

UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I
CIÈNCIES EXPERIMENTALS

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Diseño de una red de riego y pozo en Ambel

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

AUTOR

Roberto Ramírez Planells

DIRECTORES

Sergio Chiva Vicent

Leonor Hernández López

Castellón, septiembre de 2018

ÍNDICE GENERAL:

1. MEMORIA.....	5
2. ANEXO I: CÁLCULO.....	71
3. ANEXO II: PLANOS.....	153
4. ANEXO III: REPORTE EPANET.....	159
5. ANEXO IV: REFERENCIA CATASTRAL DE LAS PARCELAS.....	169
6. ANEXO V: FICHAS TÉCNICAS Y SECCIONES DE CATÁLOGOS.....	205
7. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	227
8. PLIEGO DE CONDICIONES.....	251
9. PRESUPUESTO.....	259

A	Amperios
AC	Corriente alterna
atm	Atmosfera
bar	Bar (unidad de presión)
B	Radiación directa
B_o	Radiación extraterrestre
Bb	Beneficios brutos
Bn	Beneficios netos
BT	Baja tensión
D	Radiación difusa
D^I	Radiación difusa isotrópica
D^C	Radiación difusa circunsolar
DC	Corriente continua
d_i	Diámetro interno
$D_{máx}$	Diámetro máximo
D_{min}	Diámetro mínimo
DN	Diámetro nominal
d_n	Día del año
EoT	Ecuación del tiempo
f	Factor de fricción
F	Frecuencia
g	Aceleración de la gravedad
G	Radiación global
G_f	Gastos fijos
G_v	Gastos variables
H	Altura manométrica
ha	Hectárea
h_f	Perdidas por fricción
h_l	Perdidas localizadas
h_t	Pérdidas totales
Hz	Hercios
I_o	Inversión inicial
I	Intensidad
I_B	Intensidad de diseño del circuito
I_m	Intensidad del modulo
I_{mmp}	Intensidad en el punto de máxima potencia
I_n	Intensidad asignada al dispositivo o calibre
IPC	Índice de precios al consumo
IP	Nivel de protección
I_{sc}	Intensidad a circuito abierto
ITC	Instrucción técnica
I_z	Intensidad admisible del cable eléctrico según método de intalación
K_1	Índice de anisotropía
K_l	Coefficiente de perdida localizada
kN/m²	Kilonewton por metro cuadrado
kVA	Kilovoltiamperio
kW/m²	Kilovatio por metro cuadrado
L	Longitud
l/h	Litros por hora
m	Metros

mca	Metros de columna de agua
mm	Milímetros
m/s	Metros por segundo
m³	Metros cúbicos
m³/h	Metros cúbicos por hora
<i>N_{mant}</i>	Número de mantenimientos
<i>N_p</i>	Número de módulos en paralelo
<i>N_s</i>	Número de módulos en serie
<i>n_p</i>	Número de picas
P	Potencia
PE	Polietileno
<i>P_h</i>	Potencia hidráulica
<i>P_r</i>	Periodo de retorno
PU	Poliuretano
PVC	Policloruro de vinilo
Q	Caudal
R	Radiación solar de albero
Re	Número de Reynolds
<i>R_t</i>	Resistencia de la toma a tierra
<i>R_{tp}</i>	Resistencia total de la pica de toma a tierra
S	Sección del cable
TIR	Tasa interna de retorno
U	Caída de tensión
uPVC	Policloruro de vinilo no plastificado
V	Voltaje
VAN	Valor actual neto
<i>V_g</i>	Voltaje del generador
<i>V_m</i>	Voltaje módulo
<i>V_{mmp}</i>	Voltaje punto de máxima potencia
<i>V_{máx}</i>	Voltaje máximo de contacto admisible
W	Vatios
α	Ángulo acimutal
β	Inclinación del módulo fotovoltaico
γ	Peso específico del fluido
δ	Declinación solar
ε	Rugosidad característica del material
ε_r	Rugosidad relativa del material
ϵ_0	Corrección debido a la excentricidad de la elipsis de la órbita terrestre
η_e	Rendimiento eléctrico de una electrobomba
η_m	Rendimiento del motor de una electrobomba
θ_s	Ángulo formado entre el vector director de la superficie del módulo y el vector solar
θ_{zs}	Ángulo cenital solar
κ	Índice de reflexión del terreno
λ	Longitud (cartográfica)
ν	Viscosidad cinemática de un fluido
ρ	Resistividad del suelo
σ	Conductividad del material
ϕ	Latitud (cartográfica)

ω
 ω_s

Hora solar
Hora solar del amanecer

MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA:

1.	ANTECEDENTES	8
1.1.	La trufa.....	8
1.2.	Suelo productor de trufa	9
1.3.	Climatología.....	11
1.4.	Planta Simbionte	11
1.5.	El cultivo de trufa.....	12
1.6.	El riego de la trufa	12
1.7.	Consideraciones económicas	13
2.	OBJETO DEL PROYECTO.....	14
3.	ALCANCE.....	14
4.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	15
5.	LOCALIZACIÓN.....	15
6.	PROGRAMAS UTILIZADOS	17
6.1.	Epanet.....	17
6.2.	Excel.....	19
6.3.	AutoCad.....	19
6.4.	MatLab.....	20
6.5.	ProjectLibre	20
7.	REQUISITOS DE DISEÑO	20
7.1.	Requisitos del bombeo.....	20
7.2.	Necesidades Hídricas.....	22
7.3.	Alimentación del bombeo	23
7.4.	Red de distribución.....	28
7.5.	Dispositivos de riego.....	29
7.6.	Resumen de los requisitos de diseño	30
8.	ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES.	31
8.1.	Análisis del tipo de fuente de energía	31
8.1.1.	Grupo electrógeno	31
8.1.2.	Módulos fotovoltaicos.....	33
8.1.3.	Elección del tipo de fuente de alimentación.....	34
8.2.	Análisis del método de riego	35
8.2.1.	Riego directo.....	35
8.2.2.	Riego a depósito o balsa.....	36

8.2.3.	Elección del método de riego	38
8.3.	Análisis de las redes de distribución.....	38
8.3.1.	Tubería de extracción del pozo	38
8.3.2.	Elección de los materiales de las redes de distribución	42
8.4.	Solución final: Primera aproximación.....	43
9.	SOLUCIÓN FINAL	45
9.1.	Aforado del pozo	45
9.2.	Instalación final	47
10.	PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA	48
11.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO	49
12.	VIABILIDAD ECONÓMICA	49
12.1.	Ingresos	50
12.2.	Inversión inicial.....	53
12.3.	Amortización	53
12.4.	Gastos.....	55
12.4.1.	Gastos fijos	55
12.4.2.	Gastos variables	55
12.4.3.	Gastos totales.....	57
12.5.	Beneficios	58
12.5.1.	Beneficios brutos.....	58
12.5.2.	Beneficios netos	60
12.6.	Flujo de caja.....	63
12.7.	VAN.....	66
12.8.	TIR.....	67
12.9.	Periodo de retorno	67
13.	CONCLUSIONES	68
14.	PROYECCIÓN DE FUTURO.....	68
15.	NORMATIVA APLICADA	69
16.	BIBLIOGRAFÍA.....	69
17.	OTRAS REFERENCIAS	70

1. ANTECEDENTES

Para situar en contexto el proyecto es necesario aportar un poco de información sobre el mundo de la truficultura y el cultivo de la trufa:

1.1. La trufa

La trufa es un hongo que se desarrolla bajo el suelo y que se asocia a las raíces de ciertos árboles y arbusto, la trufa necesita de esta asociación simbiótica para sobrevivir. Estas dos características son las que enmarcan a la trufa como un hongo hipogeo (crece bajo el suelo) y micorrízico (crece asociado a raíces).

Dentro de la trufa se pueden diferenciar además las siguientes subespecies:

- *Tuber melanosporum*: La trufa negra o del Perigord de aspecto negro y verrugoso.
- *Tuber aestivum*: Variedad de Borgoña o trufa de verano, ya que se recolecta en esta época.
- *Tuber magnatum*: Trufa del Piamonte o trufa blanca debido a su color es la variedad más valorada debido a que su cultivo es muy difícil.
- *Tuber borchii* o *bianchetto*: Trufa blanca, aunque de menor valor que la anterior debido a que su cultivo es mucho menos costoso.



Ilustración 1 Imagen con las diferentes variedades de trufas existentes.

Fuente: Creative Signatures

Debido a las características del terreno que más adelante citaremos, la variedad de trufa en la que se centra el presente proyecto es la de *melanosporum* o trufa negra.

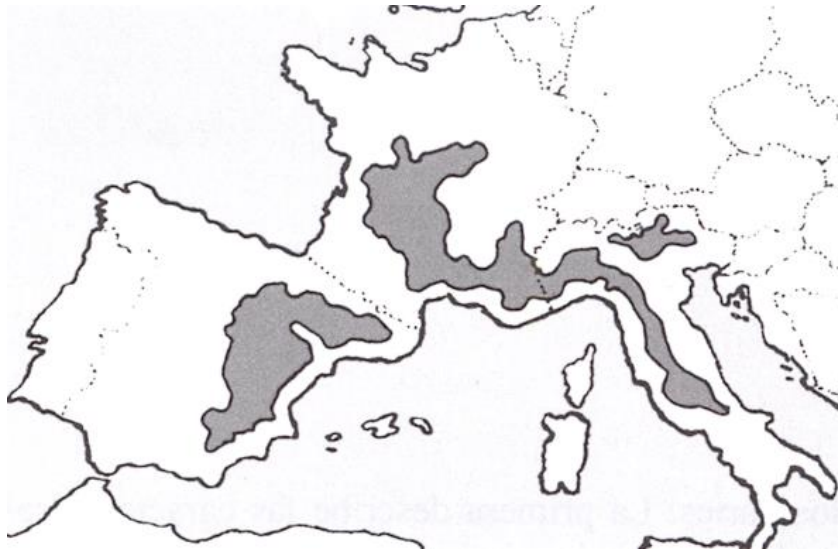


Ilustración 2 Regiones europeas productoras de trufa negra.

Fuente: Trufa negra del pirineo

La variedad de Trufa Negra tiene aspecto de tubérculo negro con forma de globo, tacto rugoso e irregular, aunque este sería su aspecto final una vez ya ha madurado, ya que durante su desarrollo a lo largo de las distintas estaciones del año, la trufa pasa por diferentes fases: en primavera inicia este desarrollo y prácticamente no se aprecia, en verano ya se puede apreciar y adquiere un color rojizo y ya a finales de otoño comienza su etapa final de maduración; primero adquiriendo un color marrón negruzco con manchas para acabar con un tono negro y verrugosa en su superficie.

Una vez ya formada, la trufa consta de las siguientes partes:

- Peridio: Parte exterior, es la corteza de la trufa formada por verrugas compactas con forma piramidal de color negro.
- Gleba: Parte interior, formada por pequeños surcos de venas blancas y donde se encuentran las esporas.

1.2. Suelo productor de trufa

Uno de los principales requisitos del suelo trufero es que el perfil de este debe ser filtrante, permeable y aireado. No es fácil enmarcar un tipo de suelo característico en cuanto a su composición donde prolifere el desarrollo de la trufa, aunque si es posible establecer una serie de valores recomendados:

Parámetro	Rango
pH	7,5 – 8,5
Carbonatos (CO ₃ %)	1 – 4,3 %
Calcio Intercambiable (Ca0 %)	0,4 – 1,6 %
Materia Orgánica	2 – 8 %
Nitrógeno (Kjedalh %)	0,14 – 0,33 %
Relación C/N	8 – 17
P asimilable (Olsen ppm)	3,5 – 18,5
K asimilable (ppm)	130 - 195

Tabla 1 Parámetros y sus rangos aceptables en suelos para el desarrollo de la trufa.

Fuente: Agronotas

Estos parámetros controlados con los debidos análisis del suelo pueden dar una referencia del potencial trufero del suelo.

Así mismo, en cuanto a la textura del suelo, existen plantaciones truferas en gran variedad de texturas, siempre y cuando su estructura sea, como ya se ha mencionado antes, filtrante, permeable y aireada. También resulta conveniente que el cultivo se realice en suelos con una ligera pendiente que evite los encharcamientos y facilite el drenaje.

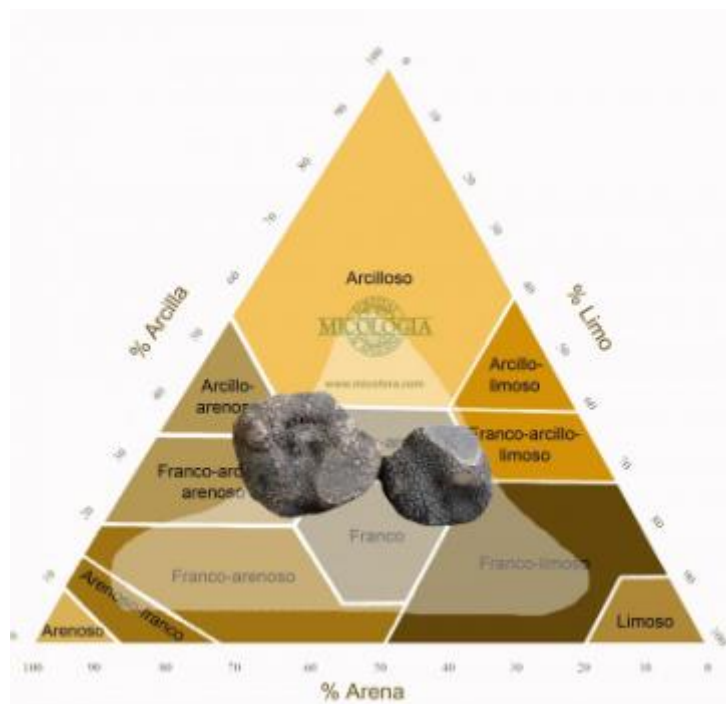


Ilustración 3 Textura de los suelos donde el cultivo de trufa es favorable.

Fuente: Micología Forestal Aplicada

Por último, hay que añadir que la altitud a la que aparecen las trufas y por tanto a la que se debe de encontrar el suelo donde se formaran se sitúa entre los 300 y 1500 metros sobre el nivel del mar.

1.3. Climatología

La trufa negra es un hongo adaptado a condiciones meteorológicas secas y calurosas y prolifera en climas con marcados cambios estacionales. Concretamente la tipología de climas que más favorecen el crecimiento de la trufa son: clima mediterráneo templado húmedo o frío subhúmedo.

Dentro de estos climas es necesaria una temperatura media en los meses más cálidos de unos 20°C y de unos 2°C en los meses más fríos. Aunque la trufa necesita del frío para su desarrollo, las heladas y nevadas persistentes impiden su maduración.

	Temperatura (°C)
Media anual	8,6 – 14,8
Media mes más cálido	16,5 – 23,5
Media mes más frío	1 – 8,2
Máxima absoluta	35 – 42
Mínima absoluta	-9 – -25

Tabla 2 Rangos térmicos óptimos para el crecimiento de trufa.

Fuente: Micología Forestal Aplicada

En cuanto a las precipitaciones, requiere de entre 425 mm y 900 mm de precipitaciones anuales.

1.4. Planta Simbionte

Como ya se ha mencionado anteriormente, la trufa requiere de una planta huésped para su supervivencia y desarrollo. Son muchas las plantas forestales que pueden albergar en sus raíces trufa, pero concretamente para la trufa negra las más comunes son las siguientes:

- *Quercus ilex* L. Encina, carrasca o chaparra.
- *Quercus pubescens* Willd. Roble pubescente.
- *Quercus faginea* Lamk. Quejigo.
- *Quercus coccifera* L. Coscoja.
- *Quercus robur* L. Roble común.
- *Quercus petraea* Liebl. Roble albar.
- *Corylus avellana* L. Avellano, avellanera.

Entre estas hay que destacar que, para el cultivo de trufa, las más utilizadas son, en este orden: La encina (*Quercus ilex* L.), roble (*Quercus robur* L.), quejigo (*Quercus faginea* Lamk.) y el avellano (*Corylus avellana* L.)

1.5. El cultivo de trufa

En España el cultivo de trufa se inició a principios de los años setenta mediante la importación de plantas inoculadas con trufa francesa, a partir de los ochenta es cuando aparecen las primeras empresas que cultivan y venden sus propias plantas.

A partir de ese momento, el gran desarrollo de la truficultura ha provocado que aumente rápidamente el comercio de plantas inoculadas con trufa negra. Según datos de 2005 de la diputación Provincial de Teruel, en la provincia de Teruel la superficie plantada se aproximaba a las 3000 hectáreas.

1.6. El riego de la trufa

Aunque la trufa es un cultivo de secano, el riego de esta favorece y asegura su producción, anulando las pérdidas que pudieran existir tras épocas prolongadas de sequía.

En cuanto a las recomendaciones de riego; se recomienda regar regularmente los primeros años para establecer un sistema radicular, este riego en los primeros años es, sobre todo, vital en las épocas de sequía prolongada durante 20 o más días.

En cuanto a las cantidades de agua a aportar durante estos primeros años existen dos recomendaciones que se suelen aplicar: En la primera se recomienda utilizar de 3 a 4 litros por planta cada dos o tres semanas y la segunda se basa en realizar el cálculo del déficit hídrico mediante la evapotranspiración.

En la etapa de producción (plantas con edad de 15 años o superior) existen muchas recomendaciones sobre la cantidad de agua a aportar, según los autores consultados, por ejemplo: de 50-60 l/m²/mes desde mayo-junio hasta agosto-septiembre (Grente y Delmas, 1974; Olivier et al., 1996), 30 l/m² cada 15-20 días (Sourzat, 1997), 30 l/m² cada 3 semanas (Fortuny y Estrada, 1986), entre 30-50 l/m² por mes en función de la capacidad retención del suelo (Verlhac et al., 1990), restando a esas cantidades la precipitaciones caídas (Estrada y Alcántara, 1990; Sourzat, 1997) y 25 l/m² cada 15 días durante los meses de julio, agosto y septiembre según Carbajo (1999b). La falta de un criterio unificado de recomendación de aporte hídrico hace también que cada cultivador utilice su propia norma.

Por último, hay que añadir que un riego excesivo parece inhibir la producción de trufas y que se desaconseja el riego localizado por goteo en favor del riego por aspersión o microaspersión.

1.7. Consideraciones económicas

En España se recolecta aproximadamente entre un 30-40% de la producción europea de trufa negra, compitiendo con los otros dos grandes productores de trufa: Francia e Italia.

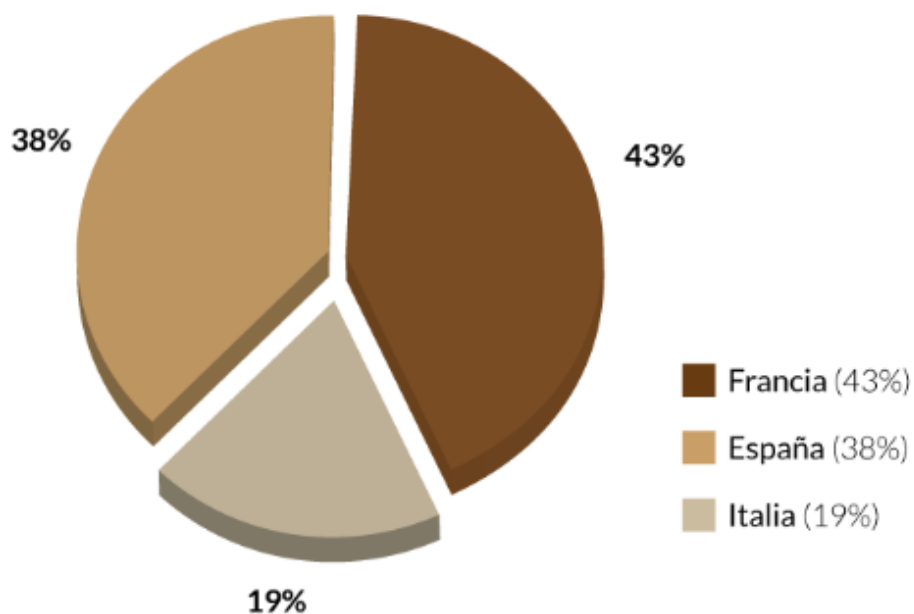


Gráfico 1 Distribución de la producción de trufa negra europea.

Fuente: Trufa Negra del Pirineo

El precio de la trufa negra es muy variable, dependiendo sobre todo de la producción de esta en ese año, ajustándose a modelos tradicionales donde el aumento de producción implica una disminución de precios. Como referencia se puede adoptar, por tener un orden de magnitud, un precio de entre 250 y 800 euros por kilo de trufa.

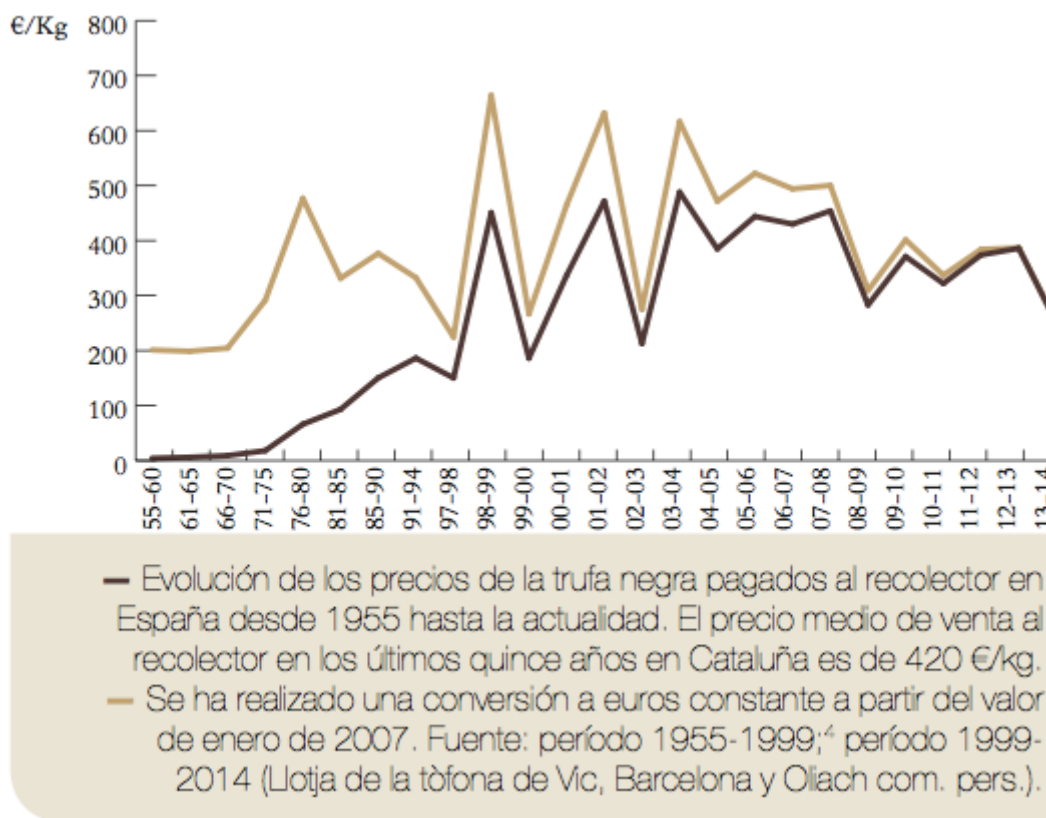


Ilustración 4 Evolución de los precios de la trufa en la Llotja de la tòfona de Vic, Barcelona.

Fuente: Micología Forestal Aplicada

2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objeto el cálculo y diseño del grupo de bombeo necesario para la extracción de agua de pozo, así como el diseño de la tubería que extraerá dicha agua y la forma de alimentación óptima para el funcionamiento del bombeo.

Además del cálculo de la red de distribución necesaria para la distribución de riego.

3. ALCANCE

En la localidad de Ambel, Zaragoza, un cliente de la empresa Onda-Hidro S.L. pretende poner en funcionamiento un sistema de riego y bombeo desde pozo para aportar el agua necesaria que permita el óptimo crecimiento de unos 900 árboles de carrasca distribuidos en una finca compuesta por 18 parcelas rurales cuya extensión total es de 4,04 hectáreas.

La finalidad última del cultivo de la carrasca en estas fincas es la obtención de trufa, hongo que crece a expensas de las raíces de la carrasca. Las carrascas de las fincas se dividen en varios grupos de edad, las más jóvenes tienen una edad de 2 años, las intermedias de 5 años y las más viejas de 7 años.

En cuanto al bombeo, el cliente ha facilitado datos de caudal y niveles, pero no ha exigido ningún requisito en cuanto a cómo alimentar las bombas, por lo que se estudiará alimentar las bombas con grupo electrógeno y con placas, buscando la opción que optimice la instalación.

Además, también se estudiará la posibilidad de riego directamente con la bomba del pozo y de riego con bomba de pozo a balsa acumuladora para el posterior bombeo a la red.

Además del diseño de la red de distribución de agua (general y ramales) y de equipos necesarios para el riego de las carrasas. Todo esto teniendo en cuenta los requisitos de diseño que tiene el proyecto, así como los datos por el cliente.

4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Como se ha comentado anteriormente en los antecedentes del proyecto, aunque la carrasca y obtención de la trufa podría realizarse con cultivo en secano, un buen diseño de riego asegura un aumento de producción y por tanto de beneficios de la colecta de trufa. Así teniendo en cuenta el precio de venta que suele tener el kilogramo de trufa y su demanda a nivel mundial, los beneficios obtenidos a la larga justifican la inversión en la colocación de un sistema de riego.

5. LOCALIZACIÓN

Como se ha citado anteriormente, la finca y las parcelas que la componen se encuentran en la localidad Ambel, Zaragoza y la referencia catastral de estas parcelas es polígono 11 parcelas: 174, 181, 182, 183, 185, 186, 187 recinto 4, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194,195, 196, 197 recinto 1 y 199.

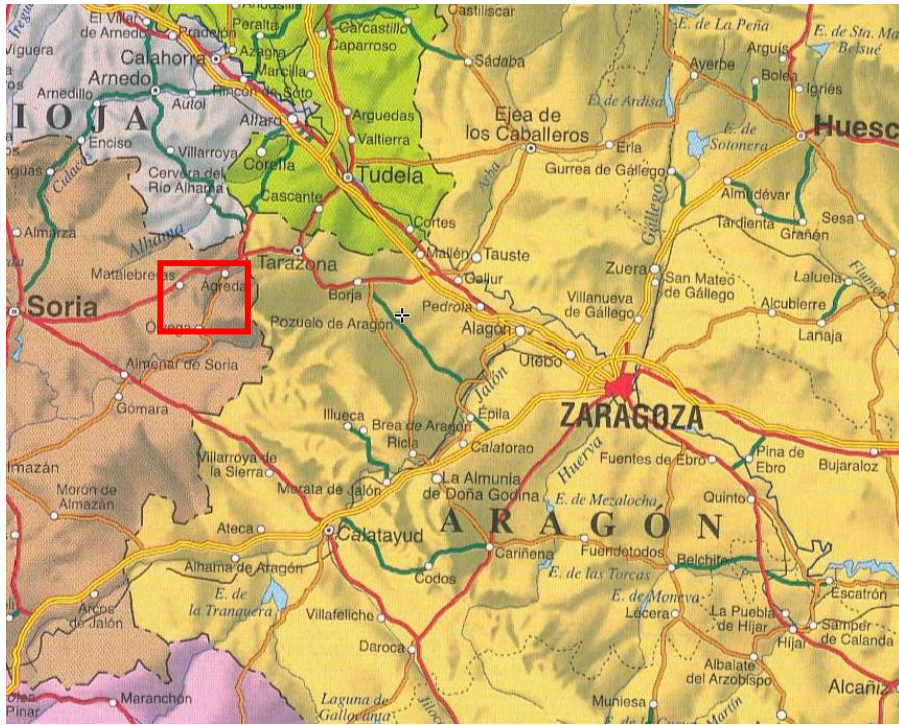


Ilustración 5 Localización de Ambel en la provincia de Zaragoza, dentro de la comarca del campo de Borja. Fuente: Visor SigPac



Ilustración 6 Situación de las parcelas dentro del término municipal de Ambel.

Fuente: Visor SigPac



Ilustración 7 Emplazamiento de las parcelas donde se realizará la instalación de riego.

Fuente: Visor SigPac

6. PROGRAMAS UTILIZADOS

Los programas informáticos que se han utilizado para el diseño de la red y cálculo de la red han sido: Epanet, Excel, AutoCad y MatLab

6.1. Epanet

EPANET es un programa destinado al uso público desarrollado por la agencia estadounidense EPA (*"Environmental Protection Agency"* en inglés y *Agencia de Protección del Medio Ambiente en español*) y traducido por la Universidad de Politécnica de Valencia, cuya función principal es el estudio y análisis de redes de distribución de agua.

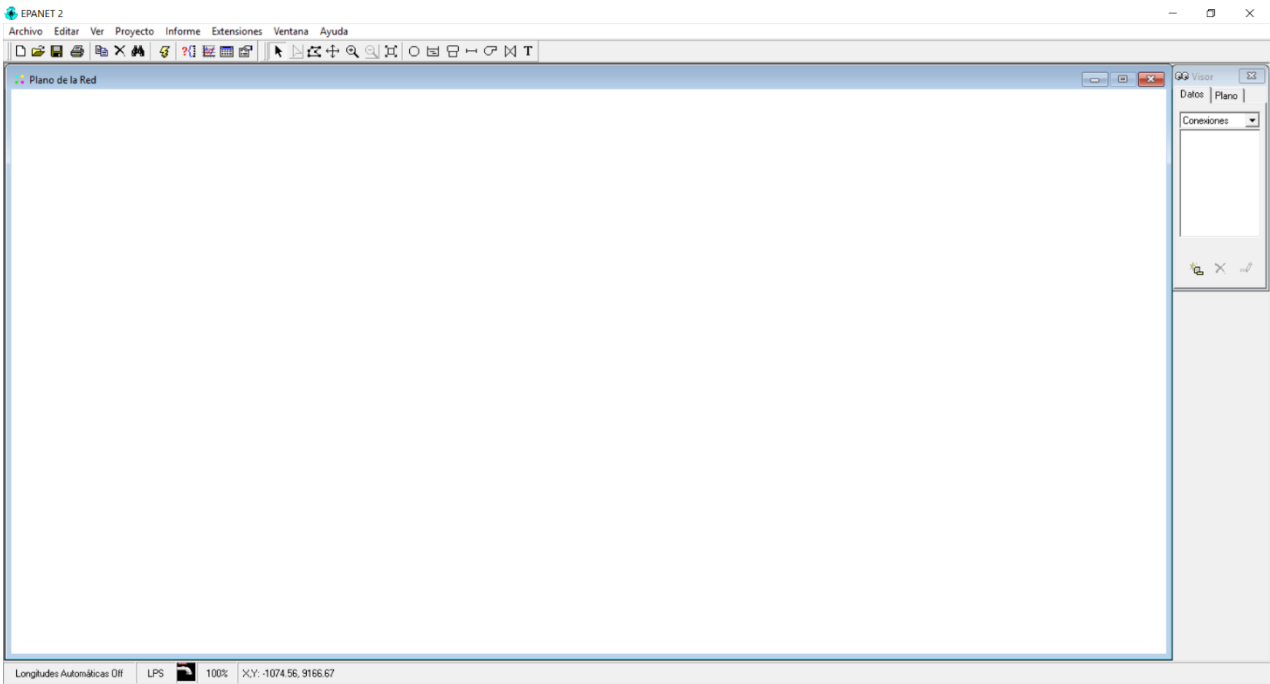


Ilustración 8 Interfaz de EPANET.

Fuente EPANET

El programa permite la simulación de redes compuestas por nudos, tuberías, embalses, depósitos, bombas y válvulas. Además de realizar los cálculos hidráulicos a partir de las características físicas de los diferentes componentes introducidos, permite también la introducción de patrones de tiempo de consumo, simulación de la calidad de agua y la introducción de las curvas de las bombas, así como de patrones de costes energéticos.

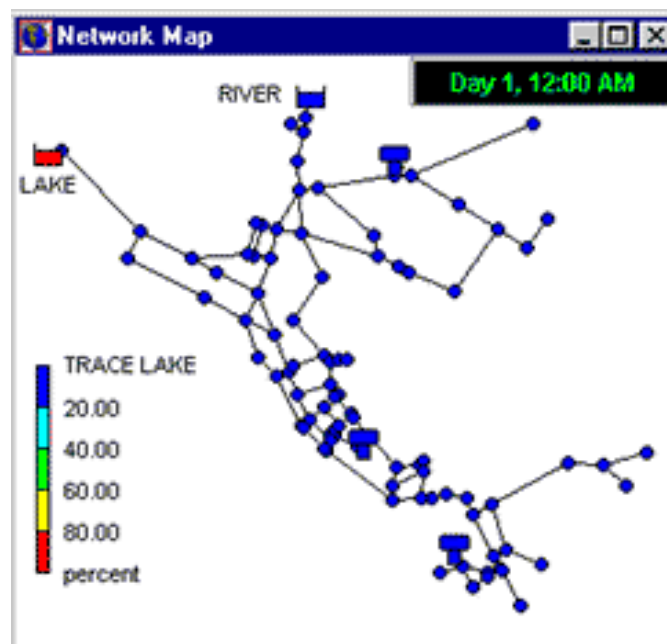


Ilustración 9 Ejemplo red de distribución en EPANET.

Fuente: EPA

6.2. Excel

Es un programa de hojas de cálculo que pertenece al paquete de programas de uso para oficina Microsoft Office desarrollado por la empresa Microsoft. Excel permite el realizar operaciones numéricas de cálculo y organizarlas en cuadrículas denominadas celdas. Las hojas de cálculo se dividen en filas y columnas y el cruce entre las filas y columnas da lugar a las celdas.

Excel fue ideado para ser utilizado en tareas financieras y contables, pero también permite la introducción de todo tipo de fórmulas tanto predefinidas por el programa como escritas por el usuario, funciones que van desde las operaciones matemáticas más simples, pasando por formulas estadísticas como el promedio, mediana... hasta fórmulas de búsqueda o con operacionales lógicos.

El programa permite también la inserción de diferentes tipos de gráficos e incluso la programación de funciones más complejas a realizar de forma automática mediante el interfaz de programación VBA o las macros.

6.3. AutoCad

Los programas de tipo CAD engloban una gran cantidad de programas que se utilizan para el diseño. Las siglas CAD provienen de las palabras inglesas "*computer-aided design*" es decir, diseño asistido por ordenador.

Estos programas permiten el diseño mediante ordenador de dibujos en 2 dimensiones y modelos 3 dimensiones, esto permite dividir a los programas CAD en dos familias: Los que se basan en el diseño 2D y los que se enfocan en diseño de 3D. Aunque existen programas que permiten el diseño en ambas formas los usuarios suelen orientarlos hacia una de las dos familias.

AutoCAD, programa desarrollado por AutoDesk, es uno de los programas que permite tanto el dibujo en 2D como el modelado en 3D, aunque suele estar enfocado al diseño y dibujo en 2D. Las herramientas de AutoCAD utilizan entidades geométricas vectoriales (puntos, líneas, polígonos, circunferencias y arcos) y con los que se puede diseñar cualquier forma mediante la interfaz gráfica del programa.

Además, el programa permite la presentación y el croquizado de los diseños realizados con su interfaz, así como el uso de varias herramientas que ayudan a la realización del dibujo: desplazar el dibujo, realizar simetrías, escalar, alargar rectas...

Por último, AutoCAD también permite el uso de diferentes capas, en cada una de ellas se puede realizar partes diferentes del diseño que serán independientes unas de otras.

6.4. MatLab

MatLab, se trata de un programa de cálculo diseñado por MathWorks y Cleve Moler, con el que se pueden realizar todo tipo de operaciones matemáticas, cálculo de matrices, representaciones gráficas, implementación de algoritmos, creación de interfaces de usuarios y con el que es posible comunicarse con otros lenguajes de programación y dispositivos de hardware.

El programa recibe su nombre de la abreviatura inglesa "Matrix laboratory", y cuenta con un lenguaje propio de programación llamado M y su uso está muy extendido entre las universidades, centro de investigación y personal técnico. Este hecho propicia la infinidad de funciones y paquetes de funciones ("ToolBox") implementados por los usuarios que lo utilizan y que abarcan diversos campos de cálculo.

6.5. ProjectLibre

Project libre es un software de código abierto empleado para la administración de proyectos, similar a Microsoft Project aunque gratuito. Su entorno es también similar a la versión de Windows, además de tener una metodología también similar.

El programa permite la creación de una lista de tareas a elaborar para la ejecución de un proyecto y permite la introducción de dependencias entre ellas, costes de recursos que se precisarán, tiempo de ejecución, coste de la hora de ejecución y la visualización del organigrama de tareas mediante un diagrama de Gantt.

7. REQUISITOS DE DISEÑO

7.1. Requisitos del bombeo

Uno de los primeros datos que se han facilitado es el aforo y niveles del pozo, en primer lugar, el aforo será el que limite la cantidad de agua que se puede extraer de él, manteniendo la capacidad de recuperación del acuífero.

Aforo del pozo: 25 m³/h

En cuanto los niveles, estos marcan la altura que debe levantar la bomba para conseguir sacar el caudal requerido además de la posición a la que se colocará la bomba. Una posición por encima del nivel provocará que la bomba funcione en vacío y no se extraiga agua, mientras que una posición demasiado baja puede provocar que la bomba toque el fondo de la perforación y aspire barro y piedras.

Profundidad de perforación: 100 m.

Entubado: 200 mm.

Nivel estático: 50 m.

Nivel dinámico o freático: 80 m.

Nivel estático (superficie piezométrica antes del bombeo): es la distancia que existe desde el suelo hasta el agua sin que esté funcionando la bomba.

Nivel dinámico (superficie piezométrica al tiempo $t + \Delta T$): es la distancia que existe desde el suelo hasta el agua cuando el bombeo está en funcionamiento.

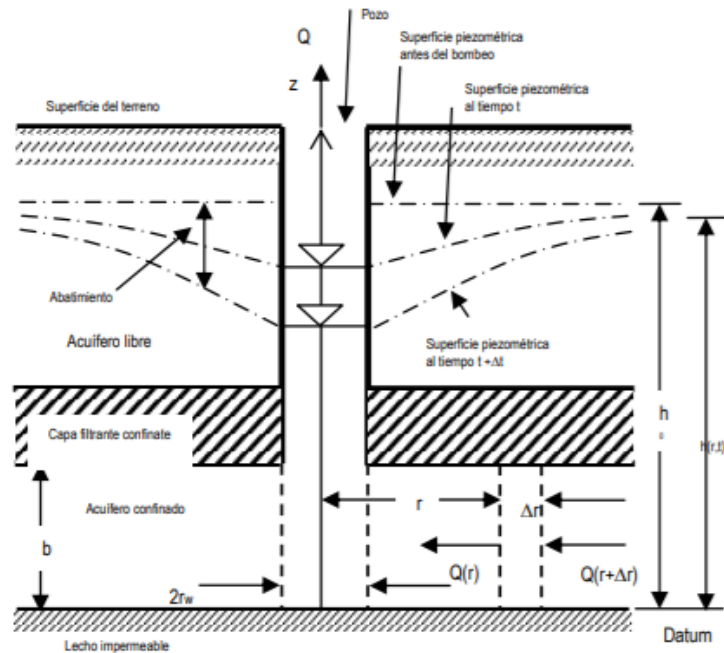


Ilustración 10 Esquema representativo del bombeo de un pozo.

Fuente: Universidad Nacional de Colombia (autor: Leonardo Donado)

Teniendo esto en cuenta, el nivel de colocación de la bomba debería encontrarse entre 80 m, que es el que marca el nivel dinámico (Hasta donde puede bajar el agua mientras funciona la bomba) y 100 m que es el máximo de perforación. Como punto de partida podemos tomar que la bomba se colocará a 90 m, aunque posteriormente debemos comprobar que la bomba no alcance el fondo en ningún momento.

Con el nivel de colocación antes mencionado se debe asegurar que la bomba a colocar pueda superar esta altura de elevación de agua, por lo que la bomba debe ser capaz de asegurar al menos 90 mca. Este mínimo de presión asegurará que el agua salga al menos en la boca del pozo, pero debe ser aumentado para conseguir que el agua tenga presión en la boca del pozo.

Según cómo diseñemos nuestro sistema necesitaremos más o menos presión en boca de pozo. Si el sistema se idea para alimentar una balsa o cisterna para acumular agua para un posterior bombeo tan solo necesitaremos un extra más de presión para asegurar que el agua llega a la balsa. Si en cambio el bombeo desde el pozo es directo para el riego de las diferentes carrasacas deberemos asegurar que la presión que llegue a las parcelas sea suficiente para que los equipos de riego funcionen correctamente.

7.2. Necesidades Hídricas

Como se ha mencionado anteriormente no existe un criterio unificado para el cálculo y determinación de las necesidades hídricas. Como criterio para el riego el cliente solicita el riego de las carrascas según la edad de estas, enmarcando las carrascas en tres grupos: carrascas con hasta 4 años, carrascas hasta 7 años y carrascas con más de 7 años.

Dentro de este criterio el cliente quiere ir expandiendo el radio de riego según la edad de la carrasca y aportar a cada metro cuadrado de superficie que envuelve a la carrasca 25 l por riego.

Para las carrascas en la primera etapa quiere que el riego se extienda en un diámetro de 2 m, para las de la segunda etapa en un diámetro de 5 m y para las de la última etapa en un diámetro de 7 m.

