09</b>



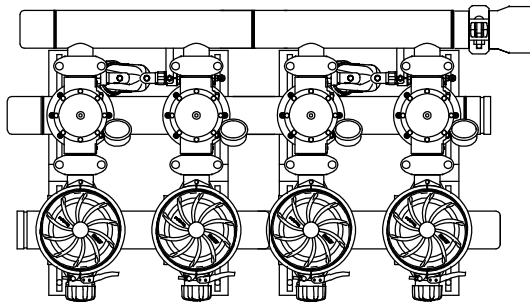
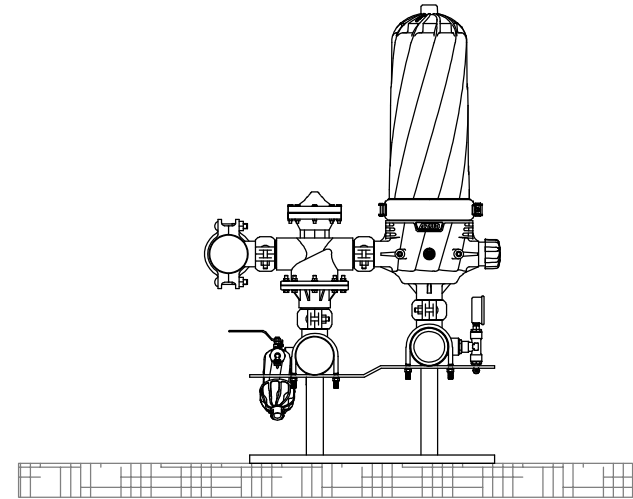
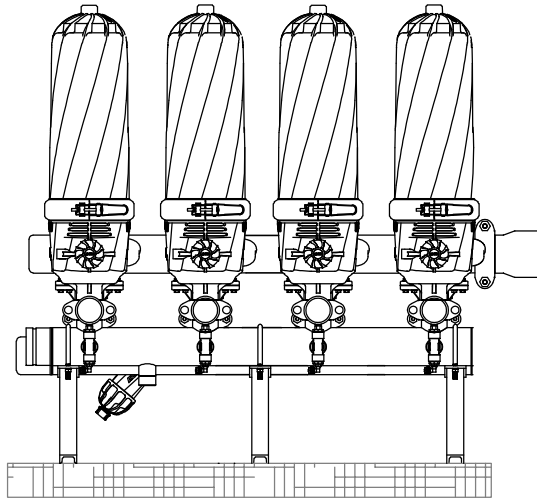
**BOMBA Z875-06**



Potencia: 30 KW

Caudal: 100 m<sup>3</sup>/h

	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA Y DEL MEDIO NATURAL UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA UNA PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA (TERUEL)	
Fecha: <b>11/06/2019</b>	ALUMNO: ALBA PÉREZ ALBALATE	Escala: S/E
Firma: 	TÍTULO DEL PLANO REPRESENTACIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO	Plano nº: <b>10</b>

# FILTROS AZUD HELIX S-200 4x2 96 M3/H



	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA Y DEL MEDIO NATURAL UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA UNA PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA (TERUEL)	
Fecha: 28/06/2019	ALUMNO: ALBA PÉREZ ALBALATE	Escala: S/E
Firma: 	TÍTULO DEL PLANO SISTEMA DE FILTRADO	Plano nº: 11



COLOCACIÓN DE LAS PLACAS SOLARES EN LA CUBIERTA DE LA NAVE ORIENTADA HACIA EL SUR



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA Y DEL MEDIO NATURAL  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA UNA  
PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA (TERUEL)

Fecha:  
25/06/2019

ALUMNO:  
ALBA PÉREZ ALBALATE

Escala:  
1/500

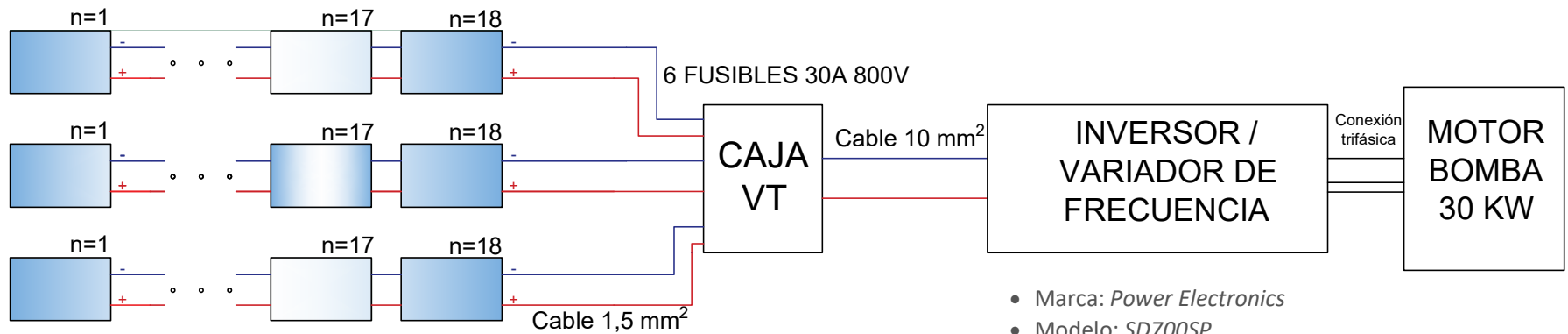
Firma:

TÍTULO DEL PLANO  
UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Plano nº:  
12

54 MÓDULOS  
CONFIGURACIÓN 18 x 3

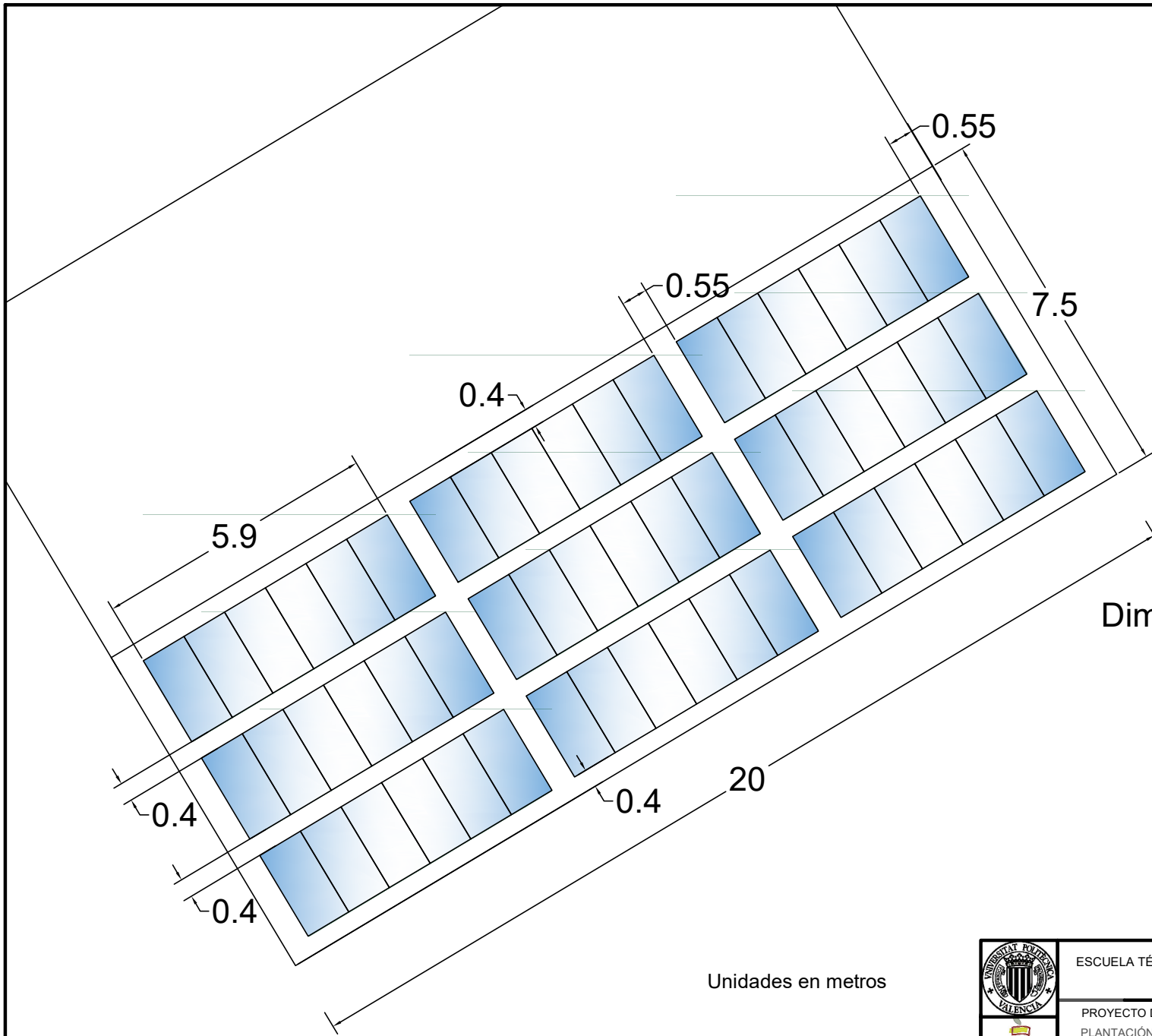
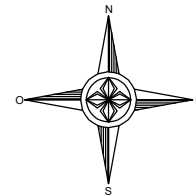
$P_{\max} = 16.470 \text{ W}$   
 $V_{p\max} = 655,2 \text{ V}$   
 $I_{p\max} = 25,14 \text{ A}$



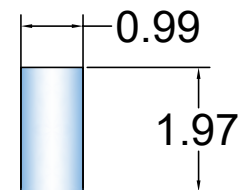
- Marca: *Atersa*
- Modelo: *A-305P GSE*
- Potencia máxima: 305 W
- Eficiencia: 16 %
- Tensión máxima potencia: 36,40 V
- Corriente en MPP: 8,38 A
- Tensión de circuito abierto: 45,00 V
- Corriente en cortocircuito: 8,91 A
- Tipo de célula: Policristalino
- Dimensiones:(mm): 1965x992x40
- Peso: 26,5 kg

- Marca: *Power Electronics*
- Modelo: *SD700SP*
- Tensión de entrada: 540-900 Vcc
- Tensión de salida: 380-500 Vac - 3 fases
- Eficiencia:  $\geq 0,98$

	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA UNA PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA (TERUEL)	
Fecha: 28/06/2019	ALUMNO: ALBA PÉREZ ALBALATE	Escala: S/E
Firma: 	TÍTULO DEL PLANO ESQUEMA ELÉCTRICO DE LA INSTALACIÓN FV	Plano nº: 13



Dimensiones de un módulo FV



Unidades en metros



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA UNA  
PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA (TERUEL)

Fecha:  
28/06/2019

ALUMNO:  
ALBA PÉREZ ALBALATE

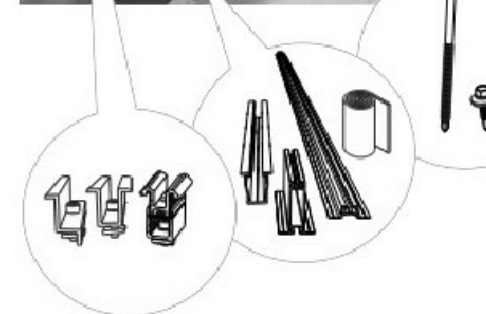
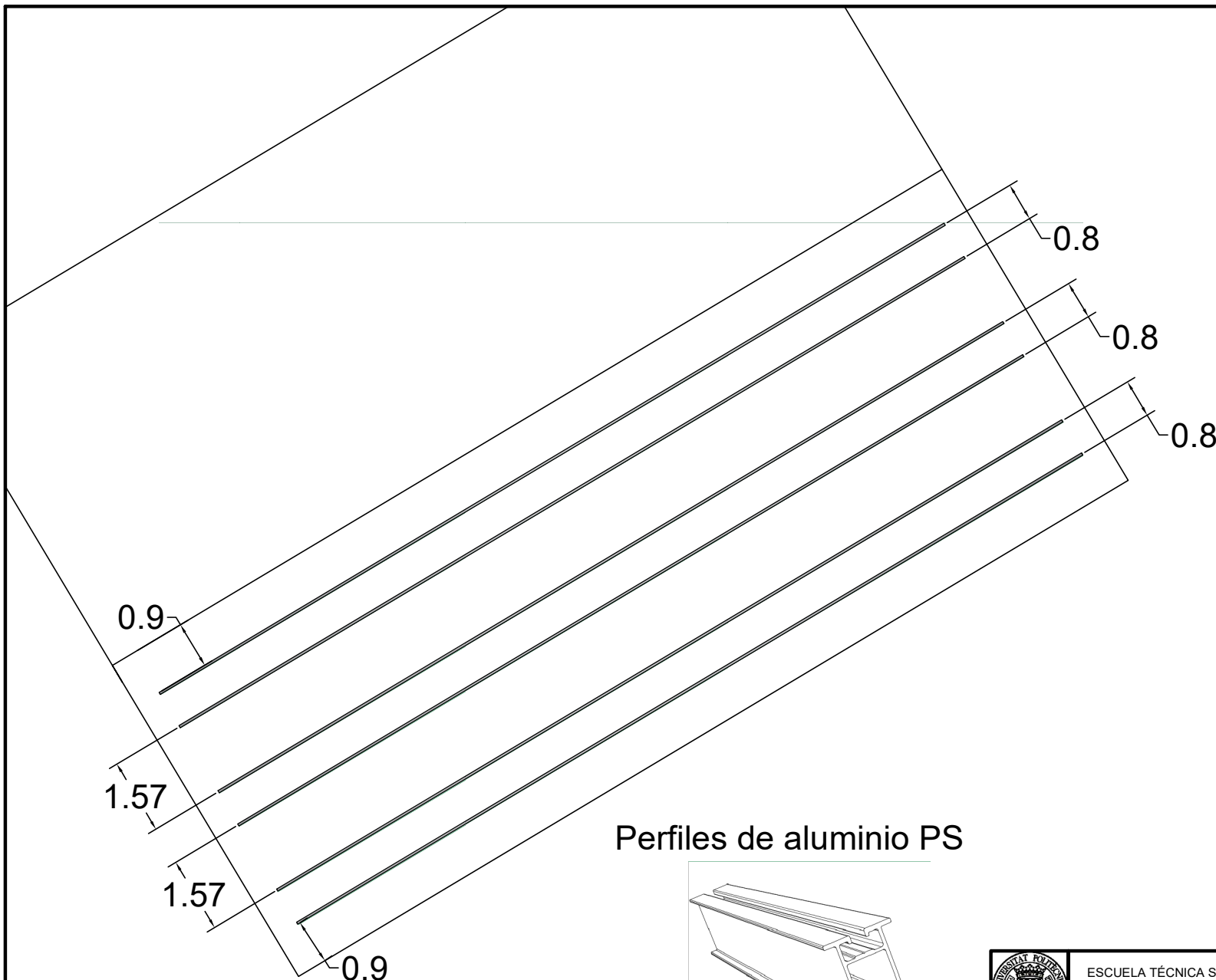
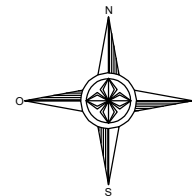
Escala:  
1:200

Firma:

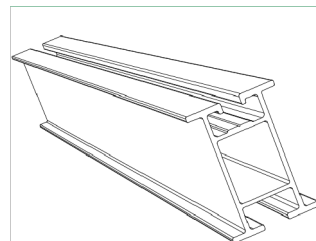
TÍTULO DEL PLANO  
DISTRIBUCIÓN EN CUBIERTA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Plano nº:  
14





Perfiles de aluminio PS



Unidades en metros

	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA Y DEL MEDIO NATURAL UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA UNA PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA (TERUEL)	
Fecha: <b>28/06/2019</b>	ALUMNO: ALBA PÉREZ ALBALATE	Escala: 1:200
Firmas: 	TÍTULO DEL PLANO SOPORTES DE ANCLAJE EN CUBIERTA DE LOS MÓDULOS FV	Plano nº: <b>15</b>



# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



**MÁSTER EN INGENIERÍA AGRONÓMICA**

***PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO  
LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA  
UNA PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS  
T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA  
(TERUEL)***

DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Alba Pérez Albalate

Tutor: Iban Balbastre Peralta

Curso académico: 2018/2019

Valencia, Julio de 2019

## INDICE

<b>I. OBJETO Y ALCANCE DEL PLIEGO</b> .....	1
<b>II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS</b> .....	1
<b>III. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES</b> .....	1
<b>1. CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE TÉCNICA</b> .....	1
1.1 ACTIVIDADES PREVIAS A LA PLANTACIÓN .....	1
1.2 EJECUCIÓN DE OBRA .....	1
1.3 MAQUINARIA NECESARIA PARA EJECUCIÓN DE LA OBRA .....	2
1.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	2
1.5 MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN .....	2
<b>2. CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE FACULTATIVA</b> .....	3
2.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	3
2.1.1 Plazo de ejecución .....	3
2.1.2 Prestaciones .....	4
2.1.3 Modificación de la programación de obra .....	4
2.1.4 Ejecución de las obras .....	4
2.1.5 Gastos.....	4
2.1.6 Control de calidad .....	4
<b>3. CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA</b> .....	5
3.1 OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA .....	5
3.1.1 Base fundamental .....	5
3.1.2 Garantía.....	5
3.1.3 Aumento del volumen de obras.....	5
3.1.4 Modificación o supresión de unidades de obra .....	5
3.1.5 Aceptación de la oferta .....	5
<b>4. CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE LEGAL</b> .....	5
4.1 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS.....	5
4.2 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO .....	6
4.3 REPRESENTANTES DE LA PROPIEDAD Y DEL CONTRATISTA .....	6
4.3.1 Promotor .....	6
4.3.2 Director de obra o director facultativo .....	6
4.3.3 Contratista.....	6
4.4 DISPOSICIONES A TENER EN CUENTA .....	6

<b>IV. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES</b> .....	8
<b>1. CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE TÉCNICA</b> .....	8
1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE RIEGO Y MEDICIÓN .....	8
1.1.1 Instalación de riego localizado .....	8
1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y MEDICIÓN.....	9
1.2.1 Pasos para la ejecución de la obra .....	9
1.2.2 Comienzo de la obra y plazo de ejecución .....	9
1.2.3 Obras complementarias .....	9
1.3 PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	9
1.4 CONDICIONES QUE DEBEN SATISFACER LOS MATERIALES .....	10
1.4.1 Condiciones generales.....	10
1.4.2 Agua.....	11
1.4.3 Tuberías.....	11
1.4.3.1PE.....	11
1.4.3.2PVC .....	11
1.4.4 Módulos fotovoltaicos.....	11
1.4.5 Estructura soporte.....	12
1.4.6 Inversor .....	12
1.4.7 Cableado.....	13
1.4.8 Protecciones y puesta a tierra.....	14
1.4.9 Otros materiales.....	14
1.4.10 Muestras de materiales.....	14
1.4.11 Reconocimiento de los materiales .....	14
1.4.12 Maquinaria y aparatos .....	14
1.4.13 Pruebas.....	15
1.5 INSTALACIONES .....	15
1.5.1 Instalación del riego .....	15
1.5.1.1Colocación de las tuberías.....	15
1.5.1.2Dispositivos auxiliares a la red y materiales.....	15
1.5.2 Instalación fotovoltaica .....	16
1.5.2.1Orientación, inclinación y sombras .....	16
1.5.2.2Dimensionado del sistema .....	16
1.6 MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN .....	17
1.6.1 Mantenimiento de los componentes de la instalación.....	17
<b>2. CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE FACULTATIVA</b> .....	19
2.1 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.....	19

2.1.1	Suministro de los materiales .....	19
2.1.2	Seguridad y salud .....	19
2.1.3	Residencia del contratista .....	19
2.1.4	Presencia en obra .....	19
2.1.5	Reclamaciones.....	19
2.1.6	Libro de órdenes.....	20
2.2	PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES .....	20
2.2.1	Ritmo de trabajo.....	20
2.2.2	Plazo de ejecución .....	20
2.2.3	Modificaciones y alteraciones del proyecto.....	20
2.2.4	Medios auxiliares.....	20
2.2.5	Excavación de zanjas para tuberías.....	21
2.2.6	Relleno y apisonado de zanjas para tuberías .....	21
2.2.7	Pérdidas o averías .....	21
2.2.8	Trabajos defectuosos .....	21
2.2.9	Obras y vicios ocultos.....	21
2.2.10	Materiales no utilizables o defectuosos.....	21
2.3	RECEPCIÓN DE LA OBRA.....	22
2.3.1	Recepción provisional .....	22
2.3.2	Recepción definitiva .....	22
2.3.3	Recepción de la instalación .....	22
2.4	FACULTADES GENERALES DEL DIRECTOR DE OBRA .....	23
2.5	CONSERVACIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN .....	23
<b>3.</b>	<b>CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE ECONÓMICA .....</b>	<b>23</b>
3.1	BASE FUNDAMENTAL .....	23
3.2	GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FINANZAS .....	23
3.2.1	Garantías .....	23
3.2.2	Fianzas .....	23
3.2.3	Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza .....	23
3.2.4	Devolución de la fianza .....	24
3.3	PRECIOS .....	24
3.3.1	Precios contradictorios.....	24
3.3.2	Reclamación de aumento de precios .....	24
3.3.3	Revisión de precios.....	24
3.3.4	Abono de las unidades de obra.....	25

3.3.5	Obras Incompletas .....	25
3.3.6	Conservación de las obras.....	25
3.3.7	Ensayos, pruebas y replanteos.....	26
3.3.8	Valoración de unidades de obra no especificadas.....	26
3.3.9	Control.....	26
3.4	VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS .....	26
3.4.1	Liquidación y Abono de las Obras .....	26
3.4.2	Valoración de los Trabajos Realizados .....	26
3.4.3	Carácter del Pago o Aceptación de las Certificaciones de Obra Ejecutada.....	26
3.4.4	Hojas Provisionales de Reparación .....	26
3.4.5	Retención de Garantía.....	27
<b>4.</b>	<b>CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE LEGAL.....</b>	<b>27</b>
4.1	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	27
4.2	RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA EN LA DIRECCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	27
4.3	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.....	27
4.4	ACCIDENTES DE TRABAJO.....	28
4.5	CUMPLIMIENTO DE LEGISLACIÓN LABORAL .....	28
4.6	DAÑOS A TERCEROS .....	28
4.7	PLAZO PARA DAR COMIENZO A LAS OBRAS.....	28
4.8	PLAZO DE EJECUCIÓN .....	28
4.9	PLAZO DE GARANTÍA .....	28
4.10	MEMORIA DEL PROYECTO.....	28
4.11	MODIFICACIONES Y ALTERACIONES DEL PROYECTO .....	29
4.12	CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO .....	29
4.13	FALTAS Y MULTAS .....	29
4.14	DOCUMENTOS QUE PUEDE RECLAMAR EL CONTRATISTA.....	29
4.15	LIBRO DE ÓRDENES .....	29
4.16	CUESTIONES NO PREVISTAS .....	30

## **I. OBJETO Y ALCANCE DEL PLIEGO**

El presente Pliego de Condiciones tiene como objetivo definir y describir las condiciones que se deben cumplir durante la fase ejecutiva del presente proyecto.

Así mismo, la finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

## **II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

Las obras se llevan a cabo dentro de la explotación, habiendo sido las parcelas definidas en el Anejo 1.

Las fases o actividades que componen el proyecto son:

- Plantación
- Instalación de riego localizado
- Instalación fotovoltaica

## **III. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES**

### **1. CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE TÉCNICA**

#### **1.1 ACTIVIDADES PREVIAS A LA PLANTACIÓN**

Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Director auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de las obras. Una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación de replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo a las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de la Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

#### **1.2 EJECUCIÓN DE OBRA**

Todas las obras se ejecutarán siempre atendiendo a las reglas de buena construcción, con sujeción a las normas del presente Pliego.

Para la resolución de aquellos casos no comprendidos en las prescripciones citadas en este Pliego, se estará a lo que la costumbre ha sancionado como regla de buena construcción.



### **1.3 MAQUINARIA NECESARIA PARA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

La maquinaria que se precisa para la ejecución de los trabajos a realizar en la parcela de actuación deberá ajustarse a lo que se describe en el presente Pliego.

Si la Dirección de Obra lo considera necesario, se podrá cambiar cualquier máquina descrita por otra que se considere más oportuna para la buena marcha de la ejecución de los trabajos.

Se atenderá que la adquisición de la maquinaria se deba tanto a su buena calidad como a la facilidad de recambios de cualquiera de sus partes en caso de rotura o desgaste.

No deberá presentar parte alguna que pudiera ocasionar accidentes graves a los trabajadores, estando debidamente protegidas las partes que presenten cierto peligro como cadenas, correas y demás partes móviles.

### **1.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

Tanto las conexiones de las electroválvulas de los dos sectores, se hará atendiendo al Reglamento de Baja Tensión por personal cualificado.

### **1.5 MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN**

Una vez realizada la instalación, se debe llegar a un acuerdo de contrato para el mantenimiento tanto preventivo como correctivo de todos los elementos de la instalación. Es preferible que este contrato de mantenimiento sea con la misma empresa instaladora que ha realizado el proyecto, pero se puede contratar otra empresa externa dedicada a tal fin.

En estos aspectos generales podemos diferenciar dos tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo constará de operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación. Algunas de las actividades u operaciones que se deben de llevar a cabo son las siguientes:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos: Situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructuras soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversor y variador de frecuencia: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

Por otro lado, tenemos el mantenimiento correctivo. Este tipo de mantenimiento es aquel que engloba todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar el buen funcionamiento del sistema durante su vida útil. Algunas de estas actividades son:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el apartado 7.3.5.2 del pliego de condiciones del IDEA y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave de la instalación.
- La visita mencionada en el párrafo anterior, se refiere a que el instalador deberá de acudir en un plazo máximo de 48 horas, a la instalación si esta no funcionara, o en una semana si la instalación puede seguir funcionando incluso con esta avería.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del periodo de garantía.

Todas las actividades referidas al mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, deben de realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de una empresa instaladora. Todas las operaciones de mantenimiento deben de estar registradas en un libro de mantenimiento.

## **2. CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE FACULTATIVA**

### **2.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

El contratista responde como patrón del cumplimiento de todas las leyes y disposiciones laborales vigentes y de cuanto figura en el reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

#### **2.1.1 Plazo de ejecución**

Si en el contrato de adjudicación de obra se adopta un plazo de ejecución de la misma y el Contratista incumple dicho plazo, la Dirección Facultativa subrogada por la propiedad, podrá retener el abono de las certificaciones hasta que lo crea oportuno, independientemente de si el Contratista está también afectado por una cláusula de penalización en el contrato anteriormente citado entre él y la Propiedad.

El plazo de ejecución de la obra no se considera afectado por aumento del volumen de obra siempre y cuando dicho aumento no exceda del 15% del presupuesto inicial. El incumplimiento en el plazo de ejecución de la obra por parte del Contratista obligará a éste a abonar a la Dirección Facultativa gastos que por este motivo de incumplimiento le ocasione.

Si en el contrato de adjudicación de obra no existe ninguna cláusula de plazo de ejecución de la misma, o si la hay, no existe para su incumplimiento penalización alguna, la Dirección Facultativa se reserva el derecho de subcontratar los trabajos que a su requerimiento no sean ejecutados en el plazo y forma que se le indique al Contratista sin que éste tenga derecho a indemnización ni reclamación alguna.

Una vez pactado y aceptado el plazo de ejecución para la obra por parte del Contratista, no será en ningún modo causa justificada de retraso e incumplimiento del mencionado plazo una deficiente información, localización o acopio de los materiales necesarios para la

construcción, así como la correspondiente previsión de personal para la ejecución de los trabajos a los que se ha comprometido.

A excepción de los riesgos catastróficos, no será motivo de la ampliación de plazo los agentes atmosféricos ni demás causas.

### **2.1.2 Prestaciones**

Respecto a las ayudas de ejecución y montaje, el Contratista se obliga, a requerimiento de la Dirección Facultativa y sin que afecte a la marcha normal de la obra, a las siguientes prestaciones:

- Prestación de los materiales de construcción y de la mano de obra que le sean solicitados, tanto para ayudar a instalaciones como a descarga de materiales.
- Prestación de la energía eléctrica que sea necesaria para las distintas zonas de instalación, bien sea por suministro ordinario o por grupos electrógenos, con la potencia suficiente requerida, aumentado si fuera preciso en el número de elementos suministradores de energía.

### **2.1.3 Modificación de la programación de obra**

El Contratista aceptará las modificaciones en el orden de los trabajos que le imponga la Dirección Facultativa sin modificar los precios y los plazos de las unidades afectadas.

Si el Contratista se considera gravemente perjudicado por el orden establecido, deberá hacerlo constar por escrito a la Dirección Facultativa en un plazo máximo de tres días hábiles contados a partir de la fecha de la orden. La Dirección Facultativa considerará la propuesta del Contratista en el conjunto de la obra pasando a tomar la decisión.

### **2.1.4 Ejecución de las obras**

El Contratista efectuará los trabajos objeto de este Proyecto ajustándose a las instrucciones que en cada momento reciba de la Dirección Facultativa obligándose a cumplir sus órdenes e indicaciones y a ejecutar cuanto sea necesario para la inmejorable realización y aspecto de las obras.

### **2.1.5 Gastos**

Los gastos que se produzcan por cambio, rechazo, derribo, construcción, etc. de los materiales empleados serán por cuenta del Contratista. Los retrasos que se produzcan por tal causa no serán excusa ni justificación para el incumplimiento del gasto convenido.

El consumo de agua y energía eléctrica, así como los gastos que se originen de las gestiones de organismos, acometidas, instalaciones, etc. para la ejecución de la obra, serán por cuenta del Contratista y no producirán repercusión alguna en los precios del presupuesto pactado.

### **2.1.6 Control de calidad**

Durante el transcurso de la obra, se realizarán análisis y ensayos de los materiales utilizados en la ejecución de la obra, cuyo gasto correrá a cargo del Contratista.

Estos ensayos serán ordenados por la Dirección Facultativa según crea conveniente, siendo rechazados todos aquellos materiales que a juicio de la Dirección Facultativa no presenten las debidas garantías y calidades convenientes, aun cuando se comprueben una vez colocados.

### **3. CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA**

#### **3.1 OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA**

##### **3.1.1 Base fundamental**

Todas las obras e instalaciones se ejecutarán con entera sujeción a los planos del Proyecto, a cuanto se determine en este pliego, a los estados de medición y cuadro de precios del presupuesto, que la Dirección Facultativa pueda dictaminar en cada caso particular.

##### **3.1.2 Garantía**

El plazo de garantía será de un año, siendo en este periodo por cuenta del Contratista las obras de conservación y reparación de las obras en contrata.

##### **3.1.3 Aumento del volumen de obras**

En caso de aumentar la ejecución de las obras el volumen de las mismas, seguirán vigentes los precios ofertados en el presupuesto inicial. Del mismo modo ocurrirá para las unidades de obra. Para unidades de obra nuevas, no ofertadas inicialmente, se confeccionará el correspondiente precio, que se someterá a la Dirección Facultativa y no se ejecutará sin su aprobación previa. Los precios contradictorios tendrán como base los precios unitarios que sirvieron de base para la adjudicación de la obra.

##### **3.1.4 Modificación o supresión de unidades de obra**

La Dirección Facultativa podrá suprimir o modificar las unidades de obra que crea convenientes, en ambos casos el Contratista no tendrá opción ni derecho a reclamación alguna, salvo tratándose de modificación que podrá pasar el correspondiente precio contradictorio para su aprobación.

##### **3.1.5 Aceptación de la oferta**

Una vez recibida y aceptada la oferta del Contratista, no será motivo de precio contradictorio los precios aceptados de la misma que pretendan por parte del Contratista ser modificados por causas imputables a deficiencia en la información, localización, calidad y otros datos que se supone deba el Contratista tener en cuenta cuando confeccionó su oferta.

### **4. CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE LEGAL**

#### **4.1 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS**

Los documentos que definen las obras y que el Propietario entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos de carácter contractual los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadro de Precios y Presupuesto Parcial y General que se incluyen en el presente proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la justificación de precios, tienen carácter meramente informativo. Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado, deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte la oportuna modificación del proyecto.

#### **4.2 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO**

Corresponde al Director de las obras la interpretación técnica del proyecto y la facultad de dictar las órdenes para su desarrollo. En el caso de contradicciones entre Planos y Pliego de Condiciones Técnicas, prevalece lo prescrito por este último.

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones Técnicas y omitido en los planos o viceversa, habrá que ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos siempre que, a juicio del Director de obra, éste tenga precio en el contrato.

El contratista no podrá aducir, en ningún caso, indefinición del proyecto. Si a su juicio considera que existe alguna indefinición, deberá solicitar por escrito al Director de Obra la correspondiente definición con la antelación suficiente a su realización. El Director de obra deberá contestar en el plazo de un mes a la citada solicitud.

#### **4.3 REPRESENTANTES DE LA PROPIEDAD Y DEL CONTRATISTA**

##### **4.3.1 Promotor**

El Promotor dispone de los terrenos o parcelas donde se va a ejecutar el presente Proyecto, siendo estos terrenos de propiedad privada.

##### **4.3.2 Director de obra o director facultativo**

La propiedad nombrará, en representación suya, a un Ingeniero Director, en quien recaerán las labores de dirección, control y seguimiento de las obras del presente proyecto. No será responsable ante la propiedad, de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero Director, quien, una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

##### **4.3.3 Contratista**

El Contratista será la persona encargada de la ejecución de las obras, bajo la supervisión técnica de la Dirección Facultativa. Éste proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con la máxima eficacia.

El Contratista proporcionará al Ingeniero Director, o a sus subalternos delegados, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de materiales de todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo y facilitando el acceso a todas las partes de la obra.

#### **4.4 DISPOSICIONES A TENER EN CUENTA**

Además de las disposiciones particulares obtenidas en el presente Pliego, serán de aplicación las condiciones generales contenidas en:

- Ley de Contratos del Estado aprobado por Decreto 923/1965 el 8 de abril y su modificación del 17 de marzo de 1973, con su Reglamento del 25 de noviembre de 1975.
- Reglamentación del Trabajo y demás disposiciones vigentes en materia laboral.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de aguas aprobado por la Orden Ministerial del M.O.P.U. del 28 de febrero de 1974.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 2413/1973 del 20 de septiembre y modificaciones Real Decreto 842/2002.
- RD 289/2003 de 7 marzo, referente a la comercialización de los materiales forestales de reproducción.
- Norma UNE del Instituto de Racionalización y Normalización, o en su defecto, aquellas que se indiquen en cada apartado.
- Normas para la Redacción de Proyectos de Riego por Aspersión del Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA) del M.A.P.A. de 1981.
- Normas para la Redacción de Proyectos de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Poblaciones, de la Dirección General de Obras Hidráulicas del M.O.P.U. de noviembre de 1976.
- Normas UNE 53.020 y 53.195, que especifican la metodología para la determinación de la densidad de los materiales de las tuberías.
- Norma UNE 53.098, que especifica la metodología para la determinación del índice de fluidez de los materiales.
- Norma UNE 53.135 y 53.272, que especifican la metodología para la determinación del contenido en volátiles de los materiales.
- Norma UNE 12.202, sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión.
- Norma UNE-EN 1.452, sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión.
- Norma UNE 53.331, que establece los criterios para el cálculo de los esfuerzos mecánicos en las tuberías de PVC y PE y la relación de tubos a utilizar.
- Recomendaciones de la E.T.S. de Ingenieros Agrónomos.
- ASAE, EP 458, sobre la evaluación de la uniformidad de riego.
- ASEA, EP 405, sobre la uniformidad de la aplicación del agua de riego.
- Reglamento de Aparatos a Presión

Además, serán necesarias las condiciones generales de la parte que afecta a la instalación fotovoltaica. Las leyes y normativas en las cuales se basa la parte de fotovoltaica, y por las cuales se definirán las características técnicas de los elementos de la instalación y la calidad mínima de la misma son las siguientes:

- Ley 54/1997 de noviembre del sector eléctrico (BOE no285 de 28/11/1977).
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el reglamento electrotécnico de baja tensión.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial (BOE no126, de 26/05/2007).

En cuanto al ámbito de seguridad y salud para el desarrollo de la obra, la legislación es la siguiente:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de riesgos laborales.
- Real decreto del 24 de Octubre de 1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- Real decreto 485/97 del 14 de Abril; disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real decreto 1407/1992 modificado por el real decreto de 159/1995, sobre condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual- EPI.
- Real decreto 773/1997 del 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por trabajadores de equipos de protección individual.
- Real decreto 1215/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real decreto 1435/1992 modificado por el real decreto 56/1995, dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.
- Real decreto 1495/1986 modificada por el real decreto 830/1991, aprueba el reglamento de seguridad en las máquinas.
- Real decreto 1316/1989, del ministerio de relaciones con las cortes y de la secretaria del gobierno. 27/10/1989. Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Real decreto 245/1989 del ministerio de industria y energía. 27/02/1989. Determinación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra.
- Orden del ministerio de industria y energía. 17/11/1989. Modificación del real decreto 245/1989,27/02/1989.
- Orden del ministerio de industria, comercio y turismo. 18/07/1991 modificación del anexo I del real decreto 245/1989, 27/02/1989.
- Real decreto 711992 del ministerio de industria, 31/01/1992. Se amplía el ámbito de aplicación del real decreto 245/1989, 27/02/1989 y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.
- Orden del ministerio de industria y energía. 29/03/1996. Modificación del anexo I del real decreto 245/1989.
- Real decreto 487/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares para los trabajadores.

#### **IV. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES**

##### **1. CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE TÉCNICA**

##### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE RIEGO Y MEDICIÓN**

##### **1.1.1 Instalación de riego localizado**

Para la instalación de la red de riego, es necesario la apertura de zanjas. Para ello, es necesario una retroexcavadora que realizará dicha apertura de zanjas y posteriormente se dispondrá a taparlas una vez instalado toda la instalación referente al riego localizado.

Las zanjas tendrán unas dimensiones de 400 mm de anchura y una profundidad de 600 mm, dimensiones suficientes aun en el caso de haber dos tuberías en la misma zanja.

## **1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y MEDICIÓN**

### **1.2.1 Pasos para la ejecución de la obra**

Los pasos para la ejecución de la obra serán los siguientes:

- Montaje de las estructuras soporte sobre la cubierta para los módulos fotovoltaicos.
- Montaje de los módulos fotovoltaicos sobre las estructuras soporte.
- Montaje de los elementos solares dentro de los cuartos habilitados para tal fin.
- Colocación del cableado y su correspondiente conexionado.

### **1.2.2 Comienzo de la obra y plazo de ejecución**

El comienzo de la obra será el estipulado por la empresa instaladora y el propietario de la instalación final.

El plazo de ejecución de la obra también será el estipulado previamente por ambas partes.

En caso de que no se cumplan los plazos de comienzo o de ejecución, el propietario de la instalación será indemnizado por el retraso en lo acordado.

### **1.2.3 Obras complementarias**

La empresa contratada para la realización de la obra, deberá de realizar una serie de actividades previas antes de empezar a realizar la instalación fotovoltaica, con el fin de facilitar y hacer más cómodo el futuro trabajo.

Se deberá desalojar una serie de escombros pertenecientes a una instalación anterior que se encuentra donde se ubicará la instalación solar fotovoltaica. Este tipo de obras no producirá ningún cambio en el presupuesto presentado por la empresa contratada.

## **1.3 PRECAUCIONES ESPECIALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

### **- Lluvias**

Durante la época de lluvias, los trabajos podrán ser suspendidos por el Ingeniero Director cuando la pesadez del terreno lo justifique, en base a las dificultades y a las consecuencias negativas que puedan conllevar.

### **- Sequía**

Los trabajos de plantación podrán ser suspendidos por el Ingeniero Director cuando de la falta de tempero puede deducirse un fracaso en la obra.

### **- Heladas**

En época de heladas, la hora del comienzo de los trabajos será marcada por el Ingeniero Director.

### **- Incendios**



El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios y a las instrucciones complementarias que sean dictadas por el Ingeniero Director.