Teniendo en cuenta este criterio los litros a aportar por cada carrasca según su edad y calculando el área de riego como el área de la circunferencia descrita por el diámetro de riego de cada una de las etapas será:

$$\text{superficie circunferencia} = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

- Carrascas hasta 4 años:

$$\frac{\pi \times 2^2}{4} = 3,14 \text{ m}^2$$

$$25 \frac{\text{l}}{\text{m}^2} \times 3,14 \text{ m}^2 = 78,5 \text{ l por carrasca y riego}$$

- Carrascas hasta 7 años:

$$\frac{\pi \times 5^2}{4} = 19,63 \text{ m}^2$$

$$25 \frac{\text{l}}{\text{m}^2} \times 19,63 \text{ m}^2 = 490,75 \text{ l por carrasca y riego}$$

- Carrascas con más de 7 años:

$$\frac{\pi \times 7^2}{4} = 38,48 \text{ m}^2$$

$$25 \frac{\text{l}}{\text{m}^2} \times 38,48 \text{ m}^2 = 962 \text{ l por carrasca y riego}$$

Hay que añadir que este riego deberá realizarse cada 15-20 días adoptando el criterio aportado por Souzart.

Con esto, y teniendo en cuenta el número de plantas que existen en las diferentes parcelas, obtenemos en total que para 900 plantas necesitaremos un total de 865.800 l para el riego de toda la finca.

7.3. Alimentación del bombeo

A la hora de alimentar, energéticamente hablando, el bombeo, son dos las posibilidades que se presentan, si bien la decisión sobre cuál de las dos se utilizará se decidirá mediante los cálculos y la justificación del proyecto, se aprovecha este apartado para presentar ambas y qué implica cada una de ellas.

- **Grupo Electrónico:** La primera forma de alimentar el bombeo sería mediante un grupo electrógeno, esta solución se lleva utilizando desde hace mucho tiempo para la alimentación de máquinas que requieren de conexión a la red eléctrica pero que se encuentran aisladas de esta.

El grupo electrógeno no es más que una máquina formada por otras dos: un generador eléctrico y un motor de combustión interna. El motor de combustión interna es el encargado de aportar el movimiento y energía necesarios para el funcionamiento del generador eléctrico.



Ilustración 11 Ejemplo de grupo electrógeno portátil.

Fuente: Alfa Generators

Existe gran cantidad de grupos electrógenos según los requisitos del sistema, hay grupos fijos, móviles, de diferentes potencias y tamaños. La mayoría son alimentados mediante combustible fósiles y suelen clasificarse según las kVA, potencia aparente, que proporcionan.

Como ventaja, los grupos electrógenos suelen requerir de poco espacio para su funcionamiento, mientras su inconveniente es el uso de combustibles fósiles con todo el impacto ambiental que estos implican.

- **Módulos fotovoltaicos:** En las regiones con gran cantidad de horas de sol las placas solares proporcionan una cantidad ilimitada y limpia de energía.

Los módulos solares basan su funcionamiento en la captación de la energía solar que proporciona la radiación de este. Según como aprovechen esta energía se pueden clasificar en dos tipos: Colectores solares que aprovechan esta energía para producir agua caliente y los módulos fotovoltaicos que utilizan esta energía para generar electricidad.

En este caso, se centrará la atención en los módulos fotovoltaicos, como bien se ha dicho antes, estos producen energía eléctrica a partir de la radiación que el sol emite hacia la tierra. Los módulos están constituidos por una serie de células fotovoltaicas, normalmente 36 o 72, su funcionamiento se basa en las propiedades semiconductoras de los materiales que los forman. Cuando la radiación solar incide sobre las células, los fotones de la luz solar transmiten energía a los electros del material semiconductor emitiendo electrones libres que producen una corriente eléctrica la cual es posible aprovechar para un circuito externo.

Es importante recalcar que los módulos solares producen energía eléctrica en forma de corriente continua, así para equipos que funcionen en corriente alterna se hace necesario la adquisición de un equipo capaz de transformar la energía eléctrica continua en alterna, llamado inversor DC/AC. Estos dispositivos se encargan de hacer esa conversión con unos valores determinados de tensión eficaz, frecuencia, corriente...

El único coste en el tiempo de los módulos fotovoltaicos es el poco mantenimiento que estas requieren, aunque si requieren de una inversión elevada. Otra desventaja que podría surgir es el espacio que estas ocupan, para voltajes e intensidades altas el número de placas y filas de placas a instalar aumenta.



Ilustración 12 Instalación solar para bombeo.

Fuente: Montelec

A las características antes citadas habría que añadir que, al producir energía gracias a la radiación solar, la potencia que generan y sus horas de funcionamiento y horas de pleno rendimiento dependen de las horas de sol y de la estación del año. En verano dispondremos de más horas de sol y más tiempo de funcionamiento a plena potencia que en invierno.

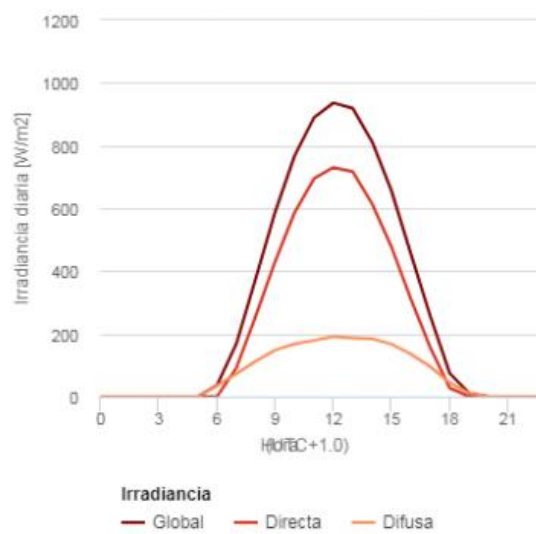


Ilustración 13 Potencia eléctrica generada por metro cuadrado por un módulo fotovoltaico en condiciones óptimas en el mes de agosto.

Fuente: PVGIS

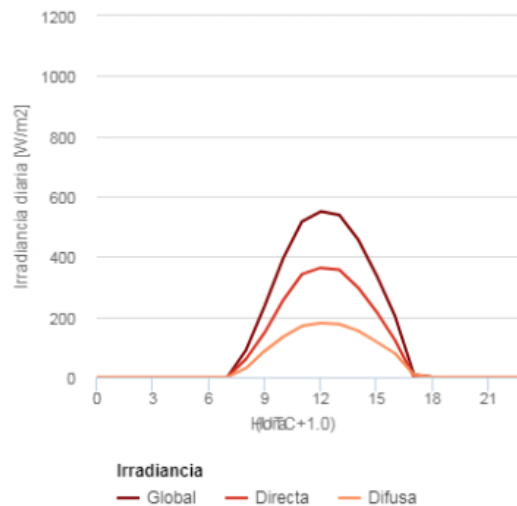


Ilustración 14 Potencia eléctrica generada por metro cuadrado para el mismo módulo y mismas condiciones en el mes de enero.

Fuente: PVGIS

Un apunte importante sobre los generadores fotovoltaicos es su clasificación según su forma de funcionamiento. Así teniendo en cuenta esto podríamos clasificar los generadores en tres tipos:

- **Conectados a la red:** Son aquellos que producen energía eléctrica para poder ser inyectada en la red convencional. Así pues, las cargas eléctricas que alimentan siguen conectadas a la red, esto facilita que, en periodos de falta de potencia generada por ellos mismos a consecuencia de las condiciones meteorológicas, estas pueden obtener energía eléctrica de la red general de distribución evitando así paros de los equipos.

Al mismo tiempo cuando tienen periodos de sobreproducción esta energía sobrante es volcada a la red eléctrica, para la distribución de otros puntos de consumo. En este tipo de sistema el productor de energía fotovoltaica suele tener una serie de retribuciones por la energía que intercambia con la red y dos de ellos suelen ser los más comunes: La retribución con prima y el balance neto. En el primero, generalmente, el productor recibe una retribución por la energía que produce y en el segundo se hace un balance entre la energía consumida y la producida en cada momento de producción y consumo se aplican los precios pertinentes para ese momento.

- **Sistemas autónomos:** Estos sistemas no se encuentran conectados a la red eléctrica, en su lugar tienen instalados unas baterías que permiten su funcionamiento en aquellos periodos en los que el generador no está proporcionando la potencia necesaria. Estas baterías se cargan en aquellos periodos de tiempo en los que existe sobreproducción por parte de los generadores y se diseñan para asegurar que el sistema tenga un cierto periodo de tiempo de autonomía.

Estos sistemas dotan de una flexibilidad extra en cuanto a que las baterías almacenan la energía producida directamente por las placas, por lo que sería posible alimentar por una parte cargas que necesiten corriente continua y por otra parte cargas que necesiten corriente alterna pueden ser alimentadas a través de un inversor.

Al contrario que otros sistemas, estos al poseer baterías requieren de un mantenimiento más exhaustivo para verificar el correcto funcionamiento de estas.

- **Sistemas aislados:** Similares a los anteriores, al igual que estos no se encuentran conectados a la red eléctrica, pero al contrario que los autónomos no disponen de baterías por lo tanto la potencia que aportan depende al completo de la irradiación recibida por las placas fotovoltaicas.

Estos sistemas son comúnmente utilizados para la extracción de agua de pozo y su funcionamiento habitual se basa en el bombeo de agua a un depósito elevado para su posterior uso. El agua es bombeada en aquellos momentos del día en los que la irradiación es suficiente para la obtención de la potencia mínima para el funcionamiento de la bomba, este hecho hace que el sistema se diseñe en base a un caudal diario a portar por la bomba y, el cual, aumentara o disminuirá según el momento del día. En cierta forma, el bombeo de agua a un depósito elevado es una forma de almacenar energía para su posterior uso.

Otro punto importante para clasificar los sistemas de generación de energía fotovoltaica es el seguimiento que hacen las placas al sol. Como bien se sabe, la tierra se encuentra en órbita alrededor del sol mediante un movimiento de traslación y además de este la tierra posee otro movimiento mediante el cual gira sobre sí misma.

El primer movimiento se realiza mediante una órbita elíptica, donde el sol se encuentra en uno de los focos de la elipse. Este hecho hace en un periodo del año, verano, el sol se encuentre más cerca de la tierra que en otras épocas.

También hay que considerar que la tierra realiza su movimiento de rotación en un eje perpendicular al ecuador de esta, este eje además presenta un ángulo sobre plano de la elipse que contiene.

Igual que la anterior forma de clasificación existirían tres variantes de sistemas generadores:

Sistemas estáticos: Son aquellos cuyas placas siempre mantienen su posición, no realizan seguimiento de la posición del sol y son orientados hacia el Ecuador terrestre, siempre que es posible. A estos sistemas les influyen en gran medida las pérdidas angulares ya que la irradiación no incide siempre en el mismo ángulo en la placa.

Sistemas con un eje de seguimiento: Dentro de estos podríamos distinguir dos variantes, una primera cuando el eje se desplaza en la dirección norte-sur haciendo en todo momento que la dirección perpendicular a la superficie coincida en todo momento con el meridiano donde se encuentra al Sol, es decir, el seguidor va variando la inclinación de la placa para conseguir en todo momento esta perpendicularidad. La segunda ocurre cuando el eje Este-Oeste estos seguidores se desplazan en el eje que da su nombre, las placas realizan un seguimiento de la posición solar desde su salida hasta el atardecer.

Sistemas con dos ejes de seguimiento: Estos sistemas combinan los seguimientos de las dos modalidades de seguimiento con un eje antes descritas. Ajustan su inclinación a la altura solar y su orientación hacia el azimut solar. Esto provoca que maximicen su producción para todos los meses del año.

7.4. Red de distribución

La red de distribución será el entramado de conducciones por donde circulará el agua que debe alimentar a las carrascas de cada parcela.

Dentro de la red de distribución se podrán diferenciar tres tramos: Un primer tramo a considerar que será las conducciones que colocar en el pozo para la extracción del agua, un segundo tramo al que se considera como la red de distribución general y será el que alimente a todas las parcelas a estudiar y un tercer tramo que será el de las conducciones que se encontraran en la parcela tanto la general propia de la parcela como los diferentes ramales a colocar.

En cuanto a las limitaciones del diseño de la red de distribución, se busca que la red cumpla con dos requisitos. Un primero de velocidades, siguiendo las recomendaciones para conducciones que transportan agua las limitaciones de velocidad serán entre 0,5 m/s y 3 m/s, aunque al no ser potable el agua a distribuir, sino que es destinada al uso agrícola, es posible considerar como aceptables velocidades menores a 0,5 m/s siempre y cuando se tenga un buen sistema de purga y que se realicen periódicamente.

7.5. Dispositivos de riego

Existe bastante variedad en cuanto a dispositivos de riego, pero los que mejor se adaptan al riego de carrasca para la producción de trufa son los dispositivos de microaspersión.

Los microaspersores suministran el agua necesaria para el riego mediante gotas muy finas, suelen ser modulares, es decir, están constituidos por varios componentes que pueden ser sustituidos para conseguir diferentes caudales de aspersión, ángulos de aspersión y radios de acción. Otra característica importante es si son autocompensantes o no lo son, los autocompensantes aseguran que todos los microaspersores colocados proporcionaran el mismo caudal, aunque tengan pequeñas variaciones de presiones entre unos y otros. Esta clase de microaspersores son los más utilizados en parcelas con desniveles y serán los utilizados en este proyecto.

















Ilustración 15 Microaspersor no autocompensantes y sus partes.

Fuente: Naandanjain

Según los requisitos de funcionamiento del fabricante los microaspersores autocompensantes deben funcionar con presiones comprendidas entre 1,5 bar y 4 bar, así que debemos asegurar que exista esa presión a la entrada de los microaspersores.

Además, se debe tener en cuenta el radio de acción que deberá tener el microaspersor, según las necesidades de superficie a regar en cada una de las etapas de la carrasca debemos asegurar un radio de acción del microaspersor.

DIÁMETRO DE HUMEDECIMIENTO (m) A 2.0 BAR Y 0.25 m DEL NIVEL DEL SUELO																		
Antineblina (O)	Color de boquilla	Caudal (l/h)	Diámetro de boquilla (mm)	Difusores estáticos Rotores								Rotores						
				90°	180°	Nebulina	En franjas	Corto alcance	Plano	12 Chorros	Pequeño	Contra hormiga	Lado único Negro	Lado único Azul	Grande	Invertido		
																		
				Altura (m)														
				0.60 1.80														
	Violeta	35	0.82	1.7	2.2	1.5	3.2	0.9	2.8	3.4	5.5	6.0	6.5				5.0	6.0
	Marrón	43	0.94	1.7	2.5	1.8	4.2	0.9	3.4	4.5	5.5	6.0	6.5				5.5	6.5
	Gris	70	1.16	2.5	2.7		8.5	0.9	3.4	5.5	6.0	6.5	7.5				6.5	7.5
	Verde	105	1.41	3.5	2.7		9.0	0.9	3.4	6.0	6.0	7.0	7.5		9.0		8.0	8.5
	Naranja	120	1.50	4.5	2.7		9.0	0.9	4.0	6.0	6.0	7.0	8.0		9.0		8.0	9.0
	Amarillo	160	1.73								6.5	8.0	8.0	8.0	9.0		9.0	9.5
	Azul	200	1.92									8.0	8.5	8.5	9.0		9.0	10.0
	Marfil	235	2.07										8.5	9.0	10.0		9.0	10.5
	Rojo	260	2.18										8.5	10.0	10.0		9.0	11.0
	Negro	300	2.34										9.0	10.5	10.0		9.5	11.0
Verde /0.94	Verde	40	1.41	2.0	1.2		2.8	0.8	3.5	2.5	4.0						4.5	6.0
Naranja /1.16	Naranja	70	1.50	2.2	2.2		5.0	0.8	3.5	4.5	5.0						6.0	7.5
Amarillo /1.40	Amarillo	90	1.73	2.5	2.5		5.5	0.9	4.0	5.0	5.5						6.0	8.0
Azul /1.50	Azul	120	1.92	2.5	2.7		7.0	1.0	4.0	6.0	6.0						6.5	8.0

Probado bajo condiciones de laboratorio
 * Rotor invertido a altura de 0.6 y 1.80 m
 ** Sólo para uso en posición vertical

Tabla 3 Tabla con las diferentes boquillas y sus efectos para los microaspersores de la anterior ilustración.

Fuente: Naandanjain

Teniendo en cuenta los cálculos realizados anteriormente, el radio acción para cada una de las diferentes fases de riego de la carrasca serán los siguientes:

- 1ª Etapa de riego: 2 m de diámetro de riego.
- 2ª Etapa de riego: 5 m de diámetro de riego.
- 3ª Etapa de riego: 7 m de diámetro de riego.

Por último, destacar que se buscaran boquillas que proporcionen difusiones de caudal en 360° excluyendo así las que proporcionen difusiones de 90°, 180°, a chorros o en franjas.

7.6. Resumen de los requisitos de diseño

Para poner mejor en situación debido a la cantidad de requisitos que tiene el diseño de la instalación, estos se han resumido en la siguiente tabla:

Requisito	Valor limite
Aforo del pozo	25 m ³ /h
Altura a elevar el agua del pozo	90 m
Necesidades hídricas de la carrasca	962 l por riego y carrasca
Velocidad del agua en las conducciones	Entre 0,5 y 3 m/s
Presión de trabajo de los microaspersores	Entre 1,5 y 4 bar
Difusión de los microaspersores	360°
Diámetro de difusión	7 m

Tabla 4 Resumen de los requisitos del sistema.

Fuente: Elaboración propia

Para la fijación de los valores límites se ha tenido en cuenta la proyección de futuro de la instalación por lo que pasado cierto tiempo todas las plantas alcanzarán edades superiores a 7 años, teniendo que cumplir en ese momento con los requisitos antes mencionados para plantas de esa edad.

Hay que añadir también que, aunque se toma como valores recomendados en velocidades 0,5 m/s y 3 m/s se valorará si existen velocidades inferiores contrarrestar la deposición de sales generada por esta baja velocidad con un sistema adecuado de purgas.

8. ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES.

Antes de entrar en detalle en el análisis de las soluciones se debe mencionar, aunque no es un requisito del sistema, que la instalación se proyecta para que su tiempo de explotación sea de 25 años, aunque normalmente para las instalaciones de riego el periodo de máximo de amortización es de 20 años si tenemos en cuenta el tiempo que tarda en producir una plantación trufera en ese periodo de 20 años es cuando nuestros beneficios empezarán a ser constantes.

8.1. Análisis del tipo de fuente de energía

Como bien se ha dicho anteriormente, las dos formas de alimentar al grupo de bombeo serían: En primer lugar, mediante un grupo electrógeno y en segundo lugar mediante una instalación fotovoltaica. A continuación, se analizarán las ventajas e inconvenientes de cada una y se decidirá cuál de las dos es mejor para nuestro sistema.

8.1.1. Grupo electrógeno

Los grupos electrógenos proporcionan energía eléctrica a sistemas que se encuentran aislados de la red eléctrica. Entre sus ventajas incluyen la gran variedad de tipos, tamaños y potencias que existen. El rango de potencias que el grupo puede generar es muy amplio, por ejemplo, consultando el catálogo del distribuidor Tecnoplus podemos observar grupos que van desde las 5 kVA hasta las 745 kVA pudiendo elegir también entre energía trifásica o monofásica.

Grupos Electr6genos 1500 RPM



SERIE P-MONO

Grupos Electr6genos equipados con motores PERKINS refrigerados por agua



Monof6sicos 230V - 50 Hz - 1500 RPM

GRUPOS ELECTROGENOS						VERSION ABIERTA						VERSION INSONORIZADA					
MODELO	KVA CONTINUO	KVA EMERGENCIA	Cos W	TIPO MOTOR	Normativa emisiones	CUADRO ¹² MANUAL CD1	CUADRO ¹² AUTOMATICO	VERSION ¹² AMF	DIMENSIONES (mm)	PESO (Kg)	CAPACIDAD DEPÓSITO (litros)	CUADRO ¹² MANUAL CD1	CUADRO ¹² AUTOMATICO	VERSION ¹² AMF	DIMENSIONES (mm)	PESO (Kg)	CAPACIDAD DEPÓSITO (litros)
P7 MONO	6,8	7,5	1	PERKINS 403A-11G1	No aplica	P7MB	P7MA	P7MF	1390x680x970	350	52 ¹⁰⁰	P7MSB	P7MSA	P7MSF	2000x875x1140	540	60
P10 MONO	9,6	10,5	1	PERKINS 403A-15G1	No aplica	P10MB	P10MA	P10MF	1390x680x970	360	52 ¹⁰⁰	P10MSB	P10MSA	P10MSF	2000x875x1140	550	60
P15 MONO	15,1	16,6	1	PERKINS 404A-22G1	No aplica	P15MB	P15MA	P15MF	1390x680x970	430	52 ¹⁰⁰	P15MSB	P15MSA	P15MSF	2000x875x1140	620	60
P22 MONO	22	24,0	1	PERKINS 1103A-33G	No	P22MB	P22MA	P22MF	1550x680x1550	770	52 ¹⁰⁰	P22MSB	P22MSA	P22MSF	2200x1000x1470	1120	87

Ilustraci3n 16 Ejemplo p6gina del cat6logo de Tecnoplus con grupos monof6sicos de diferentes kVA.

Fuente: Tecnoplus

A esto se le aade que, aunque existen de diversos tamaos, no suelen ocupar un espacio excesivo y adem6s tiene bastante flexibilidad ya que pueden funcionar a cualquier hora del d6a y durante periodos prolongados siempre y cuando tengan combustible suficiente.

Como inconvenientes, en primer lugar, hay que destacar que el combustible de los grupos electr6genos es combustible f3sil, entre otros inconvenientes esto significa que no es una energ6a renovable, que su precio es muy variable y que la combusti3n de este realizado en el motor de combusti3n interna genera gases contaminantes entre los que destaca el CO₂.

Adem6s de esto, los grupos electr6genos requieren un mantenimiento exhaustivo si se quiere alargar la vida 6til de estos y requieren tanto de mantenimiento preventivo, entre los que se incluir6an cambios de aceite y limpieza de filtros entre otros; como de revisiones peri3dicas. Esto implica que la instalaci3n de un grupo electr6geno implica un coste prolongado en el tiempo debido a este mantenimiento.

Se resumen las caracter6sticas antes descritas y que se consideran importantes en la siguiente tabla y seg6n el grado de cumplimiento lo clasificaremos como alto, medio o bajo:

	ALTO	MEDIO	BAJO
Tamao instalaci3n			✓
Mantenimiento	✓		
Inversi3n inicial		✓	
Flexibilidad de potencias	✓		
Contaminaci3n emitida	✓		

Tabla 5 Caracter6sticas de los grupos electr6genos.

Fuente: Elaboraci3n propia

8.1.2. Módulos fotovoltaicos

Como se ha dicho anteriormente, los módulos fotovoltaicos proporcionan una cantidad ilimitada de energía y limpia ya que su funcionamiento se basa en el aprovechamiento de la radiación solar para la generación de energía.

Los módulos fotovoltaicos tienen un coste elevado de inversión inicial, aunque muy escaso mantenimiento, debido a esto el coste por su mantenimiento a lo largo de toda su vida útil se suele estimar como un 1% de la inversión inicial, siempre y cuando no dispongan de baterías ni de servomotores para el seguimiento solar.

Los módulos solares otorgan flexibilidad a la hora de proporcionar diferentes potencias, voltajes y amperajes. A la hora de calcular las placas necesarias para una instalación los módulos, al tratarse de generadores de energía, funcionan como si fueran unas baterías o pilas: En serie se suman sus voltajes y en paralelo los amperajes. Esto hace también que para alcanzar voltajes muy altos se tengan que disponer de un número elevado de placas en serie y de la misma forma para alcanzar amperajes elevados se debe disponer de diversas filas de placas.

Entre las diversas opciones que se han presentado anteriormente, en este proyecto, se estudiarán las posibilidades de utilizar un sistema aislado estático o un sistema autónomo, sin seguimiento al sol, los primeros son más baratos al no precisar de mantenimiento para las baterías ni para los motores del seguimiento y los segundos encarecen su mantenimiento y a la necesidad de reponer las baterías una vez agotadas su vida útil.

Por último, destacar que en cualquier caso, es necesaria la optimización del ángulo de inclinación de las placas solares para conseguir la máxima producción de energía. Para la realización de esta optimización es necesario tener en cuenta las características del sistema a utilizar, si será útil la existencia de sobreproducción, si su funcionamiento será en algún periodo del año concreto o durante todo el año...

Del mismo modo que en el caso anterior se realiza una tabla resumen con las mismas características y su clasificación siguiendo los criterios anteriores:

	ALTO	MEDIO	BAJO
<i>Tamaño instalación</i>		✓	
<i>Mantenimiento</i>			✓
<i>Inversión inicial</i>		✓	
<i>Flexibilidad de potencias</i>	✓		
<i>Contaminación emitida</i>			✓

Tabla 6 Características de los sistemas fotovoltaicos aislados estáticos.

Fuente: Elaboración propia

	ALTO	MEDIO	BAJO
Tamaño instalación		✓	
Mantenimiento		✓	
Inversión inicial		✓	
Flexibilidad de potencias	✓		
Contaminación emitida			✓

Tabla 7 Características de los sistemas fotovoltaicos autónomos estáticos.

Fuente: Elaboración propia

8.1.3. Elección del tipo de fuente de alimentación

Para resumir las anteriores características se realiza la siguiente tabla:

	Tamaño instalación	Mantenimiento	Inversión inicial	Flexibilidad de potencias	Contaminación emitida
Grupo electrógeno	BAJO	ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO
Placas aisladas	MEDIO	BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO
Placas con baterías	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	BAJO

Tabla 8 Resumen de las características de las diferentes fuentes de alimentación.

Fuente: Elaboración propia

El objetivo principal que buscar en la fuente de alimentación es que su coste inicial y a largo plazo sea reducido, además se valora muy positivamente aquella fuente de alimentación que emita poca contaminación.

Teniendo en cuenta que tanto el grupo electrógeno como las placas solares tienen un coste inicial similar, quizás un poco más elevado para los módulos fotovoltaicos, se hace necesario intuir el coste a lo largo del tiempo que ambas generaran.

Para la alimentación con grupo existirán unos costes derivados del mantenimiento de este, además a estos costes se debe sumar el precio del combustible. De la misma forma que para el grupo, existe una serie de costes derivados del mantenimiento para las placas que utilizan baterías, aunque más reducidos que el del propio grupo.

Por último, las placas aisladas tienen un mínimo coste de mantenimiento si a esto se añade que las instalaciones fotovoltaicas acarrearán una serie de subvenciones que reducen el coste de la inversión inicial, el coste total queda bastante reducido.

Por tanto, teniendo en cuenta lo citado anteriormente, para la instalación del proyecto se emplearán módulos fotovoltaicos aislados (sin baterías) que aportarán la energía necesario para ambos bombeos.

8.2. Análisis del método de riego

Con los requisitos de riego antes mencionados tenemos dos grandes tipos de riego a elegir: El riego directo desde el pozo y el riego desde el pozo hasta una balsa para después bombear a las parcelas, a este segundo lo referiremos de ahora en adelante como riego a balsa.

8.2.1. Riego directo

Como bien se ha dicho anteriormente este tipo de riego consiste en utilizar directamente el agua del aforo del pozo en el riego de las parcelas. Este tipo de riego hace necesario que la bomba del pozo necesite aportar no solo la presión necesaria para extraer el agua del pozo sino además aportar un extra de presión para que se alcance la necesaria para que los microaspersores funcionen en el rango de presión que marca el fabricante.

Un cálculo rápido como punto de partida para el diseño de la bomba:

Instalando la bomba a 90 metros de profundidad, teniendo en cuenta que la profundidad de perforación es de 100 metros y que el nivel dinámico cuando el pozo extrae 25 m³/h baja hasta los 80 m, necesitaremos que el pozo eleve al menos esta altura.

Además de esta altura como se ha mencionado antes debemos asegurar que a los microaspersores llegue una presión adecuada, como por el camino tendremos pérdidas de carga causadas por el paso del caudal por las conducciones tomamos 25 mca como base en boca del pozo para poder aportar adecuadamente esta presión. A estas pérdidas de carga por fricción añadimos un extra para posibles pérdidas por accesorios (codos, tes, valvulería, filtros...), se tomará como extra un 20% de las pérdidas por fricción antes mencionadas.

Con esto la bomba deberá aportar, en metros de columna de agua:

$$\begin{aligned}H_{bomba} &= H + h_f + h_{fl} \\H_{bomba} &= 90 + 25 + 25 \cdot 0,2 \\H_{bomba} &= 115,2 \text{ mca} \approx 11,52 \text{ bar}\end{aligned}$$

Una vez obtenida la altura de impulsión de la bomba sería posible calcular la máxima potencia que aportaría la bomba en el caso de maximizar el caudal, es decir que aportara los 25 m³/h que se pueden extraer del pozo. En primer lugar calcularíamos la potencia hidráulica de la bomba como:

$$P_h = Q \cdot H \cdot \gamma$$

Donde Q es el caudal de la bomba en metros cúbicos segundo, H la altura a aportar en metros y γ es el peso específico del agua.

$$P_h = \frac{25}{3600} \cdot 115,2 \cdot 9800 = 7840 \text{ W} = 7,84 \text{ kW}$$

Para calcular la potencia eléctrica de debe tener en cuenta que las bombas no funcionan de forma ideal, por lo que requerirán de una potencia mayor para la obtención de la potencia hidráulica antes calculada. Este funcionamiento real de las bombas se tiene en cuenta mediante dos factores de eficiencia un primero de eficiencia eléctrica y otro segundo de eficiencia del motor que impulsa la maquina hidráulica.

Como punto de partida para tener una idea de la potencia que requerirá la bomba con este método de riego se otorgan los siguientes valores para las eficiencias: Para eficiencia mecánica η_m , la del motor, se utilizara un valor de 0,75 y para la eficiencia eléctrica η_e se otorga un valor de 0,90. Estos valores entran dentro de unos valores normales para estas eficiencias.

Aplicando ambos coeficientes la potencia eléctrica que se requerirá es la siguiente:

$$P = \frac{P_h}{\eta_m \cdot \eta_e} = \frac{7,84}{0,75 \cdot 0,9} = 11,61 \text{ kW}$$

Con este sistema de riego necesitaríamos pues como máximo una bomba de unos 11,61 kW que nos aportaría el caudal y altura necesarios para realizar el riego. Se debe tener en cuenta que como bien se ha dicho anteriormente, esta potencia se trata del máximo que se podría necesitar en la instalación, pero mediante la optimización del sistema sería posible que la bomba a instalar fuera de una potencia menor al máximo.

8.2.2. Riego a depósito o balsa

Si el anterior método de riego implicaba un bombeo directo desde el pozo hasta las parcelas que iban a ser regadas, este en cambio implica un paso intermedio. La bomba del pozo extraerá agua de este para bombearlo o bien a un depósito elevado o a una balsa, y posteriormente, mediante otra bomba o grupo de bombas se bombeará a las parcelas.

Podría ser posible que el depósito elevado se diseñará de tal forma que se podría prescindir del bombeo desde este hasta las parcelas, en cualquier caso, para este proyecto no se contemplará la posibilidad de bombear a un depósito elevado debido a, en primer lugar, las características del terreno, el encarecimiento de la obra debido a su construcción y evitar, en caso de alimentar al sistema de bombeo con generadores fotovoltaicos, la producción de sombras.

Este método de riego aporta más flexibilidad al sistema, añadiendo la balsa conseguimos una reserva de agua para posibles imprevistos. Además, con estos sistemas se presentan dentro del periodo mensual de riego, ciertos periodos en los que la bomba del pozo no es necesario que funcione y que permitiría su extracción para la realización de tareas de mantenimiento, de la misma forma que existen periodos en los que el bombeo de la balsa no estará en funcionamiento.

También habría que añadir que en caso de tener que reparar la bomba de pozo, sería posible alimentar la balsa mediante camiones cisternas si la avería se produjera en periodos de gran necesidad de aporte hídrico, aunque esto no sería vital en el presente proyecto debido a las características de las plantas cultivadas y que su cultivo habitual es el secano. De la misma forma si se presentará alguna avería en el bombeo de la balsa podrían ser sustituidos fácilmente por otra bomba eléctrica o con motor de combustión, que la remplace mientras dure el periodo de reparación.

Haciendo el mismo cálculo que en el apartado anterior es posible hacer una aproximación a la potencia que necesitaríamos para el bombeo del pozo. Teniendo en cuenta como anteriormente que el caudal a aportar será el máximo que nos permite el aforo y que, en cuanto a la altura, tan solo se necesitaría aportar la suficiente para vencer la profundidad del pozo y un extra para superar las pérdidas desde la boca del pozo hasta la balsa.

Teniendo en cuenta que la boca del pozo se encuentra en una parcela próxima a la parcela donde se ubicaría una posible balsa este extra, h_f , se estimara en un primer momento como 15 mca. Así los cálculos quedarían de la siguiente forma:

$$H_{bomba} = H + H_f$$

$$H_{bomba} = 90 + 15$$

$$Hb = 105 \text{ mca} \approx 10,5 \text{ bar}$$

$$P_h = Q \cdot H \cdot \gamma$$

$$P_h = \frac{25}{3600} \cdot 105 \cdot 9800 = 7145,8 \text{ W} = 7,15 \text{ kW}$$

$$P = \frac{P_h}{\eta_m \cdot \eta_e} = \frac{7,85}{0,75 \cdot 0,9} = 10,59 \text{ kW}$$

Aunque no supone un gran decremento de la potencia a instalar, esta reducción de potencia podría repercutir de forma significativa en el precio final de la bomba.

En cuanto a la bomba de la balsa, la limitación del caudal estará marcada por el aporte de agua que necesitarán las plantas y el que pueden aportar los microaspersores. El máximo de esta combinación se produciría si todas las parcelas fueran regadas a la vez con los microaspersores que más agua suministran. En lugar de realizar esta operación, si finalmente este método de riego es el seleccionado para el proyecto se optará por optimizar la bomba a colocar teniendo en cuenta la inversión inicial a realizar y los costes en el tiempo que tendría el sistema.

Por último, es necesario indicar que al tener que realizar una balsa y tener que adquirir dos sistemas de bombeo, uno para el pozo y otro para el bombeo desde balsa hasta las parcelas la inversión inicial a realizar es mayor que para un bombeo directo desde pozo.

8.2.3. Elección del método de riego

Con el análisis de las anteriores soluciones, se ha llegado a la conclusión de que a pesar de que el primero de los métodos resulta más económico que el segundo analizado, la flexibilidad y ahorro a largo plazo que puede suponer el segundo indican que es la mejor de las soluciones a aplicar.

8.3. Análisis de las redes de distribución

Las dos principales características a tener en cuenta en la red de distribución son el material de las cuales están compuestas y los diámetros de la red. La primera de las características marcará las propiedades mecánicas y físicas de la red y la segunda de ellas marcará las pérdidas de presión que tendrá el agua a lo largo de su recorrido por la red.

Hay que tener en cuenta que, para el presente proyecto, existen tres grupos diferenciados de redes de distribución: La primera, la tubería de extracción del pozo hasta la boca de este; La segunda, la red general de distribución incluida el tramo entre la boca del pozo y la balsa y, por último; la tercera, los ramales que alimentan cada fila de plantas de una parcela.

En cuanto a materiales, para los grupos antes descritos se estudiará: Para la tubería de extracción se estudiará el uso de uPVC o poliuretano, PU, para la red general de distribución se estudiará el PVC y el PE y para los ramales se obrará simplemente por utilizar PE.

8.3.1. Tubería de extracción del pozo

8.3.1.1. uPVC

El uPVC no es más que una variante del PVC (Policloruro de vinilo) en cuyo proceso de fabricación se reduce hasta el 5% o menos los componentes plásticos que lo forman o se emplean para su fabricación considerándolos como lubricantes. De este hecho proviene la u inicial de uPVC su designación completa sería "Unplasticized polyvinyl chloride" aunque no es habitual, también se le conoce como "rigid PVC", es decir, PVC rígido.

El uPVC, posee unas paredes internas más lisas que el PVC, es decir un menor coeficiente de fricción, además de funcionar en una gama amplia de presiones y temperaturas (entre 5°C y 50°C). En comparación que el PVC común es más resistente, rígido y tiene buenas propiedades de protección y resistencia frente a los rayos ultravioleta.

Su empleo está muy extendido y muy diversificado, se pueden emplear en marcos de ventanas, tuberías, azulejos plásticos, botellas. Aunque comúnmente se utilizan para líneas de alcantarillo y drenaje exterior debido a su rigidez, resistencia y su precio económico.



Ilustración 17 Tubería de uPVC.

Fuente: Proindesca

En cuanto a su uso para red de extracción de agua de un pozo, entre otras el uPVC presenta las siguientes ventajas: Es ligero, lo que propicia un montaje más rápido, no sufre electrolisis debido a la salinidad del agua, es resistente a la presión y a las tensiones que pueda generar el peso de la bomba, al tener una pared interior tan lisa la pérdida de carga es menor y además impide la incrustación de calcáreas.



Ilustración 18 Tubería de uPVC para pozos.

Fuente: Easypipe

8.3.1.2. Poliuretano PU

El poliuretano se trata de un polímero que se puede encontrar en diversos estados, pero para este caso se analizará sus propiedades como termoplástico. Principalmente se caracteriza por tener excelente resistencia a la abrasión, desgaste, resistencia y durabilidad así como flexibilidad y bajo coeficiente de fricción.

Entre sus usos más comunes como termoplástico se encuentran la fabricación de piezas de automóviles, suelas de calzado, moldes para fabricación y adhesivos. Su uso está muy extendido debido a que, a su versatilidad, se puede conseguir una dureza prácticamente personalizada pudiendo encontrarse poliuretano muy blando como el caucho o tan duro como plásticos rígidos.

Este material es utilizado por algunas empresas para la elaboración de mangueras flexibles utilizadas para la extracción de agua de pozo. Estas tienen menor peso que las tuberías rígidas, lo que implica un menor tiempo de montaje y coste de instalación.

Igual que las tuberías de uPVC tiene gran resistencia a la corrosión y evita las incrustaciones de calcáreas, pero al tratarse de manguera flexible absorben mejor las vibraciones y los posibles golpes de ariete generados durante la extracción.



Ilustración 19 Manguera flexible Rylbrun (poliuretano) de TIPSA.

Fuente: TIPSA

8.3.1.3. Policloruro de vinilo PVC

Como se ha citado antes brevemente en la descripción del uPVC, las siglas PVC corresponden al material denominado como Policloruro de vinilo. Su obtención se basa en la polimerización del monómero del cloruro de vinilo.

Su empleo en tuberías presenta un amplio rango de resistencia a la presión, una buena rigidez y un buen coeficiente de fricción que reduce las pérdidas de presión.

El tubo de PVC tiene un coste de montaje y colocación reducido debido a su ligereza y a la facilidad para unir a él accesorios mediante cola para PVC de presión, además de ser fácilmente soldable mediante el aporte de calor. Su montaje más común es el enterrado, ya que la radiación de los rayos ultravioleta provoca en este una degradación a largo plazo.



Ilustración 20 Tubería de PVC en zanja para posterior soterramiento.

Fuente: Hidronosa

8.3.1.4. Polietileno PE

El polietileno se trata de un termoplástico que se obtiene de la polimerización del etileno y la adición de plastificante, en tuberías su aspecto suele ser de color negro para protegerlas de la luz solar.

A diferencia del PVC, el polietileno posee menor resistencia por lo que para conseguir resistencias similares es necesario dotar a la tubería de espesores más grandes, este hecho a su vez implica una reducción del diámetro interior de la tubería lo que provoca un incremento en las pérdidas por rozamiento de la tubería.

Como ventajas las tuberías de polietileno poseen una gran flexibilidad y es posible su almacenamiento en rollos de tubo, además son bastante más económicas que las tuberías de PVC.

Es posible utilizarlas para la red general de distribución, pero su uso más común es en los ramales y redes secundarias.



Ilustración 21 Rollo de tubo de polietileno DN100 y PN16.

Fuente: Poolaria

8.3.2. Elección de los materiales de las redes de distribución

Como bien se ha descrito anteriormente, en el proyecto se distinguen tres tramos diferentes de tubería de distribución, y para cada uno, teniendo en cuenta las características analizadas de cada uno de los materiales, se han seleccionado los siguientes para cada tramo:

- **Tubería de extracción del pozo:** Comparando ambos materiales y viendo las recomendaciones de los fabricantes, para el caudal de la instalación se observa que los diámetros recomendados por cada uno de ellos varía. Para la manguera de poliuretano el mínimo diámetro que se oferta es de 2", con esta el fabricante recomienda un caudal máximo de 30 m³/h y una presión máxima admisible de 250 mca, con un precio aproximado de 25,43 €/metro.

Mientras que para las mismas condiciones para tubería de uPVC el diámetro que se recomienda es de 2 ½" y con una presión máxima de hasta 160 mca, en su versión STANDARD, el precio en este caso sería de 35 €/barra, con una medida para cada barra de 3 metros, es decir por metro el precio equivalente sería 11,67 €/metro.

Por lo que observando las características de la instalación con la tubería de uPVC 2 ½" STANDARD, como primera aproximación se cumpliría con los requisitos de diseño del pozo a un precio más rentable.