En todo caso, se adoptarán las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios y será responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que se puedan producir. Se dispondrá a pie de máquina, de un extintor de polvo de 15 Kg eficaz contra llamas de tipo A, B y C.

Dada la zona de ejecución del proyecto, también se pueden tener en cuenta los riegos por nevadas. En dicho caso, los trabajos a realizar serían aplazados.

#### **1.4 CONDICIONES QUE DEBEN SATISFACER LOS MATERIALES**

##### **1.4.1 Condiciones generales**

Todos los materiales empleados cumplirán con las condiciones que para cada uno de ellos se especifican en las condiciones particulares.

La Dirección Facultativa determinará en cada caso los que a su juicio reúnan esas condiciones y dentro del criterio de justicia se reserva el derecho a ordenar que sean retirados, demolidos o reemplazados durante la fase de construcción o en el periodo de garantía. Los materiales procederán exclusivamente de los lugares, fábricas o marcas propuestas por el Contratista y que hayan sido previamente aprobados por la Dirección Facultativa.

Además, las instalaciones eléctricas realizadas en dicho proyecto tienen que cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y la legislación aplicable.

Como principio general, se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico para equipos y materiales. Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos. Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II. Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.

Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos los indicadores, etiquetas, etc. de estos estarán en castellano.

#### **1.4.2 Agua**

El Contratista deberá procurar toda el agua que haya que emplearse en la realización del presente Proyecto, pudiendo llegar a un acuerdo con el Promotor si dispone de una fuente cercana de suministro de agua.

En general, podrá utilizar toda el agua que no suponga un peligro para la supervivencia de las plantas por lo que deberá estar exento de aceites, ácidos, exceso de sales y otras sustancias perjudiciales.

#### **1.4.3 Tuberías**

##### **1.4.3.1 PE**

Se utilizarán para el conjunto de laterales tuberías de PE según norma UNEEN12.202, sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento.

El Contratista presentará al Director Facultativo los documentos del fabricante que acrediten las características del material.

Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en la superficie o se aparten de las medidas anunciadas por el fabricante.

##### **1.4.3.2 PVC**

Para las tuberías terciarias y la red de transporte se utilizarán tuberías de PVC fabricadas según la normativa UNE -EN 1.452, sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión.

Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en la superficie o se aparten de sus medidas anunciadas por el fabricante.

#### **1.4.4 Módulos fotovoltaicos**

Todos los módulos deberán de satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos fotovoltaicos. Este requisito se justificará, mediante la presentación del certificado oficial correspondiente, emitido por algún laboratorio acreditado.

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la memoria la justificación de su utilización.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreado parcial, tendrán un grado de protección IP65. Los marcos laterales, serán de aluminio o acero inoxidable.

Para que el módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 5\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo. Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquier de sus elementos, así como falta de alineación de las células o burbujas en el encapsulante.

Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales de cada una de las ramas del generador.

En aquellos casos que no se utilicen módulos no cualificados, deberá de justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos.

En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa de IDAE. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

#### **1.4.5 Estructura soporte**

Se dispondrán de las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.

La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.

La estructura soporte de los módulos debe resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, siendo posible la necesidad de sustitución de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma. La tornillería empleada deberá de ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirá tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable. Los topes de sujeción de los módulos, y la propia estructura, no arrojarán sombra sobre los módulos.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán la Norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras, para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

#### **1.4.6 Inversor**

Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija.

Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes. Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de las mismas.

Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.

El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema. El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.

El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente en aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque, sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.

Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
- Desconexión del acumulador.
- Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2% de la potencia nominal de salida. Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5% del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de "stand-by" para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío.

Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos la siguiente información:

- Potencia nominal.
- Tensión nominal de entrada.
- Tensión y frecuencia nominales de salida.
- Fabricante y número de serie.
- Polaridad y terminales.

#### **1.4.7 Cableado**

Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.

Los conductores necesarios tendrán una sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1.5% a la tensión nominal continúa del sistema.

Se incluirá toda la longitud de cables necesaria para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

Los positivos y negativos de la parte de continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados de acuerdo a la normativa vigente.

Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

#### **1.4.8 Protecciones y puesta a tierra**

Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48V contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.

El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.

La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magnetotérmico u otro elemento que cumpla con esta función.

- Grado de protección: IP40
- Normativa que cumple: UNE 60439-3
- Resistencia al fuego: IEC 60695-2-1
- Otras características: Fondo y tapa frontal 650 °C/30sg
- Módulo para ICP.

#### **1.4.9 Otros materiales**

Los demás materiales que, sin estar especificados en el presente Pliego, hayan de ser utilizados en la ejecución de la obra, serán de primera calidad y no podrán emplearse sin haber dado el visto bueno la Dirección Facultativa, que podrá rechazarlos si a su juicio no requieren las condiciones exigibles. El Contratista no tendrá derecho a reclamación de ningún tipo por las condiciones que se exijan para estos materiales.

#### **1.4.10 Muestras de materiales**

De todos los materiales, el Contratista deberá presentar oportunamente muestras para su comprobación, las cuales se conservarán para comprobar, en su momento, por comparación los materiales empleados.

#### **1.4.11 Reconocimiento de los materiales**

Todos los materiales serán reconocidos, si se cree conveniente, por la Dirección Facultativa antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrá procederse a su colocación, siendo retirados de la obra los que sean desechados.

Este reconocimiento previo, de realizarse, no constituye la aprobación definitiva ya que pueden ser rechazados después de colocados aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento. Los gastos que se originen en ese caso serán todos por cuenta del Contratista.

#### **1.4.12 Maquinaria y aparatos**

Los aparatos, máquinas y demás útiles que sea necesario emplear para la ejecución de la obra, reunirán las mejores condiciones para su funcionamiento.

### **1.4.13 Pruebas**

En todos aquellos casos en que no se especifique lo contrario en este Pliego, será obligación del Contratista suministrar los aparatos y útiles necesarios para efectuar las pruebas de los materiales siendo de su cuenta los gastos que originen éstas y los análisis a que crea conveniente someterlos la Dirección Facultativa.

## **1.5 INSTALACIONES**

### **1.5.1 Instalación del riego**

#### **1.5.1.1 Colocación de las tuberías**

Se utilizarán tuberías PE según norma UNE 12.202 para los laterales. El Contratista presentará al Director Facultativo los documentos del fabricante que acrediten las características del material. Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en la superficie o se aparten de las medidas anunciadas por el fabricante.

Para las tuberías terciarias y la red de transporte se utilizarán tuberías de PVC. La unión se podrá realizar por junta de goma o mediante encolado. Si se opta por la segunda opción las superficies de los tubos para su machihembrado deberán de estar limpias, lisas y pulidas. Se aplicará un disolvente de tolueno para limpiar de polvo e impurezas y de esta forma asegurar un buen acoplamiento. Después de cinco minutos de secado del disolvente, se extenderá pegamento de PVC uniformemente por la boca interior del tubo hembra y el exterior el tubo macho y se procederá a insertarlos. En ningún caso se debe realizar esta operación girando un tubo sobre otro, simplemente se deslizará un tubo hacia otro y se dejará descansar la unión sobre la arena de rellano de la zanja. Habrá que dejar un tiempo de tres horas para asegurar el total fraguado del pegamento antes de proceder a nuevas manipulaciones de los tubos conectados.

Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en la superficie o se aparten de sus medidas anunciadas por el fabricante.

Tolerancias:

- La tolerancia del diámetro exterior de las tuberías es de 0,009 Dn.
- La tolerancia del espesor de la pared de las tuberías es de 0,1 s + 0,2 mm

Ensayos:

- No se prevé, en principio, efectuar ensayos contradictorios de los materiales salvo que exista discrepancia entre la Dirección Facultativa y el Contratista sobre su calidad.

#### **1.5.1.2 Dispositivos auxiliares a la red y materiales**

Con el nombre de dispositivos auxiliares a la red se agrupan todos aquellos aparatos y accesorios que formando parte de la red de riego facilitan el buen funcionamiento de ésta y consiguen su protección.

Teniendo en cuenta la dotación de elementos de gestión proporcionado por el regadío social, solamente se precisarán de válvulas hidráulicas para un funcionamiento óptimo de nuestro sistema de riego.

No se prevé, en principio, efectuar ensayos contradictorios de los materiales salvo que exista discrepancia entre la Dirección Facultativa y el Contratista sobre su calidad. Los gastos de los ensayos y pruebas a efectuar serán a cargo del Contratista.

## **1.5.2 Instalación fotovoltaica**

### **1.5.2.1 Orientación, inclinación y sombras**

Las pérdidas de radiación causadas por una orientación e inclinación del generador distinta a las óptimas, en el periodo de diseño no serán superiores a los valores especificados en la siguiente tabla:

Pérdidas de radiación del generador	Valor máximo permitido (%)
Inclinación y orientación	20
Sombreado	10
Combinación de las dos anteriores	20

En la instalación no existe ningún elemento que proyecte sombra sobre los paneles fotovoltaicos, por tanto, se tomará como valor máximo permitido el del primer apartado de la tabla anterior.

En aquellos casos en los que por razones justificadas no se cumpla lo expuesto en la anterior tabla se evaluarán las pérdidas totales de radiación, incluyéndose en la memoria.

### **1.5.2.2 Dimensionado del sistema**

Independientemente del método de dimensionado utilizado por el instalador, deberán realizarse los cálculos mínimos justificativos que se especifican en este pliego de condiciones.

Se realizará una estimación aproximada de consumo según las necesidades de la instalación. Se determinará el rendimiento energético de la instalación y el generador mínimo requerido para cubrir las necesidades de consumo según lo estipulado.

La empresa instaladora podrá elegir el tamaño del generador y de los acumuladores en función, de las necesidades de autonomía del sistema, de la probabilidad de pérdida de carga requerida y de cualquier otro factor que quiera considerar.

El tamaño del generador será como máximo un 20% superior a la potencia requerida para satisfacer la necesidad calculada anteriormente.

Como norma general, la autonomía mínima en sistemas con acumulador será de tres días. Se calculará la autonomía del sistema para el acumulador elegido.

## 1.6 MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

### 1.6.1 Mantenimiento de los componentes de la instalación

#### Inversor y variador de frecuencia

Algunas de las actividades que se pueden realizar para mantener los inversores y los variadores de frecuencia no difieren mucho de las especificaciones generales, siendo algunas de estas actividades a realizar las siguientes:

- De forma visual revisar que las conexiones sigan bien hechas.
- Comprobar que la ventilación de la sala sea la correcta para evitar la acumulación de gases por los acumuladores.
- Asegurarse de que la temperatura es la adecuada para evitar posibles daños en los circuitos electrónicos.
- Comprobar que no exista ninguna alarma de mal funcionamiento de la instalación.
- Control del funcionamiento de los indicadores.
- Medición de eficiencia y distorsión armónica.
- Comprobar posibles caídas de tensión entre los terminales.
- Si existiera acumulación de polvo o suciedad, limpiar bien los dispositivos.

#### Cableado y canalizaciones

Para realizar el plan de mantenimiento del cableado con el fin de su simplificación se estudiará por zonas.

##### Cuadros de conexión:

- Comprobación del estado del aislamiento del cable.
- Comprobación de la correcta conexión del cableado en los bornes de conexión.
- Comprobación visual del buen estado del cuadro o caja de conexión, con el fin de conservar sus propiedades de estanqueidad.
- Inspección visual de las señales de los cables y de las señales de advertencia.

##### Conexión entre módulos:

- Comprobación del estado del aislamiento del cable.
- Comprobación de la correcta conexión del cableado en los bornes de conexión.
- Comprobación visual de que los módulos están conectados correctamente, de acuerdo con el presente proyecto.

##### Canalizaciones:

- Comprobar el buen estado del conducto o canalización.
- Comprobar que los conductos no estén obstruidos por cuerpos extraños y de ser así, eliminar esta obstrucción.
- Comprobar el buen aislamiento de los cables que circulan por cada uno de ellos.
- Asegurarse de que por cada canalización va el circuito correcto, cumpliendo lo expuesto en el presente proyecto.



### Protecciones

Las protecciones son otro de los puntos clave de la instalación, debido a que un fallo en estos elementos puede provocar un daño material o poner en peligro la integridad de los usuarios de la instalación. Por tanto, algunas de las actividades que se deben llevar a cabo para que esto no ocurra son las siguientes:

- Control del buen funcionamiento de los interruptores.
- Inspección visual del buen estado del conexionado.
- Control del funcionamiento y de actuación de los elementos de seguridad y protecciones como fusibles, puestas de tierra e interruptores de seguridad.
- Realización de pruebas en cada uno de los elementos de la instalación solar fotovoltaica, debido a que cada uno de ellos lleva incorporado una serie de protecciones.

### Puesta a tierra

Para asegurar una buena circulación de las corrientes de defecto a tierra, debemos de realizar el mantenimiento de esta parte de la instalación. Las actividades para tal fin que se deben realizar son las siguientes:

- Revisión anual en la época en el que el terreno se encuentre más seco.
- Medición de la resistencia de puesta a tierra.
- Medición de la resistividad del terreno.
- Comprobación de la continuidad de la instalación a tierra.
- Comprobación de todas las masas metálicas a tierra.
- Revisión cada 5 años de los conductores de enlace del electrodo con el punto de puesta a tierra.

### Estructura soporte

- Comprobar la estructura visualmente con posibles daños o desperfecto causados por la oxidación o por algún agente ambiental.
- Comprobación de que los paneles fotovoltaicos estén bien sujetos a esta.
- Comprobación de que la orientación de estas estructuras sea la adecuada cumpliendo lo expuesto en el presente proyecto.
- Comprobación de que las cimentaciones que sujetan estas estructuras estén en buen estado.

### Módulos fotovoltaicos

Con objeto de un rendimiento óptimo de la instalación el buen mantenimiento de los generadores fotovoltaicos es imprescindible. Para tal fin se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Se realizará una inspección visual de la limpieza de estos paneles. En caso de que la acumulación de polvo y suciedad sea elevada, se realizará una limpieza de la superficie.
- Inspección visual de posibles deformaciones, oscilaciones y estado de la conexión a tierra de la carcasa.
- Realización de un apriete de bordes y conexiones y se comprueba el estado de los diodos de protección o antirretorno que evitarán el efecto isla, explicado con anterioridad en la presente memoria.

- Realización de una medición eléctrica para comprobar el rendimiento de los paneles.
- Inspección visual de posibles degradaciones, indicios de corrosión en las estructuras y apriete de los tornillos.

## **2. CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE FACULTATIVA**

### **2.1 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA**

#### **2.1.1 Suministro de los materiales**

El Contratista aportará a la obra todos los materiales que se precisen para su ejecución. La propiedad se reserva el derecho de aportar a la obra aquellos materiales o unidades que estime necesarios, en cuyo caso deducirá en la liquidación correspondiente a la cantidad contratada y con precios de acuerdo o iguales a los del presupuesto aceptado.

#### **2.1.2 Seguridad y salud**

El Contratista quedará obligado a tomar tantas precauciones sean necesarias para proteger a todo el personal del riesgo de accidentes, de acuerdo con la ley vigente referente a la seguridad en el trabajo.

#### **2.1.3 Residencia del contratista**

Desde que se dé principio a las obras, hasta su recepción final, el Contratista o un representante suyo autorizado deberá residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándole expresamente, la persona que, durante su ausencia le ha de representar en todas sus funciones. Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial, de la Contrata en los documentos del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por su parte de los dependientes de la Contrata.

#### **2.1.4 Presencia en obra**

El Contratista o representante estarán presentes en la obra durante la jornada legal de trabajo y acompañará a la Dirección Facultativa a las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios, y suministrándole los datos previos para la comprobación de mediciones y liquidaciones de tajos.

#### **2.1.5 Reclamaciones**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, solo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

El despido por insubordinación, incapacidad y mala fe por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase, encargado de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.

#### **2.1.6 Libro de órdenes**

En las oficinas de la Dirección, el Contratista tendrá un libro de órdenes donde, siempre que lo juzgue conveniente, escribirá el director órdenes que necesite darle, que firmará el Contratista como enterado, expresando la hora en que lo verifique. Dichas órdenes serán de cumplimiento obligatorio siempre que en las 24 horas siguientes el Contratista no presente reclamación alguna.

### **2.2 PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES**

#### **2.2.1 Ritmo de trabajo**

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender los trabajos, ni reducirlos a menos escala de la que le corresponde según el plazo en que deban terminarse las obras.

#### **2.2.2 Plazo de ejecución**

El Contratista terminará la totalidad de los trabajos dentro del plazo de ejecución que se señale en el Pliego de Condiciones del contrato, a partir de la fecha establecida para dar comienzo a las obras.

#### **2.2.3 Modificaciones y alteraciones del proyecto**

Si se acordase introducir modificaciones en el Proyecto que supongan un aumento o reducción de una clase de fábrica, o sustitución por otra, siempre que ésta esté comprendida en la Contrata, será obligatorio para el Contratista cumplir estas disposiciones, sin derecho a reclamar ninguna indemnización por los pretendidos beneficios que hubiera podido obtener en la parte reducida o suprimida.

Si por llevar a cabo modificaciones se juzga necesario suspender todas o parte de las obras contratadas, se comunicará por escrito la orden al Contratista, procediéndose a la medición de la obra ejecutada en la parte a que alcance la suspensión, extendiéndose el acta del resultado.

#### **2.2.4 Medios auxiliares**

El Contratista adoptará cuantas medidas estime necesarias para evitar caídas de operarios y/o desprendimientos de herramientas que pudieran herir a alguna persona. Serán de cuenta y riegos del Contratista, las máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo, por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares. Serán asimismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales,

señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra de acuerdo con la legislación vigente.

#### **2.2.5 Excavación de zanjas para tuberías**

Las zanjas se realizarán por medio de una retroexcavadora mixta teniendo una anchura de 0,4 m y una profundidad de 0,60 m y serán ensanchadas en los puntos de unión de tuberías, así como los lugares donde vayan a ir las arquetas.

El material de excavación se colocará separado del borde de la zanja para evitar que se produzcan derrumbes. El fondo de la zanja debe dejarse plano, libre de piedras, raíces u otros elementos para posteriormente ser nivelado.

#### **2.2.6 Relleno y apisonado de zanjas para tuberías**

No se realizarán hasta tanto lo ordene la Dirección Facultativa, tras haber efectuado cuantas verificaciones estime oportunas y respecto a la colocación y buen estado de las tuberías incluidos sus empalmes y uniones, e incluso después de comprobar su buen funcionamiento en prueba. El material de relleno será de la tierra procedente de la excavación.

#### **2.2.7 Pérdidas o averías**

El Contratista no tendrá derecho a reclamación ni indemnización de ningún tipo por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en las obras, salvo en casos de fuerza mayor.

#### **2.2.8 Trabajos defectuosos**

Cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean reparadas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

#### **2.2.9 Obras y vicios ocultos**

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, las reparaciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario correrán a cargo del propietario.

#### **2.2.10 Materiales no utilizables o defectuosos**

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contrasignados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptivas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. antes indicado serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de estos, a las órdenes del Ingeniero Director.

## **2.3 RECEPCIÓN DE LA OBRA**

### **2.3.1 Recepción provisional**

Se hará al mes siguiente de haberse terminado totalmente los trabajos de la instalación si, por una parte, la ejecución de éstos y la calidad de los materiales utilizados son conformes en todo a las normas del presente Pliego de Condiciones y si, por otra parte, los ensayos de funcionamiento confirman las garantías ofrecidas por el Contratista.

### **2.3.2 Recepción definitiva**

Tendrá lugar un año después de la recepción provisional. Durante este período de garantía el Contratista sustituirá a su costa todas las partes de la instalación que fuesen defectuosas por construcción o montaje manifiestos y ocultos aun cuando en la recepción provisional no se hubiesen hecho patentes tales defectos.

No están comprendidos en esta obligación los trabajos de conservación normal, como tampoco los que fueran consecuencia de un abuso, de torpeza, de uso anormal o de falta de conservación, cuya prueba tendrá que aportar en este caso el Contratista.