- **Tubería de la red general de distribución:** Para este caso los dos materiales a estudiar eran el PVC y el PE, el primero de ellos proporciona para la misma presión admisible un diámetro interior mayor, menor espesor de la pared de la tubería, esto implica que se tendrán menores pérdidas de carga para los mismos diámetros nominales.

En cuanto al montaje de tubería el PVC permite un montaje más rápido tanto en el acoplamiento de tubos como en la colocación de accesorios debido a que la unión en ambos casos se realiza mediante un adhesivo para PVC y además aseguran una unión estanca. En cambio, para realizar unión de PE, o bien se necesitan accesorios para realizar empalmes entre tubos, cosa que provoca una unión menos estanca; o bien se realiza la unión de tubo mediante aporte de calor.

Teniendo en cuenta esto, en el proyecto se utilizará tubería de PVC para el tramo de red general de distribución.

- **Tubería de las redes laterales o ramales:** Anteriormente se ha mencionado que para los ramales que partirán de la tubería general se utilizara PE, esto se debe a que al no tener que aguantar presiones tan elevadas como la tubería general se puede utilizar tubos de polietileno con menor presión nominal admisible y por tanto con menor espesor de pared, que como se ha comentado en el anterior punto influirá en las pérdidas de carga que tendrá el ramal. Además, el PE permite una instalación más rápida en este caso, ya que al no tener que ser excavada la zanja simplemente se extienden los ramales entre las plantas y se conectan a la red general de distribución.

8.4. Solución final: Primera aproximación

Con las diferentes soluciones que se han analizado en los anteriores apartados y teniendo en cuenta que se ha seleccionado para cada uno de los campos a estudio la más adecuada para el proyecto, haciendo una recopilación se llega a la conclusión que:

La instalación constará de un bombeo desde el pozo que se encuentra en las cercanías de la parcela 181, hasta una balsa que será excava en la parcela antes mencionada. La balsa será calculada para que tenga la suficiente capacidad para abastecer las necesidades hídricas mensuales de las plantas y el óptimo crecimiento de estas y las trufas. Y en cuanto al bombeo del pozo, este se diseñará para poder extraer el máximo caudal, a la presión necesaria para poder extraer el agua del pozo y llevarla hasta la balsa; este caudal será extraído por una tubería de uPVC diseñada para extraer el caudal necesario minimizando las pérdidas de carga.

Desde la balsa, se instalará otro bombeo que será el que aporte el agua necesaria para abastecer a la red de distribución. Este bombeo será optimizado para que la inversión inicial y el coste a lo largo del tiempo sea el más reducido posible, en esta, se tendrá en cuenta los costes de mantenimiento del bombeo y la inversión tanto del precio del propio bombeo como de la tubería que requerirá en función de la presión que aportará.

Como se puede observar, la optimización no se ha realizado según el consumo eléctrico que realizara el bombeo como suele ser más común. Este hecho se debe a que, según el análisis de la fuente de alimentación, se opta por alimentar ambos grupos de bombeo mediante un sistema de generación fotovoltaico.

Además, ambos bombeos deberán tener tiempos de funcionamiento optimizados para que la suma de ambos no supere las horas disponibles de sol al mes, empleando como días totales de un mes 20 días para evitar funcionamiento en fines de semana y festivos.

El sistema fotovoltaico se diseñará utilizando como base del diseño las características del bombeo con mayor requisito de potencia. Este diseño, incluye una optimización para el cálculo de las mínimas placas necesarias para el óptimo funcionamiento y adecuada alimentación de ambos bombeos. Esta optimización se realizará para el mes más desfavorable en cuanto a energía en forma de radiación, que puede aportar el sol y para el ángulo que maximice la captación de esta radiación.

Se incorporará a la instalación los equipos necesarios para asegurar un buen funcionamiento mediante energía solar por parte de los sistemas de bombeo. Entre otros equipos, se incorporará un variador de frecuencia para conseguir que la bomba funcione a diferentes frecuencias y que sea capaz de aportar caudal de agua en función de la radiación solar disponible. Además, con el mismo sistema solar se alimentarán los dos bombeos por lo que se deberá, en primer lugar, asegurar que el bombeo del pozo y el de la balsa no funcionen al mismo tiempo y, en segundo lugar, instalar un regulador de carga que aporte la potencia eléctrica que necesita cada uno de ellos sin excederla.

En próximos apartados se realizará una descripción de ciertas observaciones que se deben tener en cuenta sobre los movimientos solares y su influencia en los módulos fotovoltaicos, así como los equipos necesarios para un correcto funcionamiento.

Siguiendo con la aproximación a la solución final de la instalación, y continuando con el recorrido del agua hasta las plantas, se presenta la solución adoptada para las redes de distribución generales y los ramales. La tubería general de distribución se realizará en tubería de PVC, y de ella partirán los ramales que alimentaran a cada hilera de plantas, esta red general será enterrada por lo que será necesario la realización de una zanja donde ser colocada.

Los diámetros de ambas serán aquellos que, para el caudal calculado durante la optimización de la bomba optimice la instalación para el caso de la red general y para los ramales se calculará el diámetro suficiente para conseguir que en el tramo más desfavorable (Aquel que sea más largo y por el que circule más caudal) se asegure una presión suficiente para el funcionamiento de los microaspersores, dentro de las recomendaciones que indica el fabricante.

Otro factor importante para el diseño de las diferentes tuberías es la presión que tendrán que soportar, en este sentido cobra especial relevancia observar el desnivel de la parcela. Una observación por encima de las elevaciones de las parcelas permite comprobar que entre la parcela donde se ubicará el pozo y la parcela más baja existe un desnivel de 30 metros, lo producirá una presión extra de 30 mca, unos 3 bares de presión. Este desnivel también podría ser aprovechado para realizar el aporte de agua de ciertas parcelas sin la necesidad de bombeo.

Por último, al observar el desnivel y para asegurar que todas las plantas reciben el mismo aporte de caudal, aunque existan diferencias de presiones entre los microaspersores, se opta por utilizar microaspersores autocompensantes, como se anunció durante la descripción de estos equipos. Aunque la base de los microaspersores será igual, al existir plantas de diferentes edades y proyectarse el riego de las plantas hasta su desarrollo de máxima necesidad hídrica, se hace necesario la colocación de diferentes boquillas en los microaspersores que aportaran diferentes caudales a diferentes distancias según las preinscripciones del fabricante.

9. SOLUCIÓN FINAL

9.1. Aforado del pozo

Antes de entrar en la descripción final de la instalación a realizar es necesario hacer un apunte: Como se ha dicho la instalación se ha diseñado en base a unos datos facilitados por el propietario de la finca, entre los que se incluían unos niveles estáticos, dinámicos y un caudal de extracción del pozo. Un aforado hecho correctamente aportará datos sobre el comportamiento del pozo para un caudal a un tiempo determinado, esto permite tener un punto de partida más fiable para el diseño del pozo, ya que marca realmente cuál será el caudal máximo para extraer que permite la regeneración del acuífero.

Si se excede este caudal máximo, se encuentran problemas de sobreexplotación del acuífero y esto podría ocasionar que la bomba del pozo empezara a extraer barro o a funcionar en vacío lo que provocaría una rotura de la bomba.

Es por eso por lo que la primera recomendación que se hace es la de la realización de un aforo correctamente, para asegurar que toda la instalación posterior funcionará correctamente.

A groso modo, podríamos distinguir dos métodos diferentes de aforar los pozos. Ambos grupos engloban a diferentes métodos específicos de aforamiento pero que comparten unas características comunes.

A continuación, se exponen los dos grandes grupos de aforado existentes y sus variantes:

- **Métodos de caudal constante:** Estos métodos se basan en la utilización de un caudal determinado que permanecen constante durante todo el tiempo del ensayo. Dentro de este método se pueden distinguir dos variables.

- **Métodos de régimen permanente:** Son aquellos en los que el nivel permanece prácticamente invariable después de un tiempo de estabilización, la metodología de este tipo de ensayo es bastante simple y requiere de pocas mediciones de campo.

En primer lugar, se mide los niveles de profundidad de agua del pozo a estudiar y de los pozos de sondeo realizados alrededor del pozo principal si existieran.

Una vez realizadas las mediciones se empieza a bombear un caudal constante y transcurridas varias horas o días, se realizan mediciones de los niveles para comprobar su descenso. Una vez realizadas varias mediciones y comprobado

que los niveles de los diferentes pozos se han estabilizado, se toman las medidas de estos niveles y se obtienen las depresiones causadas por el bombeo de ese caudal constante.

Con estas mediciones, aplicando alguno de los métodos de régimen permanente existente, se modeliza el comportamiento del pozo.

Por tanto, estos métodos de aforamiento permiten la realización rápida de una aproximación al comportamiento del pozo, pero no son los más adecuados para una correcta modelización.

- **Métodos de régimen variable:** Estos métodos se basan en la interpretación de la evolución de los niveles a lo largo del ensayo. Igual que para el método anterior un primer paso es la medición de los niveles iniciales del pozo principal y de los pozos sondeo si existiesen.

Tras medir estos niveles se arranca la bomba, también a caudal constante, pero las mediciones se realizarán esta vez de forma que su distribución se haga de la forma más uniforme posible en una escala logarítmica.

- **Método a caudal variable:** A diferencia de los anteriores métodos estos utilizan de diversos caudales a lo largo de la prueba, estos otorgan una modelización del pozo más próxima a su comportamiento real. También podemos diferenciar dos variantes:

- **Método de bombeo a caudal crítico:** En este método se mantiene el nivel dinámico hasta el nivel donde la bomba está instalada, mientras este ocurre se van midiendo la variación de los caudales en el tiempo. Este tipo de aforos es común en acuíferos que se encuentran por encima del nivel freático.
- **Método de bombeo de los caudales escalonados:** Este método modela el comportamiento del pozo mediante la variación del caudal a extraer. Se bombean caudales de forma creciente, pero siempre guardando relación entre los aumentos, y sin realizar grandes escalones entre ellos.

El tiempo de bombeo no tiene por qué extenderse hasta la estabilización de los niveles, se puede conseguir una buena modelización del pozo manteniendo cada caudal entre 1 y 2 horas. Para la realización de esta variación de caudales es común utilizar una misma bomba funcionando a diferentes frecuencias mediante un variador de frecuencia.

Para el presente proyecto se preverá la realización de un aforamiento del pozo mediante el último de los métodos descritos, bombeo de caudales escalonados, ya que es el que más información aportará sobre el comportamiento del pozo a lo largo del tiempo y el que mejor lo modelizará.

9.2. Instalación final

La instalación final contará en primer lugar con 57 módulos fotovoltaicos conectados en 3 filas de 16 series, con una inclinación de 62° y cuyas conexiones irán recogidas en una caja de "strings" y de ahí serán llevadas, mediante cable de 1x6 mm² a un cuadro que contará con un inversor DC/AC, un regulador de carga, un filtro sinusoidal y un variador de frecuencia.

Desde el cuadro se alimentarán las dos bombas que componen la instalación una primera sumergible que se encontrará en el pozo capaz de aportar 25 m³/h a 113 mca de presión, que según el aporte de las placas, funcionará durante las horas centrales del día aportando 72 m³/d y será conectada mediante cable de sección 3x6 mm², se instalará una segunda bomba vertical con un caudal de 19 m³/h a 25 mca la cual tomará el agua de una balsa con un volumen total de 1.000 m³, que debido a las condiciones de trabajo tendrá un tiempo de llenado de aproximadamente 12 días hasta alcanzar el volumen necesario para aportar el agua necesaria a un riego.

La extracción del agua desde el pozo se realizará mediante una tubería de U-PVC DN65 y desde la salida del pozo hasta la balsa se realizará con tubería de PVC DN75, mientras que la red general de distribución que irá hasta las parcelas irá en tubería de PVC DN75, las tuberías de los sectores 1, 2, 4 y 5 serán de PVC DN63 en cambio la del sector 3 desde la parcela 189 hasta la 190 será de PE DN32.

La sectorización se realizará con válvulas de mariposa manuales de DN63, y para los ramales se empleará PE DN32 para las parcelas 174 y 185 y PE DN25 para al resto estos irán conectados mediante collarines toma a la red del sector.

Por último, se instalarán microaspersores autocompensantes subárbores con un caudal de 110 l/h. El tiempo aproximado de riego por sector según los cálculos realizados en el anexo I, será de 9 y se deberá realizar debido al aporte solar en dos días un primero de 6 horas y un segundo 3 horas. Con esto el ciclo de riego se realizará en 7,5 días y el ciclo completo de llenado de balsa y riego se realizará en 19,5 días.

Los detalles de las características de los equipos, tuberías y cables empleados vendrán detallados en el pliego de condiciones. Este no incluirá detalles sobre las dimensiones finales de la balsa, pero sí sobre la tela impermeabilizadora de esta, de la misma forma tampoco se fijarán las condiciones de las estructuras que soportarán las placas más que el ángulo de inclinación de estas.

10. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

Mediante el programa Project Libre se realizan un diagrama de Gantt con las tareas a ejecutar y su tiempo de ejecución. Las tareas a ejecutar son las enunciadas en el pliego de condiciones y su listado es el siguiente:

	🕒	Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Predecesores
1		Hormigonado de la base d...	0,062 days	10/09/18 8:00	10/09/18 8:29	
2	🕒	Montaje de la columna de ...	1 day	10/09/18 8:29	11/09/18 8:29	1
3		Colocación y acondiciona...	0,125 days	11/09/18 8:29	11/09/18 9:29	2
4		Zanjeado	3,625 days	10/09/18 8:00	13/09/18 14:00	
5		Montaje de tubería de poz...	0,125 days	13/09/18 14:00	13/09/18 15:00	3,4
6		Montaje de tubería de aspi...	0,125 days	11/09/18 9:29	11/09/18 10:29	3
7	🕒	Montaje red general de dis...	1,75 days	13/09/18 14:00	17/09/18 11:00	4;6
8	🕒	Relleno de zanja	0,75 days	17/09/18 11:00	18/09/18 9:00	7
9	🕒	Instalación de ramales	1 day	17/09/18 11:00	18/09/18 11:00	7
10		Montaje de los microasper...	2 days	18/09/18 11:00	20/09/18 11:00	9
11		Montaje de estructura de L...	0,25 days	10/09/18 8:00	10/09/18 10:00	
12		Colocación y conexión de L...	2,25 days	10/09/18 10:00	12/09/18 13:00	11
13		Montaje del cuadro electrico	0,25 days	12/09/18 13:00	12/09/18 15:00	12
14		Conexionado de bombas y...	0,5 days?	12/09/18 15:00	13/09/18 10:00	13;3

Tabla 9 Listado de las tareas a ejecutar y su duración en días y dependencias.

Fuente: Elaboración propia mediante ProjectLibre

El diagrama de Gantt teniendo en cuenta las tareas y su dependencia quedaría de la siguiente forma:

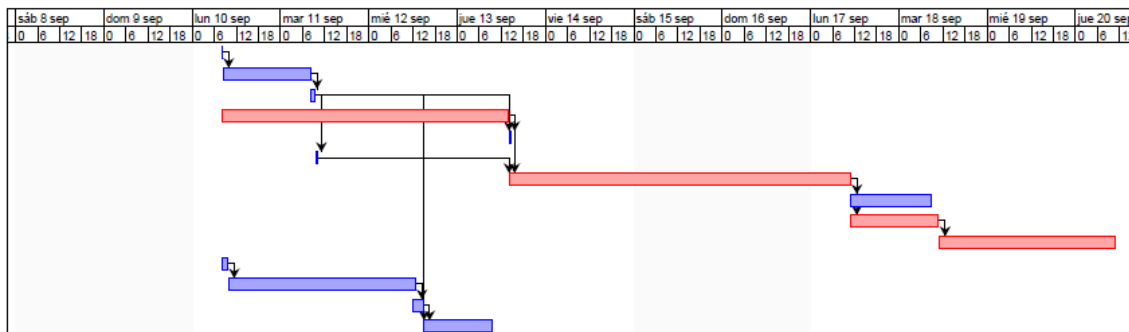


Ilustración 22 Diagrama de Gantt de las tareas a ejecutar la puesta en marcha de la instalación

Fuente: Elaboración propia mediante ProjectLibre

Observando la ilustración podemos determinar que el plazo de ejecución de la obra en condiciones favorables será de 10 laborables o 12 días naturales.

11. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

A continuación se presenta el resumen del presupuesto para la instalación proyectada:

CAPITULO I: EXTRACCIÓN DE AGUA DE POZO	8.8889,87 €
CAPITULO II: INSTALACIÓN DE RED RIEGO PARA CARRASCA	10.834,81 €
CAPITULO III: INSTALACIÓN ELECTRICA	15.946,41 €
MANO DE OBRA	3.272,5 €
MAQUINARIA	796,62 €
Presupuesto de Ejecución de Material (PEM)	39.158,35 €
20% gastos generales y cargas fiscales	7.831,67 €
SUMA	46.990,02 €
6% Beneficio Industrial	2.819,40 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)	49.809,42 €
7% Proyecto y dirección de obra	3.486,66 €
TOTAL	53.296,08 €
TOTAL+21% IVA	64.488,26 €

12. VIABILIDAD ECONÓMICA

Una vez resumido el presupuesto para la realización del proyecto es momento de calcular la viabilidad de este económicamente hablando. Obviamente antes de realizar la inversión en dicho proyecto es necesario saber si este genera unas ganancias que superarán a la inversión realizada y además es necesario hacerse una idea de cuándo se recuperará la inversión y se tendrán ganancias.

Para ello existen una serie de indicadores económicos que pueden ser calculados para tener una idea de la viabilidad del proyecto. Estos indicadores son el VAN, el TIR y el PR.

El presente estudio se realiza con un horizonte de 25 años y se utiliza para los cálculos un IPC del 1,18% y un Ir del 1,35%, teniendo esto en cuenta, vamos a desglosar el estudio según las diferentes variables antes mencionadas.

12.1. Ingresos

Antes de entrar en el cálculo de los indicadores de viabilidad económica se hace necesario aclarar los ingresos que va a generar una plantación trufera. En primer lugar, hay que tener en cuenta que existen tres escenarios posibles para la producción de trufa en función de las características del terreno: Terreno con alta aptitud, Terreno con media aptitud y terreno con baja aptitud.

Esta aptitud del terreno influye en la producción trufera:

Productividad de la plantación trufera según su aptitud y su edad			
	10-20 años Kg/ha/año	20-30 años Kg/ha/año	Hasta 50 años Kg/ha/año
Alta	30	60	90
Media	15	30	45
Baja	3	6	9

Tabla 10 Producción trufera según la aptitud del terreno y la edad de la planta embrión.

Fuente: El origen de la trufa

Así pues, se presentarán tres escenarios posibles para el cálculo tanto de los ingresos como de todos los indicadores económicos, un primero optimista considerando el terreno de altitud alta, un segundo realista con el terreno medio y un último pesimista con el terreno de baja aptitud.

Como se observa también influye en la producción de trufa la edad de la planta, por lo que es un factor para tener en cuenta. En cuanto al precio, este ronda entre los 500 o 800 euros el kilo, puesto que el mercado es muy variable se toma un valor medio de 650 euros para realizar los cálculos de ingresos.

En las siguientes tablas se recogen los ingresos anuales teniendo en cuenta la producción la producción de cada uno de los escenarios:

Ingresos escenario optimista

Año	Edad Media Plantación	Superficie produciendo carrascas con 10 años	Superficie produciendo carrascas con 20 años	Kilos obtenidos	Ingresos
1	2,42	0	0	0	0,00 €
2	3,44	0	0	0	0,00 €
3	4,44	0	0	0	0,00 €
4	5,44	0,3132	0	9,396	6.107,40 €
5	6,44	0,3132	0	9,396	6.107,40 €
6	7,44	0,8807	0	26,421	17.173,65 €
7	8,44	0,8807	0	26,421	17.173,65 €
8	9,44	0,8807	0	26,421	17.173,65 €
9	10,44	3,8924	0	116,772	75.901,80 €
10	11,44	3,8924	0	116,772	75.901,80 €

11	12,44	3,8924	0	116,772	75.901,80 €
12	14,44	3,8924	0	116,772	75.901,80 €
13	15,44	3,8924	0	116,772	75.901,80 €
14	16,44	3,8924	0	116,772	75.901,80 €
15	17,44	3,8924	0	116,772	75.901,80 €
16	17,44	3,8924	0	116,772	75.901,80 €
17	18,44	3,8924	0	116,772	75.901,80 €
18	19,44	3,8924	0	116,772	75.901,80 €
19	20,44	3,8924	0	116,772	75.901,80 €
20	21,44	3,8924	0	116,772	75.901,80 €
21	22,44	3,8924	0	116,772	75.901,80 €
22	23,44	3,8924	0	116,772	75.901,80 €
23	24,44	3,8924	0	116,772	75.901,80 €
24	25,44	3,5792	0,3132	126,168	82.009,20 €
25	26,44	3,5792	0,3132	126,168	82.009,20 €

Tabla 11 Ingresos anuales para el escenario optimista.

Fuente: Elaboración propia

Ingresos escenario realista

Año	Edad Media Plantación	Superficie produciendo carrascas con 10 años	Superficie produciendo carrascas con 20 años	Kilos obtenidos	Ingresos
1	2,42	0	0	0	0,00 €
2	3,44	0	0	0	0,00 €
3	4,44	0	0	0	0,00 €
4	5,44	0,3132	0	4,698	3.053,70 €
5	6,44	0,3132	0	4,698	3.053,70 €
6	7,44	0,8807	0	13,2105	8.586,83 €
7	8,44	0,8807	0	13,2105	8.586,83 €
8	9,44	0,8807	0	13,2105	8.586,83 €
9	10,44	3,8924	0	58,386	37.950,90 €
10	11,44	3,8924	0	58,386	37.950,90 €
11	12,44	3,8924	0	58,386	37.950,90 €
12	14,44	3,8924	0	58,386	37.950,90 €
13	15,44	3,8924	0	58,386	37.950,90 €
14	16,44	3,8924	0	58,386	37.950,90 €
15	17,44	3,8924	0	58,386	37.950,90 €
16	17,44	3,8924	0	58,386	37.950,90 €
17	18,44	3,8924	0	58,386	37.950,90 €
18	19,44	3,8924	0	58,386	37.950,90 €
19	20,44	3,8924	0	58,386	37.950,90 €
20	21,44	3,8924	0	58,386	37.950,90 €
21	22,44	3,8924	0	58,386	37.950,90 €

22	23,44	3,8924	0	58,386	37.950,90 €
23	24,44	3,8924	0	58,386	37.950,90 €
24	25,44	3,5792	0,3132	63,084	41.004,60 €
25	26,44	3,5792	0,3132	63,084	41.004,60 €

Tabla 12 Ingresos anuales para el escenario realista.

Fuente: Elaboración propia

Ingresos escenario pesimista

Año	Edad Media Plantación	Superficie produciendo carrascas con 10 años	Superficie produciendo carrascas con 20 años	Kilos obtenidos	Ingresos
1	2,42	0	0	0	0,00 €
2	3,44	0	0	0	0,00 €
3	4,44	0	0	0	0,00 €
4	5,44	0,3132	0	0,9396	610,74 €
5	6,44	0,3132	0	0,9396	610,74 €
6	7,44	0,8807	0	2,6421	1.717,37 €
7	8,44	0,8807	0	2,6421	1.717,37 €
8	9,44	0,8807	0	2,6421	1.717,37 €
9	10,44	3,8924	0	11,6772	7.590,18 €
10	11,44	3,8924	0	11,6772	7.590,18 €
11	12,44	3,8924	0	11,6772	7.590,18 €
12	14,44	3,8924	0	11,6772	7.590,18 €
13	15,44	3,8924	0	11,6772	7.590,18 €
14	16,44	3,8924	0	11,6772	7.590,18 €
15	17,44	3,8924	0	11,6772	7.590,18 €
16	17,44	3,8924	0	11,6772	7.590,18 €
17	18,44	3,8924	0	11,6772	7.590,18 €
18	19,44	3,8924	0	11,6772	7.590,18 €
19	20,44	3,8924	0	11,6772	7.590,18 €
20	21,44	3,8924	0	11,6772	7.590,18 €
21	22,44	3,8924	0	11,6772	7.590,18 €
22	23,44	3,8924	0	11,6772	7.590,18 €
23	24,44	3,8924	0	11,6772	7.590,18 €
24	25,44	3,5792	0,3132	12,6168	8.200,92 €
25	26,44	3,5792	0,3132	12,6168	8.200,92 €

Tabla 13 Ingresos anuales para el escenario pesimista.

Fuente: Elaboración propia

12.2. Inversión inicial

La inversión se trata del capital inicial a aportar para poner en marcha la instalación, dentro de este capital se engloba la adquisición de los equipos y conducciones a adquirir y la mano de obra de la instalación.

A diferencia del anterior apartado la inversión inicial es igual para todos los escenarios y su coste total es el que se presenta en el presupuesto de la instalación:

$$\textit{inversión inicial} = 64.488,26 \text{ €}$$

Al tratarse de una instalación fotovoltaica es posible obtener una serie de ayudas económicas aportadas por las autoridades gubernamentales. En este caso, al realizarse la instalación proyectada en la provincia de Zaragoza, el gobierno de Aragón y FEDER (Fondo Europeo de Desarrollo Regional) aportan las siguientes financiaciones para los proyectos:

Una subvención de un 40% del coste del proyecto en el caso de particulares, mientras que para las empresas privadas y autónomos se subvencionará el 60% del coste. En el caso de las entidades sin ánimo de lucro y las comunidades de propietarios será el 50% coste del proyecto lo que se subvenciona y, por último, para las entidades locales un 70% del proyecto.

El presente proyecto se encuentra enmarcado en el segundo grupo, proyectos para empresas privadas y autónomos por tanto es posible recibir una subvención del 60%.

Teniendo en cuenta esta subvención la inversión inicial a realizar finalmente supondría:

$$\textit{inversión inicial} = 25.795,30 \text{ €}$$

Pero a la hora de realizar los cálculos que impliquen el uso de la inversión inicial se tendrá en cuenta la que habría que realizar sin inversión para tener en cuenta el escenario más desfavorable.

12.3. Amortización

Por amortización se entiende, a la asignación de una partida al presupuesto para la renovación del equipo que se ha adquirido y cuya idea es renovar después de su desgaste. Al final del periodo de amortización se poseerá un fondo que podrá ser utilizado para la renovación de los bienes productivos.

Esta amortización debe ser contada dentro de los gastos indirectos y para el cálculo del flujo de caja.

Para el presente proyecto se toma como amortización los equipos de bombeo, así como los generadores fotovoltaicos y sus equipos necesarios para la utilización. Así lo equipos a amortizar y su coste de amortización serán los siguientes:

Equipo a amortizar	Coste (€)
Electrobomba CAPRARI E6X50/15 + MAC61A-8V	3605,48
Electrobomba CAPRARI CVX201/2 + E0220T212-V	1570,25
Módulo fotovoltaico Yingli Solar YL330PD-35B	7968
TOTAL	13.1413,73

Tabla 14 Equipos a amortizar y su coste.

Fuente: Elaboración propia

$$\text{amortización anual} = 525,75 \text{ €}$$

La amortización anual se obtiene al dividir el total a amortizar entre los años de amortización. Y esta amortización anual será la partida anual que se destina para dicho fin. Y la amortización para cada año se ve reflejada en la siguiente tabla:

Año	Amortización con IPC (€)
1	525,75
2	531,95
3	538,23
4	544,58
5	551,01
6	557,51
7	564,09
8	570,74
9	577,48
10	584,29
11	591,19
12	598,16
13	605,22
14	612,36
15	619,59
16	626,90
17	634,30
18	641,78
19	649,36
20	657,02
21	664,77
22	672,62
23	680,55
24	688,58
25	696,71

Tabla 15 Tabla con las partidas anuales destinadas a la amortización.

Fuente: Elaboración propia

Donde la amortización se calcula como:

$$\text{Amortización} = \text{Coste}_{\text{bienes}} \cdot (1 + \text{IPC})^{n-1}$$

12.4. Gastos

Se entiende como gasto al dinero que es necesario ir aportando para mantener la instalación en funcionamiento, estos se producen a lo largo de la vida útil de esta a diferencia de la inversión inicial que se abona al principio de la instalación.

Dentro de los gastos existen dos variantes: Una primera llamada gastos fijos y la segunda llamada gastos variables.

A continuación, se definen ambos tipos de gastos y se enuncian las repercusiones que tienen en el presente proyecto.

12.4.1. Gastos fijos

Los gastos fijos hacen referencia a aquellos que se deben realizar independientemente de la producción. Entre ellos se incluyen gastos como telefonía, electricidad, pago de nóminas...

En el caso del presente proyecto el único gasto fijo que no está asociado a la producción será el mantenimiento de los propios módulos, estas deben de tener un correcto mantenimiento que se basa la limpieza de su superficie. Es posible estimar el total del coste de este mantenimiento como un 1% del total del coste debido a su bajo precio.

Este coste total de mantenimiento será necesario dividirlo entre el número total de años para el cual se ha diseñado la instalación.

$$\text{coste mantenimiento placas} = 7968 \cdot 0,01 = 79,68 \text{ €}$$

$$\text{Gasto fijo} = 3,18 \text{ €}$$

12.4.2. Gastos variables

A diferencia de los gastos fijos, los gastos variables, dependen de la producción y vienen definidos normalmente por el número de productos manufacturados. Sin embargo, para la explotación trufera vienen definidos por la etapa productiva independientemente del número de trufas recolectadas. Así existen dos periodos, un primero no productivo donde no existirán gastos variables y un segundo productivo donde sí se deben tener en cuenta.

En el caso de la instalación proyectada los principales gastos asociados a la plantación son los invertidos en el mantenimiento de las plantas y recolección de la trufa.

En primer lugar, en cuanto al mantenimiento de las plantas, hay que indicar que es una labor a realizar anualmente y dentro de esta entraría la poda y limpieza del terreno. Este coste de mantenimiento asciende a 525€ para los periodos no productivos por año y hectárea y a 575€ por año y hectárea para los periodos productivos según un estudio de Asun Quintana publicado en la revista, Sustrai: revista agropesquera.

Siguiendo el mismo estudio, en cuanto a la recolección trufera, es necesario la adquisición y manutención de un perro trufero, este coste asociado al periodo de producción tiene un coste

total de 280 € por año y hectárea. Por otra parte la recolección en sí de la trufa tiene un coste 225 € por año y hectárea producido.

Haciendo recopilación de los gastos se tiene que:

$$Gastos_v = Años_{NP} \cdot Mantenimineto_{NP} + Años_P \cdot (Mantenimineto_P + Recolección + Manutención Perro)$$

Donde:

El subíndice v se refiere a variables

Los subíndices NP y P se refieren a No Productivos y Productivos

Por tanto los gastos variables para cada año del horizonte del proyecto quedan reflejados en la siguiente tabla:

Año	Mantenimiento bomba	Costes de producción	Gastos variables totales
1	0	2.042,25	2.042,25
2	0	2.042,25	2.042,25
3	0	2.042,25	2.042,25
4	0	2.216,08	2.216,08
5	0	2.216,08	2.216,08
6	0	2.531,04	2.531,04
7	0	2.531,04	2.531,04
8	868	2.531,04	3.399,04
9	0	4.202,53	4.202,53
10	0	4.202,53	4.202,53
11	0	4.202,53	4.202,53
12	0	4.202,53	4.202,53
13	0	4.202,53	4.202,53
14	0	4.202,53	4.202,53
15	0	4.202,53	4.202,53
16	868	4.202,53	5.070,53
17	0	4.202,53	4.202,53
18	0	4.202,53	4.202,53
19	0	4.202,53	4.202,53
20	0	4.202,53	4.202,53
21	0	4.202,53	4.202,53
22	0	4.202,53	4.202,53
23	0	4.202,53	4.202,53
24	0	4.028,71	4.028,71
25	0	4.028,71	4.028,71

Tabla 16 Gastos variables por año de la producción.

Fuente: Elaboración propia

12.4.3. Gastos totales

Una vez calculados los gastos fijos y variables, se procede a realizar el cálculo de los gastos totales del presente proyecto de forma anual. En este gasto total se incluye la variación de los precios según el indicador IPC, que presenta la evolución anual de estos.

$$Gastos\ totales_{anales} = (Gastos_{fijo\ año\ n} + Gasto_{variable\ año\ n}) \cdot (1 + IPC)^n$$

Siendo n el año a estudio, con un valor máximo de 25 años para el presente proyecto.

Año	Gasto variables totales	Gasto fijo	Gastos totales anuales
1	2.042,25	3,18	2.045,43
2	2.042,25	3,18	2.069,57
3	2.042,25	3,18	2.093,99
4	2.216,08	3,18	2.298,75
5	2.216,08	3,18	2.325,87
6	2.531,04	3,18	2.687,31
7	2.531,04	3,18	2.719,02
8	3.399,04	3,18	3.693,39
9	4.202,53	3,18	4.619,52
10	4.202,53	3,18	4.674,03
11	4.202,53	3,18	4.729,18
12	4.202,53	3,18	4.784,99
13	4.202,53	3,18	4.841,45
14	4.202,53	3,18	4.898,58
15	4.202,53	3,18	4.956,38
16	5.070,53	3,18	6.049,87
17	4.202,53	3,18	5.074,05
18	4.202,53	3,18	5.133,92
19	4.202,53	3,18	5.194,50
20	4.202,53	3,18	5.255,79
21	4.202,53	3,18	5.317,81
22	4.202,53	3,18	5.380,56
23	4.202,53	3,18	5.444,05
24	4.028,71	3,18	5.280,63
25	4.028,71	3,18	5.342,94

Tabla 17 Gastos totales según el año de producción.

Fuente: Elaboración propia

12.5. Beneficios

Para el cálculo de los indicadores económicos se hace necesario obtener los beneficios que se obtendrán de la instalación. Los beneficios económicos se tratan del balance realizado entre los gastos e inversión inicial frente a los ingresos, dentro de estos, además, existen dos variantes los beneficios brutos y los beneficios netos.

12.5.1. Beneficios brutos

El primero de los beneficios a calcular no es más que el balance directo descrito en el anterior apartado, estos beneficios deben calcularse anualmente y además, teniendo en cuenta la existencia de tres escenarios posibles para los ingresos, también será necesario calcular tres escenarios de beneficios brutos.

El cálculo de beneficios por tanto puede realizarse de la siguiente manera:

$$B_b = \text{ingresos} - \text{gastos totales}$$

Donde los gastos totales, no es más que la suma de los gastos variables y gastos fijos.

Por tanto, para los diversos escenarios se obtienen:

Beneficios brutos escenario optimista

Año	Beneficio bruto (€)
1	-2.574,36
2	-2.604,70
3	-2.635,40
4	3.260,89
5	3.227,34
6	13.925,65
7	13.887,36
8	12.906,34
9	70.701,62
10	70.640,30
11	70.578,25
12	70.515,47
13	70.451,95
14	70.387,68
15	70.322,65
16	69.221,85

17	70.190,27
18	70.122,92
19	70.054,76
20	69.985,81
21	69.916,04
22	69.845,44
23	69.774,02
24	76.036,81
25	75.966,37

Tabla 18 Beneficios brutos según el año de producción para escenario optimista.

Fuente: Elaboración propia

Beneficios brutos escenario realista

Año	Beneficio bruto (€)
1	-2.574,36
2	-2.604,70
3	-2.635,40
4	207,19
5	173,64
6	5.338,83
7	5.300,54
8	4.319,52
9	32.750,72
10	32.689,40
11	32.627,35
12	32.564,57
13	32.501,05
14	32.436,78
15	32.371,75
16	31.270,95
17	32.239,37
18	32.172,02
19	32.103,86
20	32.034,91
21	31.965,14
22	31.894,54
23	31.823,12
24	35.032,21
25	34.961,77

Tabla 19 Beneficios brutos según el año de producción para escenario realista.

Fuente: Elaboración propia

Beneficios brutos escenario pesimista

Año	Beneficio bruto (€)
1	-2.574,36
2	-2.604,70
3	-2.635,40
4	-2.235,77
5	-2.269,32
6	-1.530,63
7	-1.568,92
8	-2.549,94
9	2.390,00
10	2.328,68
11	2.266,63
12	2.203,85
13	2.140,33
14	2.076,06
15	2.011,03
16	910,23
17	1.878,65
18	1.811,30
19	1.743,14
20	1.674,19
21	1.604,42
22	1.533,82
23	1.462,40
24	2.228,53
25	2.158,09

Tabla 20 Beneficios brutos según el año de producción para escenario pesimista.

Fuente: Elaboración propia.

12.5.2. Beneficios netos

Una vez obtenidos los beneficios brutos, se deben calcular los beneficios netos, estos se deben calcular teniendo en cuenta los impuestos a pagar y por tanto es el excedente real que generará la producción. Exactamente igual que en el anterior caso, es necesario tener en cuenta tres escenarios, sin embargo, un matiz importante a hacer es que en los años en los que el beneficio bruto sea negativo, existen pérdidas, los beneficios netos equivalen a los brutos sin tener en cuenta los impuestos.

Por tanto los beneficios netos, siempre y cuando no hayan pérdidas se puede calcular como:

$$B_n = B_b - \text{impuestos}$$

Estos impuestos se pueden calcular como 25% de los beneficios brutos, por lo que:

$$B_n = B_b - 0,25 \cdot B_b$$

Para los tres escenarios los beneficios netos quedan desglosados por años en la siguiente tabla:

Beneficios netos escenario optimista

Año	Beneficio neto (€)
1	-2.574,36
2	-2.604,70
3	-2.635,40
4	2.445,67
5	2.420,50
6	10.444,24
7	10.415,52
8	9.679,76
9	53.026,21
10	52.980,22
11	52.933,68
12	52.886,60
13	52.838,96
14	52.790,76
15	52.741,98
16	51.916,39
17	52.642,71
18	52.592,19
19	52.541,07
20	52.489,35
21	52.437,03
22	52.384,08
23	52.330,51
24	57.027,61
25	56.974,78

Tabla 21 Beneficios netos según el año de producción para escenario optimista.

Fuente: Elaboración propia

Beneficios netos escenario realista

Año	Beneficio neto (€)
1	-2.574,36
2	-2.604,70
3	-2.635,40
4	155,39
5	130,23
6	4.004,12
7	3.975,41
8	3.239,64
9	24.563,04
10	24.517,05
11	24.470,51
12	24.423,43
13	24.375,79
14	24.327,58
15	24.278,81
16	23.453,21
17	24.179,53
18	24.129,02
19	24.077,90
20	24.026,18
21	23.973,85
22	23.920,90
23	23.867,34
24	26.274,16
25	26.221,33

Tabla 22 Beneficios netos según el año de producción para escenario realista.

Fuente: Elaboración propia

Beneficios netos escenario pesimista

Año	Beneficio neto (€)
1	-2.574,36
2	-2.604,70
3	-2.635,40
4	-2.235,77
5	-2.269,32

6	-1.530,63
7	-1.568,92
8	-2.549,94
9	1.792,50
10	1.746,51
11	1.699,97
12	1.652,89
13	1.605,25
14	1.557,04
15	1.508,27
16	682,67
17	1.408,99
18	1.358,48
19	1.307,36
20	1.255,64
21	1.203,31
22	1.150,36
23	1.096,80
24	1.671,40
25	1.618,57

Tabla 23 Beneficios netos según el año de producción para escenario pesimista.

Fuente: Elaboración propia

12.6. Flujo de caja

Este cálculo económico se realiza mediante el balance de los flujos de entradas y salidas, en un periodo dado. Este cálculo se trata de la acumulación de activos en el periodo a estudio y constituye un importante indicador de la liquidez de la producción.

El flujo de caja puede ser calculado como:

$$FC = B_n + \text{amortización} > 0$$

Donde:

B_n se refiere a los beneficios netos del año a estudiar

Por tanto, el flujo de caja anual para los diferentes escenarios es el siguiente:

Flujo de caja escenario optimista

Año	Flujo de caja (€)
1	-2.048,61
2	-2.072,75
3	-2.097,17
4	2.990,25
5	2.971,51
6	11.001,75
7	10.979,61
8	10.250,50
9	53.603,69
10	53.564,51
11	53.524,87
12	53.484,76
13	53.444,18
14	53.403,12
15	53.361,57
16	52.543,29
17	53.277,01
18	53.233,97
19	53.190,43
20	53.146,37
21	53.101,80
22	53.056,70
23	53.011,06
24	57.716,19
25	57.671,49

Tabla 24 Flujo de caja según el año de producción para escenario optimista.

Fuente: Elaboración propia

Flujo de caja escenario realista

Año	Flujo de caja (€)
1	-2.048,61
2	-2.072,75
3	-2.097,17
4	699,97
5	681,24

6	4.561,63
7	4.539,50
8	3.810,38
9	25.140,52
10	25.101,34
11	25.061,70
12	25.021,59
13	24.981,01
14	24.939,94
15	24.898,40
16	24.080,11
17	24.813,83
18	24.770,80
19	24.727,26
20	24.683,20
21	24.638,62
22	24.593,52
23	24.547,89
24	26.962,74
25	26.918,04

Tabla 25 Flujo de caja según el año de producción para escenario realista.

Fuente: Elaboración propia

Flujo de caja escenario pesimista

Año	Flujo de caja (€)
1	-2.048,61
2	-2.072,75
3	-2.097,17
4	-1.691,19
5	-1.718,31
6	-973,12
7	-1.004,83
8	-1.979,20
9	2.369,98
10	2.330,80
11	2.291,16
12	2.251,05
13	2.210,47
14	2.169,40
15	2.127,86
16	1.309,57
17	2.043,29

18	2.000,26
19	1.956,72
20	1.912,66
21	1.868,08
22	1.822,98
23	1.777,35
24	2.359,98
25	2.315,28

Tabla 26 Flujo de caja según el año de producción para escenario pesimista.