### **2.3.3 Recepción de la instalación**

Una vez terminada la obra, se procederá a una recepción de obra provisional, la cual no se hará del todo efectiva hasta pasar una serie de pruebas técnicas que indiquen tanto el buen funcionamiento de la misma, como el cumplimiento de los aspectos de seguridad y salud necesarios para evitar accidentes que pongan en peligro la integridad de los usuarios de la misma.

Las pruebas mínimas a realizar por la empresa instaladora para llevar a cabo la entrega final de la obra serán:

- Funcionamiento y puesta en marcha del sistema. La instalación tendrá que estar funcionando un mínimo de 240 horas seguidas sin interrupciones ni fallos.
- Prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad, especialmente en las baterías.

Al finalizar la obra, el instalador entregará al propietario de la instalación un documento\albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación.

Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada uno un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en castellano.

La empresa instaladora estará obligada antes de retirarse de la instalación de realizar una limpieza de las zonas ocupadas y una retirada de la obra del material sobrante.

## **2.4 FACULTADES GENERALES DEL DIRECTOR DE OBRA**

El Director de la obra tendrá plena potestad para ordenar el cese y comienzo de las actividades, tal como se establece en el presente Pliego de Condiciones. El Contratista queda obligado a cumplir las disposiciones dictadas por el Director de obra, de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones.

## **2.5 CONSERVACIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN**

La empresa contratada por el propietario de la instalación se verá obligado a mantener en buen estado los elementos que se encuentren en esa instalación y los que se vayan instalando hasta la fecha de recepción de la instalación provisional.

Si algún trabajador de la empresa contratada provocará algún daño sobre algún elemento de la instalación, este deberá de ser repuesto por parte de la empresa instaladora.

## **3. CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE ECONÓMICA**

### **3.1 BASE FUNDAMENTAL**

Como base fundamental de estas "*Condiciones Particulares de Índole Económica*", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y su sujeción al Proyecto y Condiciones generales y particulares que rijan la ejecución de los distintos trabajos.

### **3.2 GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FINANZAS**

#### **3.2.1 Garantías**

El Ingeniero Director podrá exigir al contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas las presentará el Contratista antes de la firma de contrato.

#### **3.2.2 Fianzas**

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

#### **3.2.3 Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza**

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por Propiedad, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

### **3.2.4 Devolución de la fianza**

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 10 días, una vez firmada el acta de recepción de la obra o si los hubiese se subsanen por parte del Contratista.

## **3.3 PRECIOS**

### **3.3.1 Precios contradictorios**

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma. El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad. La Dirección técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse.

Si ambos coincidiesen se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuese salvado por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio unitario. Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por Propiedad o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Director y a concluirlo a satisfacción de éste.

### **3.3.2 Reclamación de aumento de precios**

Si el contratista, antes de la firma del Contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras. Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

### **3.3.3 Revisión de precios**

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante, y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transporte, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en

el mercado. Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentado los contratos.

Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento que varíe su precio, especificándose y acordándose, también, previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario. Si el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios materiales, transportes, etc. que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc. adquiridos por el Contratista merced a la información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc. concertará entre las dos partes la baja realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

#### **3.3.4 Abono de las unidades de obra**

Solamente serán abonadas las unidades ejecutadas con arreglo a las condiciones de este Pliego y ordenadas por la Dirección Facultativa. La Contrata presentará relación de las unidades acompañadas de los planos antedichos para ser revisados por la Dirección y servir de base para la certificación correspondiente. Para las valoraciones no comprendidas en la relación detallada que sigue, se atenderá al criterio fijado por la Dirección Facultativa.

Siendo el contrato para la terminación de la obra, se entiende que las unidades han de estar completamente terminadas, aunque algunos de los accesorios no aparezcan taxativamente determinados en los cuadros de precios y mediciones.

#### **3.3.5 Obras Incompletas**

Cuando por rescisión u otras causas fuera preciso valorar sin terminar, se aplicarán los precios del Presupuesto, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra en otra forma que la establecida en dicho Cuadro de Precios. En ningún caso tendrá derecho el Contratista a reclamación, fundada en la insuficiencia de los precios del Presupuesto o su omisión de cualquiera de los elementos que constituyen los referidos precios.

#### **3.3.6 Conservación de las obras**

Solamente se abonarán cifras o partidas consignadas en el Presupuesto del Proyecto, como gastos por el trabajo de conservación de las obras, durante el plazo de garantía.



### **3.3.7 Ensayos, pruebas y replanteos**

Los ensayos, análisis y pruebas deben realizarse para comprobar si los materiales que han de emplearse en estas obras reúnen las condiciones fijadas en el presente Pliego. Se verificarán por la Dirección Facultativa, corriendo con todos los gastos de las citadas pruebas y análisis el Contratista, estando comprendidos en el precio del Presupuesto.

### **3.3.8 Valoración de unidades de obra no especificadas**

La valoración de las obras no expresadas en el presente Pliego, se ejecutará aplicando a cada una la unidad de medida que le sea más apropiada, según el predominio de sus dimensiones, en la forma que estime más conveniente, la Dirección Facultativa, multiplicando el resultado por el precio unitario correspondiente.

### **3.3.9 Control**

La Contrata facilitará a la Dirección Facultativa el libre acceso a las instalaciones de sus proveedores, tanto los de viveros, como las empresas proveedoras de tuberías, etc. Podrá comprobar el ritmo de fabricación, así como cualquier otro que estime conveniente y que le facilitará el correspondiente proveedor.

## **3.4 VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS**

### **3.4.1 Liquidación y Abono de las Obras**

Se abonarán al Contratista las obras que realmente ejecute con sujeción al proyecto aprobado y que sirvió de base a la oferta y a las modificaciones debidamente autorizadas por la Dirección.

### **3.4.2 Valoración de los Trabajos Realizados**

Dentro de la primera semana de cada mes, el Contratista someterá al juicio de la Dirección Facultativa la valoración de los trabajos realizados en el mes anterior, en la cual, con el debido detalle, se expresarán refiriéndose al origen las distintas unidades de obra ejecutadas.

### **3.4.3 Carácter del Pago o Aceptación de las Certificaciones de Obra Ejecutada**

El pago o aceptación de las certificaciones de obra ejecutadas tendrá el carácter de "a cuenta" y no supondrán en ningún caso recepción o aprobación de las mismas que exima al Contratista de los vicios o defectos que pudieran existir.

### **3.4.4 Hojas Provisionales de Reparos**

Por la Dirección Facultativa y cuando lo considere necesario se redactarán al repasar las certificaciones, "Hojas provisionales de reparos" en las que se incluirán las unidades de obra en que existe discontinuidad o cualquier otra causa. Una vez redactada la "*Hoja provisional de reparos*", se pasará copia al Constructor para que la estudie y analice.

Aquellos reparos en que subsista la discrepancia pasarán a la nota de reparos, la cual, autorizada por el Contratista y la Dirección, será objeto de cuantas aclaraciones y comprobaciones estimen oportunas unos y otros, pero en todo caso la certificación de las partidas que en ella figuren no se llevarán a cabo hasta el momento de liquidar el Proyecto

parcial , y si aún hubiese diferencias respecto a algunas unidades de obra , la eventual certificación de éstas y su abono se incluirá en la liquidación de la obra total contratada al finalizar ésta.

#### **3.4.5 Retención de Garantía**

Sobre el importe de cada certificación mensual de obra ejecutada, el Contratista hará una deducción del 10% que quedará como retención de garantía en poder de la Propiedad y que será abonada al Contratista a la firma del acta de recepción definitiva de la obra terminada, o si los hubiese se subsanen por parte del Contratista.

### **4. CONDICIONES PARTICULARES DE ÍNDOLE LEGAL**

#### **4.1 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

El Contratista tiene obligación de ejecutar esmeradamente todas las obras y cumplir estrictamente todas las condiciones estipuladas y cuantas órdenes le sean dadas, verbales o escritas, por la Dirección Facultativa, entendiéndose que deben entregarse completamente terminadas cuantas obras afecten a este compromiso.

Si a juicio de la Dirección hubiese parte de la obra mal ejecutada, tendrá el Contratista la obligación de demolerla y volverla a ejecutar cuantas veces sea necesario hasta que quede a satisfacción de la Dirección, no dándole estos aumentos de trabajo derecho a percibir indemnización de ningún género, aunque las malas condiciones de aquella se hubiesen notado después de la recepción provisional.

#### **4.2 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA EN LA DIRECCIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

El Contratista es el único responsable de la ejecución de las obras que hay contratadas, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio que pudiera costarle, ni por las erradas maniobras que cometiese durante la consecución, siendo de cuenta y riesgo del mismo. Así mismo, será responsable ante los tribunales de los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran, ateniéndose a todas las disposiciones de política urbana y leyes comunes sobre la materia.

También se ajustará a lo que dispone respecto a entradas y salidas de vehículos en el terreno, vertederos y locales de acopio de materiales y su preparación, siendo responsable por su incumplimiento de los daños que pudieran causar sus operarios en las fincas inmediatas.

#### **4.3 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA**

Es obligación del Contratista ejecutar todo cuanto disponga la Dirección, aunque no se halle expresamente determinado en este pliego. Las dudas que pudiera ocurrir en las condiciones y demás documentos del contrato se resolverán por la Dirección Facultativa, así como la inteligencia de los planos, descripciones y detalles, debiendo someterse el Contratista a o que disponga la Dirección Facultativa.

La administración se reserva en todo momento el derecho a comprobar las valoraciones y pagos de los compromisos de la Constructora de jornales, materiales, etc.

#### **4.4 ACCIDENTES DE TRABAJO**

El Contratista deberá tener siempre en la obra el número de operarios proporcionado a la extensión de los trabajos y clases de éstos que se esté ejecutando. Los operarios serán de aptitud reconocida y experimentados en sus respectivos oficios y debe haber un oficial encargado.

#### **4.5 CUMPLIMIENTO DE LEGISLACIÓN LABORAL**

El Contratista queda obligado al cumplimiento de los preceptos de legislación laboral vigente, así como, de todas las disposiciones que se dicten por el Estado en lo referente a la contratación, garantías de seguridad de los obreros en las obras, seguros, etc.

#### **4.6 DAÑOS A TERCEROS**

Si el Contratista causase algún desperfecto en las propiedades colindantes, tendrá que restaurarlas por su cuenta dejándolas en el estado que las encontró al dar comienzo las obras.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar caídas de operarios, desprendimientos de herramientas y materiales que puedan herir o maltratar a alguien.

#### **4.7 PLAZO PARA DAR COMIENZO A LAS OBRAS**

El Contratista deberá dar comienzo a las obras a los 10 días de habersele notificado la adjudicación de la subasta, dando notificación escrita del comienzo a la Dirección Facultativa.

#### **4.8 PLAZO DE EJECUCIÓN**

El Contratista terminará la totalidad de los trabajos en la fecha estipulada en el contrato a cuyo vencimiento se hará la recepción provisional de la misma por la Dirección Facultativa.

#### **4.9 PLAZO DE GARANTÍA**

El plazo de garantía será de un año. Una vez transcurrido este plazo se verificará la recepción definitiva con las mismas personas y en las mismas condiciones que la provisional y estando las obras bien conservadas y en perfecto estado, el Contratista hará entrega de las mismas, quedando relevado de toda responsabilidad. En caso contrario, se retrasará la recepción definitiva hasta que a juicio de la Dirección Facultativa y dentro del plazo que ésta marque, queden las obras del modo y forma que determine el presente Pliego.

Si del nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido se quedará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la administración crea procedente concederle un nuevo plazo que sea prorrogable.

#### **4.10 MEMORIA DEL PROYECTO**

Siendo la memoria que acompaña al proyecto un documento que sólo sirve para mejorar conocimiento de la Dirección y no sirviendo de base para la Contrata, no se admitirá al Contratista reclamación alguna fundada en modificaciones que se hagan en el documento referido.

#### **4.11 MODIFICACIONES Y ALTERACIONES DEL PROYECTO**

Si antes de comenzar las obras, o durante su construcción, la Dirección decidiese ejecutar por su parte alguna de las obras que comprende en el Proyecto, modificación que impongan aumento o reducción y aún sustitución de una clase de fábrica por otra, siempre que esta sea de las comprendidas en la Contrata, serán obligatorias para el Contratista estas disposiciones, sin que tenga derecho a reclamar ninguna indemnización a tales efectos.

Si las reformas hiciesen variar los trabajos, participándose por escrito al Contratista con quince días de antelación, no podrá exigir indemnización alguna bajo ningún pretexto. Si no se avisase con la antelación debida tendrá derecho a que se abone el material inprovechable después de haberlo entregado a la obra. También tendrá derecho, en caso de modificación, a que prorrogue prudencialmente, a juicio de la Dirección Facultativa, el plazo para la terminación de las obras.

No podrá hacerse alteración alguna de las partes del Proyecto sin la autorización escrita de la Dirección Facultativa. El Contratista se obliga a ejecutar en la obra las variaciones que se le notifiquen, así como las de mejora que se introduzcan, pero en uno u otro motivo se hará constar previamente y por escrito, el valor estipulado por estas modificaciones en las unidades correspondientes al cual se abonará dentro del plazo en que el trabajo se haya ejecutado.

Siempre que a juicio de la Dirección Facultativa hubiera alguna parte de las obras que por su índole particular requiriese especial cuidado, podrá señalar tres o más maestros acreditados para que el Contratista elija entre ellos al que hubiese de ejecutarlos, siempre que el precio que presenten los indicados maestros esté dentro del cuadro de precios que acompaña el proyecto, con un 5 % del rebaje en concepto de indemnización por gastos generales.

#### **4.12 CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO**

Para los casos en que se pueda y deba rescindir el contrato, tanto por fallecimiento o quiebra del Contratista como por variaciones en las obras hechas, antes o después de comenzadas, por no ser posible hacerlo oportunamente, o por no ejecutarlas en el plazo estipulado, se aplicarán las diversas disposiciones contenidas en el presente pliego, o en su defecto, las expuestas para tales casos en el Pliego de Condiciones Generales.

#### **4.13 FALTAS Y MULTAS**

Todas las faltas que el Contratista cometa durante la ejecución de las obras, así como las multas a que diese lugar con contradicción de las disposiciones vigentes son exclusivamente de su cuenta, sin derecho a indemnización alguna.

#### **4.14 DOCUMENTOS QUE PUEDE RECLAMAR EL CONTRATISTA**

El Contratista podrá sacar de todos los documentos del Proyecto copias a sus expensas, cuyos originales le serán facilitados por la Dirección Facultativa en las oficinas de la Dirección, sin poderlos sacar de ellas y la misma dirección autorizará con su firma las anteriores copias si así conviniese al Contratista. También tendrá derecho a sacar copias de las realizaciones valoradas y de las certificaciones expedidas por la Dirección.

#### **4.15 LIBRO DE ÓRDENES**

En las oficinas de la Dirección tendrá el Contratista un libro de órdenes en el que la Dirección Facultativa escribirá, siempre que lo juzgue conveniente, las que necesite darle sin perjuicio de ponerlas por oficio cuando crea conveniente. El Contratista firmará dichas órdenes como enterado, expresando la hora en que lo verifica.

El cumplimiento de dichas órdenes por oficio es obligatorio para el Contratista, al igual que las del presente Pliego de Condiciones, siempre que en las 24 horas siguientes a la firma como enterado, no presente reclamación sobre las mismas.

#### **4.16 CUESTIONES NO PREVISTAS**

En las cuestiones que eventualmente puedan surgir en el curso de los trabajos, no previstas en este Pliego de Condiciones, la Dirección Facultativa dictará las órdenes oportunas para su resolución, siempre que estén previamente aprobadas. Las cuestiones cuya resolución requiera vía judicial, serán competencia de los Tribunales.

Valencia, Julio de 2019

PROYECTISTA

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alba Pérez Albalate', written over a horizontal line.

Alba Pérez Albalate

Máster en Ingeniería Agronómica



# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



**MÁSTER EN INGENIERÍA AGRONÓMICA**

***PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO  
LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA  
UNA PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS  
T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA  
(TERUEL)***

DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO

Alumno: Alba Pérez Albalate

Tutor: Iban Balbastre Peralta

Curso académico: 2018/2019

Valencia, Julio de 2019

## INDICE

1. Mediciones
2. CP1 MO y maquinaria
3. CP2 Materiales
4. CP3 Precios en letra
5. CP4 descompuesto
6. Presupuestos parciales
7. Resumen de presupuesto





## **1. MEDICIONES**

# 1 1. Movimiento de tierras

Nº	Ud	Descripción					Medición	
1.1	M3	excv mec znj n/ rc prof<4m						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		En red de transporte		2.809,28	0,40	0,60	674,23	
		En tuberías terciarias		2.617,23	0,40	0,60	628,14	
							1.302,37	1.302,37
							Total m3 :	1.302,37
1.2	M3	rell c/ ter med mec						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		En red de transporte		2.809,28	0,40	0,60	674,23	
		En tuberías terciarias		2.617,23	0,40	0,60	628,14	
							1.302,37	1.302,37
							Total m3 :	1.302,37

## 2.2. Canalización

Nº	Ud	Descripción					Medición	
2.1	M	Tub. got autocom AZUD PREMIER PC AS 1,6 l/h 50 cm						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			40.000,00				40.000,00	
							40.000,00	40.000,00
							Total m :	40.000,00
2.2	M	ins tb PVC ø50mm 10atm encolar						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		En red de transporte		341,32			341,32	
		En tuberías terciarias		92,14			92,14	
							433,46	433,46
							Total m :	433,46
2.3	M	ins tb PVC ø50mm 16atm encolar						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		En red de transporte		421,23			421,23	
		En tuberías terciarias		304,66			304,66	
							725,89	725,89
							Total m :	725,89
2.4	M	ins tb PVC ø63mm 10atm encolar						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		En red de transporte		451,14			451,14	
		En tuberías terciarias		1.050,22			1.050,22	
							1.501,36	1.501,36
							Total m :	1.501,36
2.5	M	ins tb PVC ø63mm 16atm encolar						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		En red de transporte		304,23			304,23	
		En tuberías terciarias		366,25			366,25	
							670,48	670,48
							Total m :	670,48
2.6	M	ins tb PVC ø75mm 10atm encolar						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
				269,64			269,64	
							269,64	269,64
							Total m :	269,64
2.7	M	ins tb PVC ø75mm 16atm encolar						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		En red de transporte		473,83			473,83	
		En tuberías terciarias		392,92			392,92	
							866,75	866,75
							Total m :	866,75
2.8	M	ins tb PVC ø90mm 16atm encolar						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		En red de transporte		68,67			68,67	
		En tuberías terciarias		141,80			141,80	
							210,47	210,47
							Total m :	210,47
2.9	M	ins tb PVC ø125mm 10atm jnt elas						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
				230,70			230,70	
							230,70	230,70
							Total m :	230,70

## 2.2. Canalización

Nº	Ud	Descripción					Medición	
2.10	M	ins tb PVC ø140mm 10atm jnt elas						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		En red de transporte		379,90			<u>379,90</u>	
							379,90	379,90
							Total m :	379,90
2.11	M	ins tb PVC ø140mm 16atm jnt elas						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		En red de transporte		138,26			<u>138,26</u>	
							138,26	138,26
							Total m :	138,26



### 3.3. Valvulería

Nº	Ud	Descripción						Medición
3.1	U	Valv de bola encolar ø50mm ins						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			21,00				21,00	
							21,00	21,00
							Total u :	21,00
3.2	U	Valv de bola encolar ø63mm ins						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			12,00				12,00	
							12,00	12,00
							Total u :	12,00
3.3	U	Valv de bola encolar ø90mm ins						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			8,00				8,00	
							8,00	8,00
							Total u :	8,00
3.4	U	Valv de bola roscar ø1/4" ins						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00
3.5	U	Valv retn PVC enco ø63mm ins						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			8,00				8,00	
							8,00	8,00
							Total u :	8,00
3.6	U	Elval memb plas ø3" ins						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			6,00				6,00	
							6,00	6,00
							Total u :	6,00
3.7	U	Valv de ventosa 1"						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			10,00				10,00	
							10,00	10,00
							Total u :	10,00
3.8	U	Valv de ventosa 2"						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			6,00				6,00	
							6,00	6,00
							Total u :	6,00