Fuente: Elaboración propia

12.7. VAN

Las siglas VAN hacen referencia a la palabra Valor Actual Neto, su cálculo se basa en la actualización de los cobros y pagos del proyecto y calcular su diferencia. Para realizar este cálculo recopila al momento del cálculo los flujos de caja descontándolos a un tipo de interés fijado. Así pues, el VAN expresa la rentabilidad del proyecto de forma absoluta neta, en unidades monetarias.

Un VAN positivo indicará que el proyecto va a producir excedentes, y su cálculo puede realizarse mediante esta fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=0}^N \frac{FC_n}{(1 + i_r)^n}$$

Donde:

n toma el valor de los diferentes años en el horizonte calculado.

i_r toma un valor de 1,35%

I_0 es la inversión inicial que realizar en la instalación

Aplicando la fórmula del VAN se obtiene su valor para los tres escenarios:

$$VAN_{optimista} = 693.387,06 \text{ €}$$

$$VAN_{realista} = 282.117,09 \text{ €}$$

$$VAN_{pesimista} = -49.241,98 \text{ €}$$

12.8. TIR

La tasa interna de rentabilidad TIR, es aquel valor del I_r que hace que el VAN tome el valor de cero, cuanto más alejado este el TIR del valor del interés normal del dinero en el mercado de capitales más atractivo será el proyecto.

El cálculo del TIR para los escenarios descritos quedaría de la siguiente forma:

$$TIR_{optimista} = 31,16\%$$

$$TIR_{realista} = 13,05\%$$

Teniendo en cuenta que el VAN para el escenario pesimista era negativo no tiene sentido calcular el TIR ya que el VAN nos indica que la inversión no se debe realizar.

12.9. Periodo de retorno

El último de los indicadores a calcular se trata del periodo de retorno, este indicador económico muestra el tiempo que costará recuperar la inversión inicial en función de los flujos de caja generados a lo largo de la explotación calculado de la siguiente forma:

$$Pr = \frac{I_o}{\frac{\sum_{n=0}^N FC_n}{N}}$$

Para los diferentes escenarios se obtienen los siguientes periodos de retorno:

$$P_r_{optimista} = 0,59$$

$$P_r_{realista} = 1,29$$

De la misma forma que para TIR no tiene sentido realizar los cálculos del periodo de retorno para un VAN negativo.

13. CONCLUSIONES

Una de las primeras conclusiones a las que se ha llegado tras la realización del presente proyecto es que es necesaria la realización de un correcto aforamiento del pozo. Los cálculos realizados durante el proyecto no serán adecuados si finalmente el pozo no cumple con los parámetros para los que se ha diseñado. Y, por tanto, tal y como viene recogido en el pliego de condiciones, el presente proyecto no tendrá validez hasta que los parámetros del pozo no sean correctamente analizados.

Además, en caso de que el aforamiento proporcione parámetros diferentes, el proyecto deberá ser replanteado.

La segunda de las conclusiones que ha suscitado es que, para asegurar la inversión se hace necesario realizar un estudio sobre las características del suelo para tener una idea de su aptitud para la producción de trufa. Se puede comprobar las diferencias existentes entre los indicadores económicos sobre la idoneidad de la inversión teniendo en cuenta la aptitud del terreno.

Así, aunque para terrenos con alta o media aptitud la inversión es idónea, para un terreno con baja aptitud no es nada recomendable.

Por último, hay que destacar que la obtención de una subvención para la ejecución del proyecto daría un impulso extra a los indicadores económicos, aunque para el escenario pesimista continuaría sin tener sentido la inversión.

14. PROYECCIÓN DE FUTURO

Aunque en la instalación proyectada no se contempla, se propone como mejora de futuro de la instalación la automatización y sensorización completa de esta. Al contar la instalación con un PLC para el control de las bombas este podría ser ampliado para la monitorización de diversos parámetros.

En primer lugar, se podría llevar mejor control de los niveles y caudales existentes en el pozo, mediante la incorporación de un sensor de nivel y de un contador inteligente de funcionamiento mediante radio frecuencia. De la misma forma se podrían incorporar sondas de nivel para el control del llenado de la balsa y mediante la programación en el PLC automatizar el funcionamiento de una electrobomba u otra en función del nivel de llenado de la balsa.

Para mejor control de la gestión de energía es posible la instalación de piranómetros que indiquen la irradiancia incidente en los módulos, y mediante la implementación de un programa en el PLC la obtención de las potencias generadas.

Por último, cambiando las válvulas manuales por electroválvulas accionadas también mediante radiofrecuencia e instalando contadores inteligentes de radiofrecuencia se podría automatizar la apertura y cierre de las electroválvulas en función del caudal que ha circulado por el sector.

Para todo esto, además de los sensores, sería necesario la incorporación del sistema generador de la red de radiofrecuencia, así como la incorporación de los emisores o actuadores de la radiofrecuencia y su fuente de alimentación bien por medio de pilas de litio bien por energía fotovoltaica.

15. NORMATIVA APLICADA

- Reglamento de Baja Tensión aprobado mediante el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto
- UNE 1610:2016 “Instalación y prueba de acometidas y redes de Saneamiento”
- UNE-EA 0038:2008 “Cables eléctricos de utilización en circuitos de sistemas fotovoltaicos.”

16. BIBLIOGRAFÍA

1. Elorigendelatrufa.com. (2009). *Cultivar Trufas | El Origen de la Trufa*. [online] Disponible en: <http://www.elorigendelatrufa.com> [Acceso 26 Aug. 2018].
2. Madrid: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (2009). CEDEX – “Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión”. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=685326>
3. Muneer T (1990). Solar radiation model for Europe, 153-156. Disponible en: <http://www.soda-pro.com/documents/10157/95595/Muneer+-+Building+Services+Engineering+Research+and+Technology+-+1990.pdf/b552f72f-d80c-40ee-86e9-aa1684d2f010>
4. Micofora. (2015). *Cultivo de setas silvestres, trufas y micorrizas - Micofora*. [online] Disponible en: <https://micofora.com> [Acceso 6 Jun. 2018].
5. Oliach D, Bonet J.A, Fischer C.R, Olivera A et al (2005). Guía para el cultivo de trufa negra. Centre tecnològic forestal de catalunya. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Juan_Martinez_de_Aragon/publication/260723949_Guia_para_el_cultivo_de_la_trufa_negra/links/00b4953217ab08cd7e000000/Guia-para-el-cultivo-de-la-trufa-negra.pdf
6. Perpiñan, O. L. (2012). Energía Solar Fotovoltaica. *Creative Commons*, 194. Disponible en: <http://procomun.wordpress.com/documentos/libroesf%0D>

7. Pvpmmc.sandia.gov. (2018). *PV Performance Modeling Collaborative | An Industry and National Laboratory collaborative to improve Photovoltaic Performance Modeling*. [online] Disponible en: <https://pvpmmc.sandia.gov> [Acceso 5 Jun. 2018].
8. Quintana, A. (2007). Establecimiento y rentabilidad de una plantación trufera. *Sustrai*, 56–58. Disponible en: http://www.nasdap.ejgv.euskadi.eus/r50-7393/es/contenidos/boletin_revista/sustrai_81/es_agripes/adjuntos/81_56_58_c.pdf
9. Re.jrc.ec.europa.eu. (2012). *JRC's Directorate C, Energy, Transport and Climate - PVGIS - European Commission*. [online] Disponible en: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/> [Acceso 13 May 2018].
10. Ruiz, A. Molina, J.M. Automatización y telecontrol de sistemas de riego. España: Marcombo: Colegio oficial de Ingenieros Agrónomos de Murcia; 2010.
11. Sigpac.mapa.es. (2018). [online] Disponible en: <http://sigpac.mapa.es/fega/visor/> [Acceso 12 May 2018].
12. Srl, N. (2018). Home Page – Caprari – Pumping power. [online] Caprari.it. Disponible en: <http://www.caprari.it> [Acceso 10 Jun. 2018]
13. Trufadeteruel.com. (2018). *Trufa Negra de Teruel*. [online] Disponible en: <http://trufadeteruel.com> [Acceso 5 Jun. 2018].
14. Trufadezaragoza.com. (2015). *Truficultores asociados de las comarcas de Zaragoza - Trufa de Zaragoza*. [online] Disponible en: <http://trufadezaragoza.com> [Acceso 9 Jun. 2018].
15. Villanueva M, Iglesias A. (1984). Pozos y Acuíferos. Disponible en: <http://chilorg.chil.me/download-doc/86204>
16. www.generadordeprecios.info (2018). *Generador de precios España CYPE ingenieros SA*. [online] Disponible en: www.generadordeprecios.info

17. OTRAS REFERENCIAS

1. Apuntes obtenidos a lo largo del grado de Ingeniería Mecánica cursado en la UJI
2. Empresa ONDA-HIDRO S.L. donde se han cursado las prácticas

ANEXO I:
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1.	CÁLCULO DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS	73
2.	ESTIMACIÓN DE LA Balsa.....	74
3.	DIMENSIONADO DE LA TUBERÍA DE EXTRACCIÓN DEL POZO.....	76
4.	DIMENSIONADO DE LA TUBERÍA DE LA BOCA DEL POZO A LA Balsa	83
5.	DIMENSIONADO DE LA BOMBA DEL POZO	86
6.	DIMENSIONADO DE LA BOMBA DE Balsa.....	88
6.1.	Optimización de la bomba	88
6.2.	Dimensionado del cable del bombeo.....	96
7.	DIMENSIONADO DE MICROSASPERORES Y LA SECTORIZACIÓN DE LA FINCA	100
8.	DIMENSIONADO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	104
8.1.	Dimensionado de la red con Epanet	104
8.2.	Análisis del informe de la red aportado por Epanet	111
8.3.	Dimensionado de los ramales	111
8.4.	Material empleado.....	113
8.5.	Dimensionado de la zanja	113
9.	DIMENSIONADO DE PARTE FOTOVOLTAICA.....	115
9.1.	Optimización del ángulo de inclinación de los módulos fotovoltaicas	116
9.2.	Implementación de las funciones solares en MatLab.....	122
9.3.	Cálculo del número de módulos a instalar.....	129
9.4.	Distribución de los módulos fotovoltaicos.....	130
9.5.	Dimensionado de cable de interconexión.....	131
9.6.	Toma a tierra del generador	135
9.7.	Dimensionado del cuadro eléctrico	137
9.8.	Protecciones.....	143
10.	HORAS DE FUNCIONAMIENTO SEGÚN EL RECURSO SOLAR	145

1. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS

En primer lugar, es necesario determinar las necesidades hídricas de las plantas existentes en cada parcela. Se aplica el criterio de riego por el cliente según la edad de las carrasas y expandiendo el radio efectivo de riego también teniendo en cuenta la edad.

Se ha calculado las necesidades hídricas más desfavorables, cuando todas las carrasas alcancen una edad de 7 años y aportando 25 litros por metro cuadrado de superficie de riego.

Con esto se aplican las siguientes fórmulas para el cálculo:

$$\text{superficie circunferencia} = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

Para carrasas de 7 años este diámetro de riego ha de ser igual 5 m.

$$\frac{\pi \times 5^2}{4} = 38,48 \text{ m}^2$$

Y con el requisito de aportar 25 l/m² por metro cuadrado de superficie

$$25 \frac{\text{l}}{\text{m}^2} \times 38,48 \text{ m}^2 = 962 \text{ l por carrasca y riego}$$

Con esto en la siguiente tabla se dispone la previsión de agua que se necesitara por riego:

Parcela	Recinto	Superficie (ha)	Plantas	Edad (años)
174	1	0,3132	94	7
174	2	0,4292	49	2
182		0,0673	12	2
183	-	0,0647	12	2
185		0,5675	134	5
186		0,1475	46	2
187	4	0,1036	32	2
188		0,3741	66	2
189		0,0989	29	2
190		0,0842	20	2
191		0,3851	71	2
192		0,21	46	2
193		0,2348	47	2
194		0,1037	21	2
195		0,2018	38	2
196		0,2032	60	2
197	1	0,1615	51	2

199		0,1421	26	2
TOTAL		3,89	857	

Tabla 1 Parcelas donde existe cultivo de carrascas y su edad.

Fuente: Elaboración propia

Parcela	Recinto	Plantas	Necesidades de agua prevista (l)	Necesidades de agua prevista (m ³)
174	1	97	90.438,60	90,44
174	2	49	47.143,52	47,14
182		12	11.545,35	11,55
183	-	12	11.545,35	11,55
185		134	128.923,11	128,92
186		46	44.257,19	44,26
187	4	32	30.787,61	30,79
188		66	63.499,44	63,50
189		29	27.901,27	27,90
190		20	19.242,26	19,24
191		71	68.310,01	68,31
192		46	44.257,19	44,26
193		47	45.219,30	45,22
194		21	20.204,37	20,20
195		38	36.560,28	36,56
196		60	57.726,77	57,73
197	1	51	49.067,75	49,07
199		26	25.014,93	25,01
TOTAL		857	82.1644,29	821,64

Tabla 2 Necesidades hídricas previstas para cada parcela y su conjunto.

Fuente: Elaboración propia

Por lo que el total en metros cúbicos de agua a aportar por riego y mes es de **824,53 m³**

2. ESTIMACIÓN DE LA Balsa

Una vez calculadas las necesidades hídricas de todas las parcelas que pretenden ser explotadas, se pasa a calcular las dimensiones de la balsa donde se almacenara esta agua para el riego. Se dimensiona la balsa para almacenar el agua necesaria para un mes de riego, en este caso, como solo se realiza un riego por mes coinciden las necesidades por riego con las necesidades mensuales.

Así pues, la balsa se deberá dimensionar para almacenar 824,53 m³

En lugar de realizar un dimensionado de la balsa se realiza una estimación de sus medidas para tener en cuenta el área que ocupará para ello se emplean las siguientes tablas:

M3	M2	ALTURA	TALUD	BOCA A	BOCA B	FONDO A	FONDO B
200	300	3,00	45º	11,50	11,50	5,50	5,50
300	380	3,00	45º	13,50	13,50	7,50	7,50
500	500	3,00	45º	16,50	16,50	10,50	10,50
750	660	3,00	45º	19,50	19,50	13,50	13,50
1000	790	3,00	45º	22,00	22,00	16,00	16,00
1500	1070	3,00	45º	26,50	26,50	20,50	20,50
1500	960	4,00	45º	24,00	24,00	16,00	16,00
2000	1160	4,00	45º	27,00	27,00	15,00	15,00
2500	1380	4,00	45º	30,00	30,00	22,00	22,00
3000	1540	4,00	45º	32,00	32,00	24,00	24,00
4000	1920	4,00	45º	36,50	36,50	28,50	28,50
5000	2250	4,00	45º	40,00	40,00	32,00	32,00
5000	2100	5,00	45º	37,50	37,50	27,50	27,50
6000	2390	5,00	45º	40,50	40,50	30,50	30,50
7000	2700	5,00	45º	43,50	43,50	33,50	33,50
8000	2970	5,00	45º	46,00	46,00	36,00	36,00
9000	3250	5,00	45º	48,50	48,50	38,50	38,50
10000	3550	5,00	45º	51,00	51,00	41,00	41,00

Tabla 3 Superficie a impermeabilizar y dimensiones de balsa según su volumen.

Fuente: Ecobalsas

Al no existir un volumen como el necesario para cubrir las necesidades de riego mensuales se pasa al volumen inmediatamente superior. Por lo que el volumen de la balsa será 1.000 m³

Las dimensiones con este volumen serán las siguientes:

- Volumen total: 1.000 m³
- Bocas: 22 metros
- Fondos: 16 metros
- Altura: 3 metros
- Talud: 45º

- Superficie impermeabilizada: 790 m²

3. DIMENSIONADO DE LA TUBERÍA DE EXTRACCIÓN DEL POZO

Para el dimensionado de la tubería de extracción de pozo en primer lugar se limita las velocidades de circulación del agua. Como valor inferior límite para la velocidad del agua se toma 0,5 m/s con ello se evita la aparición de incrustaciones de calcáreas, y como valor superior límite de velocidad se establece 3 m/s con ello se reduce la erosión en la tubería que pueda provocar la circulación del agua.

Con estas velocidades es posible calcular los diámetros máximo y mínimo para los cuales, con el caudal máximo a extraer aportaran dichas velocidades. Así en un primer momento se utiliza la fórmula del cálculo de caudal:

$$Q = v \cdot A$$

La fórmula permite obtener el caudal en función de la velocidad y área, del mismo modo fijando la velocidad y el caudal es posible calcular el área que aportará este caudal:

$$A = \frac{Q}{v}$$

Teniendo en cuenta que el caudal máximo a extraer es el aforo del pozo y que el área de una tubería se calcula como el área de una circunferencia:

$$Q = 25 \text{ m}^3/h$$

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{25}{v}$$

$$D = \sqrt{\frac{25 \cdot 4}{v \cdot \pi}}$$

Sustituyendo ahora los valores máximo y mínimo de velocidad se obtiene el diámetro máximo y mínimo:

$$D_{m\acute{a}x} = \sqrt{\frac{25 \cdot 4}{v_{min} \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{25 \cdot 4}{0,5 \cdot 1000 \cdot \pi}} \cdot 1000 = 132,938 \text{ mm}$$

$$D_{min} = \sqrt{\frac{25 \cdot 4}{v_{m\acute{a}x} \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{25 \cdot 4}{3 \cdot 1000 \cdot \pi}} \cdot 1000 = 54,272 \text{ mm}$$

Con la limitación de las velocidades se consigue unos límites de diámetros teóricos, siendo el siguiente paso la obtención de los diámetros comerciales que se encontrarían dentro de ese rango.

Para esto se utiliza el catálogo del distribuidor Easypipe:

Dn= diámetro nominal Øe= Diámetro ext. en mm. Serie: standard / Heavy.	Espesores.		Diámetro ext. Max y min. (mm).	Longitud del tubo. (mm).	
	Espesor del tubo en el extremo roscado(max y min).	Espesor del tubo (max y min).			
DN40-1 1/2" (d ext= 48 mm)	Standard	6,0 / 7,2	4,1 / 5,1	47,5 / 48,2	3.000 ± 10 mm
	Heavy	8,4 / 9,9	5,9 / 7,1	47,5 / 48,2	3.000 ± 10 mm
DN50-2" (d ext= 60 mm)	Standard	6,4 / 7,9	3,9 / 5,0	59,5 / 60,1	3.000 ± 10 mm
	Heavy	7,8 / 9,7	5,3 / 6,6	59,5 / 60,1	3.000 ± 10 mm
DN65-2 1/2" (d ext= 75 mm)	Standard	6,5 / 8,0	4,0 / 5,1	74,5 / 75,2	3.000 ± 10 mm
	Heavy	9,0 / 10,7	6,3 / 7,6	74,5 / 75,2	3.000 ± 10 mm
DN80-3" (d ext= 88 mm)	Standard	7,5 / 9	5,5 / 6,4	87,5 / 88,2	3.000 ± 10 mm
	Heavy	9,8 / 11,9	7,3 / 9,0	87,5 / 88,2	3.000 ± 10 mm
DN100-4" (d ext= 113 mm)	Standard	8,2 / 9,80	5,7 / 7,2	112,5 / 113,2	3.000 ± 10 mm
	Heavy	12,2 / 14,3	9,4 / 11,5	112,5 / 113,2	3.000 ± 10 mm
DN125-5" (d ext= 140 mm)	Standard	10,10 / 12,40	7,60 / 9,10	139,5 / 140,2	3.000 ± 10 mm

Tabla 4 Dimensiones comerciales de tubería de pozo.

Fuente: Easypipe

DN	STANDARD				HEAVY			
	D	di	d ext.	L	D	di	d ext.	L
1 1/2"	68	35	48	3.000 ± 10	68	33	48	3.000 ± 10
2"	84	48	60	3.000 ± 10	84	46	60	3.000 ± 10
2 1/2"	96	66	75	3.000 ± 10	96	64	75	3.000 ± 10
3"	120	76	88	3.000 ± 10	120	72	88	3.000 ± 10
4"	140	94	113	3.000 ± 10	140	90	113	3.000 ± 10
5"	165	117	140	3.000 ± 10				

Tabla 5 Diámetros y dimensiones de tubería de pozo.

Fuente: Easypipe

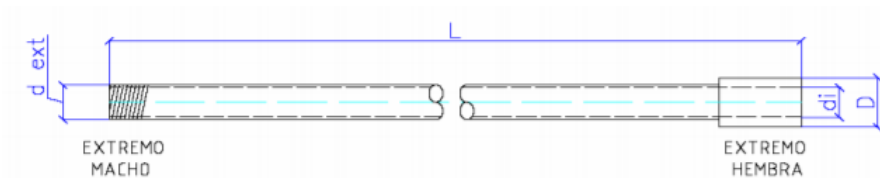


Ilustración 1 Esquema de tubería de pozo.

Fuente: Easypipe

Un apunte importante para tener en cuenta es que, a la hora de buscar los diámetros adecuados que cumplan con las especificaciones de velocidad y para el posterior cálculo de la pérdida de carga, se debe seleccionar la tubería según su diámetro interno. Este es el que está en contacto con el fluido y, por tanto, el diámetro que utilizan las distintas fórmulas de la mecánica de fluidos.

En este caso los diámetros comerciales que cumplen las limitaciones de velocidad serían:

- En el límite inferior: DN65 (2 ½”), con un d_i de 66 mm en su variante STANDARD,
- En el límite superior: DN125 (5”), con un d_i de 117 mm en su variante STANDARD.

Antes de continuar con los cálculos para definir la tubería a utilizar es necesario aclarar que existen dos variantes para la tubería de pozo del distribuidor Easypipe. La primera de ellas es la variante STANDARD con un espesor de tubería más bajo y con una presión admisible menor; y la variante HEAVY con mayor espesor de tubería y más resistente a la presión.

En la siguiente tabla se puede observar la relación de diámetros en una variante y otra y su máxima altura a elevar, es decir la presión en metros de columna de agua que podrá soportar la tubería:

DN	SERIE	MÁXIMA PRESIÓN (Kg/cm ²)	ALTURA MÁXIMA A ELEVAR	PESO (Kg. por tubo)
1”	Standard	30	300	2,21
1 1/4”	Standard	25	250	2,63
1 1/2”	Standard	26	260	3,14
2”	Standard	20	200	3,97
2 1/2”	Standard	16	160	5,15
3”	Standard	17	170	7,11
4”	Standard	15	150	10,58
5”	Standard	16	160	17,35
1 1/4”	Heavy	35	350	3,26
1 1/2”	Heavy	35	350	4,20
2”	Heavy	27	270	5,50
2 1/2”	Heavy	26	260	7,70
3”	Heavy	26	260	10,50
4”	Heavy	26	260	17,20
5”	Heavy	26	260	28,20
6”	Heavy	26	150	37,63

Tabla 6 Diámetros de tubería Easypipe y su máxima presión de trabajo.

Fuente: Easypipe

Al instalarse la bomba a una profundidad de 90 metros, se puede comprobar que con la variante STANDARD se resiste adecuadamente la presión que se generará al poner en funcionamiento la bomba. Aunque se deberá tener en cuenta que la bomba no exceda la presión que puede soportar la tubería en ningún momento.

Una vez limitado el rango de tuberías a seleccionar se pasará a seleccionar la que se utilizará en la instalación. Para ello se calculará la pérdida de carga de la tubería hasta hallar con la que proporciona una pérdida de carga adecuada. Aquella pérdida de carga que además asegure un mínimo coste a largo plazo.

Para el cálculo de la pérdida de carga se empleará la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D^5}$$

Donde:

h_f = Pérdida de carga debida a la fricción en metros de columna de líquido

f = Factor de fricción de Darcy adimensional

L = Longitud de la tubería en metros (m)

D = Diámetro de la tubería en metros (m)

Q = Caudal en metros cúbicos por segundo (m^3/s)

g = aceleración de la gravedad en metros por segundo al cuadrado (m/s^2)

Para proseguir con los cálculos se hace necesario realizar el cálculo del factor de fricción, este se calcula en función del número de Reynolds, Re , así el factor de fricción se puede calcular de las siguientes formas:

- Si $Re < 2300$

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

- Si el $Re > 2300$ se optará por utilizar la ecuación de Colebrook simplificada

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1,8 \cdot \log\left(\frac{6,9}{Re} + \frac{\varepsilon_r^{1,11}}{3,7}\right)$$

Siendo:

ε_r = Rugosidad relativa adimensional

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D}$$

Donde ε es una constante de rugosidad característica de cada material en milímetros.

Por tanto, en un primer momento se hace necesario el cálculo del número de Reynolds:

$$Re = \frac{v_s D}{\nu}$$

Dónde:

$v_s =$ Velocidad del fluido en metros por segundo (m/s)

$\nu =$ viscosidad cinemática del fluido en metros cuadrados por segundo (m^2/s)

$D =$ Diámetro de la tubería en metros (m)

Con esto y con el rango de diámetros se obtienen los siguientes valores, para fluido agua a 10°C y tubería de U-PVC:

$$\nu = 1,307 (m^2/s)$$

$$\varepsilon = 0,0015 \text{ mm}$$

$$L = 90 \text{ m}$$

DN (mm)	d _i (mm)	v (m/s)	Re	ε_r	f	h _f (mca)
65	66	2,03	103.053	0,000023	0,01728	4,95
80	76	1,53	89493	0,000020	0,01782	2,52
100	94	1,00	72356	0,000016	0,01868	0,91
125	117	0,65	58132	0,000013	0,01966	0,32

Tabla 7 Parámetros de pérdidas calculados para diferentes diámetros nominales de tubería de U-PVC para pozo.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que con el diámetro mínimo (DN65) se cumple con el requisito de pérdida de carga, pero a la hora de dimensionar la tubería se debe comprobar cuanto influye en el coste final las distintas pérdidas de carga de los diámetros estudiados.

Para ello se calcula cuanta potencia extra será necesaria para vencer la pérdida de carga existente y el coste que supondría, la potencia hidráulica necesaria para vencer las pérdidas puede ser calculada como:

$$P_h = Q \cdot H \cdot \gamma$$

Dónde:

Q es el caudal en m^3/s

H es la altura manométrica que vencer

γ es el peso específico del agua

Para el caudal máximo de aforo del pozo, 25 m^3/h y el peso propio del agua de, 9800 N/m^3 , se obtienen las siguientes potencias hidráulicas:

DN (mm)	h_f (mca)	P_h (kW)
65	4,95	0,34
80	2,52	0,17
100	0,91	0,06
125	0,32	0,02

Tabla 8 Potencia hidráulica necesaria para vencer las pérdidas de carga.

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es calcular la potencia eléctrica necesaria para conseguir dicha potencia hidráulica. Para ello se debe tener en cuenta que las bombas no trabajan de forma ideal si no que se debe tener en cuenta en primer lugar la eficiencia del motor y la eficiencia eléctrica.

Como eficiencia de motor se tomará un valor de 0,75 y en cuanto a la eficiencia eléctrica se toma un valor de 0,90. Por tanto la potencia eléctrica puede ser calculada como:

$$P = \frac{P_h}{\eta_m \cdot \eta_e}$$

Dónde:

P_h es la potencia hidráulica

η_m es la eficiencia del motor

η_e es la eficiencia eléctrica

Con esto para los diferentes diámetros se precisará la siguiente potencia eléctrica:

DN (mm)	h_f (mca)	P (kW)
65	4,95	0,50
80	2,52	0,25
100	0,91	0,09
125	0,32	0,03

Tabla 9 Potencia eléctrica necesaria para vencer las pérdidas de carga.

Fuente: Elaboración propia

Esta sobre potencia generará un sobrecoste que deberá ser comparado con el coste de la tubería. Teniendo en cuenta la longitud, 90 metros, se calcula el coste total de la tubería y de los accesorios para los diferentes diámetros:

DN (mm)	Precio barra de 3 m (€)	Precio columna (€)	Precio accesorios (€)	Coste total (€)
65	35,00	1050	439	1489
80	49,00	1470	554	2024
100	72,00	2160	825	2985
125	120,00	3600	1210	4810

Tabla 10 Coste de la columna de extracción según su diámetro según los precios de Easypipe.

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al coste eléctrico, teniendo en cuenta que se pretenden emplear placas solares con una potencia de 320 Wp la diferencia de carga generará un sobrecoste debido al aumento del número mínimo de placas a instalar.

Tomando como referencia el diámetro que menos potencia extra requiere, se obtiene el número de placas extra a instalar para compensar esa potencia de más y su coste, teniendo en cuenta un coste por placa de 166 euros.

DN (mm)	P (kW)	Mínimo de placas extra a instalar	Sobrecoste de placas (€)
65	0,50	2	332
80	0,25	1	166
100	0,09	1	166
125	0,03	0	0

Tabla 11 Número extra de placas a instalar según el diámetro y su coste.

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, es posible hacer una comparación, a groso modo, de los costes generados por cada diámetro:

DN (mm)	Coste total columna y accesorios (€)	Sobrecoste de placas (€)	Coste total (€)
65	1489	332	1821
80	2024	166	2190
100	2985	166	3151
125	4810	0	4810

Tabla 12 Costes totales generados según el diámetro de la columna de extracción.

Fuente: Elaboración propia

Por tanto diámetro que asegura el mínimo coste y un funcionamiento óptimo es DN65, aun así, se pasa a comprobar que, con las condiciones de diseño de la instalación en cuanto a caudal, no se sobrepase el caudal máximo para la recomendación de diámetro del distribuidor:

CAUDAL MÁXIMO RECOMENDADO									
DN	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
m ³ /h	4,6	10	13	21	30	50	80	130	144
l/min	78	166	216	350	500	833	1.330	2.160	2.400
l/seg	1,3	2,8	3,6	5,8	8,3	13,9	22,1	36	40

La velocidad del agua se estima en 2,5 m/seg.

Tabla 13 Recomendaciones de caudal máximo en función del diámetro de la tubería de Easypipe.

Fuente: Easypipe

Para un diámetro de DN65 (2 ½") el distribuidor recomienda no sobrepasar los 30 m³/h caudal inferior al de diseño, 25 m³/h.

Por lo que el diámetro finalmente seleccionado es **DN65 STANDARD**

4. DIMENSIONADO DE LA TUBERÍA DE LA BOCA DEL POZO A LA Balsa

Antes del dimensionado de la bomba del pozo se hace necesario saber qué diámetro será el que se utilizará en la circulación del agua desde la boca del pozo hasta la balsa. Igual que en la anterior tubería el diámetro influirá en las pérdidas de carga que derivaran de la circulación del agua por la red, así un primer punto de partida será también la limitación de velocidades que se impuso en el anterior cálculo.

Siguiendo los cálculos anteriores se debe encontrar los diámetros comerciales que cumplirán con las limitaciones de la velocidad, pero en esta ocasión no se puede utilizar el catálogo de Easypipe puesto que está especializado en tubería de pozo. Por esto motivo se utiliza los diámetros ofrecidos por Ferroplast para tubería de PVC.

Así los diámetros nominales e internos serán los siguientes:

DN	DIÁMETROS INTERIORES PARA TUBERIA (mm)		
	4 atm	6 atm	10 atm
63	59,4	59,2	57
75	71,4	70,6	67,8
90	86,4	84,6	81,4
110	105,6	103,6	99,4
125	120	117,6	113

Tabla 14 Diámetros comerciales e internos según presión nominal de tubería de PVC de Ferroplast.

Fuente: Elaboración propia.

Nótese que, de forma similar a la tubería de pozo, existen diferentes presiones admisibles para la tubería de PVC. En esta instalación en concreto para la tubería que distribuye el agua desde la boca del pozo hasta la balsa, deberá bastar con una tubería que resista 4 atm, aproximadamente 41,33 mca, ya que a la entrada de la balsa no se requiere de una gran presión. Además, el poco trayecto que existe entre la boca del pozo y la balsa hace que no se necesite de grandes presiones para hacer circular el agua.

Utilizando estos diámetros de tubería se pasa a calcular las pérdidas manteniendo para el cálculo el resto de los parámetros, a excepción de la longitud que medida sobre el plano para la conducción a estudiar pasa a tener un valor de 66 m.

DN (mm)	d _i (mm)	v (m/s)	Re	ε _r	f	h _f (mca)
63	59,4	2,52	148319	0,000025	0,01584	5,73
75	71,4	1,77	124369	0,000021	0,01640	2,46
90	84,6	1,24	103788	0,000018	0,01703	1,03
110	105,6	0,79	83148	0,000014	0,01787	0,36
125	120	0,61	73171	0,000013	0,01839	0,19

Tabla 15 Parámetros de pérdidas calculados para diferentes diámetros nominales de tubería de PVC.

Fuente: Elaboración propia

En condiciones de tubería recta y para que la tubería de boca de pozo no influya demasiado en el dimensionado de la bomba, se aceptará una pérdida de carga de 5 mca o inferior que generaría un extra de potencia necesario de unos 0,5 kW con un coste eléctrico de unos 332 euros, se empezaría a considerar correcto un DN75. Pero en caso a estudio, al existir dos codos en el sistema un primero a la salida del pozo y otro para dirigir la tubería hacia la balsa, será necesario estudiar la pérdida de carga que provocan esas singularidades.

El cálculo de dichas pérdidas localizadas se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$h_{fl} = K_l \cdot \left(\frac{v^2}{2 \cdot g} \right)$$

Siendo:

h_{fl} pérdida de carga localizada en metros de columna de líquido

K_l coeficiente de pérdidas localizadas adimensional

v velocidad del fluido en metros por segundo (m/s)

g gravedad de la Tierra en metros por segundo al cuadrado (m/s²)

Para el obtener el valor del coeficiente de pérdidas localizadas es necesario el empleo de tablas donde dichos coeficientes han sido obtenidos de forma empírica:

Accesorios	K	L/D
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2.5	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0.2	13
Válvula de compuerta (abierta $\frac{3}{4}$)	1.15	35
Válvula de compuerta (abierta $\frac{1}{2}$)	5.6	160
Válvula de compuerta (abierta $\frac{1}{4}$)	24.0	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-	40
"T" por la salida lateral	1.80	67
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0.90	32
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0.75	27
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0.60	20
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0.45	-
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0.40	-
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0.35	-

Tabla 16 Valores para coeficiente de pérdidas localizadas y longitudes equivalentes.

Fuente: Escuela Técnica Superior Agrícola de Ciudad Real

Para la presente instalación se utilizará el coeficiente de codo a 90° de radio normal, cuyo valor para K_l es de 0,75.

Con este valor se pasa a calcular la pérdida localizada generada por un codo de 90°:

DN (mm)	v (m/s)	h_f(mca)
75	1,77	0,12
90	1,24	0,06
110	0,79	0,02
125	0,61	0,01

Tabla 17 Pérdidas localizadas para codo 90° según el diámetro.

Fuente: Elaboración propia

Al existir dos codos en este tramo de tubería el valor de pérdidas será el doble del mostrado en la tabla. Ya una vez calculadas estas pérdidas podemos calcular las pérdidas totales como la suma de ambos componentes.

$$h_t = h_f + h_l$$

Y para cada tubería:

DN	h_f (mca)	h_l (mca)	h_t (mca)
75	2,46	0,24	2,7
90	1,03	0,12	1,15
110	0,36	0,04	0,4
125	0,19	0,01	0,2

Tabla 18 Resumen de pérdidas lineales, localizadas y totales para cada diámetro a estudio.

Fuente: Elaboración propia

Con estas pérdidas de carga el sobre coste generado siguiendo el anterior criterio, pero para tubería de PVC se tendrían los siguientes sobrecostes:

DN (mm)	Coste total tramo tubería (€)	Sobrecoste de placas (€)	Coste total (€)
75	104,51	166	270,51
90	149,95	166	315,95
110	178,56	166	344,56
125	233,71	0	233,71

Tabla 19 Costes totales según el diámetro de tubería de PVC.

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el bajo sobre coste generado entre la tubería de DN75 y la de DN125 que son las dos que menos coste generan, se opta por la tubería de DN75 para simplificar la instalación ya que, como se verá más adelante, coincide con la tubería general a colocar para la red de distribución del riego.

Por tanto, la tubería que va desde la salida del pozo hasta la balsa será de **DN75 de 4 atm.**

5. DIMENSIONADO DE LA BOMBA DEL POZO

Con este cálculo se pretende seleccionar la bomba más adecuada para el bombeo del pozo, para ello primero se debe tener en cuenta los requisitos para este diseño:

Nivel estático del pozo	50 m
Nivel dinámico del pozo	80 m
Nivel de colocación de la bomba	90 m
Profundidad de perforación	100 m
Caudal que extraer	25 m ³ /h

Con esto se dimensiona la bomba para poder superar la profundidad del pozo además de añadir un extra para poder transportar el agua desde la boca del pozo hasta la balsa. La altura que impulsar se calculará de la siguiente forma:

$$H_{bomba} = H + h_f + h_l$$

Donde, H es la profundidad del pozo, h_f las pérdidas debido a las conducciones de la tubería y h_l debido a las pérdidas localizadas.

Teniendo en cuenta los diámetros seleccionados en los anteriores apartados y las pérdidas de carga que estos generaban, se obtiene

$$H_{bomba} = 90 + h_{DN65} + h_{DN75}$$

$$H_{bomba} = 90 + 4,95 + 2,7$$

$$H_{bomba} = 97,65 \text{ mca} \approx 9,765 \text{ bar}$$

Para evitar que la bomba vaya justa se considerará que esta debe impulsar la altura antes calculada más un 15% como coeficiente de seguridad:

$$H_{bomba} = 97,65 + 97,65 \cdot 0,15 \approx 112,30 \text{ mca}$$

Así pues, la bomba debe cumplir los siguientes requisitos de diseño:

- Caudal que extraer 25 m³/h
- Altura de impulsión 112,30 mca

De entre los proveedores de bombas disponibles en el mercado se utiliza el catálogo de Caprari, con esto se ha obtenido una bomba que trabaja en las siguientes condiciones y cuya curva se adjunta en los siguientes anexos:

E6XD50/15 + MAC61A-8V

CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO

Caudal de servicio	25,14	m/h ³
Altura de impulsión de servicio	113,23	m
Potencia absorbida en punto de trabajo	10,36	kW
Rendimiento de la bomba en el punto	74,84%	
Rendimiento grupo en el punto de trabajo	60,7%	
Rendimiento máximo de la bomba	75,1%	

CARACTERÍSTICAS MOTOR

Potencia nominal	11	kW
Frecuencia nominal	50	Hz

Tensión nominal	400	V
Corriente nominal	25,3	A

Para las características del motor, el fabricante aporta también la sección del cable a emplear según la longitud de cable necesaria. En este caso la longitud de cable a emplear será la necesaria para alcanzar la profundidad de la bomba, en este caso 90 metros además de un extra para llegar de la boca del pozo hasta el cuadro. En este caso se tomará un extra de 10 metros que se utilizará para esta conexión.

Por tanto el total de longitud será de 100 metros, con esta, utilizando las recomendaciones de Caprari recogidas en la siguiente tabla:

Datos del motor

Bomba	E6XD50/15 + MAC615A-8	Motor	MAC615-2A
Frecuencia	50 Hz	Potencia nominal P2	11 kW
Tensión nominal	400 V	Corriente nominal	24,8 A
		Factor de potencia	0,825

Cable eléctrico

Tipo de cable: Drincable EPDM (goma)

Temperatura ambiente: 30 °C

Longitud máxima del cable [m]

Sección del cable [mm²]	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35
1 cable, sección 4 x S			74	113	189	303	473	
2 cables, sección 4 x S	55	94	151	227	378			
2 cables, sección 4 x S (estrella-triángulo)	42	71	113	170	284	454		
3 cables, sección 1 x S			72	107	173	264	387	508

Verifique la disponibilidad del cable seleccionado.

Cable seleccionado Longitud: m

Buttons: Ok, Atrás, Sin cable, Cancelar, Ayuda

Ilustración 2 Recomendación de cable para bomba E6XD50/15+MAC615A-8 según Caprari.

Fuente: Caprari

Por tanto, el cable a emplear será de sección 3x6 mm², apto hasta una longitud de 113 metros.

6. DIMENSIONADO DE LA BOMBA DE Balsa

6.1. Optimización de la bomba

En el anterior dimensionado se ha pretendido extraer el máximo caudal posible del pozo para minimizar al máximo el tiempo de llenado de la balsa y conseguir rápidamente una reserva de agua el riego de las distintas parcelas. Así el aforo del pozo era el que limitaba el caudal máximo

a bombear, pero en contraposición para el dimensionado de la bomba de la balsa no existe, a priori, claro límite de caudal máximo a extraer.

Con esto, se debe encontrar una forma de limitar el rango de búsqueda de la bomba por lo que se opta por una optimización de esta. La optimización de la bomba se realiza teniendo en cuenta el coste que tendrá la bomba y el coste que tendrá en el tiempo, en este caso el coste a lo largo del tiempo se tendrá en cuenta mediante el coste de mantenimiento:

$$coste_{total} = coste_{inicial} + coste_{mantenimiento}$$

Siguiendo las recomendaciones de la empresa Onda Hidro S.L. se recomienda una revisión, mantenimiento y puesta a punto de la bomba cada 5000 horas de funcionamiento con un coste aproximado de 868 euros por mantenimiento.