#### 4 4. Medición

N°	Ud	Descripción					Medición	
4.1	Ud	Manómetro 1/4" 10 atm	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3,00				<u>3,00</u>	
							3,00	3,00
							Total ud :	3,00
4.2	Ud	Manómetro 1/4" 6 atm	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			10,00				<u>10,00</u>	
							10,00	10,00
							Total ud :	10,00



## 5 5. Cabezal de riego

N°	Ud	Descripción						Medición
5.1	U	Tanque plas 5000L ins						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2,00				<u>2,00</u>	
							2,00	2,00
							Total u :	2,00
5.2	U	Tanque plas 2500L ins						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				<u>1,00</u>	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00
5.3	U	Bomba inyección 120 L/h						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				<u>1,00</u>	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00
5.4	U	Filtros aut discos						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				<u>1,00</u>	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00
5.5	U	Cont Woltman mgntc DN125						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				<u>1,00</u>	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00
5.6	U	Programador Agronic 2500						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				<u>1,00</u>	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00
5.7	U	Bomba sumergible pozo						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				<u>1,00</u>	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00



## 6 6. Instalación fotovoltaica

Nº	Ud	Descripción						Medición
6.1	U	Módulos fotovoltaicos 305 W						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			54,00				54,00	
							54,00	54,00
							Total u :	54,00
6.2	U	Variador de frecuencia/var. velocidad						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00
6.3	U	Vigilante de aislamiento						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00
6.4	U	Estructura soporte módulos FV						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3,00				3,00	
							3,00	3,00
							Total u :	3,00
6.5	U	Cableado instalación FV						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00
6.6	U	Protecciones						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00



## 7 7. Gestión de residuos

Nº	Ud	Descripción						Medición
7.1	U	Residuos no biodegradables						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				<u>1,00</u>	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00
7.2	U	Residuos orgánicos						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				<u>1,00</u>	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00
7.3	U	Residuos inorgánicos						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				<u>1,00</u>	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00



## 8 8. Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción						Medición
8.1	U	Instalaciones provisionales						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00
8.2	U	EPIs						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			5,00				5,00	
							5,00	5,00
							Total u :	5,00
8.3	U	Equipo primeros auxilios						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00
8.4	U	Señalización obras						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00
8.5	U	Valla perimetral						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			15,00				15,00	
							15,00	15,00
							Total u :	15,00
8.6	M	Extintor polvo químico						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2,00				2,00	
							2,00	2,00
							Total m :	2,00
8.7	U	Sist protección colectiva						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
							Total u :	1,00



## **2. CP1 MO y maquinaria**



## Cuadro de mano de obra

Página 1

Num. Código	Denominación de la mano de obra	Precio	Horas	Total
1 MOOF.8A	Oficial 1ª fontanería.	13,58	3.012,71 h	40.912,60
2 MOOE.8A	Oficial 1ª electricidad.	13,58	1,86 h	25,26
3 MMOE.7B	Peón régimen general.	4,67	1.348,35 h	6.296,79
			Total mano de obra:	47.234,65



## Cuadro de maquinaria

Página 1

Num. Código	Denominación de la maquinaria	Precio	Cantidad	Total
1 CMMP.5C	Excavadora de neumaticos hidraulica de potencia nominal 105 CV. Valor considerando coste de la maquina, coste intrinseco por hora de funcionamiento y coste de personal y combustible.	44,06	52,09 h	2.295,09
			Total maquinaria:	2.295,09



### **3. CP2 MATERIALES**



## Cuadro de materiales

Página 1

Num. Código	Denominación del material	Precio	Cantidad	Total
1 BHFL.1BVAA	Filtro automático de discos	2.900,34	1,00	2.900,34
2 BHAD.1ABFB	Dosificador eléctrico (trifásico 220/380 V), apto para la inyección de productos químicos, dotado de una bomba alternativa de pistón. Dispone de un cabezal construido en PVC o plexiglás. Caudal regulable automáticamente entre 10 l/h hasta un máximo de 100 l/h. Apto para integrarse en automatismos de regulación, tales como los de control de Ph, cloro residual, turbidez, temperatura, etc. Presión de impulsión de 7 atm	2.048,90	1,00 u	2.048,90
3 BHAD.2BC	Dosificador eléctrico (trifásico 220/380 V), apto para la inyección de productos químicos (incluso con materias en suspensión), dotado de una bomba alternativa de membrana accionada mecánicamente. Dispone de un cabezal construido en PVC o plexiglás. Caudal regulable manualmente entre 50 l/h y un máximo de 500 l/h. Presión de impulsión 5 atm	1.972,98	1,00 u	1.972,98
4 BHAT.5000	Tanque de fertilización 5000 L	1.581,47	2,00	3.162,94
5 FV.021	Válvula hidráulica tipo globo, actuada por diafragma y cierre por pistón. Válvula reductora de presión independiente de las fluctuaciones de la conducción. El ajuste de la presión de salida se consigue por medio de un piloto. Esta función puede unirse a otras en la misma válvula. Construcción metálica, cuerpo de fundición, de diámetro nominal de válvula 2", conexiones mediante bridas según norma ISO. Apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 atm	1.359,70	1,00 u	1.359,70
6 BHAD.1ABFA	Dosificador eléctrico (trifásico 220/380 V), apto para la inyección de productos químicos, dotado de una bomba alternativa de pistón. Dispone de un cabezal construido en PVC o plexiglás. Caudal regulable manualmente entre 10 l/h hasta un máximo de 100 l/h. Presión de impulsión de 7 atm	986,53	1,00 u	986,53
7 SS.071	Panel de refrigeración, humidificación por sistema evaporativo (cooling sistem), formado por una estructura metálica para fijar el módulo al paramento. Los paneles serán de viruta de madera, con envolvente de malla de nylon, alojados en el interior de la rejilla, con canal de distribución de agua mediante tubería y accesorios de PVC. Superficie útil de humectación 4.088 m². Incluye una bomba de rodete sumergido, con su filtro y válvula de regulación así como by-pass de desconcentración. Dimensiones 5,250x0,220x1,081 m.	820,08	1,00 u	820,08
8 FV.044	Estructura soporte mod FV	685,61	3,00	2.056,83
9 BHAT.2F	Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad de 165 l	509,50	1,00 u	509,50
10 SS.011	Instalaciones provisionales	364,25	1,00 Ud.	364,25
11 BHMC.3AA	Contador de agua de tipo Woltman. Consta de una transmisión magnética del movimiento rotatorio de la turbina. Apto para instalar emisor de pulsos, para su conexión a programadores o automatismos. Cuerpo de fundición con recubrimiento de epoxi. Apto para trabajar hasta presiones de 16 atm. Con totalizador. Conexiones por bridas de diámetro 2". Precisión de un 2%	292,29	1,00 u	292,29

Num. Código	Denominación del material	Precio	Cantidad	Total
12 FV001	Módulos fotovoltaicos 305 W	284,36	54,00 ud	15.355,44
13 GR.011	Ventilador helicoidal trifásico de 8.000 m <sup>3</sup> /h con una potencia absorbida de 450 W y con rejilla de protección.	233,59	1,00 u	233,59
14 GR.031	Ventilador helicoidal trifásico de 6.000 m <sup>3</sup> /h con una potencia absorbida de 300 W y con rejilla de protección.	195,63	1,00 u	195,63
15 FV.031	Válvula hidráulica de membrana con diafragma integral. Válvula reductora de presión independiente de las fluctuaciones de la conducción, de construcción metálica, cuerpo de hierro fundido con recubrimiento de poliéster, de diámetro nominal de válvula 2", conexiones mediante bridas y roscas según norma ISO. Apta para trabajar hasta presiones nominales de 10 atm	189,80	1,00 u	189,80
16 GR.021	Ventilador helicoidal trifásico de 3.500 m <sup>3</sup> /h con una potencia absorbida de 130 W y con rejilla de protección.	161,63	1,00 u	161,63
17 BHVE.1ADS	Electroválvula de membrana 3"	124,05	6,00 u	744,30
18 SS.041	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.	108,05	1,00 u	108,05
19 SS.021	EPI	105,00	5,00	525,00
20 SS.031	Cornadizas con sistema de comando múltiple con posibilidad de abertura y cierre colectivo de todos los huecos que dan acceso al alimento; también se pueden abrir o cerrar individualmente cada una de las unidades. En posición normal los huecos o aberturas son libremente accesibles. Está construida en tubo redondo con pared gruesa, galvanizado en el interior y en el exterior. Incluye el material de anclaje a los comederos, así como los pilares metálicos. Con un solo hueco. Para animales de más de 18 meses, anchura por animal 65 cm, altura de la cornadiza 93 cm, anchura de la abertura para el cuello de la vaca 19.5 cm.	102,65	1,00 u	102,65
21 SS.061	Extintor polvo químico	73,56	2,00 u	147,12
22 BHVS.1I	Válvula de esfera de 90 mm de diámetro nominal de válvula para unión por encolado, construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecanizada, apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 bars a 20 °C	57,99	8,00 u	463,92
23 BHVS.1G	Válvula de esfera de 63 mm de diámetro nominal de válvula para unión por encolado, construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecanizada, apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 bars a 20 °C	13,17	12,00 u	158,04
24 BHTV.2HB	Tubo de PVC de diámetro exterior 200mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión con junta elástica	12,62	138,26 m	1.744,84
25 BHTV.2GAV	Tubo de PVC de diámetro exterior de 140mm	10,36	379,90 m	3.935,76

Num. Código	Denominación del material	Precio	Cantidad	Total
26 BHVS.1F	Válvula de esfera de 50 mm de diámetro nominal de válvula para unión por encolado, construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecánizada, apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 bars a 20 °C	8,61	27,00 u	232,47
27 BHVR.1BF1	Válvula antirretorno en PVC con diámetro de 63 mm	8,46	8,00 u	67,68
28 BHVS.1E	Válvula de esfera de 40 mm de diámetro nominal de válvula para unión por encolado, construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecánizada, apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 bars a 20 °C	8,01	10,00 u	80,10
29 BHTV.2ES	Tubo de PVC de diámetro exterior 125 mm	7,65	230,70 m	1.764,86
30 SS.051	Tolva para exterior de la jaula con enganches regulables, de 3,3 kg de capacidad, de dos huecos, y dimensiones: largo 18 cm, fondo 14 cm y alto 27 cm.	4,71	15,00 ud	70,65
31 BHVS.3B	Válvula de esfera para unión roscada de diámetro nominal de válvula 1/2". Construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecánizada	4,37	1,00 u	4,37
32 BHTV.1IBI	Tubo de PVC de diámetro exterior de	3,60	210,47	757,69
33 ME.011	Manómetro 1/4" 10 atm	3,56	3,00	10,68
34 BHTV.1HE	Tubo de PVC de diámetro exterior de 75 mm	3,40	866,75	2.946,95
35 BHTV.1HA3	Tubo de PVC de diámetro exterior 20mm, para una presión de trabajo de 25 atm, unión por encolado	3,24	269,64 m	873,63
36 ME.021	Manómetro 1/4" 10 atm	3,14	10,00	31,40
37 BHTV.1GE2	Tubo de PVC de diámetro exterior 63 mm, para una presión 16 atm	3,10	670,48	2.078,49
38 BHTV.1FD	Tubo de PVC de diámetro exterior 50mm, para una presión de trabajo de 16 atm, unión por encolado	2,32	725,89 m	1.684,06
39 CA.021	PVC 50 mm 10 atm	2,06	433,46 u	892,93
40 MT.021	rell c/ ter med mec	0,57	1.302,37	742,35
41 BHEG.4BABA	Tubo de polietilieno got, autocompensante AZUD PREMIER PC AS 1,6 l/h 50 cm	0,25	40.000,00 m	10.000,00
			Total materiales:	62.778,42



#### **4. CP3 PRECIOS EN LETRA**

## Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
1	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 50mm, para una presión de trabajo de 10 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.	2,45	DOS EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
2	m Tubo de polietileno con gotero integrado autocompensante AZUD PREMIER PC AS entre 0.5 y 4 atm., autolimpiable, con un caudal de 1.6 l/h y una separación entre goteros de 50 cm	0,97	NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS
3	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 50mm, para una presión de trabajo de 16 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.	2,72	DOS EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
4	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 63 mm, para una presión de trabajo de 10 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.	3,33	TRES EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
5	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 63 mm, para una presión de trabajo de 16 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.	3,53	TRES EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS
6	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 75mm, para una presión de trabajo de 10 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.	3,68	TRES EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS
7	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 75 mm, para una presión de trabajo de 16 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.	3,84	TRES EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
8	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 90mm, para una presión de trabajo de 16 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.	4,05	CUATRO EUROS CON CINCO CÉNTIMOS
9	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 125mm, para una presión de trabajo de 10 atm, unión con junta elástica. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.	8,23	OCHO EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS



## Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
10	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 140mm, para una presión de trabajo de 10 atm, unión con junta elástica. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.	11,02	ONCE EUROS CON DOS CÉNTIMOS
11	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 140mm, para una presión de trabajo de 16 atm, unión con junta elástica. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.	13,36	TRECE EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS
12	u Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad de 5000 L. Instalado y comprobado	1.824,95	MIL OCHOCIENTOS VEINTICUATRO EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS
13	u Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad de 2500 L. Instalado y comprobado. Incluye sistema de agitación para homogenización a la hora de mezclar abonos o diluirlos.	588,33	QUINIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
14	u Bomba de inyección, apta para la inyección de productos químicos. Dispone de un cabezal construido en PVC o plexiglás. Posee cilindro de polipropileno y pistón de polietileno de alta densidad (PEAPM). Caudal regulable manualmente entre 10 l/h hasta un máximo de 120 l/h. Presión de impulsión de 7 atm. Instalado y comprobado	1.138,62	MIL CIENTO TREINTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS
15	u Equipos autolimpiantes en línea con elementos filtrantes de discos maniobrados con válvulas de 2"(SERIE 200), 4 filtros de 2". Funcionamiento hidráulico. Apto para trabajar entre 2.5 y 10 atm. Incluye conexiones por bridas de 2" de diámetro, colector de entrada y salida, codos, tes, tuberías y un manómetro en cada uno de los filtros para comprobar que se produce la autolimpieza correctamente. Instalado y puesta a punto	3.346,40	TRES MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS
16	u Contador de agua de tipo Woltman. Consta de una transmisión magnética del movimiento rotatorio de la turbina. Apto para instalar emisor de pulsos, para su conexión a programadores o automatismos. Cuerpo de fundición con recubrimiento de epoxi. Apto para trabajar hasta presiones de 16 atm. Con totalizador. Conexiones por bridas de diámetro 2". Precisión de un 2%. Instalado y verificado	337,75	TRESCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
17	u Agronic 2500, completo programador para el control del riego y la fertilización, totalmente configurable y con múltiples posibilidades de uso, comunicación y ampliación. Automatización del riego.	2.276,60	DOS MIL DOSCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS



## Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
18	u Bomba sumergible situada en el pozo subterráneo. Lowara 8" Z875. Potencia de motor de 30 kW.	2.364,37	DOS MIL TRESCIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS
19	u Módulos Fotovoltaicos de Silicio Policristalina de 6". Modelo ATERSA-P, con una potencia nominal de 305W, eficiencia del módulo de 16,56%. Unas dimensiones de 1645x990x40mm, con un peso de 26,5 Kg. Los módulos contienen un marcado de aleación de aluminio anodizado o pintados en poliéster, con protecciones en las esquinas. Completamente instalados y montados. Sin descomposición.	328,60	TRESCIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS
20	u 1 variador de frecuencia/variador de velocidad (inversor) modelo SD700SP0060 5, con sistema híbrido capacidad de conectarse simultaneamente a la red y al campo fotovoltaico). La potencia motor es de 30 KW a 400VAC. El rango de tensión del MPPT es de 540-900Vcc, con frecuencia de entrada de 50/60Hz y frecuencia de salida de 0 a 200 Hz. Completamente instalado y probado. Sin descomposición.	1.569,11	MIL QUINIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS CON ONCE CÉNTIMOS
21	u Vigilante de aislamiento para instalaciones fotovoltaicas ISO-CHECK PV 1000. Tensión nominal del sistema 500 - 1000 VDC. Tensión continua admisible 1150 V.	219,52	DOSCIENTOS DIECINUEVE EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
22	u Anclaje de los módulos FV a la cubierta. Sistema coplanar para cubiertas inclinadas de chapa trapezoidal. Los perfiles se sitúan en los puntos de embridaje de los módulos. Montaje incluido	791,48	SETECIENTOS NOVENTA Y UN EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
23	u Cableado de aluminio para toda la instalación fotovoltaica, con conexión a todos los elementos que la componen (Inversor, variador de frecuencia, bomba hidráulica y generador fotovoltaico). Instalación completa y totalmente instalada. Sin descomposición.	1.554,87	MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
24	u Conjunto de protecciones necesarias para garantizar la protección de la instalación fotovoltaica, incluye: fusibles, seccionadores, interruptores, interruptores magnetotérmicos, diferenciales, tomas de tierra. Completamente instalados y probados. Sin descomposición.	521,46	QUINIENTOS VEINTIUN EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS
25	u Separación y transporte de los residuos no biodegradables (plásticos, derivados de plásticos...) producidos durante la ejecución y tareas de la obra. Incluye transporte a la planta de tratamiento correspondiente. Sin descomposición.	240,60	DOSCIENTOS CUARENTA EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS
26	u Tratamiento y reciclaje de residuos orgánicos obtenidos durante la ejecución de las tareas de la obra. Sin descomposición.	166,48	CIENTO SESENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

## Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
27	u Transporte de residuos inorgánicos obtenidos durante el proceso de obra a planta de tratamiento correspondiente. Sin descomposición.	201,50	DOSCIENTOS UN EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
28	ud Manómetro 1/4" 10 atm para medición y control de las presiones en la instalación de riego.	7,53	SIETE EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS
29	ud Manómetro 1/4" 6 atm para medición y control de las presiones en la instalación de riego.	6,66	SEIS EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
30	m3 rell c/ ter med mec	0,73	SETENTA Y TRES CÉNTIMOS
31	m3 Excavacion mecanica en zanja en todo tipo de terreno excepto roca a una profundidad de 0.6 m realizados por medios mecanicos. Terreno arenoso - arcilloso. Incluye apilamiento de tierras a laterales.	16,14	DIECISEIS EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS
32	u Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Se alquilará un barracón sanitario sin aislar modelo "aseo" válido para 5 personas completamente equipado. Incluye depósitos de agua limpia y depósitos de agua sucia, con grupo electrógeno capaz de alimentar las bombas de impulsión del agua. Tiempo aproximado de dos meses. Sin descomposición.	375,18	TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
33	u Separadores flotantes para cubículos de vacas, en forma de R. Construidos en tubos de acero de espesor 3.65 mm. Dimensiones: 75*135 cm. Incluye: el separador de acero, la base soldada y los elementos de anclaje a la solera, dos tubos de 0.7 m cada uno con sus piezas de anclaje, estas barras unen dos separadores consecutivos. Son para vacas de 2 a 6 meses. Incluye la instalación.	108,15	CIENTO OCHO EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS
34	u Medicina preventiva y primeros auxilios, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.	105,73	CIENTO CINCO EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS
35	u Conjunto de elementos de balizamiento y señalización de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.	111,29	CIENTO ONCE EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS
36	u Valla perimetral formada por vallas peatonales metálicas de 1,5 x 2,5 m de longitud, para delimitar las zonas de excavación abiertas. Colocada. Sin descomposición.	4,85	CUATRO EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
37	m Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según Norma UNE 23110, colocado. Sin descomposición.	75,77	SETENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS





## Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
38	u Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.	844,68	OCHOCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS
39	u Válvula de bola o de esfera de 63 mm de diámetro nominal de válvula para unión por encolado, construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecanizada, apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 bars a 20  C. Instalada y verificada.	10,26	DIEZ EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS
40	u Válvula de bola o de esfera de 63 mm de diámetro nominal de válvula para unión por encolado, construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecanizada, apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 bars a 20  C. Instalada y verificada.	15,52	QUINCE EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
41	u Válvula de bola o de esfera de 90 mm de diámetro nominal de válvula para unión por encolado, construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecanizada, apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 bars a 20  C. Instalada y verificada.	67,23	SESENTA Y SIETE EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS
42	u Válvula de bola o de esfera para unión roscada de diámetro nominal de válvula 1/4". Construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecanizada, material latón. Instalada y verificada	5,37	CINCO EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS
43	u Válvula antirretorno serie encolar de diámetro nominal de válvula 63mm, construida en PVC con asiento de EPDM y muelle de acero inoxidable. Instalada y verificada	10,09	DIEZ EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS
44	u Electroválvula de membrana con diafragma integral, con solenoide de 24V AC N.O.(normalmente abierta), paso 2 mm. Tiene un cierre gradual que evita los golpes de ariete. Construida en poliéster reforzado con fibra de vidrio, diámetro nominal de válvula 3" . Conexiones por rosca hembra. Apta para trabajar entre 1 y 10 atm. Instalada y verificada	143,44	CIENTO CUARENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
45	u Válvula de ventosa, diseñada para proteger las canalizaciones de los efectos catastróficos causados por la acumulación de aire en los puntos altos y singulares de las redes. 1". Max 10 bar.	9,57	NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
46	u Válvula de ventosa, diseñada para proteger las canalizaciones de los efectos catastróficos causados por la acumulación de aire en los puntos altos y singulares de las redes. 2". Max 10 bar.	10,26	DIEZ EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS
Valencia,		Julio de 2019	



Cuadro de precios nº 1

Alba Pérez Albalate

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alba Pérez Albalate', with a long horizontal line extending to the right.

## **5. CP4 DESCOMPUESTO**

Num.	Código	Ud	Descripción		Total
1	CA,02	m	Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 50mm, para una presión de trabajo de 10 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.		
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	CA.021	1,00 u	Tubo de PVC de diámetro 50 mm 10 atm	2,06	2,06
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
	%A	0,20 %	medios auxiliares	2,38	0,00
		3,00 %	Costes indirectos	2,38	0,07
Total por m .....					2,45
Son DOS EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS por m.					
2	CA.01	m	Tubo de polietileno con gotero integrado autocompensante AZUD PREMIER PC AS entre 0.5 y 4 atm., autolimpiable, con un caudal de 1.6 l/h y una separación entre goteros de 50 cm		
	BHEG.4BABA	1,00 m	Tubo de polietileno got, autocompensante AZUD PREMIER PC AS 1,6 l/h 50 cm	0,25	0,25
	%D	4,00 %	medios auxiliares	0,25	0,01
	MMOE.7B	0,03 h	Peón régimen general.	4,67	0,14
	MOOF.8A	0,04 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,54
		3,00 %	Costes indirectos	0,94	0,03
Total por m .....					0,97
Son NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS por m.					
3	CA.03	m	Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 50mm, para una presión de trabajo de 16 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.		
	BHTV.1FD	1,00 m	Tubo de PVC de diámetro exterior 50mm, para una presión	2,32	2,32
	%A	0,20 %	medios auxiliares	2,32	0,00
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
		3,00 %	Costes indirectos	2,64	0,08
Total por m .....					2,72
Son DOS EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS por m.					



Num.	Código	Ud	Descripción		Total
4	CA.04	m	Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 63 mm, para una presión de trabajo de 10 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.		
	BHTV.1GE1	1,00	Tubo de PVC de diámetro exterior 63 mm, para una presión 10 atm	2,90	2,90
	%A	0,20 %	medios auxiliares	2,90	0,00
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
		3,00 %	Costes indirectos	3,23	0,10
			Total por m .....		3,33
			Son TRES EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS por m.		
5	CA.05	m	Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 63 mm, para una presión de trabajo de 16 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.		
	BHTV.1GE2	1,00	Tubo de PVC de diámetro exterior 63 mm, para una presión 16 atm	3,10	3,10
	%A	0,20 %	medios auxiliares	3,10	0,00
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
		3,00 %	Costes indirectos	3,43	0,10
			Total por m .....		3,53
			Son TRES EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS por m.		
6	CA.06	m	Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 75mm, para una presión de trabajo de 10 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.		
	BHTV.1HA3	1,00 m	Tubo de PVC de diámetro exterior 75mm, para una presión	3,24	3,24
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	%A	0,20 %	medios auxiliares	3,29	0,00
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
		3,00 %	Costes indirectos	3,57	0,11
			Total por m .....		3,68
			Son TRES EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m.		



Num.	Código	Ud	Descripción		Total
7	CA.07	m	Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 75 mm, para una presión de trabajo de 16 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.		
	BHTV.1HE	1,00	Tubo de PVC de diámetro exterior de 75 mm	3,40	3,40
	%A	0,20 %	medios auxiliares	3,40	0,00
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
		3,00 %	Costes indirectos	3,73	0,11
			Total por m .....		3,84
			Son TRES EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por m.		
8	CA.08	m	Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 90mm, para una presión de trabajo de 16 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.		
	BHTV.1IBI	1,00	Tubo de PVC de diámetro exterior de	3,60	3,60
	%A	0,20 %	medios auxiliares	3,60	0,00
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
		3,00 %	Costes indirectos	3,93	0,12
			Total por m .....		4,05
			Son CUATRO EUROS CON CINCO CÉNTIMOS por m.		
9	CA.09	m	Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 125mm, para una presión de trabajo de 10 atm, unión con junta elástica. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.		
	BHTV.2ES	1,00 m	Tubo de PVC de diámetro exterior 125 mm	7,65	7,65
	%A	0,20 %	medios auxiliares	7,65	0,00
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
		3,00 %	Costes indirectos	7,99	0,24
			Total por m .....		8,23
			Son OCHO EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS por m.		



Num.	Código	Ud	Descripción		Total
10	CA.10	m	Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 140mm, para una presión de trabajo de 10 atm, unión con junta elástica. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.		
	BHTV.2GAV	1,00 m	Tubo de PVC de diámetro exterior de 140mm	10,36	10,36
	%A	0,20 %	medios auxiliares	10,36	0,00
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
		3,00 %	Costes indirectos	10,70	0,32
Total por m .....					11,02

Son ONCE EUROS CON DOS CÉNTIMOS por m.

11	CA.11	m	Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 140mm, para una presión de trabajo de 16 atm, unión con junta elástica. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.		
	BHTV.2HB	1,00 m	Tubo de PVC de diámetro exterior 140mm, para una presión	12,62	12,62
	%A	0,20 %	medios auxiliares	12,62	0,00
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
		3,00 %	Costes indirectos	12,97	0,39
Total por m .....					13,36

Son TRECE EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS por m.

12	CR.01	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad de 5000 L. Instalado y comprobado		
	BHAT.5000	1,00	Tanque de fertilización 5000 L	1.581,47	1.581,47
	%B	12,00 %	medios auxiliares	1.581,47	189,78
	MMOE.7B	0,03 h	Peón régimen general.	4,67	0,14
	MOOF.8A	0,03 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,41
		3,00 %	Costes indirectos	1.771,80	53,15
Total por u .....					1.824,95

Son MIL OCHOCIENTOS VEINTICUATRO EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS por u.

13	CR.02	u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad de 2500 L. Instalado y comprobado. Incluye sistema de agitación para homogenización a la hora de mezclar abonos o diluirlos.		
	BHAT.2F	1,00 u	Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad	509,50	509,50
	%B	12,00 %	medios auxiliares	509,50	61,14
	MMOE.7B	0,03 h	Peón régimen general.	4,67	0,14
	MOOF.8A	0,03 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,41
		3,00 %	Costes indirectos	571,19	17,14
Total por u .....					588,33

Son QUINIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS por u.



Num.	Código	Ud	Descripción	Total
14	CR.03	u	Bomba de inyección, apta para la inyección de productos químicos. Dispone de un cabezal construido en PVC o plexiglás. Posee cilindro de polipropileno y pistón de polietileno de alta densidad (PEAPM). Caudal regulable manualmente entre 10 l/h hasta un máximo de 120 l/h. Presión de impulsión de 7 atm. Instalado y comprobado	
	BHAD.1ABFA	1,00 u	Bomba inyección 120L/h	986,53
	%E	12,00 %	medios auxiliares	986,53
	MMOE.7B	0,03 h	Peón régimen general.	4,67
	MOOF.8A	0,03 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58
		3,00 %	Costes indirectos	1.105,46
Total por u .....				1.138,62

Son MIL CIENTO TREINTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS por u.

15	CR.04	u	Equipos autolimpiantes en línea con elementos filtrantes de discos maniobrados con válvulas de 2" (SERIE 200), 4 filtros de 2". Funcionamiento hidráulico. Apta para trabajar entre 2.5 y 10 atm. Incluye conexiones por bridas de 2" de diámetro, colector de entrada y salida, codos, tes, tuberías y un manómetro en cada uno de los filtros para comprobar que se produce la autolimpieza correctamente. Instalado y puesta a punto	
	BHFL.1BVAA	1,00	Filtro automático de discos	2.900,34
	%G	12,00 %	medios auxiliares	2.900,34
	MMOE.7B	0,03 h	Peón régimen general.	4,67
	MOOF.8A	0,03 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58
		3,00 %	Costes indirectos	3.248,93
Total por u .....				3.346,40

Son TRES MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS por u.

16	CR.05	u	Contador de agua de tipo Woltman. Consta de una transmisión magnética del movimiento rotatorio de la turbina. Apto para instalar emisor de pulsos, para su conexión a programadores o automatismos. Cuerpo de fundición con recubrimiento de epoxi. Apto para trabajar hasta presiones de 16 atm. Con totalizador. Conexiones por bridas de diámetro 2". Precisión de un 2%. Instalado y verificado	
	BHMC.3AA	1,00 u	Contador de agua de tipo Woltman. Consta de una trasmisi	292,29
	%E	12,00 %	medios auxiliares	292,29
	MMOE.7B	0,03 h	Peón régimen general.	4,67
	MOOF.8A	0,03 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58
		3,00 %	Costes indirectos	327,91
Total por u .....				337,75

Son TRESCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS por u.





Num.	Código	Ud	Descripción		Total
17	CR.06	u	Agronic 2500, completo programador para el control del riego y la fertilización, totalmente configurable y con múltiples posibilidades de uso, comunicación y ampliación. Automatización del riego.		
	BHAD.2BC	1,00 u	Programador Agronic 2500	1.972,98	1.972,98
	%E	12,00 %	medios auxiliares	1.972,98	236,76
	MMOE.8A	0,03 h	Oficial 1ª electricidad.	13,58	0,41
	MMOE.7B	0,03 h	Peón régimen general.	4,67	0,14
		3,00 %	Costes indirectos	2.210,29	66,31
Total por u .....					2.276,60

Son DOS MIL DOSCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS por u.

18	CR.07	u	Bomba sumergible situada en el pozo subterráneo. Lowara 8" Z875. Potencia de motor de 30 kW.		
	BHAD.1ABFB	1,00 u	Dosificador eléctrico (trifásico 220/380 V), apto para 1	2.048,90	2.048,90
	%E	12,00 %	medios auxiliares	2.048,90	245,87
	MMOE.7B	0,04 h	Peón régimen general.	4,67	0,19
	MOOF.8A	0,04 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,54
		3,00 %	Costes indirectos	2.295,50	68,87
Total por u .....					2.364,37

Son DOS MIL TRESCIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS por u.

19	FV.01	u	Módulos Fotovoltaicos de Silicio Policristalina de 6". Modelo ATERSA-P, con una potencia nominal de 305W, eficiencia del módulo de 16,56%. Unas dimensiones de 1645x990x40mm, con un peso de 26,5 Kg. Los módulos contienen un marcado de aleación de aluminio anodizado o pintados en poliéster, con protecciones en las esquinas. Completamente instalados y montados. Sin descomposición.		
	FV001	1,00 ud	Módulos fotovoltaicos 305 W	284,36	284,36
	%E	12,00 %	medios auxiliares	284,36	34,12
	MMOE.7B	0,03 h	Peón régimen general.	4,67	0,14
	MOOE.8A	0,03 h	Oficial 1ª electricidad.	13,58	0,41
		3,00 %	Costes indirectos	319,03	9,57
Total por u .....					328,60

Son TRESCIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS por u.



Num.	Código	Ud	Descripción		Total
20	FV.02	u	1 variador de frecuencia/variador de velocidad (inversor) modelo SD700SP0060 5, con sistema híbrido capacidad de conectarse simultáneamente a la red y al campo fotovoltaico). La potencia motor es de 30 KW a 400VAC. El rango de tensión del MPPT es de 540-900Vcc, con frecuencia de entrada de 50/60Hz y frecuencia de salida de 0 a 200 Hz. Completamente instalado y probado. Sin descomposición.		
	FV.021	1,00 u	Variador velocidad/frecuencia	1.359,70	1.359,70
	%E	12,00 %	medios auxiliares	1.359,70	163,16
	MMOE.7B	0,03 h	Peón régimen general.	4,67	0,14
	MOOE.8A	0,03 h	Oficial 1ª electricidad.	13,58	0,41
		3,00 %	Costes indirectos	1.523,41	45,70
			Total por u .....		1.569,11
			Son MIL QUINIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS CON ONCE CÉNTIMOS por u.		
21	FV.03	u	Vigilante de aislamiento para instalaciones fotovoltaicas ISO-CHECK PV 1000. Tensión nominal del sistema 500 - 1000 VDC. Tensión continua admisible 1150 V.		
	FV.031	1,00 u	Vigilante de aislamiento	189,80	189,80
	%E	12,00 %	medios auxiliares	189,80	22,78
	MMOE.7B	0,03 h	Peón régimen general.	4,67	0,14
	MOOE.8A	0,03 h	Oficial 1ª electricidad.	13,58	0,41
		3,00 %	Costes indirectos	213,13	6,39
			Total por u .....		219,52
			Son DOSCIENTOS DIECINUEVE EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS por u.		
22	FV.04	u	Anclaje de los módulos FV a la cubierta. Sistema coplanar para cubiertas inclinadas de chapa trapezoidal. Los perfiles se sitúan en los puntos de embridaje de los módulos. Montaje incluido		
	FV.044	1,00	Estructura soporte mod FV	685,61	685,61
	%A	12,00 %	medios auxiliares	685,61	82,27
	MMOE.7B	0,03 h	Peón régimen general.	4,67	0,14
	MOOE.8A	0,03 h	Oficial 1ª electricidad.	13,58	0,41
		3,00 %	Costes indirectos	768,43	23,05
			Total por u .....		791,48
			Son SETECIENTOS NOVENTA Y UN EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS por u.		
23	FV.05	u	Cableado de aluminio para toda la instalación fotovoltaica, con conexión a todos los elementos que la componen (Inversor, variador de frecuencia, bomba hidráulica y generador fotovoltaico). Instalación completa y totalmente instalada. Sin descomposición.		
	FV.051	1,00 u	Cableado instalación FV	1.347,35	1.347,35
	%A	12,00 %	medios auxiliares	1.347,35	161,68
	MMOE.7B	0,03 h	Peón régimen general.	4,67	0,14
	MOOE.8A	0,03 h	Oficial 1ª electricidad.	13,58	0,41
		3,00 %	Costes indirectos	1.509,58	45,29
			Total por u .....		1.554,87
			Son MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS por u.		



Num.	Código	Ud	Descripción		Total
24	FV.06	u	Conjunto de protecciones necesarias para garantizar la protección de la instalación fotovoltaica, incluye: fusibles, seccionadores, interruptores, interruptores magnetotérmicos, diferenciales, tomas de tierra. Completamente instalados y probados. Sin descomposición.		
	FV.061	1,00 u	Protecciones	451,54	451,54
	%A	12,00 %	medios auxiliares	451,54	54,18
	MMOE.7B	0,03 h	Peón régimen general.	4,67	0,14
	MOOE.8A	0,03 h	Oficial 1ª electricidad.	13,58	0,41
		3,00 %	Costes indirectos	506,27	15,19
			Total por u .....		521,46
			Son QUINIENTOS VEINTIUN EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS por u.		
25	GR.01	u	Separación y transporte de los residuos no biodegradables (plásticos, derivados de plásticos...) producidos durante la ejecución y tareas de la obra. Incluye transporte a la planta de tratamiento correspondiente. Sin descomposición.		
	GR.011	1,00 u	Residuos no biodegradables	233,59	233,59
		3,00 %	Costes indirectos	233,59	7,01
			Total por u .....		240,60
			Son DOSCIENTOS CUARENTA EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS por u.		
26	GR.02	u	Tratamiento y reciclaje de residuos orgánicos obtenidos durante la ejecución de las tareas de la obra. Sin descomposición.		
	GR.021	1,00 u	Residuos orgánicos	161,63	161,63
		3,00 %	Costes indirectos	161,63	4,85
			Total por u .....		166,48
			Son CIENTO SESENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS por u.		
27	GR.03	u	Transporte de residuos inorgánicos obtenidos durante el proceso de obra a planta de tratamiento correspondiente. Sin descomposición.		
	GR.031	1,00 u	Residuos inorgánicos	195,63	195,63
		3,00 %	Costes indirectos	195,63	5,87
			Total por u .....		201,50
			Son DOSCIENTOS UN EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS por u.		



Num.	Código	Ud	Descripción		Total
28	ME.01	ud	Manómetro 1/4" 10 atm para medición y control de las presiones en la instalación de riego.		
	ME.011	1,00	Manómetro 1/4" 10 atm	3,56	3,56
	%A	100,00 %	medios auxiliares	3,56	3,56
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,01 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,14
		3,00 %	Costes indirectos	7,31	0,22
			Total por ud .....		7,53
			Son SIETE EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS por ud.		
29	ME.02	ud	Manómetro 1/4" 6 atm para medición y control de las presiones en la instalación de riego.		
	ME.021	1,00	Manómetro 1/4" 6 atm	3,14	3,14
	%A	100,00 %	medios auxiliares	3,14	3,14
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,01 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,14
		3,00 %	Costes indirectos	6,47	0,19
			Total por ud .....		6,66
			Son SEIS EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS por ud.		
30	MT,02	m3	rell c/ ter med mec		
	MT.021	1,00	rell c/ ter med mec	0,57	0,57
	MMOE.7B	0,03 h	Peón régimen general.	4,67	0,14
		3,00 %	Costes indirectos	0,71	0,02
			Total por m3 .....		0,73
			Son SETENTA Y TRES CÉNTIMOS por m3.		
31	MT.01	m3	Excavacion mecanica en zanja en todo tipo de terreno excepto roca a una profundidad de 0.6 m realizados por medios mecanicos. Terreno arenoso - arcilloso. Incluye apilamiento de tierras a laterales.		
	MMOE.7B	0,04 h	Peón régimen general.	4,67	0,19
	CMMP.5C	0,04 h	Excavadora de neumaticos hidraulica de potencia nominal	44,06	1,76
	%F	7,00 %	medios auxiliares	1,95	0,14
	MOOF.8A	1,00 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	13,58
		3,00 %	Costes indirectos	15,67	0,47
			Total por m3 .....		16,14
			Son DIECISEIS EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS por m3.		



Num.	Código	Ud	Descripción	Total
32	SS.01	u	Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Se alquilará un barracón sanitario sin aislar modelo "aseo" válido para 5 personas completamente equipado. Incluye depósitos de agua limpia y depósitos de agua sucia, con grupo electrógeno capaz de alimentar las bombas de impulsión del agua. Tiempo aproximado de dos meses. Sin descomposición.	
	SS.011		1,00 Ud. Instalaciones provisionales 3,00 % Costes indirectos	364,25 364,25 10,93
Total por u .....				375,18
Son TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS por u.				
33	SS.02	u	Separadores flotantes para cubículos de vacas, en forma de R. Construidos en tubos de acero de espesor 3.65 mm. Dimensiones: 75*135 cm. Incluye: el separador de acero, la base soldada y los elementos de anclaje a la solera, dos tubos de 0.7 m cada uno con sus piezas de anclaje, estas barras unen dos separadores consecutivos. Son para vacas de 2 a 6 meses. Incluye la instalación.	
	SS.021		1,00 EPI 3,00 % Costes indirectos	105,00 105,00 3,15
Total por u .....				108,15
Son CIENTO OCHO EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS por u.				
34	SS.03	u	Medicina preventiva y primeros auxilios, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.	
	SS.031		1,00 u Equipo primeros auxilios 3,00 % Costes indirectos	102,65 102,65 3,08
Total por u .....				105,73
Son CIENTO CINCO EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS por u.				
35	SS.04	u	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.	
	SS.041		1,00 u Señalización obras 3,00 % Costes indirectos	108,05 108,05 3,24
Total por u .....				111,29
Son CIENTO ONCE EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS por u.				