Calculando las horas de funcionamiento es posible el coste total del mantenimiento de bomba, esta operación se ha realizado para las diferentes parcelas y el total y para 4 caudales de partida: 15 m/h³, 18 m/h³, 21 m/h³ y 24 m/h³.

Estos caudales, se han tomado teniendo en cuenta que el caudal de la bomba de la balsa no exceda el de la bomba del pozo y que las horas de funcionamiento no excedan las horas mensuales de sol calculadas para:

$$horas\ solares\ mensuales = horas\ promedio \cdot dias\ del\ mes$$

Donde se ha contemplado 20 días al mes, para evitar funcionamientos en fin de semana o festivos y las horas de sol para la provincia de Zaragoza se han obtenido mediante la base de datos PVGIS:

Mes	Horas de sol diarias	Días
Enero	4,9	31
Febrero	6,1	28
Marzo	7,2	31
Abril	8,6	30
Mayo	9,7	31
Junio	10,9	30
Julio	12	31
Agosto	10,9	31
Septiembre	8,9	30
Octubre	7,1	31
Noviembre	5	30
Diciembre	4,2	31
Promedio	7,96	

Tabla 20 Horas solares promedio para cada mes en Zaragoza.

Teniendo esto en cuenta:

$$\text{horas solares mensuales} = 4,2 \cdot 20 = 84 \text{ horas}$$

Como las horas solares es un factor muy variable debido a que se trata de un factor climatológico se hace una reducción de un 25% para evitar un dimensionado demasiado favorable.

$$\text{horas solares mensuales} = 4,2 \cdot 0,75 \cdot 20 = 63 \text{ horas}$$

A continuación, se pasa a calcular las horas de funcionamiento por riego de cada uno de los caudales estudiados:

$$\text{Horas funcionamiento} = \frac{\text{Necesidades hídricas}}{Q_{\text{bomba}}}$$

- Bomba de 15 m³/h

Parcela	Necesidades hídricas (m ³)	Horas necesarias
174	140,46	9,4
181	38,48	2,6
182	11,54	0,8
183	11,54	0,8
185	128,92	8,6
186	44,25	3,0
187	30,78	2,1
188	63,49	4,2
189	27,90	1,9
190	19,24	1,3
191	68,31	4,6
192	44,25	3,0
193	45,21	3,0
194	20,20	1,3
195	36,56	2,4
196	57,72	3,8
197	49,06	3,3
199	25,01	1,7
	TOTAL	57,5

Tabla 21 Horas de funcionamiento necesarias para bomba de 15 m³/h.

Fuente: Elaboración propia

- Bomba de 18 m³/h

Parcela	Necesidades hídricas (m ³)	Horas necesarias
174	140,47	7,8
181	38,48	2,1
182	11,55	0,6
183	11,55	0,6
185	128,92	7,2
186	44,26	2,5
187	30,79	1,7
188	63,50	3,5
189	27,90	1,6
190	19,24	1,1
191	68,31	3,8
192	44,26	2,5
193	45,22	2,5
194	20,20	1,1
195	36,56	2,0
196	57,73	3,2
197	49,07	2,7
199	25,01	1,4
	TOTAL	47,9

Tabla 22 Horas de funcionamiento necesarias para bomba de 15 m³/h.

Fuente: Elaboración propia

- Bomba de 21 m³/h

Parcela	Necesidades hídricas (m ³)	Horas necesarias
174	140,47	6,7
181	38,48	1,8
182	11,55	0,5
183	11,55	0,5
185	128,92	6,1
186	44,26	2,1
187	30,79	1,5
188	63,50	3,0
189	27,90	1,3
190	19,24	0,9
191	68,31	3,3
192	44,26	2,1
193	45,22	2,2

194	20,20	1,0
195	36,56	1,7
196	57,73	2,7
197	49,07	2,3
199	25,01	1,2
	TOTAL	41,1

Tabla 23 Horas de funcionamiento necesarias para bomba de 21 m³/h.

Fuente: Elaboración propia

- Bomba de 24 m³/h

Parcela	m3 necesarios	Horas necesarias
174	140,47	5,9
181	38,48	1,6
182	11,55	0,5
183	11,55	0,5
185	128,92	5,4
186	44,26	1,8
187	30,79	1,3
188	63,50	2,6
189	27,90	1,2
190	19,24	0,8
191	68,31	2,8
192	44,26	1,8
193	45,22	1,9
194	20,20	0,8
195	36,56	1,5
196	57,73	2,4
197	49,07	2,0
199	25,01	1,0
	TOTAL	36

Tabla 24 Horas de funcionamiento necesarias para bomba de 21 m³/h.

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso será calcular las horas totales de funcionamiento de la bomba para los diferentes caudales, estas se calcularán para 12 meses, ya que solo se regará una vez al mes y para 25 años que el tiempo de proyección de la instalación:

$$\text{horas totales} = \text{horas de funcionamiento} \cdot 12 \cdot 25$$

Para cada uno de los caudales se obtienen las siguientes horas totales de funcionamiento:

Caudal (m³/h)	Horas totales
15	17260,3
18	14383,59
21	12328,79
24	10787,69

Tabla 25 Horas de funcionamiento a lo largo de 25 años para los caudales a estudio.

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidas las horas de funcionamiento se puede calcular los mantenimientos que se realizarán para cada bomba, a la hora de calcular se redondea a la baja ya que el último de los mantenimientos podría ser prescindible debido al fin de la proyección del proyecto y a una posible sustitución de la bomba.

El cálculo del número de mantenimientos se realizará de la siguiente forma:

$$N_{mant} = \frac{Horas_{totales}}{5000}$$

Para los diferentes caudales la operación y su número de manteamientos real serán:

Caudal (m³/h)	Mantenimientos	Mantenimientos reales
15	3,45	3
18	2,88	2
21	2,47	2
24	2,16	2

Tabla 26 Número de mantenimientos necesarios en función del caudal.

Fuente: Elaboración propia

Por lo que los costes de mantenimiento de las distintas bombas serán:

Caudal (m³/h)	Coste de mantenimiento (€)
15	2604
18	1736
21	1736
24	1736

Tabla 27 Coste de los mantenimientos según el caudal.

Fuente: Elaboración propia

Una vez calculados los costes de mantenimiento para el periodo de proyección de la instalación, 25 años, se pasa a calcular el precio de coste la bomba. Para ello dentro del catálogo de Caprari se buscarán bombas que aporten el caudal a estudiar y una presión 25 mca (2,5 bar). Esta presión se fija teniendo en cuenta que los microaspersores a instalar deberán funcionar a una presión de entre 1,5 bar y 4,5 bar, se opta pues por fijar esta presión para dimensionar

posteriormente las tuberías para evitar que en las diferentes parcelas se tenga una presión inferior a 2 bar.

Teniendo en cuenta esta restricción de caudal y presión se ha obtenido los siguientes costes para los diferentes caudales:

Caudal (m ³ /h)	Bomba	Coste (€)
15	CVX201/2 + E0300T212-V	1.570,25
18	CVX201/2+E0300T212-V	1.570,25
21	CVX201/3 + E0400T212-V	1912,00
24	CVX321/2 + E0400T212-V	2978,76

Tabla 28 Coste de bomba en función del caudal a aportar.

Fuente: Elaboración propia

Con la siguiente tabla se pretende realizar un resumen de las dos anteriores:

Caudal (m ³ /h)	Coste mantenimiento (€)	Coste (€)
15	2604	1.570,25
18	1736	1.570,25
21	1736	1912,00
24	1736	2978,76

Tabla 29 Costes asociados a la bomba según caudal.

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar los resultados se realiza la siguiente gráfica, obtenida mediante Excel y donde se ofrece la ecuación que caracteriza la curva del coste total:

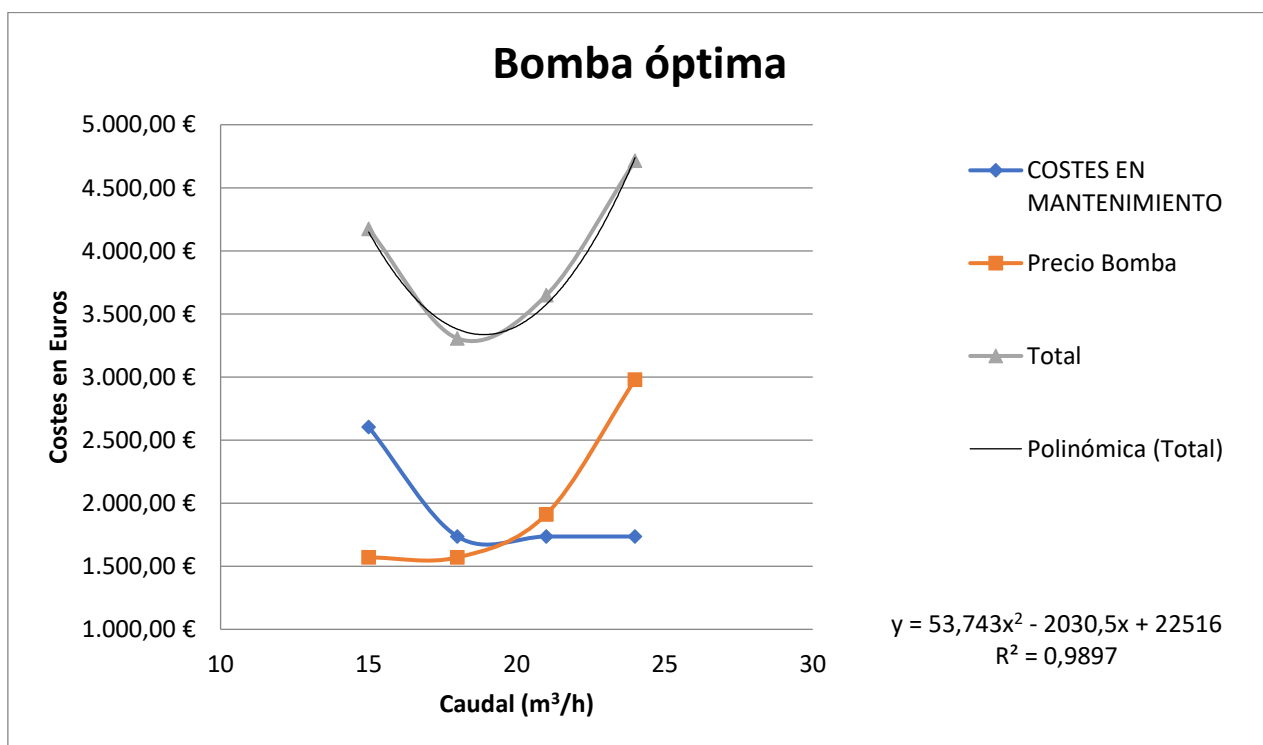


Gráfico 1 Coste de la bomba frente al coste de mantenimiento según el caudal.

La ecuación de la curva obtiene según Excel un ajuste R^2 igual a 0,9897 siendo el valor máximo de este 1, por lo que el ajuste de la ecuación es bastante bueno.

Con la ecuación obtenida mediante Excel el siguiente paso es calcular el valor de caudal que optimiza la ecuación, para ello basta con derivar esta e igualar el valor de su derivada a 0.

$$\frac{d}{dx}(53,743x^2 - 2030,5x + 22516)$$

$$107,486x - 2030,5$$

Igualando a 0 la derivada:

$$107,486x - 2030,5 = 0$$

$$x = 18,89$$

El caudal óptimo para esta instalación sería el proporcionado por una bomba de 18,89 m³/h. Aunque para el dimensionado final de la bomba y por razones de facilidad en los cálculos se opta por aproximar este valor a 19 m³/h ya que la diferencia económica variará poco del caudal calculado al aproximado.

Con esto utilizando el catálogo de Caprari se ha seleccionado la bomba que mejor se ajusta a estas condiciones de diseño y con las siguientes características, además se adjunta en los anexos la curva característica de esta:

CVX201/2 + E0220T212-V

CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO

Caudal de servicio	19,02	m/h ³
Altura de impulsión de servicio	25,04	m
Potencia absorbida en punto de trabajo	1,75	kW
Rendimiento de la bomba en el punto	74,06%	
Rendimiento grupo en el punto de trabajo	63,6%	
Rendimiento máximo de la bomba	75,2%	

CARACTERÍSTICAS MOTOR

Potencia nominal	2,2	kW
------------------	-----	----

Frecuencia nominal	50	Hz
Tensión nominal	400	V
Corriente nominal	4,35	A

6.2. Dimensionado del cable del bombeo

Para el dimensionado del cable es necesario aplicar el reglamento de baja tensión REBT, el reglamento indica la necesidad de realizar una serie de cálculos para obtener la sección mínima que satisface dos condiciones:

Criterio de la intensidad máxima admisible, por el cual la temperatura del conductor trabajando a plena carga y en régimen permanente, no debe superar nunca la temperatura máxima admisible del material de aislamiento que utiliza el cable.

Criterio de la caída de tensión, esta caída de tensión entre el origen y el final del cable debe ser inferior a los límites marcados por el reglamento.

El primero de los cálculos que realizar es la sección mínima del cable para una caída de tensión dada, está en conductores trifásicos se calcula como:

$$S = \sqrt{3} \cdot \frac{L \cdot I}{\sigma \cdot U}$$

Dónde:

S es la sección del cable en mm^2

L es la longitud de este cable en m

σ es la conductividad del material que compone el conductor en $\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$

U es la caída de tensión máxima permitida

En este caso se utilizará un conductor de cobre con una conductividad de $58 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$

Para la obtención de la caída de tensión máxima permitida se utiliza la siguiente tabla:

Parte de la instalación	Para alimentar a :	Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro.	$e=\Delta U_{III}$	$e=\Delta U_I$
LGA: (Línea General de Alimentación)	Suministros de un único usuario	No existe LGA	--	--
	Contadores totalmente concentrados	0,5%	2 V	--
	Centralizaciones parciales de contadores	1,0%	4 V	--
DI (Derivación Individual)	Suministros de un único usuario	1,5%	6 V	3,45 V
	Contadores totalmente concentrados	1,0%	4 V	2,3 V
	Centralizaciones parciales de contadores	0,5%	2 V	1,15 V
Circuitos interiores	Circuitos interiores en viviendas	3%	12 V	6,9 V
	Circuitos de alumbrado que no sean viviendas	3%	12 V	6,9 V
	Circuitos de fuerza que no sean viviendas	5%	20 V	11,5 V

Tabla 30 Caída de tensión admisible según el REBT.

Fuente: Guía Técnica de aplicación del REBT

En el caso del cálculo del cable del bombeo se aplicará la caída de tensión de una derivación individual para suministro de un único usuario, es decir una caída máxima de 1,5%.

Además, midiendo sobre el plano se tiene una longitud de cable de 75 metros, con lo que ya se dispone de todos los datos para la aplicación de la fórmula:

$$S = \sqrt{3} \cdot \frac{75 \cdot 4,35}{58 \cdot \left(\frac{1,5}{100} \cdot 400\right)} = 1,62 \text{ mm}^2$$

Calculado para la intensidad nominal de la bomba, es decir 4,35 A

Como no existe cable para todas las secciones es necesario buscar la sección comercial superior de la obtenida por la fórmula. Para el catálogo de Prysmian, para cables trifásicos estas secciones serían:

Características técnicas							
Formación	Diámetro máx. de alambres del conductor	Espesor nominal de aislación	Espesor nominal de la envoltura	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Intensidad de corriente admisible (1)	Resist. eléctrica máxima a 20°C y c. c.
Nº x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	A	ohm/km
2x1	0,21	0,6	0,8	6,7	62	7	19,5
2x1,5	0,26	0,7	0,8	7,7	83	10	13,3
2x2,5	0,26	0,8	1,0	9,4	127	16	7,98
2x4	0,31	0,8	1,1	10,6	173	22	4,95
2x6	0,31	0,8	1,3	12,4	245	30	3,30
2x10	0,41	1,0	1,5	15,5	396	45	1,91
3x1	0,21	0,6	0,8	7,1	74	7	19,5
3x1,5	0,26	0,7	0,9	8,4	103	10	13,3
3x2,5	0,26	0,8	1,1	10,2	159	16	7,98
3x4	0,31	0,8	1,2	11,5	218	22	4,95
3x6	0,31	0,8	1,4	13,7	328	30	3,30
3x10	0,41	1,0	1,5	16,8	520	40	1,91
4x1	0,21	0,6	0,9	8,0	93	7	19,5
4x1,5	0,26	0,7	1,0	9,3	130	10	13,3
4x2,5	0,26	0,8	1,1	11,1	194	16	7,98
4x4	0,31	0,8	1,3	12,7	274	22	4,95
4x6	0,31	0,8	1,4	14,8	399	30	3,30
4x10	0,41	1,0	1,6	18,5	647	40	1,91
5x1,5	0,26	0,7	1,1	10,4	159	10	13,3
5x2,5	0,26	0,8	1,2	12,5	240	16	7,98

Tabla 31 Secciones comerciales de cables trifásicos comerciales.

Fuente: Catálogo Prysmian

En este caso la sección comercial inmediatamente superior es 3x2,5 mm²

El siguiente paso es definir la máxima corriente que puede circular por el conductor según su método de instalación y el material aislante, para ello mediante la siguiente tabla y para método de instalación E y aislante de PVC:

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
B		Conductores aislados en tubos ¹⁾ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ³⁾				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre ⁴⁾ . Distancia a la pared no inferior a 0,3D ⁵⁾					3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴⁾ . Distancia a la pared no inferior a D ⁵⁾					3x PVC				3x XLPE o EPR ¹⁾	
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁵⁾								3x PVC ¹⁾		3x XLPE o EPR
Cobre	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
	25	59	77	86	96	104	110	96	106	116	123	166
	35		94	103	117	125	133	119	131	144	154	206
	50				149	160	171	188	202	224	244	321
	70				180	194	207	230	245	271	296	391
	95				208	225	240	267	284	314	348	455
	120				236	260	278	310	338	363	404	525
	150				268	297	317	354	386	415	464	601
185				315	350	374	419	455	490	552	711	
240				360	404	423	484	524	565	640	821	

- 1) A partir de 25 mm² de sección.
- 2) Incluyendo canales para instalaciones -canaletas- y conductos de sección no circular.
- 3) O en bandeja no perforada.
- 4) O en bandeja perforada.
- 5) D es el diámetro del cable.

Tabla 32 Intensidades admisibles (A) al aire 40°C. Nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento.

Fuente: Guía técnica de aplicación del REBT

Para las condiciones anunciadas el cable soporta una intensidad de hasta 22 A superior a la nominal de la carga, 4,35 A.

Por tanto, finalmente la sección de cable a emplear será 3 x 2,5 mm²

7. DIMENSIONADO DE MICROASPERORES Y LA SECTORIZACIÓN DE LA FINCA

Antes de entrar en el dimensionado de la tubería de la red de distribución es necesario definir las características de los microaspersores a instalar en cada una de las plantas. Los microaspersores proporcionan caudal en función de la boquilla que tienen instalada, así pues, para los diferentes proveedores existen diferentes rangos de caudales que pueden lanzar.

En este caso utilizando el catálogo de Regaber, para microaspersores SuperNET se obtienen los siguientes caudales en función de la boquilla a utilizar:

Modelo	Código colores	Presión (bar)	Caudal nominal (l/h)	Color bailarina	Ø LR	Ø LRD	Color bailarina	Ø SR	Ø SRD	Color difusor	Ø
020	Violeta	1,5-4,5	20	Violeta	5,0	0,7	Azul	3,2	1,8	N.D.	-
030	Marrón	1,5-4,5	30	Violeta	5,5	0,7	Azul	3,5	1,8	Naranja	5,0
035	A. celeste	1,5-4,5	35	Violeta	6,0	0,7	Azul	3,5	1,8	Naranja	5,0
040	Azul	1,5-4,5	40	Violeta	6,0	0,7	Azul	3,8	1,8	Naranja	5,0
050	Verde	1,5-4,5	50	Negra	6,5	0,7	Azul	4,5	1,8	Naranja	5,0
058	Gris	1,5-4,5	58	Negra	7,0	0,7	Azul	4,5	1,8	Naranja	5,0
070	Negro	1,5-4,5	70	Negra	7,0	1,0	Azul	5,5	1,8	Naranja	5,5
090	Naranja	1,5-4,5	90	Negra	7,0	1,0	Azul	6,0	2,0	Naranja	5,5
110	Rojo	2-4,5	110	Negra	8,0	1,0	Azul	5,5	-	-	-

Tabla 33 Caudales nominales para microaspersores autocompensantes SuperNET.

Fuente: Regaber

En el caso de la instalación, al funcionar el bombeo con energía solar, conviene aportar el máximo caudal posible a las plantas para minimizar las horas que se necesitaran para conseguir el aporte de caudal.

Por este motivo, teniendo en cuenta la proyección de la instalación y el momento más desfavorable de esta, para la instalación se utilizarán microaspersores SuperNET con la boquilla Roja, aportando un caudal por microaspersor de 110 l/h.

Según la sectorización que marque estas condiciones se estudiará para los distintos rangos de edades existentes, antes de la etapa final, las diferentes boquillas que se deberán ir utilizando.

Con las condiciones más desfavorables se obtienen los siguientes caudales y horas de funcionamiento para esos caudales:

Parcela	Recinto	Plantas	Necesidades de agua prevista (l)	Caudal para microaspersores de 110 l/h (l/h)	Horas de funcionamiento
174	1	97	90.438,60	10340	8,75
174	2	49	47.143,52	5390	0,71
182		12	11.545,35	1320	0,71
183	-	12	11.545,35	1320	0,71
185		134	128.923,11	14740	4,46
186		46	44.257,19	5060	0,71
187	4	32	30.787,61	3520	0,71
188		66	63.499,44	7260	0,71
189		29	27.901,27	3190	0,71
190		20	19.242,26	2200	0,71
191		71	68.310,01	7810	0,71
192		46	44.257,19	5060	0,71
193		47	45.219,30	5170	0,71
194		21	20.204,37	2310	0,71
195		38	36.560,28	4180	0,71
196		60	57.726,77	6600	0,71
197	1	51	49.067,75	5610	0,71
199		26	25.014,93	2860	0,71

Tabla 34 Aportación de los microaspersores a las parcelas y horas de funcionamiento en función de su aporte.

Fuente: Elaboración propia

Como la bomba calculada se ha diseñado, en un primer momento, para aportar un caudal 19 m³/h se agrupan las parcelas para conseguir la aportación de ese caudal. Cada una de esas agrupaciones será uno de los sectores de la finca, y para esta agrupación también se debe considerar la viabilidad de la agrupación mediante la proximidad de estas.

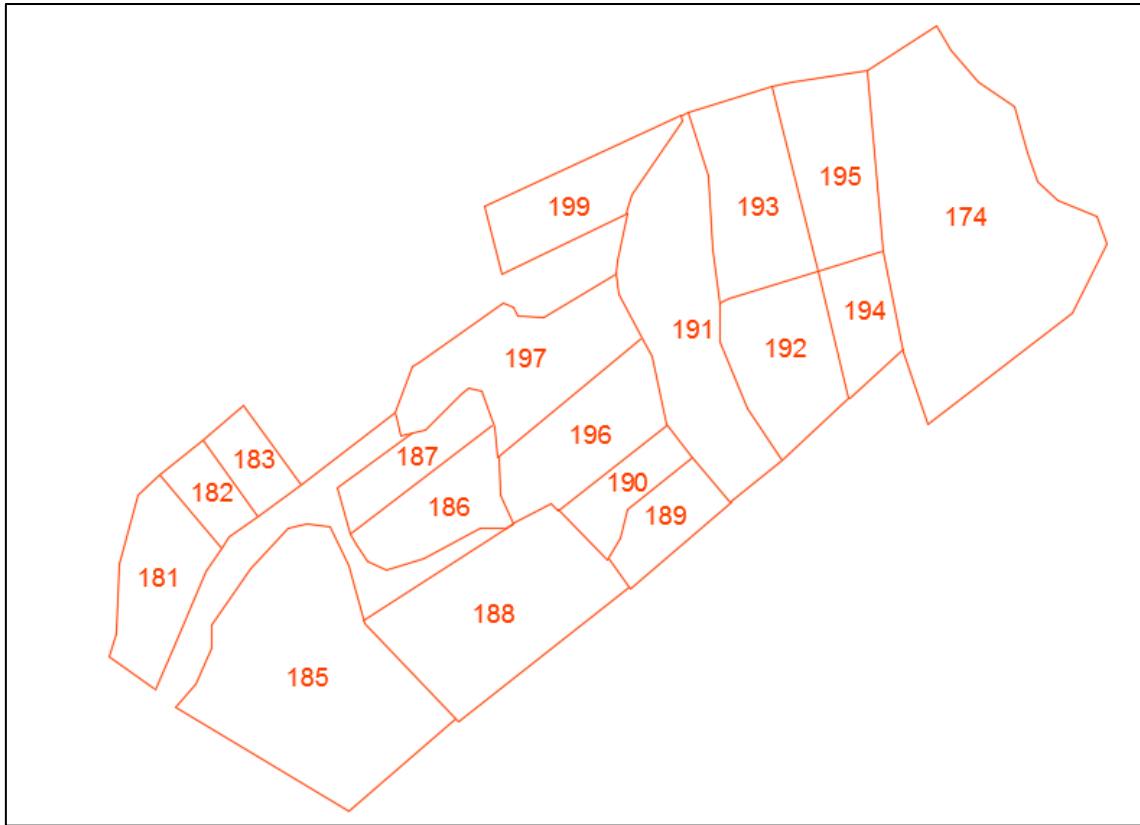


Ilustración 3 Esquema de la disposición de las parcelas.

Fuente: Elaboración propia

Así la agrupación de las parcelas y su caudal necesario quedan reflejados en la siguiente tabla:

Sector	Parcela	Recinto	Caudal para microaspersores de 110 l/h (l/h)	Total del sector (m ³ /h)
1	182	-	1320	17,38
	183	-	1320	
	185	-	14740	
2	186	-	5060	19,46
	187	4	3520	
	188	-	7260	
3	189	-	3190	17,6
	190	-	2200	
	196	-	6600	
	197	1	5610	
4	191	-	7810	20,9
	199	-	2860	
	193	-	5170	

	192	-	5060	
5	194	-	2310	22,22
	195	-	4180	
	174	1	5390	
	174	2	10340	

Tabla 35 Agrupación sectorial y caudal que precisa cada sector.

Fuente: Elaboración propia

Se observa que no se ha podido conseguir una agrupación adecuada que proporcione para todos los sectores un caudal de 19 m³/h, sino que, para el sector más desfavorable se debe aportar un caudal de 22,22 m³/h. Con este caudal se observa que la bomba puede aportar la siguiente presión:

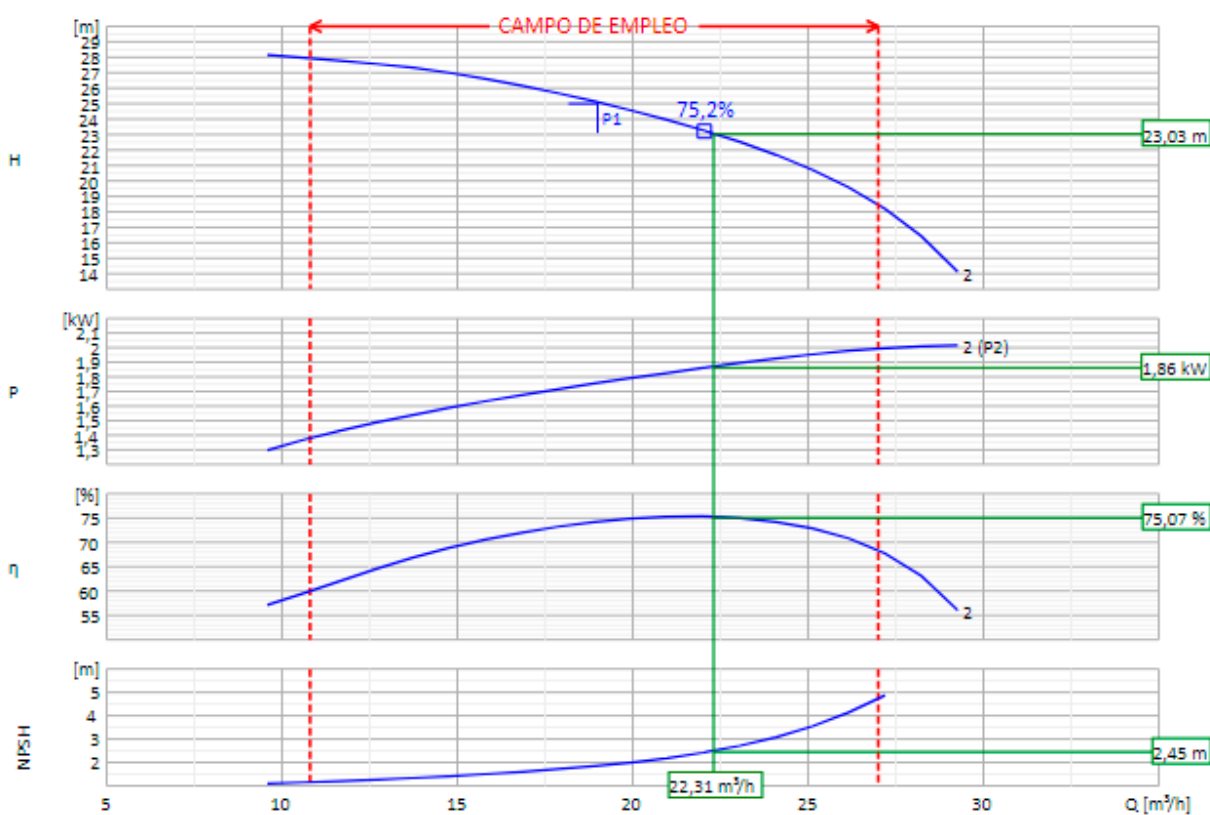


Ilustración 4 Bomba CVX201/2 + E0220T212-Vtrabajando a 22,30 m³/h.

Fuente: Caprari iPump

8. DIMENSIONADO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

8.1. Dimensionado de la red con Epanet

Una vez dimensionado el resto de la instalación hidráulica, solo restaría dimensionar las conducciones que facilitarían el flujo de agua desde la balsa hasta cada uno de los sectores y parcelas; además de dimensionar los ramales que aportarían este flujo para cada hilera de plantas.

Para el dimensionado de la red general se utiliza el programa de simulación hidráulica Epanet, en él se introducen los puntos de consumo de cada uno de los sectores y las longitudes de esta tubería medidas sobre el plano. Además, para hacer una simulación más fidedigna se introduce la altitud de las diferentes parcelas, así como la curva de la bomba que se instalará.

El primero de los pasos a realizar es la elaboración del esquema de la red a simular, en ella se representa la balsa como un embalse sin límite de capacidad y los sectores mediante nodos con un consumo fijado.



Ilustración 5 Esquema de la red simulado mediante Epanet.

Fuente: Epanet

Una vez ubicados todos los elementos se pasa a definir sus parámetros, en primer lugar, en el caso de los nodos se introduce su cota (altitud sobre el nivel del mar) y su demanda base, en este caso introducida en l/s:

Tabla de Red - Nudos en 0:00 Hrs

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS
Conexión 22	668	0
Conexión 23	660	0
Conexión 29	653	0
Conexión 27	657	0
Conexión 28	652	0
Conexión 30	668	0
Conexión 9	650	0
Conexión 32	642	0
Conexión 2	661	0
Conexión 31	648	0
Conexión 189	649	0.086
Conexión 183	660	0.36
Conexión 182	662	0.36
Conexión 190	649	0.61
Conexión 194	640	0.64
Conexión 199	643	0.794
Conexión 187	652	0.98
Conexión 195	640	1.16
Conexión 191	644	1.406
Conexión 186	657	1.41
Conexión 193	643	1.436
Conexión 175B	638	1.497
Conexión 197	652	1.56
Conexión 196	652	1.833
Conexión 188	650	2.02
Conexión 192	644	2.169
Conexión 175	637	2.87
Conexión 185	667	4.094

Tabla 36 Nodos de conexión y sus cotas y demandas bases. Las parcelas de riego aparecen definidas como conexión y el número de la parcela.

Fuente: Epanet



Ilustración 6 Identificación de los nodos de conexión de la red sobre el esquema.

Fuente: Epanet

El siguiente paso es definir la curva de la bomba a utilizar, en este caso la curva de la CVX201/2, para ello se introducen dentro del programa varios puntos de esta, definidos por el caudal y la altura que puede aportar a dicho caudal:

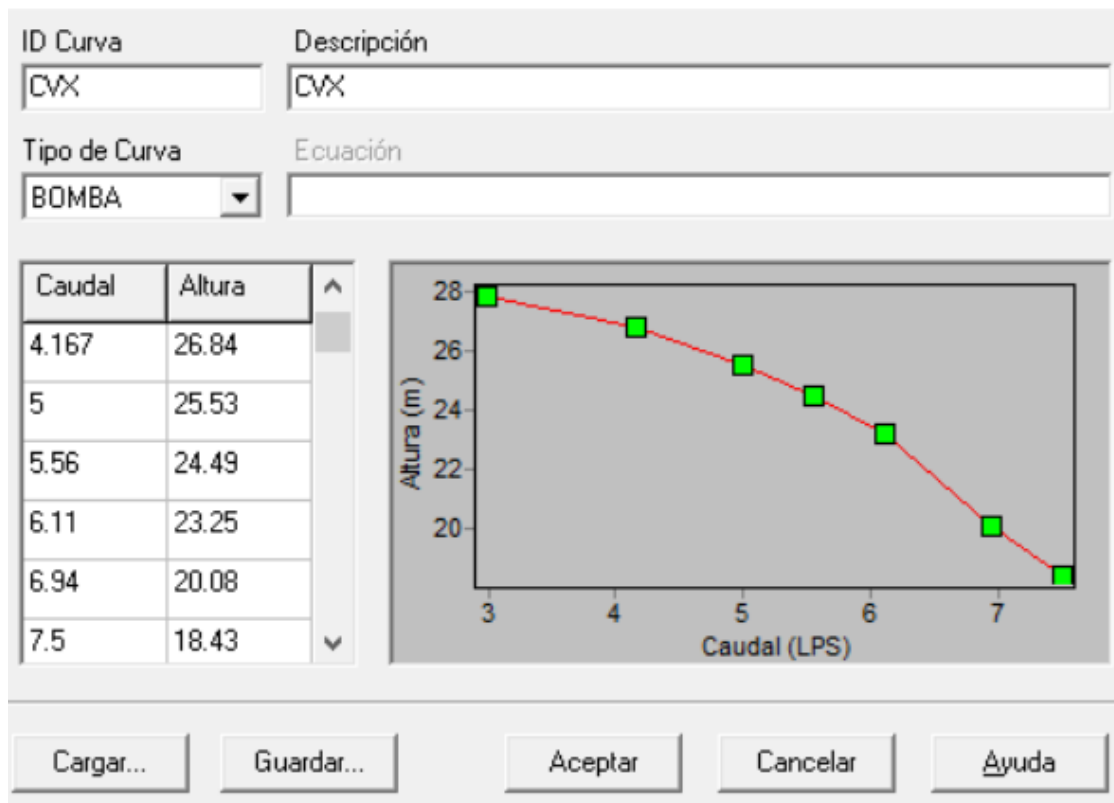


Ilustración 7 Curva de la bomba CVX201/2 introducida en Epanet.

Fuente: Epanet

Con la bomba definida se pasa a simular la sectorización de las parcelas, para esto se utiliza la opción de Epanet para introducir patrones de demanda. Por razones de simplicidad, se introduce como tiempo de cada patrón una hora de funcionamiento:

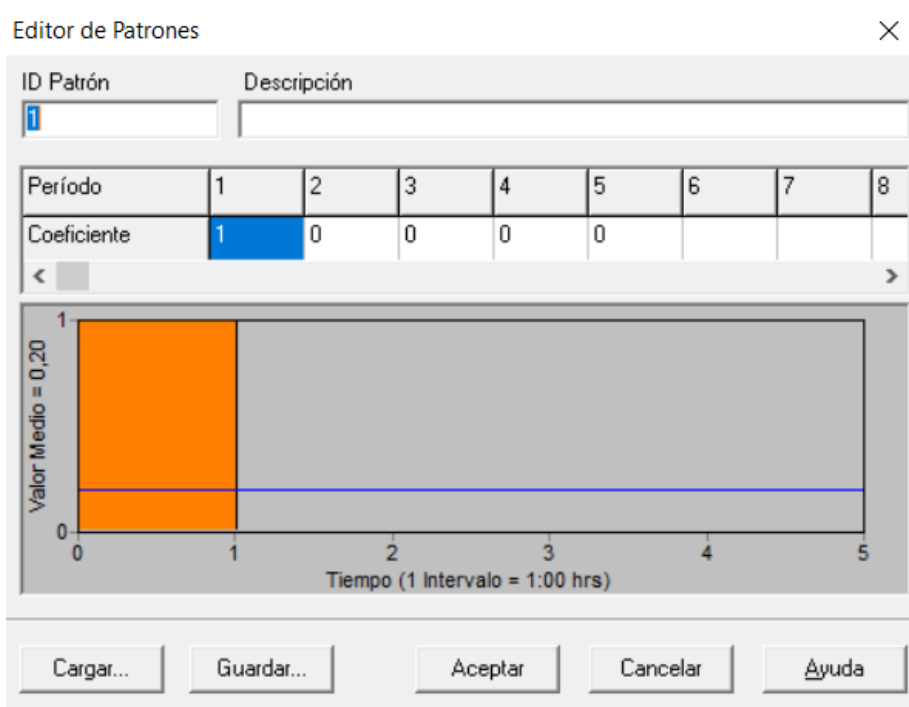


Ilustración 8 Ejemplo de patrón de demanda.

Fuente: Epanet

Introducidos los patrones de demanda, se pasa a definir los parámetros de las tuberías que definen la red general de distribución, para ello es necesario fijar los valores de longitud, rugosidad y diámetro. La longitud se obtiene mediante su medición sobre el plano, la rugosidad es la propia del PVC, 0,015 mm y por último el diámetro será el parámetro que optimizar.

Se pretende conseguir una presión mínima en la entrada de todas las parcelas de al menos 20 mca, para que, a pesar de la posterior pérdida de carga generada por los ramales se consigue una presión asegure al menos 15 mca en los microaspersores. Además, en medida de lo posible se buscará que las velocidades en las tuberías se encuentren en el rango de velocidad máxima 3 m/s y velocidad mínima 0,5 m/s.

En un primer momento se otorga un mismo valor de diámetro para todas las tuberías y a partir de ahí se van ajustando estos valores hasta llegar a la solución final:



Ilustración 9 Identificación de las tuberías de la red sobre el esquema.

Fuente: Epanet

A continuación, se recogen mediante una tabla y un gráfico los valores finales de los diámetros que permiten a la red funcionar dentro de los parámetros fijados:

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad mm
Tubería 4	35	59.4	0.015
Tubería 5	45	59.4	0.015
Tubería 6	30	59.4	0.015
Tubería 24	1	59.4	0.1
Tubería 25	1	59.4	0.1
Tubería 29	94.95	71.74	0.015
Tubería 2	45.57	71.74	0.015
Tubería 8	20	59.4	0.015
Tubería 9	50	59.4	0.015
Tubería 10	1	59.4	0.015
Tubería 11	1	59.4	0.015
Tubería 28	134	71.74	0.015
Tubería 30	16.65	59.4	0.015
Tubería 31	68.35	71.74	0.015
Tubería 32	21	59.4	0.015
Tubería 33	48	59.4	0.015
Tubería 34	24	59.4	0.015
Tubería 35	20.75	59.4	0.015
Tubería 36	165	71.4	0.015
Tubería 37	35	59.4	0.015
Tubería 38	76	59.4	0.015
Tubería 39	29	59.4	0.015
Tubería 40	1	59.4	0.015
Tubería 41	110	59.4	0.015
Tubería 42	63.44	59.4	0.015

Tabla 37 Identificación de las tuberías de la red con sus valores de longitud, diámetro y rugosidad.