Num.	Código	Ud	Descripción		Total
36	SS.05	u	Valla perimetral formada por vallas peatonales metálicas de 1,5 x 2,5 m de longitud, para delimitar las zonas de excavación abiertas. Colocada. Sin descomposición.		
	SS.051	1,00 ud	Valla perimetral	4,71	4,71
		3,00 %	Costes indirectos	4,71	0,14
			Total por u .....		4,85
			Son CUATRO EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS por u.		
37	SS.06	m	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según Norma UNE 23110, colocado. Sin descomposición.		
	SS.061	1,00 u	Extintor polvo químico	73,56	73,56
		3,00 %	Costes indirectos	73,56	2,21
			Total por m .....		75,77
			Son SETENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS por m.		
38	SS.07	u	Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.		
	SS.071	1,00 u	Sist protección colectiva	820,08	820,08
		3,00 %	Costes indirectos	820,08	24,60
			Total por u .....		844,68
			Son OCHOCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS por u.		
39	VA.01	u	Válvula de bola o de esfera de 63 mm de diámetro nominal de válvula para unión por encolado, construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecanizada, apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 bars a 20  C. Instalada y verificada.		
	BHVS.1F	1,00 u	Válvula de esfera de 50 mm de diámetro nominal de válvul	8,61	8,61
	%E	12,00 %	medios auxiliares	8,61	1,03
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
		3,00 %	Costes indirectos	9,96	0,30
			Total por u .....		10,26
			Son DIEZ EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS por u.		

Num.	Código	Ud	Descripción		Total
40	VA.02	u	Válvula de bola o de esfera de 63 mm de diámetro nominal de válvula para unión por encolado, construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecánizada, apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 bars a 20  C. Instalada y verificada.		
	BHVS.1G	1,00 u	Válvula de esfera de 63 mm de diámetro nominal de válvul	13,17	13,17
	%E	12,00 %	medios auxiliares	13,17	1,58
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
		3,00 %	Costes indirectos	15,07	0,45
Total por u .....					15,52

Son QUINCE EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS por u.

41	VA.03	u	Válvula de bola o de esfera de 90 mm de diámetro nominal de válvula para unión por encolado, construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecánizada, apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 bars a 20  C. Instalada y verificada.		
	BHVS.1I	1,00 u	Válvula de esfera de 90 mm de diámetro nominal de válvul	57,99	57,99
	%E	12,00 %	medios auxiliares	57,99	6,96
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
		3,00 %	Costes indirectos	65,27	1,96
Total por u .....					67,23

Son SESENTA Y SIETE EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS por u.

42	VA.04	u	Válvula de bola o de esfera para unión roscada de diámetro nominal de válvula 1/4". Construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecánizada, material latón. Instalada y verificada		
	BHVS.3B	1,00 u	Válvula de esfera para unión roscada de diámetro nominal	4,37	4,37
	%E	12,00 %	medios auxiliares	4,37	0,52
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
		3,00 %	Costes indirectos	5,21	0,16
Total por u .....					5,37

Son CINCO EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS por u.

43	VA.05	u	Válvula antirretorno serie encolar de diámetro nominal de válvula 63mm, construida en PVC con asiento de EPDM y muelle de acero inoxidable. Instalada y verificada		
	BHVR.1BF1	1,00 u	Válvula antirretorno en PVC con diámetro de 63 mm	8,46	8,46
	%E	12,00 %	medios auxiliares	8,46	1,02
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
		3,00 %	Costes indirectos	9,80	0,29
Total por u .....					10,09

Son DIEZ EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS por u.



Num.	Código	Ud	Descripción		Total
44	VA.06	u	Electroválvula de membrana con diafragma integral, con solenoide de 24V AC N.O.(normalmente abierta), paso 2 mm. Tiene un cierre gradual que evita los golpes de ariete. Construida en poliéster reforzado con fibra de vidrio, diámetro nominal de válvula 3" . Conexiones por rosca hembra. Apta para trabajar entre 1 y 10 atm. Instalada y verificada		
	BHVE.1ADS	1,00 u	Electroválvula de membrana 3"	124,05	124,05
	%E	12,00 %	medios auxiliares	124,05	14,89
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
		3,00 %	Costes indirectos	139,26	4,18
				Total por u .....	143,44
Son CIENTO CUARENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por u.					
45	VA.07	u	Válvula de ventosa, diseñada para proteger las canalizaciones de los efectos catastróficos causados por la acumulación de aire en los puntos altos y singulares de las redes. 1". Max 10 bar.		
	BHVS.1E	1,00 u	Válvula de ventosa 1"	8,01	8,01
	%E	12,00 %	medios auxiliares	8,01	0,96
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
		3,00 %	Costes indirectos	9,29	0,28
				Total por u .....	9,57
Son NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS por u.					
46	VA.08	u	Válvula de ventosa, diseñada para proteger las canalizaciones de los efectos catastróficos causados por la acumulación de aire en los puntos altos y singulares de las redes. 2". Max 10 bar.		
	BHVS.1F	1,00 u	Válvula de esfera de 50 mm de diámetro nominal de válvul	8,61	8,61
	%E	12,00 %	medios auxiliares	8,61	1,03
	MMOE.7B	0,01 h	Peón régimen general.	4,67	0,05
	MOOF.8A	0,02 h	Oficial 1ª fontanería.	13,58	0,27
		3,00 %	Costes indirectos	9,96	0,30
				Total por u .....	10,26
Son DIEZ EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS por u.					





## **6. PRESUPUESTOS PARCIALES**

**Presupuesto parcial nº 1 1. Movimiento de tierras**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>					<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
<b>1.1</b>	<b>M3</b>	<b>Excavacion mecanica en zanja en todo tipo de terreno excepto roca a una profundidad de 0.6 m realizados por medios mecanicos. Terreno arenoso - arcilloso. Incluye apilamiento de tierras a laterales.</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		En red de transporte		2.809,28	0,40	0,60	674,23		
		En tuberías terciarias		2.617,23	0,40	0,60	628,14		
							1.302,37	1.302,37	
		<b>Total m3 .....</b>					<b>1.302,37</b>	<b>16,14</b>	
								<b>21.020,25</b>	
<b>1.2</b>	<b>M3</b>	<b>rell c/ ter med mec</b>							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		En red de transporte		2.809,28	0,40	0,60	674,23		
		En tuberías terciarias		2.617,23	0,40	0,60	628,14		
							1.302,37	1.302,37	
		<b>Total m3 .....</b>					<b>1.302,37</b>	<b>0,73</b>	
								<b>950,73</b>	
<b>Total presupuesto parcial nº 1 1. Movimiento de tierras :</b>								<b>21.970,98</b>	

**Presupuesto parcial nº 2.2. Canalización**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>		<b>Precio</b>	<b>Importe</b>		
<b>2.1</b>	<b>M</b>	<b>Tubo de polietileno con gotero integrado autocompensante AZUD PREMIER PC AS entre 0.5 y 4 atm., autolimpiable, con un caudal de 1.6 l/h y una separación entre goteros de 50 cm</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			40.000,00				40.000,00	
							40.000,00	40.000,00
			<b>Total m .....</b>		<b>40.000,00</b>	<b>0,97</b>		<b>38.800,00</b>
<b>2.2</b>	<b>M</b>	<b>Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 50mm, para una presión de trabajo de 10 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		En red de transporte		341,32			341,32	
		En tuberías terciarias		92,14			92,14	
							433,46	433,46
			<b>Total m .....</b>		<b>433,46</b>	<b>2,45</b>		<b>1.061,98</b>
<b>2.3</b>	<b>M</b>	<b>Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 50mm, para una presión de trabajo de 16 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		En red de transporte		421,23			421,23	
		En tuberías terciarias		304,66			304,66	
							725,89	725,89
			<b>Total m .....</b>		<b>725,89</b>	<b>2,72</b>		<b>1.974,42</b>
<b>2.4</b>	<b>M</b>	<b>Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 63 mm, para una presión de trabajo de 10 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		En red de transporte		451,14			451,14	
		En tuberías terciarias		1.050,22			1.050,22	
							1.501,36	1.501,36
			<b>Total m .....</b>		<b>1.501,36</b>	<b>3,33</b>		<b>4.999,53</b>
<b>2.5</b>	<b>M</b>	<b>Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 63 mm, para una presión de trabajo de 16 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		En red de transporte		304,23			304,23	
		En tuberías terciarias		366,25			366,25	
							670,48	670,48
			<b>Total m .....</b>		<b>670,48</b>	<b>3,53</b>		<b>2.366,79</b>
<b>2.6</b>	<b>M</b>	<b>Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 75mm, para una presión de trabajo de 10 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
				269,64			269,64	
							269,64	269,64
			<b>Total m .....</b>		<b>269,64</b>	<b>3,68</b>		<b>992,28</b>
<b>2.7</b>	<b>M</b>	<b>Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 75 mm, para una presión de trabajo de 16 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		En red de transporte		473,83			473,83	
		En tuberías terciarias		392,92			392,92	
							866,75	866,75

**Presupuesto parcial nº 2.2. Canalización**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>					<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
			<b>Total m .....:</b>				<b>866,75</b>	<b>3,84</b>	<b>3.328,32</b>
<b>2.8</b>	<b>M</b>	<b>Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 90mm, para una presión de trabajo de 16 atm, unión por encolado. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.</b>							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal	
			68,67				68,67		
			141,80				141,80		
							210,47	210,47	
			<b>Total m .....:</b>				<b>210,47</b>	<b>4,05</b>	<b>852,40</b>
<b>2.9</b>	<b>M</b>	<b>Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 125mm, para una presión de trabajo de 10 atm, unión con junta elástica. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.</b>							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal	
			230,70				230,70		
							230,70	230,70	
			<b>Total m .....:</b>				<b>230,70</b>	<b>8,23</b>	<b>1.898,66</b>
<b>2.10</b>	<b>M</b>	<b>Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 140mm, para una presión de trabajo de 10 atm, unión con junta elástica. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.</b>							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal	
			379,90				379,90		
							379,90	379,90	
			<b>Total m .....:</b>				<b>379,90</b>	<b>11,02</b>	<b>4.186,50</b>
<b>2.11</b>	<b>M</b>	<b>Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 140mm, para una presión de trabajo de 16 atm, unión con junta elástica. Incluye materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido de la tierra ni el relleno de la misma zanja.</b>							
		Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal	
			138,26				138,26		
							138,26	138,26	
			<b>Total m .....:</b>				<b>138,26</b>	<b>13,36</b>	<b>1.847,15</b>
<b>Total presupuesto parcial nº 2.2. Canalización :</b>								<b>62.308,03</b>	

Presupuesto parcial nº 3 3. Valvulería

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
3.1	U	Válvula de bola o de esfera de 63 mm de diámetro nominal de válvula para unión por encolado, construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecánizada, apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 bars a 20 ;C. Instalada y verificada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			21,00				21,00	
							21,00	21,00
			<b>Total u .....</b>			<b>21,00</b>	<b>10,26</b>	<b>215,46</b>
3.2	U	Válvula de bola o de esfera de 63 mm de diámetro nominal de válvula para unión por encolado, construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecánizada, apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 bars a 20 ;C. Instalada y verificada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			12,00				12,00	
							12,00	12,00
			<b>Total u .....</b>			<b>12,00</b>	<b>15,52</b>	<b>186,24</b>
3.3	U	Válvula de bola o de esfera de 90 mm de diámetro nominal de válvula para unión por encolado, construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecánizada, apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 bars a 20 ;C. Instalada y verificada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			8,00				8,00	
							8,00	8,00
			<b>Total u .....</b>			<b>8,00</b>	<b>67,23</b>	<b>537,84</b>
3.4	U	Válvula de bola o de esfera para unión roscada de diámetro nominal de válvula 1/4". Construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecánizada, material latón. Instalada y verificada						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....</b>			<b>1,00</b>	<b>5,37</b>	<b>5,37</b>
3.5	U	Válvula antirretorno serie encolar de diámetro nominal de válvula 63mm, construida en PVC con asiento de EPDM y muelle de acero inoxidable. Instalada y verificada						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			8,00				8,00	
							8,00	8,00
			<b>Total u .....</b>			<b>8,00</b>	<b>10,09</b>	<b>80,72</b>
3.6	U	Electroválvula de membrana con diafragma integral, con solenoide de 24V AC N.O.(normalmente abierta), paso 2 mm. Tiene un cierre gradual que evita los golpes de ariete. Construida en poliéster reforzado con fibra de vidrio, diámetro nominal de válvula 3" . Conexiones por rosca hembra. Apta para trabajar entre 1 y 10 atm. Instalada y verificada						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			6,00				6,00	
							6,00	6,00
			<b>Total u .....</b>			<b>6,00</b>	<b>143,44</b>	<b>860,64</b>
3.7	U	Válvula de ventosa, diseñada para proteger las canalizaciones de los efectos catastróficos causados por la acumulación de aire en los puntos altos y singulares de las redes. 1". Max 10 bar.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			10,00				10,00	
							10,00	10,00
			<b>Total u .....</b>			<b>10,00</b>	<b>9,57</b>	<b>95,70</b>
3.8	U	Válvula de ventosa, diseñada para proteger las canalizaciones de los efectos catastróficos causados por la acumulación de aire en los puntos altos y singulares de las redes. 2". Max 10 bar.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			6,00				6,00	
							6,00	6,00

**Presupuesto parcial nº 3 3. Valvulería**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
			<b>Total u .....:</b>	<b>6,00</b>	<b>10,26</b>
			<b>Total presupuesto parcial nº 3 3. Valvulería :</b>		<b>2.043,53</b>

**Presupuesto parcial nº 4 4. Medición**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>				<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
<b>4.1</b>	<b>Ud</b>	<b>Manómetro 1/4" 10 atm para medición y control de las presiones en la instalación de riego.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3,00				3,00	
							3,00	3,00
			<b>Total ud .....:</b>		<b>3,00</b>		<b>7,53</b>	<b>22,59</b>
<b>4.2</b>	<b>Ud</b>	<b>Manómetro 1/4" 6 atm para medición y control de las presiones en la instalación de riego.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			10,00				10,00	
							10,00	10,00
			<b>Total ud .....:</b>		<b>10,00</b>		<b>6,66</b>	<b>66,60</b>
			<b>Total presupuesto parcial nº 4 4. Medición :</b>					<b>89,19</b>

**Presupuesto parcial nº 5 5. Cabezal de riego**

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
5.1	U	Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad de 5000 L. Instalado y comprobado						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2,00				2,00	
							2,00	2,00
			<b>Total u .....</b>		<b>2,00</b>		<b>1.824,95</b>	<b>3.649,90</b>
5.2	U	Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad de 2500 L. Instalado y comprobado. Incluye sistema de agitación para homogenización a la hora de mezclar abonos o diluirlos.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....</b>		<b>1,00</b>		<b>588,33</b>	<b>588,33</b>
5.3	U	Bomba de inyección, apta para la inyección de productos químicos. Dispone de un cabezal construido en PVC o plexiglás. Posee cilindro de polipropileno y pistón de polietileno de alta densidad (PEAPM). Caudal regulable manualmente entre 10 l/h hasta un máximo de 120 l/h. Presión de impulsión de 7 atm. Instalado y comprobado						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....</b>		<b>1,00</b>		<b>1.138,62</b>	<b>1.138,62</b>
5.4	U	Equipos autolimpiantes en línea con elementos filtrantes de discos maniobrados con válvulas de 2"(SERIE 200), 4 filtros de 2". Funcionamiento hidráulico. Apta para trabajar entre 2.5 y 10 atm. Incluye conexiones por bridas de 2" de diámetro, colector de entrada y salida, codos, tes, tuberías y un manómetro en cada uno de los filtros para comprobar que se produce la autolimpieza correctamente. Instalado y puesta a punto						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....</b>		<b>1,00</b>		<b>3.346,40</b>	<b>3.346,40</b>
5.5	U	Contador de agua de tipo Woltman. Consta de una transmisión magnética del movimiento rotatorio de la turbina. Apto para instalar emisor de pulsos, para su conexión a programadores o automatismos. Cuerpo de fundición con recubrimiento de epoxi. Apto para trabajar hasta presiones de 16 atm. Con totalizador. Conexiones por bridas de diámetro 2". Precisión de un 2%. Instalado y verificado						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....</b>		<b>1,00</b>		<b>337,75</b>	<b>337,75</b>
5.6	U	Agronic 2500, completo programador para el control del riego y la fertilización, totalmente configurable y con múltiples posibilidades de uso, comunicación y ampliación. Automatización del riego.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....</b>		<b>1,00</b>		<b>2.276,60</b>	<b>2.276,60</b>
5.7	U	Bomba sumergible situada en el pozo subterráneo. Lowara 8" Z875. Potencia de motor de 30 kW.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....</b>		<b>1,00</b>		<b>2.364,37</b>	<b>2.364,37</b>
<b>Total presupuesto parcial nº 5 5. Cabezal de riego :</b>							<b>13.701,97</b>	



Presupuesto parcial nº 6. Instalación fotovoltaica

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
6.1	U	Módulos Fotovoltaicos de Silicio Policristalina de 6". Modelo ATERSA-P, con una potencia nominal de 305W, eficiencia del módulo de 16,56%. Unas dimensiones de 1645x990x40mm, con un peso de 26,5 Kg. Los módulos contienen un marcado de aleación de aluminio anodizado o pintados en poliéster, con protecciones en las esquinas. Completamente instalados y montados. Sin descomposición.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			54,00				54,00	
							54,00	54,00
			<b>Total u .....</b>		<b>54,00</b>	<b>328,60</b>	<b>17.744,40</b>	
6.2	U	1 variador de frecuencia/variador de velocidad (inversor) modelo SD700SP0060 5, con sistema híbrido capacidad de conectarse simultaneamente a la red y al campo fotovoltaico). La potencia motor es de 30 KW a 400VAC. El rango de tensión del MPPT es de 540-900Vcc, con frecuencia de entrada de 50/60Hz y frecuencia de salida de 0 a 200 Hz. Completamente instalado y probado. Sin descomposición.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....</b>		<b>1,00</b>	<b>1.569,11</b>	<b>1.569,11</b>	
6.3	U	Vigilante de aislamiento para instalaciones fotovoltaicas ISO-CHECK PV 1000. Tensión nominal del sistema 500 - 1000 VDC. Tensión continua admisible 1150 V.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....</b>		<b>1,00</b>	<b>219,52</b>	<b>219,52</b>	
6.4	U	Anclaje de los módulos FV a la cubierta. Sistema coplanar para cubiertas inclinadas de chapa trapezoidal. Los perfiles se sitúan en los puntos de embridaje de los módulos. Montaje incluido						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3,00				3,00	
							3,00	3,00
			<b>Total u .....</b>		<b>3,00</b>	<b>791,48</b>	<b>2.374,44</b>	
6.5	U	Cableado de aluminio para toda la instalación fotovoltaica, con conexión a todos los elementos que la componen (Inversor, variador de frecuencia, bomba hidráulica y generador fotovoltaico). Instalación completa y totalmente instalada. Sin descomposición.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....</b>		<b>1,00</b>	<b>1.554,87</b>	<b>1.554,87</b>	
6.6	U	Conjunto de protecciones necesarias para garantizar la protección de la instalación fotovoltaica, incluye: fusibles, seccionadores, interruptores, interruptores magnetotérmicos, diferenciales, tomas de tierra. Completamente instalado y probado. Sin descomposición.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....</b>		<b>1,00</b>	<b>521,46</b>	<b>521,46</b>	
<b>Total presupuesto parcial nº 6. Instalación fotovoltaica :</b>							<b>23.983,80</b>	