Fuente: Epanet

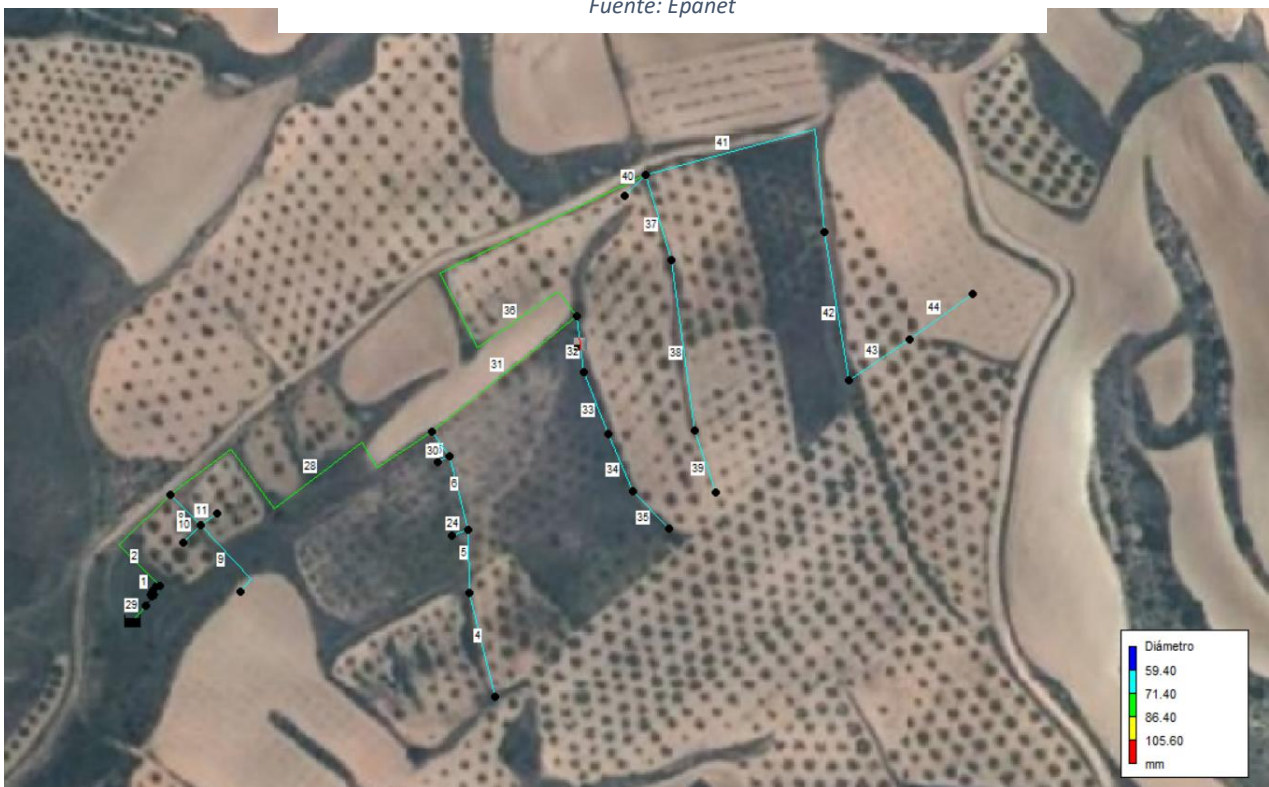


Ilustración 10 Diámetros de las tuberías de la red sobre el esquema.

Fuente: Epanet

8.2. Análisis del informe de la red aportado por Epanet

Mediante el programa Epanet se obtiene el informe completo de los cálculos realizados por el programa y aportado en el Anexo II. Con la observación del informe se puede comprobar que los requisitos de diseño fijados en cuanto a limitaciones de presiones se cumplen para todos los sectores definidos.

Se debe destacar la existencia de dos parcelas donde las presiones se encuentran más cerca del límite inferior definido anteriormente. Estas parcelas son la 185 y la 174 en su recinto 1, en concreto la parcela 185 tendrá un valor de presión de 21,20 mca en su punto más desfavorable y la parcela 174, tendrá una presión de 23,83 mca en el caso más desfavorable.

También se observa que cuando el sector 1 se encuentra en pleno riego, la tubería del sector 5 alcanza presiones de hasta 54 mca, pero al soportar la tubería hasta 60 mca no debería existir problema de presiones en ese sentido, aunque la tubería se encuentre cargada de agua en ese momento.

Un punto importante que se puede observar del análisis del informe es que existen tramos de tubería donde la velocidad de circulación del agua desciende hasta valores por debajo de 0,5 m/s. Al no poder recurrir a tubería de PVC de diámetro inferior que soporten una presión de 6 atm (60 mca) este tramo de tubería se deberá realizar en tubería de PE de 6 atm.

Estos tramos de tubería son los que unen la parcela 189 y 190 con la parcela 196 y su diámetro será calculado en apartado siguiente junto con los ramales de las parcelas.

8.3. Dimensionado de los ramales

A diferencia del anterior cálculo, donde la simplificación de los caudales para el cálculo de los diámetros era más intuitiva en el cálculo de los ramales no lo es tanto. Esto se debe a la existencia de tantas distribuciones de hileras de plantas como parcelas existen, o incluso más, ya que dentro de una misma parcela pueden existir hileras con más plantas que otras.

Para reducir el número de cálculos, se tomará como ramales a dimensionar los existentes en las parcelas más desfavorables: Entre ellas se estudiarán los ramales de las parcelas 185 y 174, por ser las que presentan una presión inferior, la parcela 199 por su distribución y los tramos de tubería de las parcelas 189 y 190.

Los requisitos de cálculo serán que la pérdida de carga esté por debajo de los 5 mca en los ramales de la 185 y la 174, que en la tubería de la 189 y 190 se mantenga una presión al final de este de al menos 20 mca y de al menos 15 mca para el ramal de la parcela 199. Estas condiciones se resumen en la siguiente tabla:

Parcela	Condición de diseño
185	Perdida de presión inferior a 5 mca
174	Perdida de presión inferior a 5 mca
189	Presión al final de la tubería ≥ 20 mca
190	Presión al final de la tubería ≥ 20 mca
199	Presión al final del ramal ≥ 20 mca

Tabla 38 Requisito de presiones para las conducciones a estudiar.

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de las pérdidas de carga en las conducciones es necesario conocer las longitudes y el caudal que va a circular por estas. En el dimensionado de ramales para el cálculo de caudal será necesario hacer recuento de las plantas existentes y multiplicar este valor por el caudal que aporta cada microaspersor a la planta:

$$Q_{ramal} = N_{plantas} \cdot Q_{microaspersor}$$

Se refleja en la siguiente tabla los caudales a circular por la conducción y sus longitudes y en el caso de los ramales el número de plantas por ramal:

Parcela	Longitud (m)	Nº de plantas	Caudal (l/h)
185	87,17	14	1540
174	95,9	16	1760
189	20,75	-	3190
190	24	-	2200
199	75,58	13	1430

Tabla 39 Longitud y caudales de las conducciones a dimensionar en PE.

Fuente: Elaboración propia

Aplicando la misma formulación que se utilizó en el diseño de la red de distribución desde el pozo hasta la balsa, pero tomando como temperatura del agua 20°C y por tanto cambiando su viscosidad cinemática por 1,0038 m²/s. Este cambio se realiza debido a que, a diferencia del agua extraída del pozo, la de la balsa ya se encuentra a temperatura ambiente:

Parcela	DN (mm)	d _i (mm)	v (m/s)	Re	ε_r	f	h _f (mca)
185	32	29,2	0,64	18582	0,000051	0,02650	1,64
174	32	29,2	0,73	21237	0,000051	0,02558	2,28
189	25	22,6	2,21	49733	0,000066	0,02065	4,71
190	25	22,6	1,52	34298	0,000066	0,02260	2,84
199	25	22,6	0,99	22294	0,000066	0,02528	4,23

Tabla 40 Diámetros empleados en las parcelas y sus pérdidas de carga asociadas.

Fuente: Elaboración propia

Por razones de simplicidad de instalación y para facilitar la instalación por parte de los operarios, aunque en algunas parcelas se podría haber recurrido a diámetros más pequeños se ha optado por utilizar un diámetro mínimo de 25 mm.

Otro apunte importante que realizar es que, según el análisis del informe de Epanent en las tuberías de las parcelas 189 y 190 de debe utilizar PE de PN6 (Presión nominal 6 atm) ya que en ciertos momentos la tubería podría superar los 40 mca.

Por último, siguiendo los principios de simplicidad para el resto de los ramales se empleará tubería de PE con DN25 mm.

8.4. Material empleado

Una vez calculadas todas las características de las conducciones se pasará a calcular la cantidad total de longitud de tubería a emplear para cada tipo de diámetro. Se representa sobre el plano mediante AutoCAD todas las conducciones y mediante la función TABLA se extrae la tabla con los valores de las longitudes de cada diámetro y se realiza la suma de estas:

Diámetro	Longitud total (m)
PE DN25 (PN4)	4144,30
PE DN25(PN6)	44,75
PE DN32(PN4)	1879,52
PVC DN63 (PN6)	705,3
PVC DN75 (PN6)	478,92

Tabla 41 Longitudes totales para cada diámetro empleado.

Fuente: Elaboración propia

8.5. Dimensionado de la zanja

En primer lugar, para el dimensionado de la zanja se sigue la normativa UNE-1610 además de las recomendaciones del SEIASA (Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias). La norma UNE se aplicará para el dimensionado de la anchura mínima.

Esta norma aporta una serie de valores según el valor del diámetro nominal, el entibado de la zanja y el ángulo de la zanja sobre la horizontal:

Anchura mínima de zanja en relación con el diámetro nominal DN

DN	Anchura mínima de zanja (OD + x) m		
	Zanja entibada	Zanja sin entibar	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
≤ 225	OD + 0,40	OD + 0,40	
>225 a ≤ 350	OD + 0,50	OD + 0,50	OD + 0,40
> 350 a ≤ 700	OD + 0,70	OD + 0,70	OD + 0,40
> 700 a $\leq 1\ 200$	OD + 0,85	OD + 0,85	OD + 0,40
$> 1\ 200$	OD + 1,00	OD + 1,00	OD + 0,40

En los valores de OD + x, el mínimo espacio de trabajo entre la tubería y la pared de la zanja, o la entibación será igual a x/2.

Donde:
 OD es el diámetro exterior, en metros;
 β es el ángulo de la pared de la zanja sin entibar medido desde la horizontal (véase la figura 2).

Tabla 42 Anchura mínima de zanja según norma.

Fuente: Norma UNE-1610

En este caso se utilizan dos diámetros de tubería, pero para simplificar la realización de la zanja se realizarán para el mayor de ellos, ya que la norma indica una anchura mínima pudiendo superarse esta sin problema.

Siguiendo la tabla, y para zanja sin entibar la anchura mínima de la zanja o separación de la tubería con la pared de la zanja debe ser igual a $OD + 0,40$ metros.

Tras tener claro esto se sigue las recomendaciones del SEIASA y se realizará la zanja según el siguiente esquema:

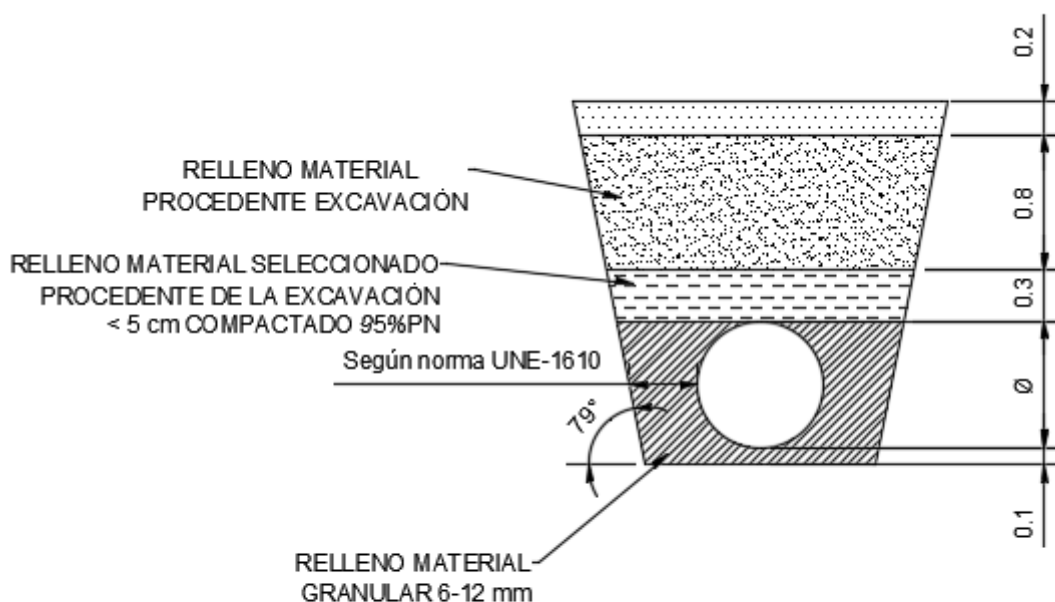


Ilustración 11 Esquema de zanja para tubería.

Fuente: Elaboración propia

En este caso, para tubería de 75 mm, deberá ser de 0,875 m dejando a cada lado 0,4 m de espacio entre la tubería y la pared de la zanja. Con esto se comprueba que se cumple el segundo requisito de la norma que relaciona la profundidad con la altura mínima.

La profundidad total de la zanja se calcula como:

$$h_{zanja} = 0,2 + 0,8 + 0,3 + \emptyset + 0,1$$

$$h_{zanja} = 0,2 + 0,8 + 0,3 + 0,075 + 0,1$$

$$h_{zanja} = 1,475 \text{ m}$$

Con este valor observamos que se cumple la normativa en la parte más baja de la zanja:

Anchura mínima de la zanja en relación con su profundidad

Profundidad de la zanja m	Anchura mínima de la zanja m
<1,00	No se prescribe
≥1,00 ≤ 1,75	0,80
> 1,75 ≤ 4,00	0,90
> 4,00	1,00

Tabla 43 Anchura mínima en relación con la profundidad.

Fuente: Norma UNE-1610

Para una profundidad desde 1 m hasta 1,75 el valor mínimo de la zanja debe ser de 0,80 m. Se comprueba que la anchura mínima en la parte inferior de la zanja propuesta por el SEIASA cumple con los requisitos.

Mediante la aplicación de la geometría se obtiene un valor de base de 0,8 m.

Por tanto, la recomendación es correcta y se procede a dimensionar la zanja según este esquema.

9. DIMENSIONADO DE PARTE FOTOVOLTAICA

Una vez dimensionada la parte hidráulica del proyecto es momento de dimensionar la fuente de alimentación del sistema. Dentro de este apartado se calculará el ángulo óptimo de las placas solares, el número necesario de estas y se diseñarán los equipos complementarios para su correcto funcionamiento.

9.1. Optimización del ángulo de inclinación de los módulos fotovoltaicas

La optimización del ángulo de incidencia trata de encontrar el ángulo de inclinación β , que maximiza la irradiancia que recibirán estas. Para realizar esta optimización se deberá, en primer lugar, calcular la irradiancia incidente en una superficie inclinada mediante el siguiente esquema:

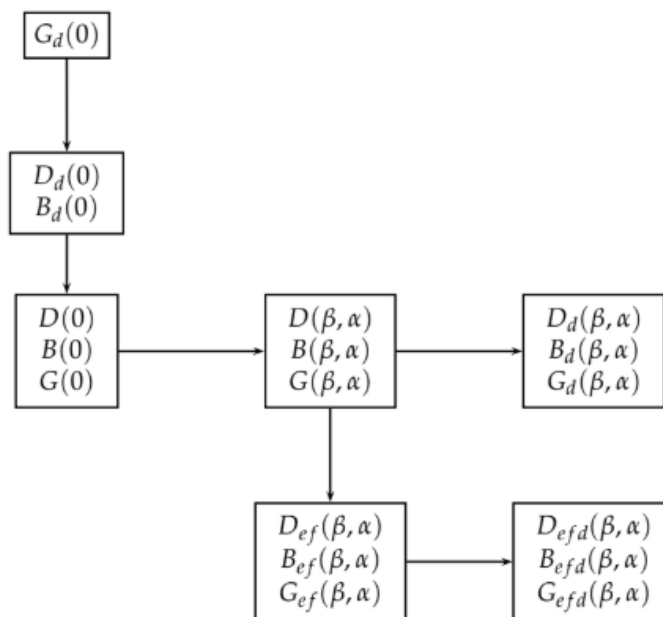


Ilustración 12 Esquema para el cálculo de la irradiancia que recibe una superficie inclinada a partir de los datos de irradiancia de una superficie horizontal.

Fuente: Energía Solar Fotovoltaica - Oscar Perpiñan

Donde:

G es la irradiancia global que recibe la superficie (suma de la irradiancia directa, difusa y de Albedo).

B es la irradiancia directa que recibe la superficie.

D es la irradiancia difusa que recibe la superficie.

0 indica que es la componente directa, difusa o global en el plano horizontal.

β, α corresponden al ángulo de inclinación y ángulo azimutal.

1. En primer lugar, es necesario estimar el perfil de irradiancia que le corresponde a cada irradiación. Es posible suponer que el valor medio de irradiancia a lo largo de la hora a estudiar coincide con la irradiación horaria, esto se debe a que la variación solar en una hora es baja.

Además, existe una relación entre la irradiancia y la irradiación difusa que es equivalente a la que existe entre la irradiancia y la irradiación extra-atmosférica.

$$r_D = \frac{D(0)}{D_d(0)} = \frac{B_0(0)}{B_{0d}(0)}$$

Sabiendo que $B_0(0)$ y $B_{0d}(0)$ se pueden calcular mediante las siguientes ecuaciones

$$B_0(0) = B_0 \cdot \epsilon_0 \cdot \cos(\theta_{zs})$$

$$B_{0d}(0) = -\frac{T}{\pi} \cdot B_0 \epsilon_0 \cdot \omega_S \sin\Phi \sin\delta + \cos\delta \cos\Phi \sin\omega_S$$

Donde B_0 es la constante solar, valor de irradiancia en un plano perpendicular al vector Sol-Tierra (Horizontal a la superficie terrestre) y cuyo valor propuesto por la Organización Meteorológica Mundial es de $1367 \frac{W}{m^2}$.

ϵ_0 se trata de la corrección debido a la excentricidad elipsis de la órbita de la tierra.

ω_S representa la hora solar correspondiente al amanecer y atardecer en radianes.

Φ es la latitud del lugar donde se encuentra la superficie inclinada a estudio.

δ correspondiente al valor de la declinación solar para la latitud y día del año estudiado.

Es posible calcular directa la relación r_D mediante la siguiente expresión

$$r_D = \frac{\pi \cos(\omega) - \cos(\omega_S)}{T \cos(\omega_S) - \sin(\omega_S)}$$

Con esta ecuación se plantea la necesidad de calcular el valor de ω_S y ω , que pueden ser calculados con las siguientes ecuaciones:

$$\omega_S = -\arccos(-\tan\delta \tan \Phi)$$

Esta ecuación es válida siempre y cuando no nos encontremos en las latitudes entre el círculo polar ($\Phi = \pm 66,55^\circ$) hasta los polos.

En cuanto a ω esta representa la hora solar para calcularla es necesario aplicar una serie de correcciones a la hora oficial de lugar donde se sitúan las placas que tiene en cuenta una serie de factores como son la distancia entre el meridiano local y la longitud del huso horario, representada por la corrección $\Delta\lambda = \lambda_L - \lambda_H$.

La siguiente de las correcciones se trata de la ecuación del tiempo EoT, esta relaciona el tiempo solar medio y el tiempo solar real o aparente, esta ecuación incluye dos de las causas más importantes por las que la duración del tiempo varia a lo largo del año: la

órbita elíptica de la Tierra y el ángulo de inclinación del plano de la órbita respecto al plano del ecuador. La ecuación EoT sería la siguiente:

$$EoT = 9,87 \cdot \sin(2 \cdot M) - 7,53 \cdot \cos(M) - 1,5 \cdot \sin(M)$$

Donde M (en radianes) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$M = \frac{360}{365} \cdot d_n \cdot -81$$

Hay que añadir que como se puede observar la ecuación del tiempo se trata de una fórmula empírica. Se ha elegido emplear esta, del autor Whitman (2003), entre las diversas disponibles porque es la que más se ajusta mediante un cálculo sencillo.

Así mismo también existe una relación entre la irradiancia e irradiación global que puede expresarse con una función dependiente de la hora solar.

$$r_G = \frac{G(0)}{G_d(0)} = r_D \cdot (a + b \cdot \cos(\omega))$$

Donde

$$a = 0,409 - 0,5016 \cdot \sin(\omega_s + \frac{\pi}{3})$$

$$b = 0,6609 + 0,4767 \cdot \sin(\omega_s + \frac{\pi}{3})$$

Con ω_s negativa y en radianes.

Aunque algunos de los cálculos descritos anteriormente serán necesarios para posteriores cálculos, en lugar de realizar la estimación de los componentes de la irradiación en el plano horizontal se opta por obtener estos valores mediante otra forma.

Mediante la base de datos de PVGIS se dispone de una serie de valores de irradiación diaria difusa, directa y global en el plano horizontal. Con ellos se realiza el recorrido del esquema para la obtención de estos valores en el plano inclinado.

2. Siguiendo el recorrido de cálculo, el siguiente paso una vez obtenidos los valores de irradiancia en el plano horizontal, se deben estimar las componentes de irradiancia en el plano inclinado o del generador. En primer lugar, la irradiancia directa se puede calcular mediante reglas geométricas, mediante el uso del ángulo cenital solar y el ángulo de incidencia en el generador (n).

Se debe tener en cuenta que cuando el Sol se encuentra detrás del plano del generador, el coseno del ángulo de incidencia es negativo, cuando eso sucede se sustituye ese valor por 0. Con esto la fórmula para el cálculo de la irradiancia directa quedaría de la siguiente forma:

$$B(\beta, \alpha) = B(n) \cdot \text{máx}(0, \cos(\theta_s))$$

Si se emplea la equivalencia $B(0) = B(n) \cdot \cos(\theta_{zs})$ la fórmula queda de la siguiente forma:

$$B(\beta, \alpha) = B(0) \cdot \frac{\text{máx}(0, \cos(\theta_s))}{\cos(\theta_{zs})}$$

Donde:

θ_s se trata del ángulo formado entre el vector director del plano del generador y el vector solar

Calculado, cuando los generadores están orientados hacia el Ecuador terrestre, como en este caso:

El cálculo de la radiación difusa es bastante más complejo. Si realizáramos un cálculo exacto se debería considerar en cada instante las contribuciones de todos los puntos de la esfera celeste que son visibles por el generador y que influyen en la radiación difusa. El tamaño de la región donde se encuentran estos puntos depende de la inclinación del generador como se puede observar en la siguiente figura:

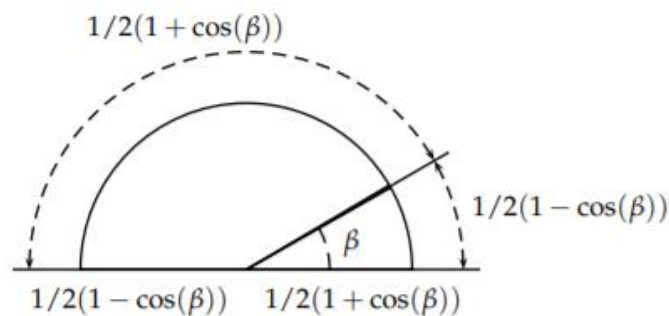


Ilustración 13 Región donde se encuentran los puntos que contribuyen a la irradiación difusa en función del ángulo de inclinación.

Fuente: Energía Solar Fotovoltaica - Oscar Perpiñan

Como se puede deducir este hecho hace necesario que se deba integrar la irradiancia en esta región. El cálculo quedaría de esta forma:

$$D(\beta, \alpha) = \int_{\Omega} L(\theta_z, \psi) \cdot \cos(\theta'_z) d\Omega$$

Al no tratarse de un cálculo simple, son muchos los autores que han realizado una aproximación de este comportamiento, estas se pueden clasificar en dos grandes grupos: Los modelos isotrópicos, que basan su aproximación en que la esfera celeste es uniforme y los anisotrópicos que no la consideran uniforme sino que tienen en cuenta que la irradiancia difusa es máxima en las zonas circunsolares (más próximas al Sol), estos modelos no subestiman los valores que reciben los planos que se orientan al ecuador (región circunsolar).

Entre las diferentes modelos se hace hincapié en dos: El primero el propuesto por J. E. Hay y D. C. McKay en 1985 en el cual proponen tratar la radiación circunsolar como si fuese radiación directa y la del resto de la esfera celeste como isotrópica. Los autores incluyen un índice de anisotropía, k_1 , que relaciona la irradiancia directa con la extra-atmosférica en el plano horizontal. Este método aun tratándose de anisotrópico es relativamente sencillo.

El método del cálculo propuesto por ambos autores sería el siguiente:

$$D(\beta, \alpha) = D^I(\beta, \alpha) + D^C(\beta, \alpha)$$

$$D^I(\beta, \alpha) = D(0) \cdot (1 - k_1) \cdot \frac{1 + \cos(\beta)}{2}$$

$$D^C(\beta, \alpha) = D(0) \cdot k_1 \cdot \frac{\max(0, \cos(\theta_s))}{\cos(\theta_{zs})}$$

$$k_1 = \frac{B(n)}{B_0 \cdot \epsilon_0} = \frac{B(0)}{B_0(0)}$$

El segundo modelo que se quiere destacar es el de T. Muneer de 1990, en el autor distingue entre superficies las superficies sombreadas y las iluminadas por el sol y la trata por separado y aún más entre las nubladas y las condiciones no cubiertas de la superficie iluminada. Se quiere destacar este modelo porque, aunque es más, complejo es el mismo que utiliza la base de datos PVGIS para el cálculo de irradiación difusa, será más fácil comprobar si los valores calculados se acercan a los facilitados por PVGIS.

El modelo propone la siguiente ecuación para superficies a la sombra e iluminada por el sol bajo cielo nublado:

$$D(\beta, \alpha) = D(0) \cdot \left[\cos^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + \frac{2b}{\pi(3+2b)} \cdot (\sin\beta - \beta\cos\beta - \pi\sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right)) \right]$$

Donde β esta en radianes y b es una constante que toma los siguientes valores: $b = 5.73$ (superficies sombreada); $b = 1,68$ (superficies iluminada bajo cielo nublado); $b = -0.62$ (superficie iluminada por el sol bajo cielo no nublado).

Mientras que para superficies iluminadas para cielo descubierto el modelo propone en cambio esta ecuación:

$$D(\beta, \alpha) = D(0) \left[f \cdot (1 - F) + F \cdot \frac{\cos(\theta_s)}{\sin(n)} \right]$$

Donde f es la función $\left[\cos^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + \frac{2b}{\pi(3+2b)} \cdot (\sin\beta - \beta\cos\beta - \pi\sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right)) \right]$

En cuanto el último de los componentes de la irradiancia, la de Albedo, suele considerarse como isotrópica. Esto es debido a que su baja contribución en la radiación global hace aceptable esta hipótesis. Es bastante común que su cálculo se base en la irradiancia global en el plano horizontal al que se le añade un coeficiente de reflexión, κ , cuyo valor dependerá de las características del terreno y el cual cuando no se tiene más información se puede estimar como $\kappa = 0,2$ siendo

este un valor aceptable para un terreno normal. Es habitual también añadir un factor complementario para tener en cuenta la irradiancia difusa isotrópica en el cálculo de la componente de Albedo.

Así pues, el cálculo de la irradiancia de Albedo se aproxima mediante esta función:

$$R(\beta, \alpha) = \kappa \cdot G(0) \cdot \frac{1 - \cos(\beta)}{2}$$

Un último apunte importante que se debe hacer sobre la estimación de irradiación es que al tratarse de un proceso de predicción y con mucha influencia de variables aleatorias, este proceso tiene una alta incertidumbre que no se debe despreciar. Esta incertidumbre será mayor cuanto menor sea el periodo que estudiar y además es más notable en invierno que en verano. Por último, esta incertidumbre también aumenta al realizar las estimaciones oportunas para hallar las componentes de irradiancia del plano inclinado.

Debido a esta incertidumbre se hace importante también nombrar la base de datos de donde se han tomado los datos de partida para la estimación de las componentes de la irradiancia. En este caso, como se ha ido mencionando a lo largo del documento, la base de datos utilizada como punto de partida para las estimaciones ha sido PVGIS.

Una vez calculadas estas irradiancias a partir de ellas es posible estimar la irradiación global efectiva y sus valores diarios, mensuales y anuales. Si se compara este valor con la irradiación global incidente, es posible obtener el gado de influencia de estas pérdidas para periodos largos de tiempo, cuya incertidumbre es más baja. Un ejemplo de esta comparación sería la siguiente:

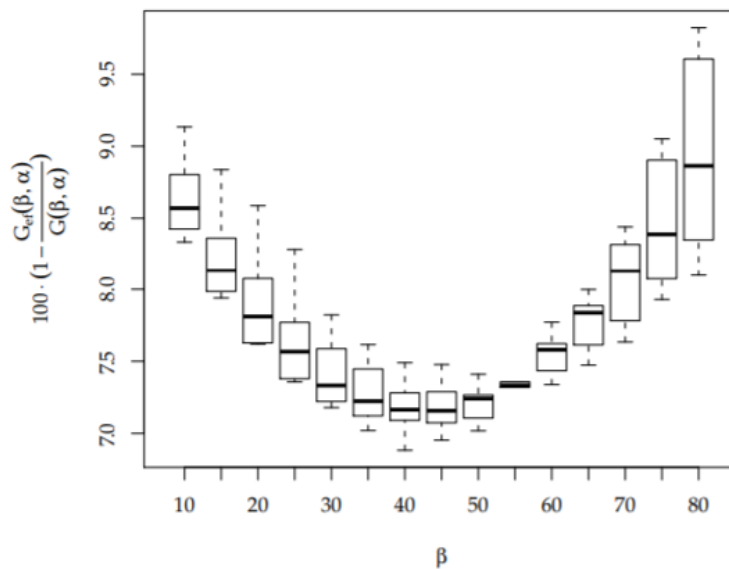


Ilustración 14 Pérdidas angulares en función del ángulo de inclinación.

Fuente: Energía Solar Fotovoltaica - Oscar Perpiñán

Como se puede observar los valores entre una irradiación y otra varían entre un 7% y un 10% según la inclinación y orientación del generador. Para simplificar el proyecto se tomará un coeficiente de pérdidas del 10%.

9.2. Implementación de las funciones solares en MatLab

Una vez nombrados todos los factores y funciones que influyen en la obtención del valor óptimo de la inclinación de módulo fotovoltaico mediante el programa MatLab, se implementa un código que permita la obtención de este ángulo.

El código calculará los valores de irradiancia de diversos ángulos introducidos y comparará su valor hasta obtener el que proporcione una irradiancia global mayor. Dicho código partirá de unos valores de irradiancia obtenidos de la base de datos PVGIS para el rango de horas de 9:00 h a 16:00 h para las coordenadas geográficas de la instalación y para el mes más desfavorable, en este caso se ha optimizado para el mes de enero.

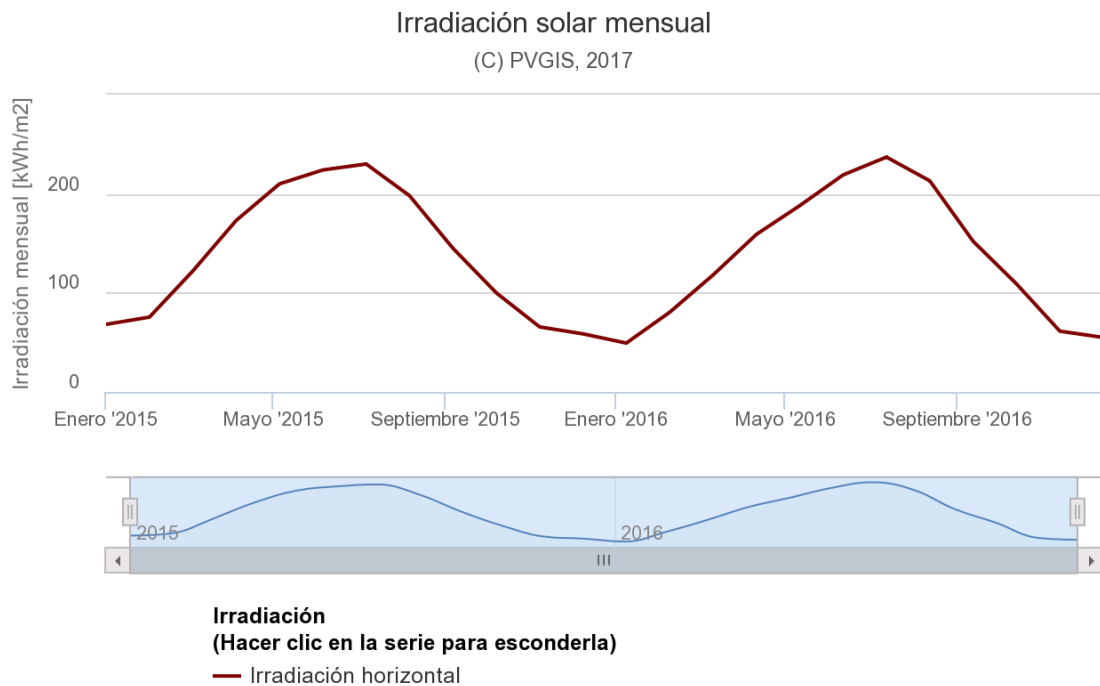


Gráfico 2 Irradiación horizontal por meses desde Enero de 2015 hasta Diciembre de 2016 para la localidad de Ambel.

Fuente: PVGIS

Mes	Año	Irradiación (kW/m²)
Enero	2015	68,2
	2016	49,3
Febrero	2015	75,5
	2016	80,4
Marzo	2015	122
	2016	118
Abril	2015	173
	2016	159
Mayo	2015	210
	2016	188
Junio	2015	224
	2016	219
Julio	2015	230
	2016	237
Agosto	2015	198
	2016	213
Septiembre	2015	145
	2016	152
Octubre	2015	100
	2016	109
Noviembre	2015	65,6
	2016	61,3
Diciembre	2015	58,6
	2016	55,0

Tabla 44 Valores medios de irradiancia mensual para la localidad de Ambel.

Fuente: PVGIS

Y en concreto para el mes de diseño la distribución diaria es la siguiente:

Perfil irradiancia diaria, plano inclinado

(C) PVGIS, 2017

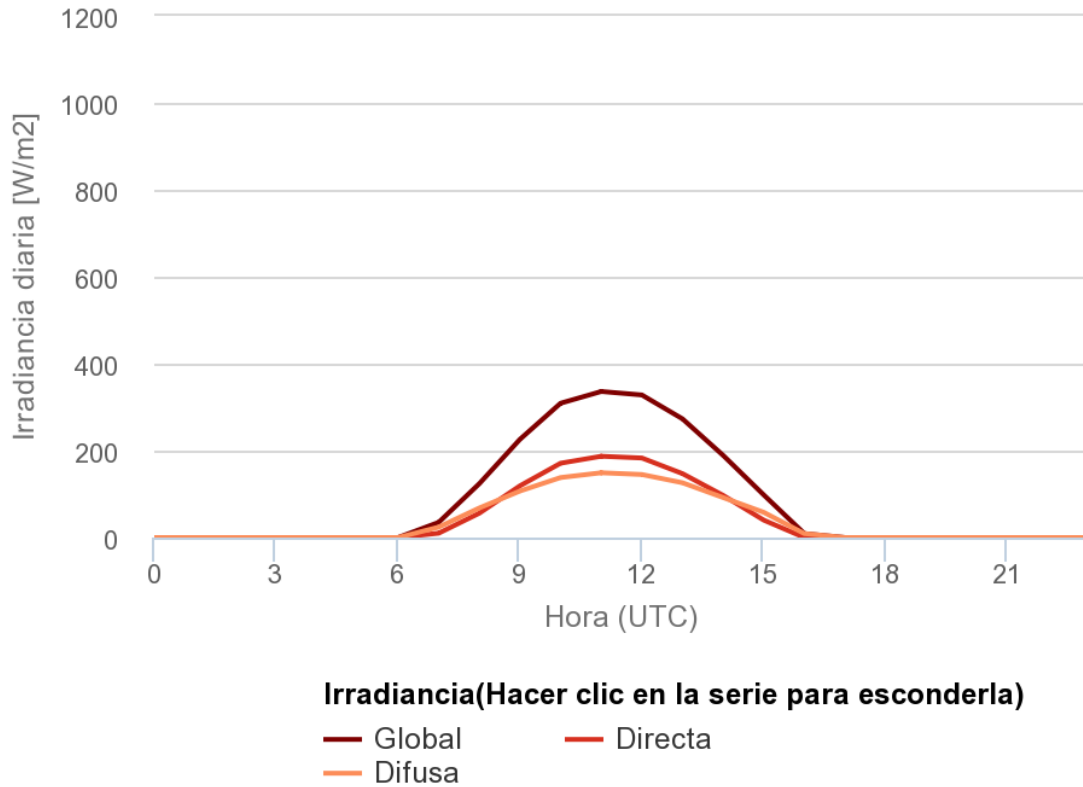


Gráfico 3 Perfil de irradiancias para plano horizontal (inclinación 0°) para la localidad de Ambel.

Fuente: PVGIS

Con unos valores de irradiación recogidos en la siguiente tabla para el periodo de tiempo a estudiar:

Hora local	Irradiación global (kW/m ²)	Irradiación directa (kW/m ²)	Irradiación difusa (kW/m ²)
9:00	124	56	68
10:00	226	119	107
11:00	309	171	138
12:00	336	187	149
13:00	328	183	145
14:00	273	147	126
15:00	189	97	92
16:00	98	40	58

Tabla 45 Valores de irradiación según la hora para el mes de Enero en la localidad de Ambel.

Fuente: PVGIS

Antes de pasar a mostrar el código implementado es necesario aclarar que para el cálculo de la irradiación difusa se ha implementado el modelo propuesto por J. E. Hay y D. C. McKay en 1985.

Con todos estos datos definidos el código implementado ha sido el siguiente:

```
Latitud = 41.761 %input('Introducir latitud de la zona: ')
Longitud = -1.588 %input('Introducir longitud de la zona: ')
Dia = 20 %input('Introducir número de día del año: ')
h = [ 9 10 11 12 13 14 15];
M= (360/365)*Dia*-81;

EoT = 9.87*sin(2*M)-7.53*cos(M)-1.5*sin(M)
hora_solar = [(15*(h-0-12)+(Longitud-15)+(EoT/4))]
inclinacion = [ 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90];
azimut = 0 ;
[m_i,n_i] = size(inclinacion);
[m_h,n_h]= size (hora_solar);
m= 1;
azimut_solar = [];
B0= 1367 %Constante radiación extraterrestre en W/m2
B_0 = [56 119 171 187 183 147 97]; % W/m2
D_0= [68 107 138 149 145 126 92]; % W/m2
G_0 = [124 226 309 336 328 273 189]; %W/m2
p = 0.2;

%Declinación
Delta = 23.45*sin((2*pi()*(Dia + 284))/365)
Delta= Delta*2*pi()/360;

%Altura solar y ángulo cenital solar
Latitud = Latitud*2*pi()/360
hora_solar = hora_solar*2*pi()/360

altura_solar =
360/(2*pi())*asin(sin(Delta)*sin(Latitud)+cos(Latitud)*cos(Delta)*cos(hora_solar))
angulo_cenital =
360/(2*pi())*[acos(cos(Delta)*cos(hora_solar)*cos(Latitud)+sin(Delta)*sin(Latitud))]
angulo_cenital = angulo_cenital*(2*pi()/360);
altura_solar = altura_solar*(2*pi()/360);

%Bucle para calcular azimut solar (se utiliza para el cálculo de la
%irradiancia, a través del cálculo de Theta_s
%directa

for n=1:n_h

azimut_solar = [azimut_solar, acos((sin(Delta)*cos(Latitud)-
cos(Delta)*sin(Latitud)*cos(hora_solar(1,n)))/(cos(altura_solar(1,n))))];
```

```

end
azimut_solar = azimut_solar*360/(2*pi())

Theta_s=[];
inclinacion = inclinacion*(2*pi()/360);

n=1;
for m=1:m_i
while n<8
Theta_s(m,n) = acos((cos(Delta)*cos(hora_solar(1,n))*cos(inclinacion(m,1)-abs(Latitud)))-
((sign(Latitud))*sin(Delta)*(sin(inclinacion(m,1)-abs(Latitud)))));

n=n+1;
end
n=1;
end

B_inclinacion = [];

n=1;
B=[];
for m=1:m_i
while n<8
B_inclinacion(m,n) = B_0(1,n)*(max(0,cos(Theta_s(m,n)))/cos(angulo_cenital(1,n)));

n=n+1;
end

    n=1;
end

B_inclinacion

%Cálculo de la difusa
D_inclinacion=[];
D_l=[];
D_c=[];
for m=1:m_i
while n<8
D_l(m,n) = D_0(1,n)*(1-(B_0(1,n))/B0)*((1+cos(inclinacion(m,1)))/2);
D_c(m,n) = D_0(1,n)*((B_0(1,n))/B0)*(max(0,cos(Theta_s(m,n)))/cos(angulo_cenital(1,n)));

n=n+1;
end

    n=1;
end
D_l;

```



```
D_inclinacion=D_I+D_C
```

```
%Cálculo de la irradiación de Albedo
```

```
R_inclinacion=[];
```

```
for m=1:m_i
```

```
while n<8
```

```
inclinacion(m,1);
```

```
R_inclinacion(m,n)= p * G_0(1,n)*((1-cos(inclinacion(m,1)))/2);
```

```
n=n+1;
```

```
end
```

```
n=1;
```

```
end
```

```
R_inclinacion
```

```
%Cálculo de la irradiación Global
```

```
G_inclinacion=B_inclinacion+D_inclinacion+R_inclinacion
```

```
%Cálculo de la irradiación eficaz
```

```
G_inclinacion_ef = G_inclinacion*0.9
```

```
%Búsqueda del valor de inclinación que maximiza la irradiación
```

```
G_inclinacion_ef_t = G_inclinacion_ef';
```

```
media_max=1;
```

```
m_max=1;
```

```
for n=1:m_i
```

```
if sum(G_inclinacion_ef_t(:,n))/7>media_max
```

```
media_max=sum(G_inclinacion_ef_t(:,n))/7;
```

```
m_max=n;
```

```
end
```

```
end
```

```
m_max;
```

```
media_max;
```

```
angulo_optimo=inclinacion(m_max,1)*360/(2*pi())
```

```
G_optimo= G_inclinacion_ef(m_max,:)
```

En el código se ha realizado un primer cálculo para estimar donde se encontrará el ángulo óptimo, para ello se han utilizado incrementos de 5° en el ángulo de inclinación, desde 5° hasta 90°. Con esta primera aproximación se ha obtenido el siguiente resultado:

```
G_inclinacion_ef =
```

```
132.4657 229.2546 308.7068 333.0907 324.3965 269.5866 187.1584
```

```
152.6314 253.8539 337.5894 361.9169 351.7790 291.9935 203.2146
```

171.9439 277.0104 364.5278 388.6594 377.1390 312.7504 218.1463
190.2560 298.5482 389.3171 413.1146 400.2835 331.6991 231.8401
207.4285 318.3031 411.7686 435.0964 421.0364 348.6955 244.1915
223.3305 336.1249 431.7114 454.4375 439.2397 363.6102 255.1067
237.8412 351.8780 448.9938 470.9906 454.7549 376.3298 264.5026
250.8500 365.4423 463.4843 484.6299 467.4640 386.7573 272.3076
262.2580 376.7148 475.0725 495.2514 477.2701 394.8136 278.4624
271.9784 385.6097 483.6702 502.7744 484.0987 400.4371 282.9200
279.9370 392.0591 489.2121 507.1417 487.8978 403.5852 285.6467
286.0735 396.0141 491.6560 508.3199 488.6385 404.2339 286.6216
290.3411 397.4446 490.9831 506.3001 486.3151 402.3782 285.8373
292.7072 396.3396 487.1988 501.0977 480.9454 398.0323 283.2998
293.1540 392.7075 480.3317 492.7523 472.5701 391.2292 279.0284
291.6780 386.5761 470.4342 481.3274 461.2531 382.0208 273.0556
288.2904 377.9920 457.5815 466.9099 447.0805 370.4771 265.4268
283.0170 367.0204 441.8715 449.6095 430.1600 356.6859 256.2002

angulo_optimo =

60.0000

G_optimo =

286.0735 396.0141 491.6560 508.3199 488.6385 404.2339 286.6216

Aunque el código muestra los valores de todos los componentes de la irradiación, se opta para simplificar mostrar el valor de la irradiación global eficaz de todos los ángulos, para después mostrar el ángulo óptimo junto con su irradiación global eficaz.

Tras obtener la primera aproximación, se vuelve a ejecutar el código para obtener ya el valor del ángulo óptimo, pero esta vez se utilizan incrementos 1º desde 56º hasta 64º, delimitando el cálculo alrededor del ángulo antes obtenido:

angulo_optimo =

G_optimo =

288.0070 396.8903 491.7611 507.8954 488.0764 403.7918 286.5189

Por lo que el ángulo óptimo de inclinación para la instalación será de 62°

9.3. Cálculo del número de módulos a instalar

Una vez conocido el ángulo de inclinación de los módulos el siguiente paso, es la obtención del número de módulos a instalar. Antes de realizar este cálculo será necesario la realización de dos apuntes:

A la hora de asociar módulos su funcionamiento es el mismo que la asociación de pilas o baterías, si ponemos en serie los módulos se combinarán sus voltajes, mientras que si las ponemos en paralelo serán las intensidades las que se combinarán. Por tanto, se cumplirá que:

$$V_g = N_s \cdot V_m$$

$$I_g = N_p \cdot I_m$$

Donde:

V_g es el voltaje del conjunto de módulos.

N_s es el número de placas en serie.

V_m es el voltaje del módulo fotovoltaico.

I_g es la intensidad del conjunto de módulos.

N_p es el número de módulos en paralelo.

I_m es la intensidad del módulo fotovoltaico.

El segundo de los apuntes es que, para el dimensionado de la instalación se tomará como valores los de la bomba más desfavorable, es decir, la que más consumo de energía eléctrica precise, que en este caso se trata de la bomba del pozo.

Antes del cálculo se realiza un repaso de los valores eléctricos de dicha bomba:

Potencia nominal	11	kW
Frecuencia nominal	50	Hz
Tensión nominal	400	V
Corriente nominal	25,3	A

Con esto se pasa a seguir las recomendaciones del fabricante para el cálculo de los módulos necesarios:

En primer lugar, es necesario mayorar la tensión nominal que se utilizará para el diseño, para ello se multiplica la tensión absorbida por el motor por un coeficiente de mayoración, normalmente se suele tomar $\sqrt{2}$ pero siguiendo las recomendaciones del fabricante se tomará en lugar de este 1,8

$$V_g = 1,8 \cdot V_{motor} = 1,8 \cdot 400 = 720 \text{ V}$$

Una vez mayorada la tensión se divide el resultado por la tensión generada por un módulo, en este caso empleando los módulos Yingli Solar con una tensión de $V_m = 37,4 \text{ V}$:

$$N_s = \frac{V_g}{V_m} = \frac{565,69}{37,4} = 19,25$$

Al superar las 19 placas se debería redondear al entero superior, pero siguiendo el criterio del fabricante, se realiza un redondeo al entero inmediato 19 módulos en serie.

En el caso de las intensidades se emplea directamente el valor proporcionado por el motor y posteriormente se divide este valor entre el que aporta los módulos, que en el caso de los módulos empleados tiene un valor de $I_m = 8,84 \text{ A}$

Por lo que:

$$N_p = \frac{I_g}{I_m} = \frac{25,3}{8,84} = 2,86$$

Redondeando al entero superior se obtiene un valor de 3 filas de módulos en paralelo.

Así pues, es necesario instalar 3 filas de 19 módulos:

$$N_s = 19 \text{ módulos}$$

$$N_p = 3 \text{ filas}$$

$$N_{total} = 57 \text{ módulos}$$

9.4. Distribución de los módulos fotovoltaicos

Una vez calculado el número total de módulos fotovoltaicos es necesario obtener la distribución de estos. Como se ha especificado en el anterior apartado el sistema fotovoltaico estará formado por 3 filas de 19 módulos en serie, pero es necesario calcular la distancia que debe existir entre estas filas para evitar que las sombras generadas por los módulos cubran de forma completa o parcial la superficie del resto de filas, ya que esto provocaría una disminución en los valores de tensión e intensidad aportados por los módulos.

Sobre el plano se tiene una superficie para la instalación de las placas de 28x17 m, teniendo en cuenta las dimensiones de los módulos, se calcula en primer momento la posibilidad de una distribución simple con los 19 módulos en serie y se obtiene la longitud que ocuparan en este caso:

$$L_{total} = L_{modulo} \cdot 19 = 0,992 \cdot 19 = 18,85 \text{ m}$$

Se obtiene que es posible colocar los 19 módulos en serie de forma correlativa.

El segundo paso es calcular la separación que debe existir entre las filas de módulos para evitar la generación de sombras entre ellas, para ello se debe calcular la longitud de la sombra con la siguiente fórmula:

$$L_{sombra} = \frac{h}{\tan(61 - \phi)}$$

Donde h es la altura existente desde el suelo hasta el punto más elevado del módulo teniendo en cuenta su altura, calculada de la siguiente forma:

$$h = H_{modulo} \cdot \sin \beta = 2 \cdot \sin(62) = 1,766 \text{ m}$$

$$L_{sombra} = \frac{1,766}{\tan(61 - 41,761)} = 5,06 \text{ m}$$

Por lo tanto, entre las filas deberá existir una separación de al menos 5,1 m

Una vez obtenidas estas distancias se calcula la superficie total a ocupar por los módulos:

La longitud total que ocupan es directamente la total ocupada por una fila 18,85 m

En cuanto a la altura del rectángulo de la superficie a ocupar esta se calcula de la siguiente forma:

$$L = 2 \cdot 5,1 + H_{modulo} \cdot \cos(62) = 11,38 \text{ m}$$

Este cálculo tiene en cuenta la existencia de 3 filas de módulos, por lo que es necesario que el hueco entre las filas sea de 5,1 m, en cuanto al último valor equivale a la longitud real en vertical que ocupará placa según la inclinación.

Por tanto, los módulos ocuparan una superficie de 18,85 x 11,38 m

9.5. Dimensionado de cable de interconexión

Una vez obtenida la distribución de los paneles solares es momento de aclarar las secciones y longitudes de cable a utilizar:

La conexión entre paneles en serie se realizará mediante el propio cable de cada módulo, este de sección 4 mm^2 y $1,1 \text{ m}$ irá conectado desde el positivo del panel hasta negativo del siguiente panel, así hasta llegar al último panel.

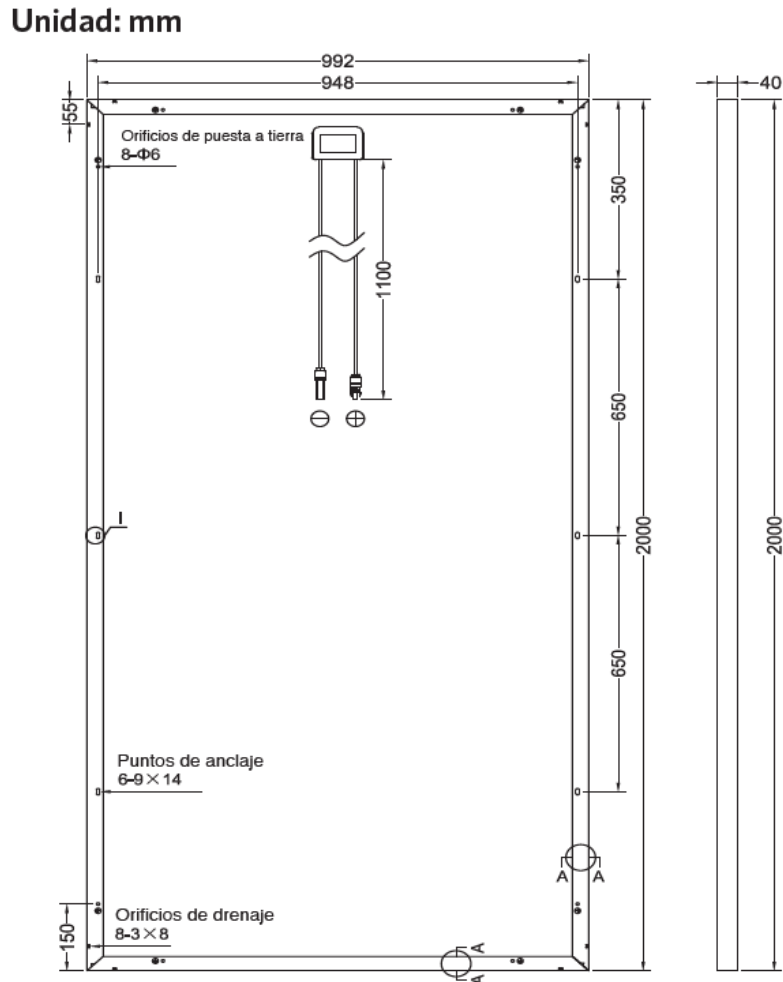


Ilustración 15 Esquema de placa YINGLI SOLAR de 320 W.

Fuente: YINGLI SOLAR

Una vez agrupadas, las series las salidas de positivo y negativo de la serie se llevarán desde estas hasta una caja de conexiones de “strings”. La caja se encontrará adosada en el lado más próximo al pozo de la fila central de paneles y desde allí será llevada hasta el cuadro eléctrico.

Desde la caja de interconexiones saldrá el cable que debe llegar hasta el cuadro donde se controlaran ambas bombas, para el dimensionado de este cable es necesario la aplicación la norma del reglamento de baja electrotécnico para baja tensión REBT-ITC-40.

Para instalaciones fotovoltaicas dicha norma indica que los cables de conexión deberán ser dimensionados para que soporten una intensidad superior al 125% de la máxima intensidad del generador y que la caída de tensión entre el generador y el punto de conexión de la instalación no supere el 1,5% para la intensidad nominal.

Con estas limitaciones para el dimensionado del cable, y por tanto de la sección este, es preciso definir los siguientes parámetros: El material del conductor y su conductividad, la longitud total del cable, la corriente que atravesará el conductor y la caída de tensión que se generará entre uno y otro.

Estos parámetros se utilizarán en la siguiente ecuación para el cálculo de la sección:

$$S = 2 \cdot \frac{L \cdot I}{\sigma \cdot U}$$

Dónde:

S es la sección del cable en mm^2 .

L es la longitud de este cable en m.

σ es la conductividad del material que compone el conductor en $\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$.

En este caso se utilizará un conductor de cobre con una conductividad de $58 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$.

Además, al generar corriente en continua será necesario cerrar el circuito mediante un cable positivo y otro negativo. Por tanto, la longitud de cable a emplear será el doble por este motivo la ecuación debe reescribirse de la siguiente forma:

$$S = 2 \cdot \frac{2 \cdot L \cdot I}{\sigma \cdot U}$$

En cuanto a la intensidad a tomar para el dimensionado del cable, al tener tres filas de paneles en paralelo la intensidad del conjunto del generador fotovoltaico deberá ser tres veces la intensidad de cortocircuito que proporciona el fabricante. En este caso, la ficha del módulo nos proporciona una $I_{sc}=9,19$ A y por tanto la total del sistema será $I_{scg} = 3 \cdot 9,29 = 27,87$ A. Del mismo modo hay que definir la tensión proporcionada por los paneles, en este caso al disponer de 16 paneles en serie, esta tensión se obtendrá como la suma de la tensión de cada uno. Empleando la tensión a circuito abierto de los módulos $V_{oc} = 46,4$ V y por tanto la del generador completo $V_{ocg} = 742,4$ V

Sustituyendo con los valores definidos y con la longitud entre la caja de "strings" y el cuadro donde se controlará la bomba:

$$S = 2 \cdot \frac{40 \cdot (1,25 \cdot 27,87)}{58 \cdot (742,4 \cdot \frac{1,5}{100})}$$

$$S = 4,31 \text{ mm}^2$$

Para una longitud de 20 m medidos sobre el plano

Una vez obtenida la sección del cable es necesario obtener la sección comercial de esta, igual que en tubería no es posible encontrar cualquier diámetro y es necesario buscar el diámetro comercial que cumple con las especificaciones, lo mismo ocurre con la sección de cable. Así se hace necesario recurrir la sección comercial superior más próxima a la sección calculada.

En este caso se utiliza el catálogo de general cable, para el cable EXZHELLENT CLASS 750 V

Código de General Cable	Sección (mm ²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Intensidad máx. admisible al aire 30 °C * (A)	Caída de tensión cos $\mu= 0,8$ (V/A.km)
1S23106	1x1,5	2,9	20	18	15,5	22,2
1S23107	1x2,5	3,5	31	22	21	13,3
1S23108	1x4	4,1	45	25	28	8,30
1S23109	1x6	4,6	64	28	36	5,56
1S23110	1x10	6,0	110	36	50	3,26
1S23111	1x16	7,0	160	42	68	2,09
1S23112	1x25	8,6	245	52	89	1,38
1S23113	1x35	9,7	335	59	110	1,00
1S23114	1x50	11,5	480	69	134	0,720
1S24115	1x70	13,4	665	81	171	0,528
1S24116	1x95	15,4	875	93	207	0,419
1S24117	1x120	17,2	1.105	105	239	0,342
1S24118	1x150	19,0	1.375	115	262	0,290
1S24119	1x185	20,9	1.675	130	296	0,252
1S24120	1x240	24,0	2.215	145	346	0,208

* Intensidades admisibles de acuerdo con IEC 60364-5-52, tabla B.52.4, método de instalación B1.

Ilustración 16 Secciones comerciales para cable EXZHELLENT CLASS 750 V. Fuente: General Cable

Por tanto, el cable seleccionado será el 1x6 mm²

Una vez definido este cable es necesario comprobar que la corriente que va a circular por este sea soportada por la sección de este.

Esta máxima intensidad admisible desentenderá por un lado de la temperatura ambiente o temperatura del terreno en función de si el cable está enterrado o no y la sección del este.

Aplicando la norma UNE-EA 0038:2008 obtenemos la intensidad máxima admisible de los cables en módulos fotovoltaicos.

Sección mm ²	Tipo de instalación		
	Al aire a 60°C (A)	Sobre superficie (A)	Adyacente a superficie (A)
0,75	27	21	18
1,5	30	29	24
2,5	41	39	33
4	55	52	44
6	70	67	57
10	98	93	79
16	132	125	105

Tabla 46 Intensidad máxima admitida por un conductor según su sección.

Fuente: Norma UNE EA-0038:2008

Se observa que para una sección 6 mm² el cable puede soportar una intensidad de 70 A superior a la que producirá el generador de 26,52 A. Por tanto, el cable seleccionado cumple con los requisitos de diseño.

9.6. Toma a tierra del generador

El sistema de toma a tierra conecta las masas metálicas accesibles a una persona a una superficie equipotencial, disminuyendo así la posibilidad de aparición de tensiones peligrosas entre las masas de diferentes equipos.

Las masas se conectan entre si y se constituye su puesta a tierra, en el caso del presente proyecto la puesta a tierra se realizará mediante una pica vertical enterrada en el suelo y conectada a las masas mediante un conductor.

Es posible calcular la resistencia de la toma tierra en este caso mediante la siguiente ecuación:

$$R_t = \frac{\rho}{L_p}$$

Siendo:

ρ la resistividad del terreno

L_p la longitud de la pica

La resistividad del terreno se ofrece en la ITC-BT-18 mediante la siguiente tabla:

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 silícea	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

Tabla 47 Valores orientativos para la resistividad del terreno según ITC-BT-18.

Fuente: Reglamento de Baja Tensión

En el caso de desconocer la composición exacta, la ITC del reglamento ofrece también unos valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno:

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Tabla 48 Valores medios aproximados para resistividad en función del terreno según ITC-BT-18.

Fuente: Reglamento de Baja Tensión

En el caso de la presente instalación al tratarse de un cultivo de secano se considerará la tierra como "Terraplén cultivable poco fértil" y por tanto la resistividad tendrá un valor de 500 Ω .

Para el cálculo de la resistencia que debe tener la pica vertical, se emplea la siguiente fórmula

$$R_{tp} \leq \frac{V_{max}}{I_f}$$

Dónde:

R_{tp} es la resistencia que debe tener la pica en ohmios (Ω)

V_{max} es el voltaje máximo de contacto admisible que para corriente continua toma el valor de 60 V

I_f es la intensidad de fuga, en este caso la intensidad de cortocircuito del generador $I_{sc} = 27,87 A$

Si se aplica este criterio se obtendrían resistencias difíciles de alcanzar, por lo que es común en instalaciones fotovoltaicas adoptar como requisito mínimo las restricciones de la corriente alterna con $V_{max} = 24 V$ i $I_f = I_{máx} = 30 mA$ aplicando este criterio se obtiene que:

$$R_{tp} \leq \frac{24}{0,3}$$

$$R_{tp} \leq 80 \Omega$$

La longitud de la pica a enterrar sería:

$$R_t = \frac{500}{L_p} = 80 \Omega$$

$$L_p = \frac{500}{80} = 6,25 m$$

Al tratarse de una longitud elevada se calcula cuantas picas serán necesarias con una longitud de 3 m:

$$R_t = \frac{500}{n_p \cdot L_p} = \frac{500}{n_p \cdot 3} = 80 \Omega$$

$$n_p = 2,08$$

Por tanto se instalarán 3 picas de 3 metros y se conectarán al circuito con un cable de cobre de sección $1 \times 4 \text{ mm}^2$ siguiendo las indicaciones de la ITC-BT-18 recogidas en la siguiente tabla:

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm²)
S ≤ 16	S _p = S
16 < S ≤ 35	S _p = 16
S > 35	S _p = S/2

Tabla 49 Sección mínima de los conductores de protección según la sección de los de la fase.

Fuente: ITC-BT-18

9.7. Dimensionado del cuadro eléctrico

Una vez dimensionado el cable es necesario llevar la alimentación generada por las placas hasta un cuadro eléctrico. A diferencia de un cuadro eléctrico normal los cuadros solares incluyen un inversor DC/AC para la transformación de la corriente continua generada por las placas en corriente alterna para alimentar las cargas trifásicas además incluyen también un regulador de corriente, para asegurar que la corriente generada por las placas no supere cierta limite.

En presente proyecto, se utilizarán cuadros solares de la marca Fuji en su gama Easysun Pump, y su elección se basará en una serie de parámetros para tener en cuenta:

- Tensión de salida necesaria
- Intensidad máxima generada por el sistema fotovoltaico
- Distancia entre la electrobomba y el cuadro
- Nivel de protección del cuadro

Nótese que el fabricante solicita la distancia entre la electrobomba y el cuadro, esto es debido a que distancias elevadas entre ambos generaría armónicos con picos elevados de tensión que provocarían la rotura de la bomba.

Esta situación puede evitarse mediante la colocación de un filtro dV/dt en el cuadro según el fabricante hasta 200 en caso de cables sin pantalla, a partir de esa longitud de cable ya sería necesario la instalación de un filtro senoidal.

Que en el caso de este proyecto serán:

Vac	400 V
I	26,52 A
Distancia	< 200 m
Nivel de protección (IP)	IP 54



Cuadros ESP IP54

Con Filtro dV/dt

	Potencia (kW)	Tensión (V)	Potencia (CV)	Corriente (A)	Tensión Entrada Aux AC	Talla	Hasta 200 metros		
							Descripción	Código	PVP
230 Vac	1,5	230M	2	8	Monofásica	1	ESP- 1,5/230M-IP54-F200	3503196	1.829
	2,2	230M	3	11	Monofásica	1	ESP- 2,2/230M-IP54-F200	3503197	1.999
	3	230	4	12	Trifásica	1	ESP- 3/230-IP54-F200	3503171	2.045
	5,5	230	7	20	Trifásica	1	ESP- 5,5/230-IP54-F200	3503172	2.529
400 Vac	1,1	400	1	3	Trifásica	1	ESP- 1,1/400-IP54-F200	3503180	1.914
	2,2	400	3	5	Trifásica	1	ESP- 2,2/400-IP54-F200	3503181	2.010
	3	400	4	6	Trifásica	1	ESP- 3/400-IP54-F200	3503182	2.071
	5,5	400	7	11	Trifásica	1	ESP- 5,5/400-IP54-F200	3503183	2.358
	7,5	400	10	18	Trifásica	2	ESP- 7,5/400-IP54-F200	3503184	2.954
	11	400	15	23	Trifásica	2	ESP- 11/400-IP54-F200	3503185	3.060
	15	400	20	31	Trifásica	3	ESP- 15/400-IP54-F200	3503186	4.218
	18,5	400	25	38	Trifásica	3	ESP- 18,5/400-IP54-F200	3503187	4.768
	22	400	30	45	Trifásica	3	ESP- 22/400-IP54-F200	3503188	5.166
	30	400	41	60	Trifásica	3	ESP- 30/400-IP54-F200	3503189	5.642

Para distancias de cables AC mayores de 200 metros y hasta 1000 metros es necesaria la instalación de un filtro senoidal. Consultar la documentación sobre filtros EasySun para mayor detalle.

Ilustración 17 Cuadro EasySun Pump IP54 Fuji.

Fuente: Atersa

En este caso al tener una intensidad de 26,52 A tomaríamos el cuadro que puede soportar la intensidad inmediatamente superior, por tanto, el cuadro a instalar sería el **ESP-15/400-IP54-F200**.

400 Vac	1,1	400	1	3	Trifásica	1	ESP- 1,1/400-IP54-F200	3503180	1.914
	2,2	400	3	5	Trifásica	1	ESP- 2,2/400-IP54-F200	3503181	2.010
	3	400	4	6	Trifásica	1	ESP- 3/400-IP54-F200	3503182	2.071
	5,5	400	7	11	Trifásica	1	ESP- 5,5/400-IP54-F200	3503183	2.358
	7,5	400	10	18	Trifásica	2	ESP- 7,5/400-IP54-F200	3503184	2.954
	11	400	15	23	Trifásica	2	ESP- 11/400-IP54-F200	3503185	3.060
	15	400	20	31	Trifásica	3	ESP- 15/400-IP54-F200	3503186	4.218
	18,5	400	25	38	Trifásica	3	ESP- 18,5/400-IP54-F200	3503187	4.768
	22	400	30	45	Trifásica	3	ESP- 22/400-IP54-F200	3503188	5.166
	30	400	41	60	Trifásica	3	ESP- 30/400-IP54-F200	3503189	5.642

Ilustración 18 Cuadro EasySun Pump IP54 de Fuji seleccionado.

Fuente: Elaboración propia

Se ha optado por una protección de IP54 debido a la existencia de polvo y posibles fugas de agua que provocarían el mal funcionamiento y avería del cuadro.

Un grado IP54 equivale a en cuanto al polvo entrada de este no puede evitarse, pero el mismo no entra en una cantidad tal que interfiere con el funcionamiento del equipo. En cuanto al agua, se asegura la no entrada de agua arrojada desde cualquier ángulo a unos 10 litros por minuto y a una presión de 80-100 kN/m² durante un tiempo mayor a 5 minutos.

En cuanto a sus dimensiones el cuadro seleccionado tiene las siguientes:

Talla 3 (15-30 kW)				F050	F200
	Ancho	Alto	Prof.		
Formato IP20	550	700	240 mm	14	20 kg
Formato IP54	600	800	250 mm	35	41 kg

Dimensiones exteriores y pesos aproximados.
Versiones hasta 50 metros sin filtro y hasta 200 metros con Filtro dV/dt

Ilustración 19 Dimensiones y peso de los cuadros talla 3 EasySun Pump de Fuji.

Fuente: Atersa

Es decir, 600 x 800 x 250 mm

Además, el cuadro incluye los siguientes equipos y funciones:

Inversor y regulador de carga con seguimiento del Punto de Máxima Potencia (PMP) del generador solar, maximizando en todo momento la potencia del generador según la irradiancia que incide en este.

Variador de frecuencia, para ajustar a la irradiancia existente y conseguir el máximo caudal de la bomba en esa situación.

Gestión del “Paso de nubes”, respondiendo frente a cambios bruscos de irradiancia evitando paradas y arranques de la bomba.

Función de detención de pozo seco, para evitar el funcionamiento en vacío de la bomba sin necesidad de sensor.

Función “Despertar” y “Dormir” programa para evitar arranques y paradas innecesarias en el amanecer y puesta del sol.

Protecciones diferenciales y magnetotérmicas para la protección tanto de personas como de los equipos.

Además, también incluye la posibilidad de conexión de un generador auxiliar Grupo/Red de AC y la conexión de sensores de nivel y presión.

El esquema de los componentes del cuadro de forma simplificada aportada por Fuji Electric es sería el siguiente:

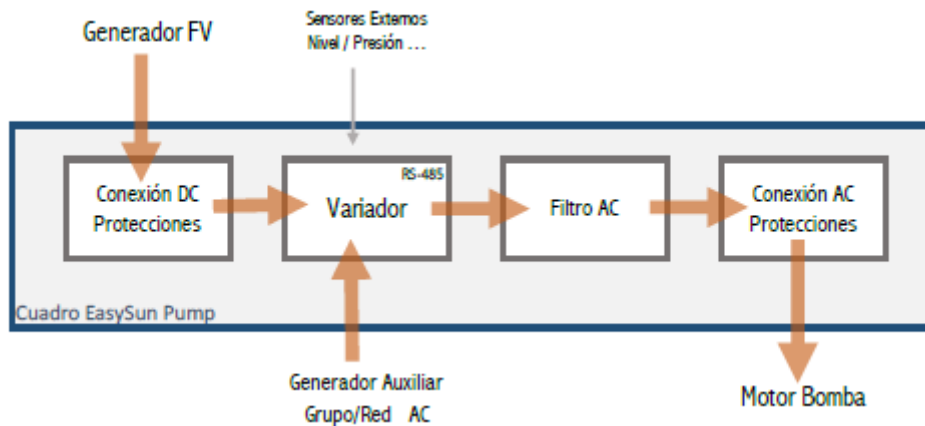


Ilustración 20 Esquema del cuadro EasySun Pump.

Fuente: Atersa

En la instalación del presente proyecto se plantea el inconveniente de tener que alimentar a bombas con diferentes corrientes nominales de funcionamiento. Al funcionar la bomba vertical de distribución de riego con una corriente muy inferior a la de la bomba sumergible, 4,35 A frente a los 26,52 A, es necesario ajustar la corriente que saldrá del cuadro eléctrico hacia la bomba.

La solución a este problema se consigue mediante la incorporación de otro variador Fuji, este incorpora en su estructura el inversor DC/AC y el regulador de carga. Además, incorporando un relé se podrá asignar un variador u otro en función de la bomba que vaya a funcionar en ese momento.

Por tanto, el siguiente paso es definir el variador a colocar para la bomba vertical:

Variadores



	Potencia (kW)	Tensión (V)	Potencia (CV)	Corriente (A)	Tensión Entrada Aux AC	Talla	Descripción	Código BAAN	PVP	Referencia FUJI	Disp
230 Vac	1,5	230	2	8	Monofásica	1	Variador 1,5/230M F	7912058	376	FRN0008E2E-7GA	SI
	2,2	230	3	11	Monofásica	1	Variador 2,2/230M F	7912059	439	FRN0011E2E-7GA	SI
	3	230	4	12	Trifásica	1	Variador 3/230 F	7912048	403	FRN0012E2S-2GA	SI
	5,5	230	7	20	Trifásica	1	Variador 5,5/230 F	7912049	050	FRN0020E2S-2GA	SI
	7,5	230	10	30	Trifásica	2	Variador 7,5/230 F	7912050	833	FRN0030E2S-2GA	No
	11	230	15	40	Trifásica	2	Variador 11/230 F	7912051	807	FRN0040E2S-2GA	No
	15	230	20	56	Trifásica	3	Variador 15/230 F	7912052	1.208	FRN0050E2S-2GA	No
	18,5	230	25	69	Trifásica	3	Variador 18,5/230 F	7912053	1.540	FRN0060E2S-2GA	No
	22	230	30	88	Trifásica	3	Variador 22/230 F	7912054	2.118	FRN0088E2S-2GA	No
30	230	41	115	Trifásica	3	Variador 30/230 F	7912055	2.821	FRN0115E2S-2GA	No	
400 Vac	1,1	400	1	3	Trifásica	1	Variador 1,1/400 F	7912061	405	FRN0004E2E-4GA	SI
	2,2	400	3	5	Trifásica	1	Variador 2,2/400 F	7912062	455	FRN0006E2E-4GA	SI
	3	400	4	6	Trifásica	1	Variador 3/400 F	7912063	510	FRN0007E2E-4GA	SI
	5,5	400	7	11	Trifásica	1	Variador 5,5/400 F	7912064	630	FRN0012E2E-4GA	SI
	7,5	400	10	18	Trifásica	2	Variador 7,5/400 F	7912065	734	FRN0022E2S-4E	SI
	11	400	15	23	Trifásica	2	Variador 11/400 F	7912066	824	FRN0029E2S-4E	SI
	15	400	20	31	Trifásica	3	Variador 15/400 F	7912067	945	FRN0037E2S-4E	SI
	18,5	400	25	38	Trifásica	3	Variador 18,5/400 F	7912068	1.325	FRN0044E2S-4E	SI
	22	400	30	45	Trifásica	3	Variador 22/400 F	7912069	1.683	FRN0059E2E-4E	SI
	30	400	41	60	Trifásica	3	Variador 30/400 F	7912070	2.050	FRN0072E2E-4E	SI
	37	400	50	75	Trifásica	Esp	Variador 37/400 F	7912071	2.724	FRN0083E2E-4E	SI
	45	400	61	91	Trifásica	Esp	Variador 45/400 F	7912072	3.440	FRN0105E2E-4E	SI
	55	400	75	112	Trifásica	Esp	Variador 55/400 F	7912073	4.173	FRN0139E2E-4E	SI
	75	400	102	150	Trifásica	Esp	Variador 75/400 F	7912074	4.582	FRN0168E2E-4E	SI
	90	400	122	176	Trifásica	Esp	Variador 90/400 F	7912075	5.708	FRN0203E2E-4E	SI
	110	400	150	210	Trifásica	Esp	Variador 110/400 F	7912076	6.911	FRN0240E2E-4E	SI
	132	400	180	253	Trifásica	Esp	Variador 132/400 F	7912077	7.857	FRN0290E2E-4E	SI
160	400	218	304	Trifásica	Esp	Variador 160/400 F	7912078	9.507	FRN0361E2E-4E	SI	
200	400	272	377	Trifásica	Esp	Variador 200/400 F	7912079	11.524	FRN0415E2E-4E	SI	
220	400	299	415	Trifásica	Esp	Variador 220/400 F	7912080	12.949	FRN0520E2E-4E	SI	
280	400	381	520	Trifásica	Esp	Variador 280/400 F	7912081	14.425	FRN0590E2E-4E	SI	

Los variadores no incluyen una programación específica o personalizada, se suministran con los valores por defecto que vienen de fábrica.

Ilustración 21 Variadores para bombeo solar Fuji.

Fuente: Atersa

Con los parámetros de tensión e intensidad se selecciona el variador:

400 Vac	1,1	400	1	3	Trifásica	1	Variador 1,1/400 F	7912061	405	FRN0004E2E-4GA	Si
	2,2	400	3	5	Trifásica	1	Variador 2,2/400 F	7912062	455	FRN0006E2E-4GA	Si
	3	400	4	6	Trifásica	1	Variador 3/400 F	7912063	510	FRN0007E2E-4GA	Si
	5,5	400	7	11	Trifásica	1	Variador 5,5/400 F	7912064	636	FRN0012E2E-4GA	Si
	7,5	400	10	18	Trifásica	2	Variador 7,5/400 F	7912065	734	FRN0022E2S-4E	Si
	11	400	15	23	Trifásica	2	Variador 11/400 F	7912066	824	FRN0029E2S-4E	Si
	15	400	20	31	Trifásica	3	Variador 15/400 F	7912067	945	FRN0037E2S-4E	Si
	18,5	400	25	38	Trifásica	3	Variador 18,5/400 F	7912068	1.325	FRN0044E2S-4E	Si
	22	400	30	45	Trifásica	3	Variador 22/400 F	7912069	1.683	FRN0059E2E-4E	Si
	30	400	41	60	Trifásica	3	Variador 30/400 F	7912070	2.050	FRN0072E2E-4E	Si
	37	400	50	75	Trifásica	Esp	Variador 37/400 F	7912071	2.724	FRN0085E2E-4E	Si
	45	400	61	91	Trifásica	Esp	Variador 45/400 F	7912072	3.446	FRN0105E2E-4E	Si
	55	400	75	112	Trifásica	Esp	Variador 55/400 F	7912073	4.173	FRN0139E2E-4E	Si
	75	400	102	150	Trifásica	Esp	Variador 75/400 F	7912074	4.582	FRN0168E2E-4E	Si
	90	400	122	176	Trifásica	Esp	Variador 90/400 F	7912075	5.708	FRN0203E2E-4E	Si
	110	400	150	210	Trifásica	Esp	Variador 110/400 F	7912076	6.911	FRN0240E2E-4E	Si
	132	400	180	253	Trifásica	Esp	Variador 132/400 F	7912077	7.857	FRN0290E2E-4E	Si
	160	400	218	304	Trifásica	Esp	Variador 160/400 F	7912078	9.507	FRN0361E2E-4E	Si
200	400	272	377	Trifásica	Esp	Variador 200/400 F	7912079	11.524	FRN0415E2E-4E	Si	
220	400	299	415	Trifásica	Esp	Variador 220/400 F	7912080	12.949	FRN0520E2E-4E	Si	
280	400	381	520	Trifásica	Esp	Variador 280/400 F	7912081	14.425	FRN0590E2E-4E	Si	

Ilustración 22 Variador Fuji seleccionado.

Fuente: Elaboración propia

El variador seleccionado es el FRN0006E2E-4GA, además, el variador incluye una función de parada en caso de frecuencia o potencia alta que se configurará para que la potencia no exceda los 3 kW de potencia.

Para hacer el cambio de un variador a otro se incorporará un relé que seleccionará entre uno y otro, ambas salidas se conectarán a la entrada del filtro para posteriormente seleccionar mediante otro relé la salida hacia las bombas.

En próximos apartados se presentará el esquema de circuito eléctrico final.

9.8. Protecciones

Aunque el cuadro seleccionado de Fuji incluye las protecciones necesarias para la bomba sumergible, al alimentar otra con menor corriente de funcionamiento es necesario calcular las protecciones que necesitará esta.

En cuanto a las protecciones de la bomba vertical instalada en la balsa, en primer lugar, será necesario la colocación de un magnetotérmico que evite que la máxima tensión generada por los módulos fotovoltaicos de 26,52 A lleguen a la electrobomba que funciona con una tensión nominal de 4,35 A.

Seguendo el REBT el magnetotérmico se debe dimensionar siguiendo las siguientes limitaciones:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45I_z$$

Siendo:

I_B la corriente para la que se ha diseñado el circuito, en este caso la admisible de la electrobomba

I_z la corriente admisible del cable en función del método de instalación

I_n la corriente asignada del dispositivo de protección

I_2 la corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo (t_c tiempo convencional según norma)

Para los datos del sistema los condicionantes quedarían de la siguiente forma:

$$4,35 \leq I_n \leq 22$$

$$I_2 \leq 31,9$$

Utilizando el catálogo de Schneider para magnetotérmicos trifásicos, se selecciona un magnetotérmico cuyo calibre cumpla con los requisitos:

Referencias


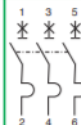
Interrupor automático de disparo instantáneo iC60L		
Tipo	2P	3P
		
Auxiliares	Indicación y disparo remotos, ver página 1/109	Indicación y disparo remotos, ver página 1/109
Quick Vigi iC60	Dispositivo de protección diferencial Quick Vigi iC60, ver página 1/63	Dispositivo de protección diferencial Quick Vigi iC60, ver página 1/63
Calibre (In)	Curva MA	Curva MA
1,6 A	A9F90272	A9F90372
2,5 A	A9F90273	A9F90373
4 A	A9F90204	A9F90304
6,3 A	A9F90276	A9F90376
10 A	A9F90210	A9F90310
12,5 A	A9F90282	A9F90382
16 A	A9F90216	A9F90316
25 A	A9F90225	A9F90325
40 A	A9F90240	A9F90340
Ancho en módulos de 9 mm	4	6
Accesorios	Ver página 1/109	Ver página 1/109

Ilustración 23 Magnetotérmicos trifásicos y sus calibres.

Fuente: Catálogo de Schneider

Se selecciona pues un magnetotérmico A9F90276 con un calibre de 6,3 A

10. HORAS DE FUNCIONAMIENTO SEGÚN EL RECURSO SOLAR

Aunque las placas se dimensionan para conseguir la máxima potencia, su dimensionado se basa en unos valores aportados por el fabricante. Estos valores están probados para unas condiciones específicas, en el caso del fabricante de los módulos están probados para una irradiancia de 1000 W/m^2 y una temperatura de 25 grados.

Estas condiciones afectan directamente a la capacidad del módulo, la irradiancia modifica directamente la intensidad de salida del módulo, es habitual que los fabricantes aporten las curvas I-V de los módulos.

En el caso de Yingli Solar, estas curvas no son aportadas por el fabricante por tanto es necesario encontrar otro método para obtenerlas. Para la obtención de esta se emplea una de las funciones del "Toolbox" de PV Performance Modeling implementada por Sandia National Laboratories de Estados Unidos.

La función que emplear es "pvl_calcp_params_CEC" con esta y el siguiente código se obtiene las curvas I-V del módulo:

```
Ee = [200 400 600 800 1000 1100]; % effective irradiance Levels (W/m^2) for parameter sets
```

```
Tcell = 45; %deg C
```

```
Il=[];
```

```
load('CECModuleDatabaseSAM2015.6.30.mat')
```

```
% Yingli Energy (China) YL330P-35b # 9768
```

```
Module = CECModuleDB(9768);
```

```
[IL, IO, Rs, Rsh, a] = pvl_calcp_params_CEC(Ee, Tcell, Module);
```

```
NumPoints = 1000;
```

```
[IVResult] = pvl_singlediode(IL, IO, Rs, Rsh, a, NumPoints);
```

```
figure
```

```
for i=1:6
```

```
    plot(IVResult.V(i,:),IVResult.I(i,:))
```

```
    hold on
```

```
    Il = [Il; IVResult.Imp(i)];
```

```
    scatter(IVResult.Vmp(i),IVResult.Imp(i),'filled')
```

```
    text(2,IVResult.Isc(i)+0.3,[num2str(Ee(i)) ' W/m^2'])
```

```

end
II
xlabel('Voltage (V)')
ylabel('Intensidad (A)')
title('Curva V-I módulo Yingli Solar YL330P-35b','FontSize',14)
ylim([0 11])

```

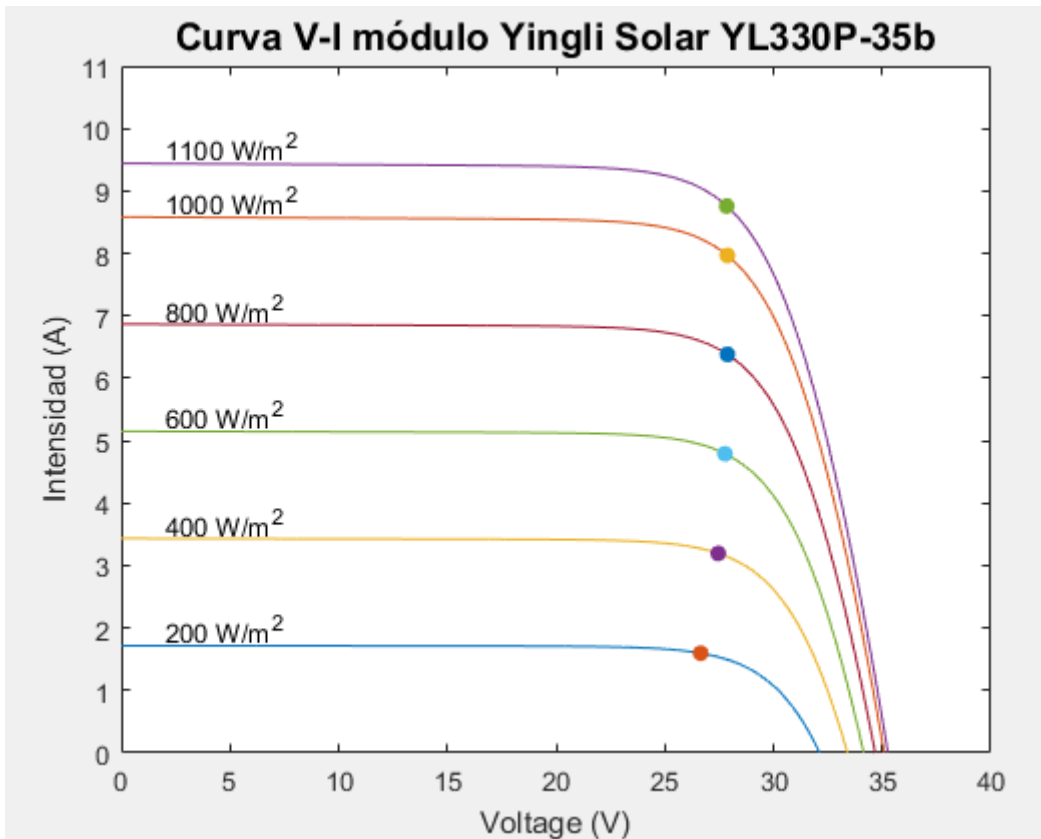


Gráfico 4 Curva V-I según la irradiancia disponible.