**Presupuesto parcial nº 7 7. Gestión de residuos**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>				<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
<b>7.1</b>	<b>U</b>	<b>Separación y transporte de los residuos no biodegradables (plásticos, derivados de plásticos...) producidos durante la ejecución y tareas de la obra. Incluye transporte a la planta de tratamiento correspondiente. Sin descomposición.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....:</b>		<b>1,00</b>		<b>240,60</b>	<b>240,60</b>
<b>7.2</b>	<b>U</b>	<b>Tratamiento y reciclaje de residuos orgánicos obtenidos durante la ejecución de las tareas de la obra. Sin descomposición.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....:</b>		<b>1,00</b>		<b>166,48</b>	<b>166,48</b>
<b>7.3</b>	<b>U</b>	<b>Transporte de residuos inorgánicos obtenidos durante el proceso de obra a planta de tratamiento correspondiente. Sin descomposición.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....:</b>		<b>1,00</b>		<b>201,50</b>	<b>201,50</b>
<b>Total presupuesto parcial nº 7 7. Gestión de residuos :</b>								<b>608,58</b>

Presupuesto parcial nº 8 8. Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
8.1	U	Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Se alquilará un barracón sanitario sin aislar modelo "aseo" válido para 5 personas completamente equipado. Incluye depósitos de agua limpia y depósitos de agua sucia, con grupo electrógeno capaz de alimentar las bombas de impulsión del agua. Tiempo aproximado de dos meses. Sin descomposición.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....</b>		<b>1,00</b>	<b>375,18</b>		<b>375,18</b>
8.2	U	Separadores flotantes para cubículos de vacas, en forma de R. Construidos en tubos de acero de espesor 3.65 mm. Dimensiones: 75*135 cm. Incluye: el separador de acero, la base soldada y los elementos de anclaje a la solera, dos tubos de 0.7 m cada uno con sus piezas de anclaje, estas barras unen dos separadores consecutivos. Son para vacas de 2 a 6 meses. Incluye la instalación.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			5,00				5,00	
							5,00	5,00
			<b>Total u .....</b>		<b>5,00</b>	<b>108,15</b>		<b>540,75</b>
8.3	U	Medicina preventiva y primeros auxilios, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....</b>		<b>1,00</b>	<b>105,73</b>		<b>105,73</b>
8.4	U	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....</b>		<b>1,00</b>	<b>111,29</b>		<b>111,29</b>
8.5	U	Valla perimetral formada por vallas peatonales metálicas de 1,5 x 2,5 m de longitud, para delimitar las zonas de excavación abiertas. Colocada. Sin descomposición.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			15,00				15,00	
							15,00	15,00
			<b>Total u .....</b>		<b>15,00</b>	<b>4,85</b>		<b>72,75</b>
8.6	M	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según Norma UNE 23110, colocado. Sin descomposición.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2,00				2,00	
							2,00	2,00
			<b>Total m .....</b>		<b>2,00</b>	<b>75,77</b>		<b>151,54</b>
8.7	U	Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Sin descomposición.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1,00				1,00	
							1,00	1,00
			<b>Total u .....</b>		<b>1,00</b>	<b>844,68</b>		<b>844,68</b>
<b>Total presupuesto parcial nº 8 8. Seguridad y salud :</b>								<b>2.201,92</b>

## Presupuesto de ejecución material

---

1 1. Movimiento de tierras	21.970,98
2 2. Canalización	62.308,03
3 3. Valvulería	2.043,53
4 4. Medición	89,19
5 5. Cabezal de riego	13.701,97
6 6. Instalación fotovoltaica	23.983,80
7 7. Gestión de residuos	608,58
8 8. Seguridad y salud	2.201,92
<b>Total .....</b>	<b>126.908,00</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CIENTO VEINTISEIS MIL NOVECIENTOS OCHO EUROS.

Valencia, Julio de 2019

Alba Pérez Albalate

## **7. RESUMEN DEL PRESUPUESTO**

Proyecto: Proyecto de instalación de riego localizado y bombeo solar para una plantación de pistachos en los T.M de Mora

**Capítulo** de Rubielos y Valbona (Teruel)

	<b>Importe</b>
Capítulo 1 1. Movimiento de tierras	21.970,98
Capítulo 2 2. Canalización	62.308,03
Capítulo 3 3. Valvulería	2.043,53
Capítulo 4 4. Medición	89,19
Capítulo 5 5. Cabezal de riego	13.701,97
Capítulo 6 6. Instalación fotovoltaica	23.983,80
Capítulo 7 7. Gestión de residuos	608,58
Capítulo 8 8. Seguridad y salud	2.201,92
Presupuesto de ejecución material	126.908,00
13% de gastos generales	16.498,04
6% de beneficio industrial	7.614,48
Suma	151.020,52
21% IVA	31.714,31
Presupuesto de ejecución por contrata	182.734,83

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO OCHENTA Y DOS MIL SETECIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS.

Valencia, Julio de 2019



Alba Pérez Albalate



# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



**MÁSTER EN INGENIERÍA AGRONÓMICA**

***PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO  
LOCALIZADO Y BOMBEO SOLAR PARA  
UNA PLANTACIÓN DE PISTACHOS EN LOS  
T.M. DE MORA DE RUBIELOS Y VALBONA  
(TERUEL)***

DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Alumno: Alba Pérez Albalate

Tutor: Iban Balbastre Peralta

Curso académico: 2018/2019

Valencia, Julio de 2019



## INDICE

<b>1. CONSIDERACIONES PRELIMINARES</b> .....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	1
1.2 OBJETO .....	1
1.3 CONTENIDO.....	1
<b>2. DATOS GENERALES</b> .....	2
2.1 AGENTES.....	2
2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN .....	2
2.3 EMPLAZAMIENTO Y CONDICIONES DEL ENTORNO.....	2
<b>3. MEDIOS DE AUXILIO</b> .....	3
3.1 MEDIOS DE AUXILIO EN OBRA .....	3
3.2 MEDIOS DE AUXILIO EN CASO DE ACCIDENTE.....	3
<b>4. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES</b> .....	3
4.1 VESTUARIOS .....	4
4.2 ASEOS .....	4
4.3 COMEDOR .....	4
<b>5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR</b> .....	4
5.1 DURANTE LOS TRABAJOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	5
5.1.1 Instalación eléctrica provisional.....	6
5.1.2 Vallado de obra. ....	6
5.2 DURANTE LAS FASES DE LA EJECUCIÓN DE OBRA.....	7
5.2.1 Instalación del sistema de riego localizado.....	7
5.2.2 Instalación fotovoltaica .....	7
5.2.3 Instalaciones en general.....	8
5.3 DURANTE LA UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS.....	8

## **1. CONSIDERACIONES PRELIMINARES**

### **1.1 JUSTIFICACIÓN**

La obra proyectada requiere la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud ya que debido a sus características no cumple los requisitos para un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Dichos requisitos se citan el artículo 4. "*Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras*" del *Real Decreto 1627/97*, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, al no verificarse todos los apartados:

- El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto debe ser inferior a 450.760,00 euros.
- La duración estimada debe ser inferior a 30 días laborables, o no empleándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen estimado de mano de obra, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no es superior a 500 días.
- No se trata de una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

No obstante, se incluye este documento en el presente proyecto para que sirva como base para la redacción del Estudio de Seguridad y Salud necesario.

### **1.2 OBJETO**

En el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se definen las medidas a adoptar encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Se exponen unas directrices básicas de acuerdo con la legislación vigente, en cuanto a las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, con el fin de que el contratista cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales.

Los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud son:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores.
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios.
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo.
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención.
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo.
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra.
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos.

### **1.3 CONTENIDO**

El Estudio Básico de Seguridad y Salud precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello, así como la relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas

tendientes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas, además de cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma.

En el Estudio Básico de Seguridad y Salud se contemplan también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsible trabajos posteriores de reparación o mantenimiento, siempre dentro del marco de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

## **2. DATOS GENERALES**

### **2.1 AGENTES**

Entre los agentes que intervienen en materia de seguridad y salud en la obra objeto del presente estudio, se reseñan:

- Promotor.
- Autor del proyecto: Alba Pérez Albalate
- Constructor - Jefe de obra.
- Coordinador de seguridad y salud.

### **2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN**

De la información disponible en la fase de proyecto básico y de ejecución, se aporta aquella que se considera relevante y que puede servir de ayuda para la redacción del plan de seguridad y salud.

- Denominación del proyecto: Proyecto de instalación de riego localizado y bombeo solar para una plantación de pistachos en los T.M. de Mora de Rubielos y Valbona (Teruel).
- Presupuesto de ejecución por contrata: 182.734,83 €
- Plazo de ejecución: 2 meses
- Núm. máx. operarios: 5

### **2.3 EMPLAZAMIENTO Y CONDICIONES DEL ENTORNO**

En el presente apartado se especifican, de forma resumida, las condiciones del entorno a considerar para la adecuada evaluación y delimitación de los riesgos que pudieran causar.

- Dirección: T.M. de Mora de Rubielos y Valbona
- Accesos a la obra: 1
- Topografía del terreno: Ondulada
- Edificaciones existentes en la explotación: 1
- Edificaciones colindantes: 0
- Servidumbres y condicionantes: 0

Durante los periodos en los que se produzca entrada y salida de vehículos se señalará convenientemente el acceso de estos, tomándose todas las medidas oportunas establecidas por la Dirección General de Tráfico y por la Policía Local, para evitar posibles accidentes de circulación.

### **3. MEDIOS DE AUXILIO**

La evacuación de heridos a los centros sanitarios se llevará a cabo exclusivamente por personal especializado, en ambulancia. Tan solo los heridos leves podrán trasladarse por otros medios, siempre con el consentimiento y bajo la supervisión del responsable de emergencias de la obra.

Se dispondrá en lugar visible de la obra un cartel con los teléfonos de urgencias y de los centros sanitarios más próximos.

#### **3.1 MEDIOS DE AUXILIO EN OBRA**

En la obra se dispondrá de un armario botiquín portátil modelo B con destino a empresas de 5 a 25 trabajadores, en un lugar accesible a los operarios y debidamente equipado, según la Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo.

Su contenido se limitará, como mínimo, al establecido en el anexo VI. A). 3 del *Real Decreto 486/97, de 14 de abril*:

- Desinfectantes y antisépticos autorizados.
- Gasas estériles.
- Algodón hidrófilo.
- Vendas.
- Esparadrapo.
- Apósitos adhesivos.
- Tijeras.
- Pinzas y guantes desechables.

El responsable de emergencias revisará periódicamente el material de primeros auxilios, reponiendo los elementos utilizados y sustituyendo los productos caducados.

#### **3.2 MEDIOS DE AUXILIO EN CASO DE ACCIDENTE**

En caso de accidentes leves, la obra cuenta con la existencia de un botiquín de primeros auxilios.

Si fuese necesario, el centro sanitario más próximo a la obra se encuentra en la localidad de Mora de Rubielos, a 10 minutos en coche desde la explotación, en condiciones normales de tráfico.

### **4. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES**

Los servicios higiénicos de la obra cumplirán las "*Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras*" contenidas en la legislación vigente en la materia.

Dadas las características y el volumen de la obra, se ha previsto la colocación de instalaciones provisionales de aseos, pudiéndose habilitar posteriormente zonas en la propia obra para albergar dichos servicios, cuando las condiciones y las fases de ejecución lo permitan.

#### **4.1 VESTUARIOS**

Los vestuarios dispondrán de una superficie total de 2,0 m<sup>2</sup> por cada trabajador que deba utilizarlos simultáneamente, incluyendo bancos y asientos suficientes, además de taquillas dotadas de llave y con la capacidad necesaria para guardar la ropa y el calzado.

#### **4.2 ASEOS**

La dotación mínima prevista para los aseos es de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen simultáneamente en la obra.
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción.
- 1 lavabo por cada retrete.
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción.
- 1 secamanos de celulosa o eléctrico por cada lavabo.
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo.
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria.
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro.

En vista de lo anteriormente citado, se colocará un retrete, un lavabo, un portarrollos, una jabonera y un secamanos.

#### **4.3 COMEDOR**

La zona destinada a comedor tendrá una altura mínima de 2,5 m, dispondrá de fregaderos de agua potable para la limpieza de los utensilios y la vajilla, estará equipada con mesas y asientos, y tendrá una provisión suficiente de vasos, platos y cubiertos, preferentemente desechables.

### **5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR**

A continuación, se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir durante las distintas fases de la obra, con las medidas preventivas y de protección colectiva a adoptar con el fin de eliminar o reducir al máximo dichos riesgos, así como los equipos de protección individual (EPI) imprescindibles para mejorar las condiciones de seguridad y salud en la obra.

Riesgos generales más frecuentes:

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel.
- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones y ruido.
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades.
- Cortes y heridas con objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas.
- Electrocutaciones por contacto directo o indirecto.
- Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.
- Intoxicación por inhalación de humos y gases.

Medidas preventivas y protecciones colectivas de carácter general:

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se colocarán carteles indicativos de las medidas de seguridad en lugares visibles de la obra.
- Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra.
- Los recursos preventivos de la obra tendrán presencia permanente en aquellos trabajos que entrañen mayores riesgos, en cumplimiento de los supuestos regulados por el *Real Decreto 604/06* que exigen su presencia.
- Operaciones que entrañen riesgos especiales se realizarán bajo la supervisión de una persona cualificada, debidamente instruida.
- Se suspenderán los trabajos en caso de tormenta y cuando llueva con intensidad o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.
- Cuando las temperaturas sean extremas, se evitará, en la medida de lo posible, trabajar durante las horas de mayor insolación.
- La carga y descarga de materiales se realizará con precaución y cautela, preferentemente por medios mecánicos, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída.
- La manipulación de los elementos pesados se realizará por personal cualificado, utilizando medios mecánicos o palancas, para evitar sobreesfuerzos innecesarios.
- Ante la existencia de líneas eléctricas aéreas, se guardarán las distancias mínimas preventivas, en función de su intensidad y voltaje.
- No se realizará ningún trabajo dentro del radio de acción de las máquinas o vehículos.
- Los operarios no desarrollarán trabajos, ni permanecerán, debajo de cargas suspendidas.
- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura.
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas.
- Dentro del recinto de la obra, los vehículos y máquinas circularán a una velocidad reducida, inferior a 20 km/h.
- 

Equipos de protección individual (EPI) a utilizar en las distintas fases de ejecución de la obra:

- Casco de seguridad homologado.
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Cinturón portaherramientas.
- Guantes de cuero.
- Guantes aislantes.
- Calzado con puntera reforzada.
- Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Gafas de seguridad antiimpactos.
- Protectores auditivos.

### **5.1 DURANTE LOS TRABAJOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

Se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir en los trabajos previos a la ejecución de la obra, con las medidas preventivas, protecciones colectivas y equipos de protección individual (EPI), específicos para dichos trabajos.

### 5.1.1 Instalación eléctrica provisional.

Riesgos más frecuentes:

- Electrocutaciones por contacto directo o indirecto.
- Cortes y heridas con objetos punzantes.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Incendios.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, mediante el sistema de protección de puesta a tierra y dispositivos de corte (interruptores diferenciales).
- Se respetará una distancia mínima a las líneas de alta tensión de 6 m para las líneas aéreas y de 2 m para las líneas enterradas.
- Se comprobará que el trazado de la línea eléctrica no coincide con el del suministro de agua.
- Se ubicarán los cuadros eléctricos en lugares accesibles, dentro de cajas prefabricadas homologadas, con su toma de tierra independiente, protegidas de la intemperie y provistas de puerta, llave y visera.
- Se utilizarán solamente conducciones eléctricas antihumedad y conexiones estancas
- En caso de tender líneas eléctricas sobre zonas de paso, se situarán a una altura mínima de 2,2 m si se ha dispuesto algún elemento para impedir el paso de vehículos y de 5,0 m en caso contrario.
- Los cables enterrados estarán perfectamente señalizados y protegidos con tubos rígidos, a una profundidad superior a 0,4 m.
- Las tomas de corriente se realizarán a través de clavijas blindadas normalizadas.
- Quedan terminantemente prohibidas las conexiones triples (ladrones) y el empleo de fusibles caseros, empleándose una toma de corriente independiente para cada aparato o herramienta

Equipos de protección individual (EPI):

- Calzado aislante para electricistas.
- Guantes dieléctricos.
- Banquetas aislantes de la electricidad.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Ropa de trabajo reflectante.

### 5.1.2 Vallado de obra.

Riesgos más frecuentes:

- Cortes y heridas con objetos punzantes.
- Proyección de fragmentos o de partículas.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones y ruido.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se prohibirá el aparcamiento en la zona destinada a la entrada de vehículos a la obra.
- Se retirarán los clavos y todo el material punzante resultante del vallado.
- Se localizarán las conducciones que puedan existir en la zona de trabajo, previamente a la excavación.

Equipos de protección individual (EPI):

- Calzado con puntera reforzada.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo reflectante.

## **5.2 DURANTE LAS FASES DE LA EJECUCIÓN DE OBRA.**

### 5.2.1 Instalación del sistema de riego localizado

Riesgos más frecuentes:

- Atropellos y colisiones en giros o movimientos inesperados de las máquinas, especialmente durante la operación de marcha atrás.
- Fallo mecánico en vehículos y maquinaria, en especial de frenos y de sistema de dirección.
- Caída de material desde la cuchara de la máquina.
- Caídas en las zanjas abiertas para enterrar las tuberías
- Heridas en las manos por pinzamientos al colocar o unir las tuberías

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Antes de iniciar la excavación se verificará que no existen líneas o conducciones enterradas.
- Los vehículos no circularán a distancia inferiores a 2,0 metros de los bordes de la excavación ni de los desniveles existentes.
- La máquina a utilizar para la realización de las zanjas estará provista de dispositivos sonoros y luz blanca en marcha atrás.
- La zona de tránsito quedará perfectamente señalizada y sin materiales acopiados.
- Una vez colocadas las tuberías, se irán tapando las zanjas seguidamente.

Equipos de protección individual (EPI):

- Botas de seguridad.
- Guantes de cuero.

### 5.2.2 Instalación fotovoltaica

Riesgos más frecuentes:

- Caída de los elementos desde la cubierta al suelo.
- Caída de personas desde la cubierta al suelo.
- Daños en ojos al soldar los soportes a la cubierta.
- Golpe de sol.



Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se señalizará la zona inmediata debajo de la cubierta, para que, en el caso de caída de materiales, no caiga encima de nadie.
- No se subirá a la cubierta en las zonas centrales del día, entre las 12:00 y las 16:00.

Equipos de protección individual (EPI):

- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Gorra o sombrero, para taparse del sol.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes.

### 5.2.3 Instalaciones en general.

Riesgos más frecuentes:

- Electrocuciiones por contacto directo o indirecto.
- Quemaduras producidas por descargas eléctricas.
- Intoxicación por vapores procedentes de la soldadura.
- Incendios y explosiones.
- 

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- El personal encargado de realizar trabajos en instalaciones estará formado y adiestrado en el empleo del material de seguridad y de los equipos y herramientas específicas para cada labor.
- Se utilizarán solamente lámparas portátiles homologadas, con manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada, alimentadas a 24 voltios.
- Se utilizarán herramientas portátiles con doble aislamiento.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes aislantes en pruebas de tensión.
- Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos.
- Banquetas aislantes de la electricidad.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

## 5.3 DURANTE LA UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS.

Las medidas preventivas a adoptar y las protecciones a emplear para el control y la reducción de riesgos debidos a la utilización de maquinaria y herramientas durante la ejecución de la obra se desarrollarán en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, conforme a los siguientes criterios:

- a) Todas las máquinas y herramientas que se utilicen en la obra dispondrán de su correspondiente manual de instrucciones, en el que estarán especificados claramente tanto los riesgos que entrañan para los trabajadores como los procedimientos para su utilización con la debida seguridad.
- b) La maquinaria cumplirá las prescripciones contenidas en el vigente Reglamento de Seguridad en las Máquinas, las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) y las especificaciones de los fabricantes.
- c) No se aceptará la utilización de ninguna máquina, mecanismo o artificio mecánico sin reglamentación específica.

Con respecto a la relación de máquinas y herramientas que está previsto utilizar en la obra, solamente se utilizará la retroexcavadora para la realización de las zanjas de enterrar el riego. A continuación, se muestran sus correspondientes medidas preventivas y protecciones colectivas:

➤ RETROEXCAVADORA

Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina.

- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte.
- Los desplazamientos de la retroexcavadora se realizarán con la cuchara apoyada sobre la máquina en el sentido de la marcha.
- Los cambios de posición de la cuchara en superficies inclinadas se realizarán por la zona de mayor altura.
- Se prohibirá la realización de trabajos dentro del radio de acción de la máquina.