Fuente: Función `pvl_calcpars_CEC` del "Toolbox" PVLlib de PV Performance Modeling

Y con las siguientes intensidades en el punto de máxima potencia según la irradiancia:

Irradiancia (w/m ²)	Intensidad (A)
200	1,597
400	3,195
600	4,791
800	6,382
1000	7,967
1100	8,758

Tabla 50 Intensidad generada según irradiancia.

Fuente: Elaboración propia

Con esto y con la irradiancia para la inclinación optimizada y el mes más desfavorable, es posible obtener la intensidad según la hora del día:

Hora local	Irradiancia (w/m ²)	Intensidad (A)
9:00	275	2,196
10:00	442	3,531
11:00	569	4,543
12:00	599	4,782
13:00	589	4,703
14:00	504	4,025
15:00	382	3,051

Tabla 51 Intensidad generada según la irradiancia horaria.

Fuente: Elaboración propia

Perfil irradiancia diaria, plano inclinado

(C) PVGIS, 2017

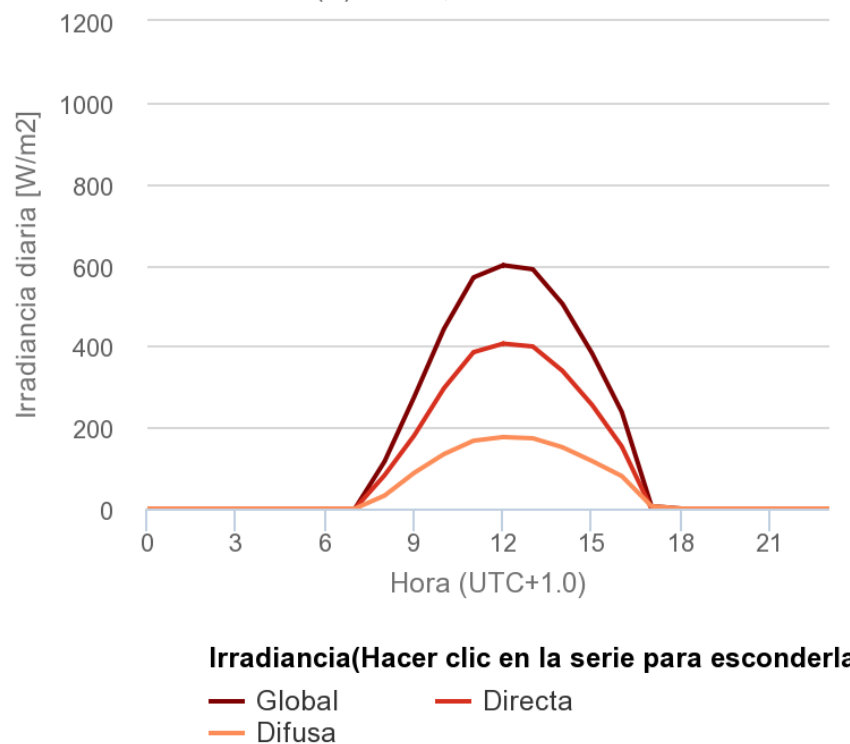


Ilustración 24 Irradiancia horaria para el mes de enero.

Fuente: PVGIS

Teniendo en cuenta que se disponen de 3 series de paneles en paralelo:

Hora local	Intensidad (A)	Intensidad total (A)
9:00	2,196	6,588
10:00	3,531	10,593
11:00	4,543	13,629
12:00	4,782	14,346
13:00	4,703	14,109
14:00	4,025	12,075
15:00	3,051	9,153

Tabla 52 Intensidad total generada según la hora del día.

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al voltaje utilizando los datos facilitados por el fabricante en condiciones de normal funcionamiento se tiene un voltaje en el máximo punto de V_{mmp} de 34 V

Parámetros eléctricos a temperatura operativa nominal de la célula (NOCT)								
Potencia de salida	P_{max}	W	240,7	237,1	233,4	229,8	226,1	222,5
Tensión en P_{max}	V_{mmp}	V	34,0	34,0	33,8	33,6	33,1	32,9
Intensidad en P_{max}	I_{mpp}	A	7,07	6,98	6,91	6,85	6,82	6,76
Tensión en circuito abierto	V_{oc}	V	42,8	42,8	42,5	42,2	42,1	41,9
Intensidad en cortocircuito	I_{sc}	A	7,51	7,47	7,42	7,37	7,27	7,22

NOCT: temperatura operativa del módulo en circuito abierto a 800 W/m^2 de irradiancia, 20°C de temperatura ambiente y 1m/s de velocidad del viento.

Ilustración 25 Funcionamiento normal de la placa en condiciones normales de funcionamiento.

Fuente: Yingli Solar

Se comprueba que tomando que la temperatura ambiente para el mes de diseño no supera estos 20°C de las condiciones marcadas por el fabricante.

Perfil de temperatura media diaria

(C) PVGIS, 2017

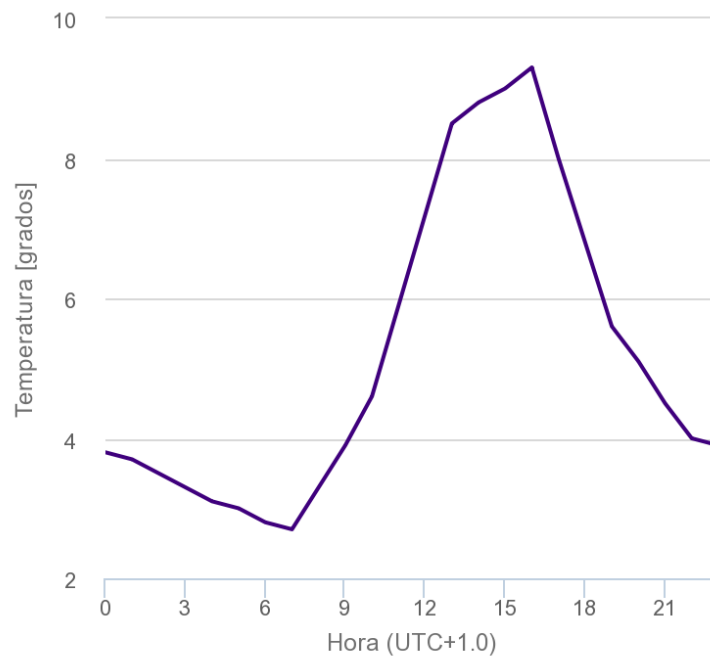


Gráfico 5 Perfil de temperaturas para el mes de Enero en Ambel.

Fuente: PVGIS

Con estas intensidades es posible calcular la potencia generada a cada hora mediante la aplicación de la fórmula del cálculo de potencia eléctrica:

$$P = I \cdot V$$

Dónde:

P es la potencia en vatios (W)

I la intensidad en amperios (A)

V el voltaje en voltios (V)

Hora local	Potencia (kW)
9:00	4,26
10:00	6,84
11:00	8,80
12:00	9,27
13:00	9,11
14:00	7,80
15:00	5,91

Tabla 53 Potencia generada según la hora local.

Fuente: Elaboración propia

Aplicando las leyes de semejanza se obtendrán los valores que aporta la bomba trabajando a diferentes frecuencias:

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{H_1}{H_2}\right)^{1/2} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{1/3}$$

Al disponer de las potencias generadas por los módulos fotovoltaicos y la propia potencia de la bomba a 50 Hz de potencia se puede obtener:

$$\frac{50}{f_2} = \left(\frac{10,36}{P_2}\right)^{1/3}$$

Aplicando la fórmula se tienen las siguientes frecuencias por hora:

Hora local	Frecuencia (Hz)
9:00	37,17
10:00	43,54
11:00	47,36
12:00	48,18
13:00	47,91
14:00	45,49
15:00	41,47

Tabla 54 Frecuencia obtenida según la potencia y para cada hora a estudio.

Fuente: Elaboración propia

Con estas frecuencias y aplicando las leyes de semejanza mediante las siguientes formulas es posible obtener el caudal y altura para ellas:

$$\frac{50}{f_2} = \frac{25,14}{Q_2}$$

$$\frac{50}{f_2} = \left(\frac{113,14}{H_2}\right)^{1/2}$$

Hora local	Caudal (m ³ /h)	Altura (m)
9:00	18,69	62,57
10:00	21,89	85,88
11:00	23,81	101,59
12:00	24,22	105,12
13:00	24,09	103,96
14:00	22,87	93,71
15:00	20,85	77,91

Tabla 55 Caudales y alturas conseguidos por la bomba en según las leyes de semejanza y la hora local.

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, en condiciones del mes más desfavorable solo obtendremos 3 horas en las que podremos aportar caudal a la altura necesaria.

Teniendo esto claro se pasa a calcular el caudal total aportado por la bomba al día:

$$Q_d = Q_{11h} + Q_{12h} + Q_{13h}$$

$$Q_d = 72,12 \text{ m}^3/d$$

Con este caudal se pasa a calcular los días necesarios de funcionamiento del bombeo para obtener el volumen necesario de agua para un riego:

$$\frac{V}{Q} = \frac{850}{72,12} = 11,78 \text{ dias}$$

Por tanto, se necesitará de unos 12 días para el llenado hasta la cantidad adecuada de la balsa.

En cuanto al bombeo de balsa se puede observar que la potencia generada para las horas de estudio supera la de la propia bomba, por tanto, se obtendrán 6 horas de pleno funcionamiento de la bomba.

Teniendo en cuenta que para la parcela más desfavorable era necesaria unas 9 horas de riego y el número de sectores existentes se tiene que es necesario las siguientes horas de riego:

$$\text{Horas totales de riego} = 9 \cdot N^{\circ}\text{Sectores} = 9 \cdot 5$$

$$\text{Horas totales de riego} = 45$$

Por tanto, se necesitarán los siguientes días de riego:

$$\text{Dias de riego} = \frac{\text{Horas totales de riego}}{\text{Horas al dia disponibles}} = 7,5$$

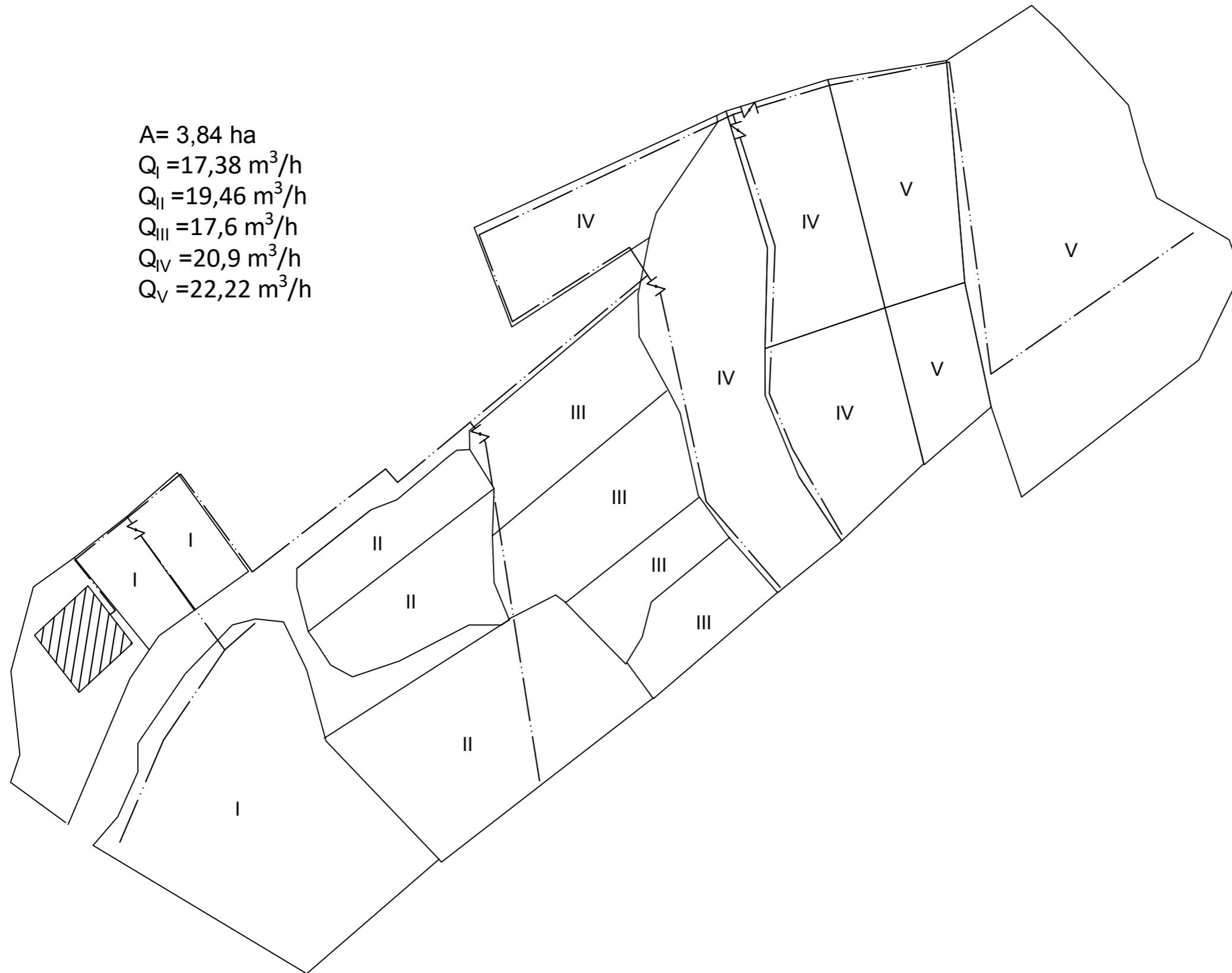
Aproximadamente 7,5 días de riego y por tanto para un ciclo completo de riego entre llenado de pozo y se requerirán 19,5 días.

ANEXO II: PLANOS

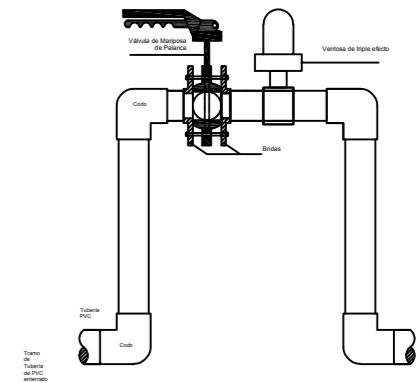


<i>Escala:</i> 1:100		<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>UNIVERSITAT JAUME I</i>
	<i>Dibujado</i>	08/09/2018	ROBERTO RAMÍREZ	
	<i>Comprobado</i>			
<i>RED GENERAL DE DISTRIBUCIÓN</i>				<i>PLANO Nº</i> 1

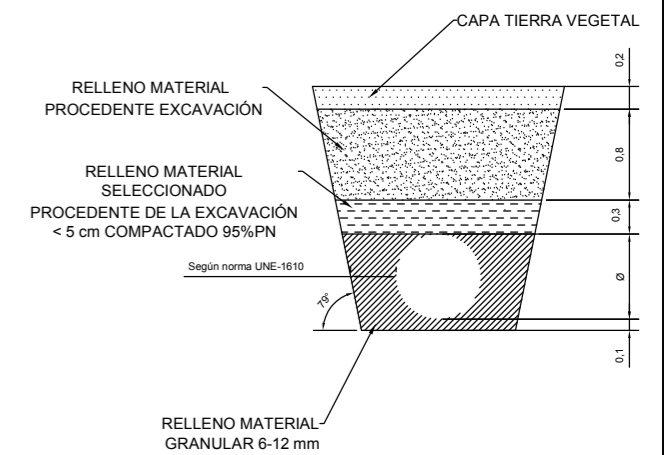
A= 3,84 ha
 $Q_I = 17,38 \text{ m}^3/\text{h}$
 $Q_{II} = 19,46 \text{ m}^3/\text{h}$
 $Q_{III} = 17,6 \text{ m}^3/\text{h}$
 $Q_{IV} = 20,9 \text{ m}^3/\text{h}$
 $Q_V = 22,22 \text{ m}^3/\text{h}$



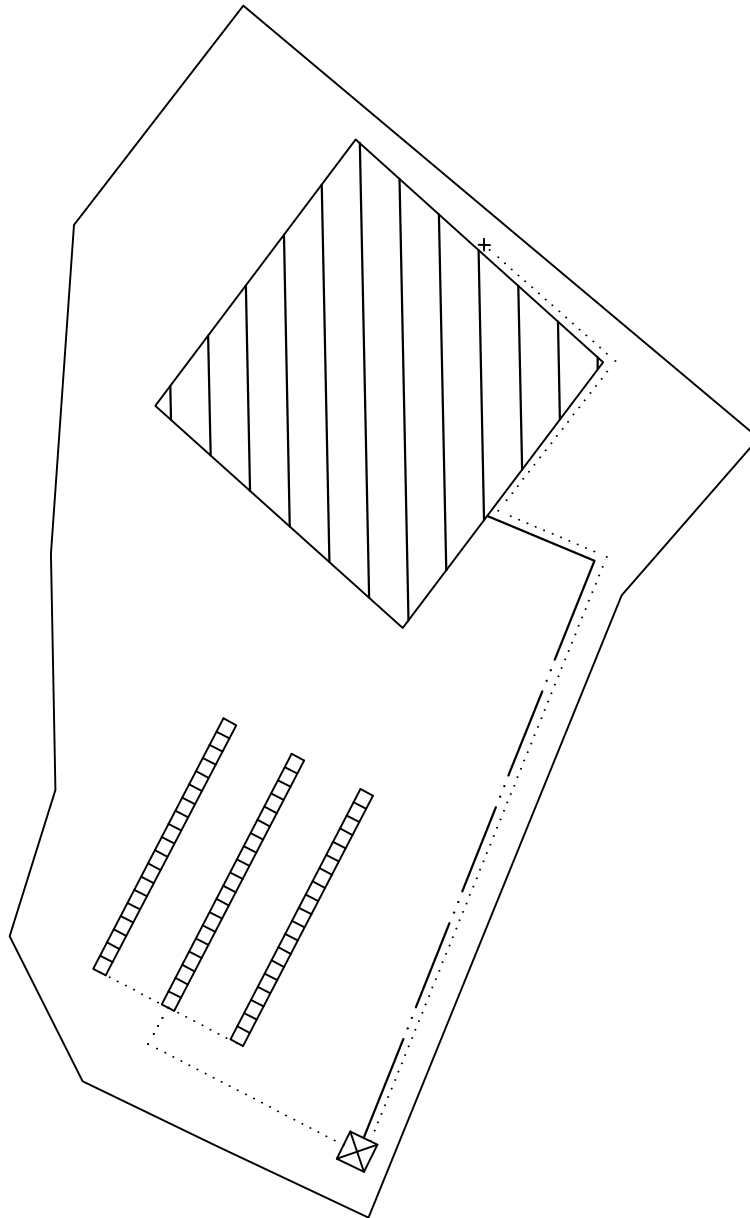
DETALLE CONEXIÓNADO VÁLVULA









DETALLE ZANJA



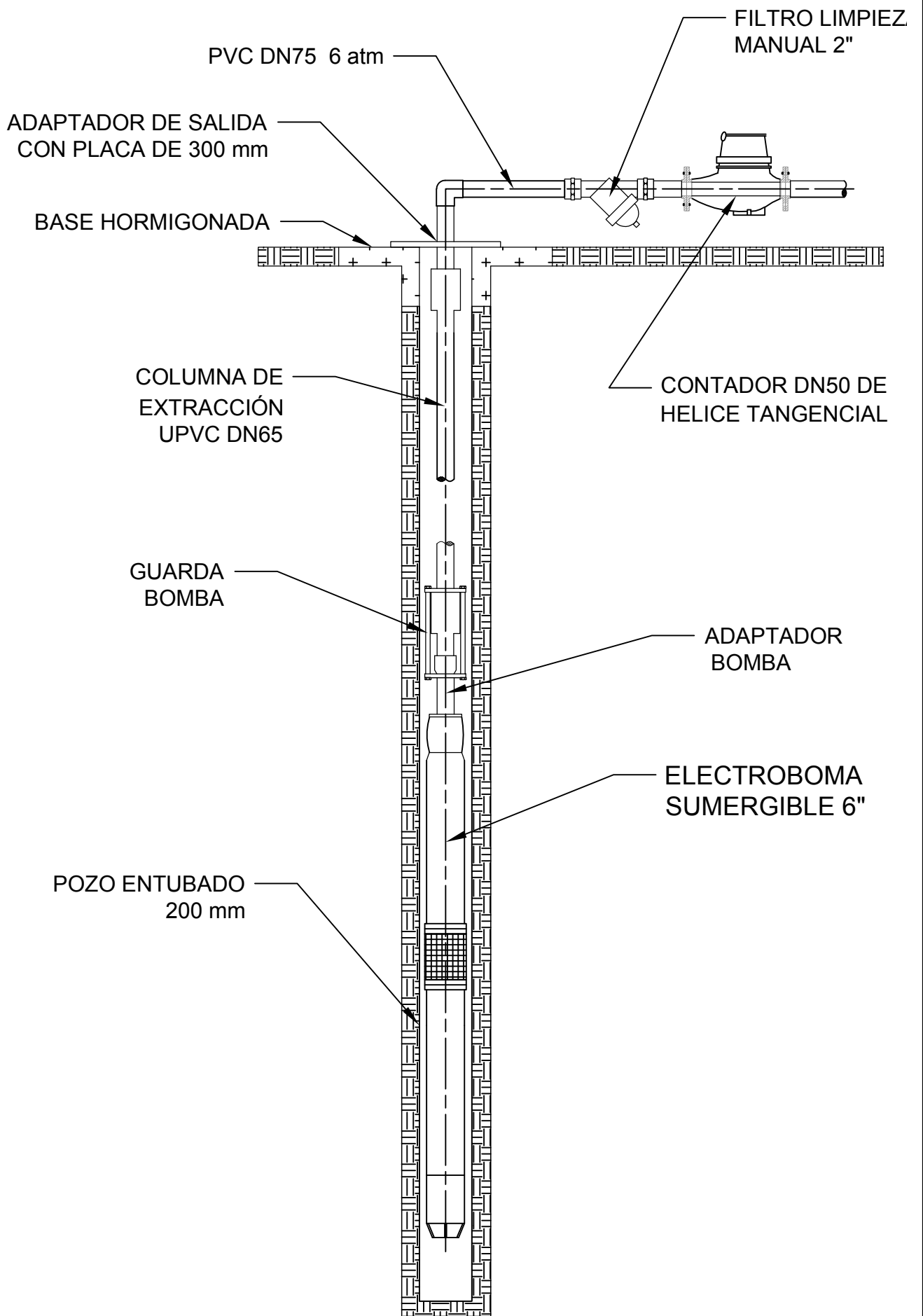
Escala: S/E		Fecha	Nombre	UNIVERSITAT JAUME I
	Dibujado	08/09/2018	ROBERTO RAMÍREZ	
	Comprobado			
RED GENERAL DE DISTRIBUCIÓN				PLANO Nº 2



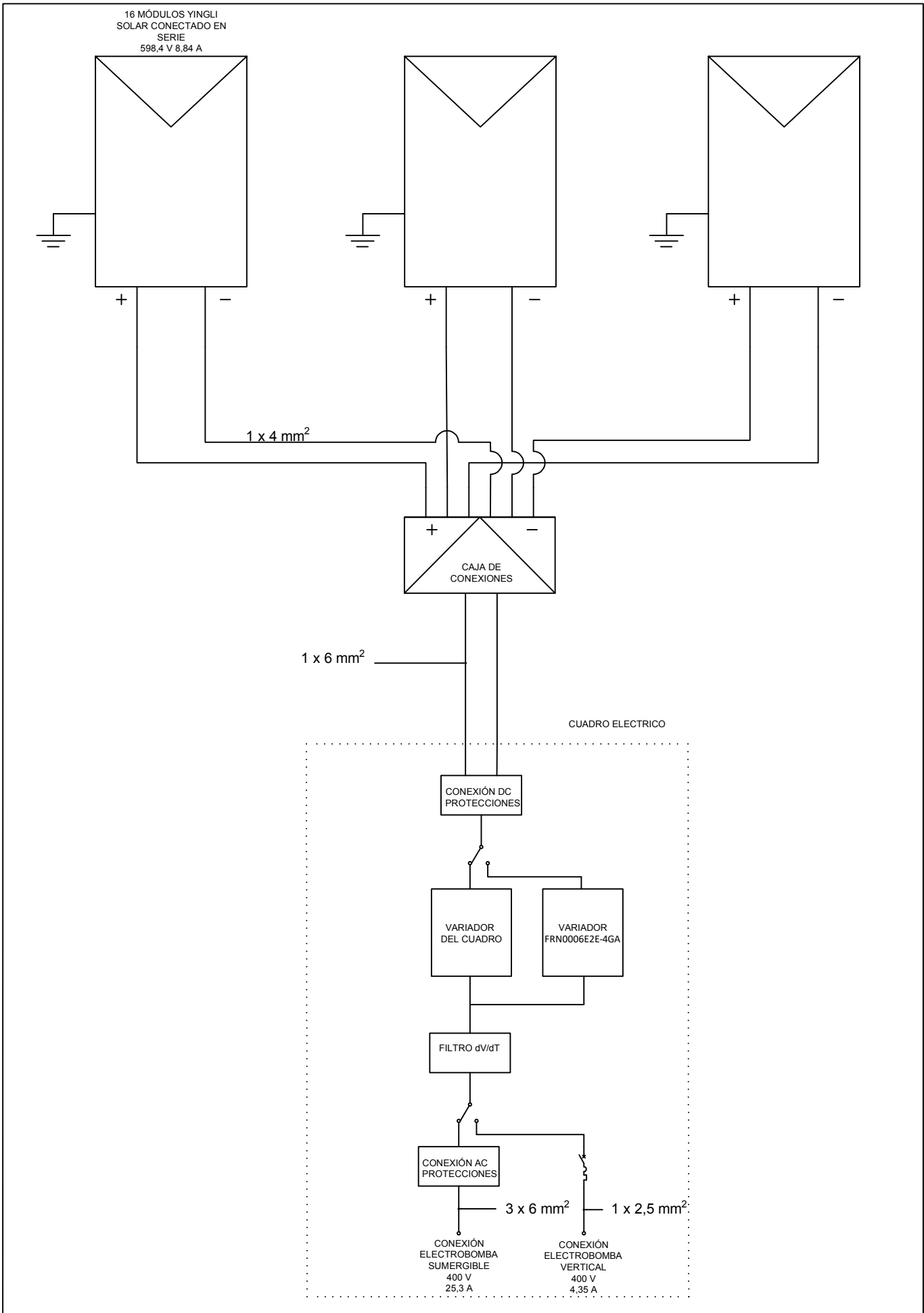
LEYENDA

	CASETA POZO PREFABRICADA HORMIGÓN 2 X 2 X 2,3 m		TUBERIA DE PVC ENTERRADA DE Ø75 mm DE 6 atm INCLUSO CODOS
	PLACA SOLAR 330 Wp 2000 X 992 mm		RED ELÉCTRICA
	BALSA 1.000 m ³		LIMITE DE PARCELA

<i>Escala:</i> 1:50		<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>UNIVERSITAT JAUME I</i>
	<i>Dibujado</i>	08/09/2018	ROBERTO RAMÍREZ	
	<i>Comprobado</i>			
<i>ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN PARCELA 181</i>				<i>PLANO Nº</i> 3



<i>Escala:</i> S/E		<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>UNIVERSITAT JAUME I</i>
	<i>Dibujado</i>	08/09/2018	ROBERTO RAMÍREZ	
	<i>Comprobado</i>			
<i>ESQUEMA DEL POZO DE EXTRACCIÓN</i>				<i>PLANO Nº</i> 4



<i>Unidad:</i> -	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>UNIVERSITAT JAUME I</i>
	<i>Dibujado</i>	08/09/2018 Roberto Ramírez	
	<i>Comprobado</i>		
<i>Escala:</i> S/E	<i>ESQUEMA UNIFILAR</i>		<i>PLANO Nº</i> 5

ANEXO III: REPORTE EPANET

```

*****
*                               *
*           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: General_Ambel_definitiva.NET

Tabla Línea - Nudo:

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
4	188	9	35	59.4
5	9	27	45	59.4
6	27	28	30	59.4
24	27	186	1	59.4
25	28	187	1	59.4
29	30	BALSA	94.95	71.74
2	22	2	45.57	71.74
8	2	23	20	59.4
9	23	185	50	59.4
10	23	182	1	59.4
11	23	183	1	59.4
28	2	29	134	71.74
30	29	28	16.65	59.4
31	29	31	68.35	71.74
32	31	197	21	59.4
33	197	196	48	59.4
34	196	190	24	59.4
35	190	189	20.75	59.4
36	31	32	165	71.4
37	32	193	35	59.4
38	193	191	76	59.4
39	191	192	29	59.4
40	32	199	1	59.4
41	32	195	110	59.4
42	195	194	63.44	59.4
43	194	175B	29	59.4
44	175B	175	52.46	59.4
1	30	22	No Disponible	No Disponible Bomba



General_Ambel_definitiva

Página 2

Consumo Energético:

Bomba	Factor Utiliz.	Avg. Rend.	Kw-hr /m3	Avg. Kw	Máx. Kw	Coste /día
1	100.00	75.00	0.09	1.60	1.82	0.00
Demanda:						0.00
Coste Total:						0.00

Resultados de Nudo en 0:00 Hrs:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
2	0.00	691.04	30.04	0.00
182	0.36	690.05	28.05	0.00
183	0.36	690.05	30.05	0.00
185	4.09	688.20	21.20	0.00
187	0.00	691.04	39.04	0.00
186	0.00	691.04	34.04	0.00
9	0.00	691.04	41.04	0.00
196	0.00	691.04	39.04	0.00
197	0.00	691.04	39.04	0.00
190	0.00	691.04	42.04	0.00
189	0.00	691.04	42.04	0.00
192	0.00	691.04	47.04	0.00
199	0.00	691.04	48.04	0.00
194	0.00	691.04	51.04	0.00
195	0.00	691.04	51.04	0.00
175B	0.00	691.04	53.04	0.00
175	0.00	691.04	54.04	0.00
188	0.00	691.04	41.04	0.00
27	0.00	691.04	34.04	0.00
28	0.00	691.04	39.04	0.00
30	0.00	666.12	-1.88	0.00
22	0.00	691.94	23.94	0.00
23	0.00	690.05	30.05	0.00
29	0.00	691.04	38.04	0.00
31	0.00	691.04	43.04	0.00
32	0.00	691.04	49.04	0.00
193	0.00	691.04	48.04	0.00
191	0.00	691.04	47.04	0.00
BALSA	-4.82	668.00	0.00	0.00 Embalse



Página 3

Resultados de Línea en 0:00 Hrs:

ID	Caudal	Velocidad	Pérd.	Unit.	Estado
----	--------	-----------	-------	-------	--------

Línea	General_Ambel_definitiva			
	LPS	m/s	m/km	
4	0.00	0.00	0.00	Abierto
5	0.00	0.00	0.00	Abierto
6	0.00	0.00	0.00	Abierto
24	0.00	0.00	0.00	Abierto
25	0.00	0.00	0.00	Abierto
29	-4.82	1.19	19.78	Abierto
2	4.82	1.19	19.78	Abierto
8	4.81	1.74	49.78	Abierto
9	4.09	1.48	36.96	Abierto
10	0.36	0.13	0.45	Abierto
11	0.36	0.13	0.45	Abierto
28	0.00	0.00	0.00	Abierto
30	0.00	0.00	0.00	Abierto
31	0.00	0.00	0.00	Abierto
32	0.00	0.00	0.00	Abierto
33	0.00	0.00	0.00	Abierto
34	0.00	0.00	0.00	Abierto
35	0.00	0.00	0.00	Abierto
36	0.00	0.00	0.00	Abierto
37	0.00	0.00	0.00	Abierto
38	0.00	0.00	0.00	Abierto
39	0.00	0.00	0.00	Abierto
40	0.00	0.00	0.00	Abierto
41	0.00	0.00	0.00	Abierto
42	0.00	0.00	0.00	Abierto
43	0.00	0.00	0.00	Abierto
44	0.00	0.00	0.00	Abierto
1	4.82	0.00	-25.82	Abierto Bomba

Resultados de Nudo en 1:00 Hrs:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
2	0.00	692.09	31.09	0.00
182	0.00	692.09	30.09	0.00
183	0.00	692.09	32.09	0.00
185	0.00	692.09	25.09	0.00
187	0.98	689.12	37.12	0.00
186	1.41	688.32	31.32	0.00
9	0.00	687.86	37.86	0.00
196	0.00	689.83	37.83	0.00
197	0.00	689.83	37.83	0.00
190	0.00	689.83	40.83	0.00
189	0.00	689.83	40.83	0.00
192	0.00	689.83	45.83	0.00
199	0.00	689.83	46.83	0.00



General_Ambel_definitiva

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

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
194	0.00	689.83	49.83	0.00
195	0.00	689.83	49.83	0.00
175B	0.00	689.83	51.83	0.00
175	0.00	689.83	52.83	0.00
188	2.02	687.50	37.50	0.00
27	0.00	688.32	31.32	0.00
28	0.00	689.12	37.12	0.00
30	0.00	666.40	-1.60	0.00
22	0.00	692.86	24.86	0.00
23	0.00	692.09	32.09	0.00
29	0.00	689.83	36.83	0.00
31	0.00	689.83	41.83	0.00
32	0.00	689.83	47.83	0.00
193	0.00	689.83	46.83	0.00
191	0.00	689.83	45.83	0.00
BALSA	-4.41	668.00	0.00	0.00 Embalse

Resultados de Línea en 1:00 Hrs:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
4	-2.02	0.73	10.24	Abierto
5	-2.02	0.73	10.24	Abierto
6	-3.43	1.24	26.73	Abierto
24	1.41	0.51	6.10	Abierto
25	0.98	0.35	3.13	Abierto
29	-4.41	1.09	16.85	Abierto
2	4.41	1.09	16.86	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
28	4.41	1.09	16.85	Abierto
30	4.41	1.59	42.36	Abierto
31	0.00	0.00	0.00	Abierto
32	0.00	0.00	0.00	Abierto
33	0.00	0.00	0.00	Abierto
34	0.00	0.00	0.00	Abierto
35	0.00	0.00	0.00	Abierto
36	0.00	0.00	0.00	Abierto
37	0.00	0.00	0.00	Abierto
38	0.00	0.00	0.00	Abierto
39	0.00	0.00	0.00	Abierto
40	0.00	0.00	0.00	Abierto
41	0.00	0.00	0.00	Abierto
42	0.00	0.00	0.00	Abierto

General_Ambel_definitiva



Página 5

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

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
43	0.00	0.00	0.00	Abierto
44	0.00	0.00	0.00	Abierto
1	4.41	0.00	-26.46	Abierto Bomba

Resultados de Nudo en 2:00 Hrs:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
2	0.00	692.84	31.84	0.00
182	0.00	692.84	30.84	0.00
183	0.00	692.84	32.84	0.00
185	0.00	692.84	25.84	0.00
187	0.00	690.88	38.88	0.00
186	0.00	690.88	33.88	0.00
9	0.00	690.88	40.88	0.00
196	1.83	688.36	36.36	0.00
197	1.56	689.10	37.10	0.00
190	0.61	688.32	39.32	0.00
189	0.09	688.32	39.32	0.00
192	0.00	689.87	45.87	0.00
199	0.00	689.87	46.87	0.00
194	0.00	689.87	49.87	0.00
195	0.00	689.87	49.87	0.00
175B	0.00	689.87	51.87	0.00
175	0.00	689.87	52.87	0.00
188	0.00	690.88	40.88	0.00
27	0.00	690.88	33.88	0.00
28	0.00	690.88	38.88	0.00
30	0.00	666.61	-1.39	0.00
22	0.00	693.51	25.51	0.00
23	0.00	692.84	32.84	0.00
29	0.00	690.88	37.88	0.00
31	0.00	689.87	41.87	0.00
32	0.00	689.87	47.87	0.00
193	0.00	689.87	46.87	0.00
191	0.00	689.87	45.87	0.00
BALSA	-4.09	668.00	0.00	0.00 Embalse



Página 6

Resultados de Línea en 2:00 Hrs:

General_Ambel_definitiva

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
4	0.00	0.00	0.00	Abierto
5	0.00	0.00	0.00	Abierto
6	0.00	0.00	0.00	Abierto
24	0.00	0.00	0.00	Abierto
25	0.00	0.00	0.00	Abierto
29	-4.09	1.01	14.69	Abierto
2	4.09	1.01	14.69	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
28	4.09	1.01	14.69	Abierto
30	0.00	0.00	0.00	Abierto
31	4.09	1.01	14.68	Abierto
32	4.09	1.48	36.87	Abierto
33	2.53	0.91	15.36	Abierto
34	0.70	0.25	1.54	Abierto
35	0.09	0.03	0.03	Abierto
36	0.00	0.00	0.00	Abierto
37	0.00	0.00	0.00	Abierto
38	0.00	0.00	0.00	Abierto
39	0.00	0.00	0.00	Abierto
40	0.00	0.00	0.00	Abierto
41	0.00	0.00	0.00	Abierto
42	0.00	0.00	0.00	Abierto
43	0.00	0.00	0.00	Abierto
44	0.00	0.00	0.00	Abierto
1	4.09	0.00	-26.91	Abierto Bomba

Resultados de Nudo en 3:00 Hrs:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
2	0.00	688.02	27.02	0.00
182	0.00	688.02	26.02	0.00
183	0.00	688.02	28.02	0.00
185	0.00	688.02	21.02	0.00
187	0.00	684.29	32.29	0.00
186	0.00	684.29	27.29	0.00
9	0.00	684.29	34.29	0.00
196	0.00	682.39	30.39	0.00
197	0.00	682.39	30.39	0.00
190	0.00	682.39	33.39	0.00
189	0.00	682.39	33.39	0.00
192	2.17	673.28	29.28	0.00
199	0.79	677.68	34.68	0.00



General_Ambel_definitiva

Página 7

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

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
194	0.00	677.68	37.68	0.00
195	0.00	677.68	37.68	0.00
175B	0.00	677.68	39.68	0.00
175	0.00	677.68	40.68	0.00
188	0.00	684.29	34.29	0.00
27	0.00	684.29	27.29	0.00
28	0.00	684.29	32.29	0.00
30	0.00	665.36	-2.64	0.00
22	0.00	689.29	21.29	0.00
23	0.00	688.02	28.02	0.00
29	0.00	684.29	31.29	0.00
31	0.00	682.39	34.39	0.00
32	0.00	677.68	35.68	0.00
193	1.44	675.81	32.81	0.00
191	1.41	673.61	29.61	0.00
BALSA	-5.81	668.00	0.00	0.00 Embalse

Resultados de Línea en 3:00 Hrs:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
4	0.00	0.00	0.00	Abierto
5	0.00	0.00	0.00	Abierto
6	0.00	0.00	0.00	Abierto
24	0.00	0.00	0.00	Abierto
25	0.00	0.00	0.00	Abierto
29	-5.81	1.44	27.86	Abierto
2	5.81	1.44	27.86	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
28	5.81	1.44	27.86	Abierto
30	0.00	0.00	0.00	Abierto
31	5.81	1.44	27.85	Abierto
32	0.00	0.00	0.00	Abierto
33	0.00	0.00	0.00	Abierto
34	0.00	0.00	0.00	Abierto
35	0.00	0.00	0.00	Abierto
36	5.81	1.45	28.51	Abierto
37	5.01	1.81	53.60	Abierto
38	3.58	1.29	28.83	Abierto
39	2.17	0.78	11.64	Abierto
40	0.79	0.29	1.93	Abierto
41	0.00	0.00	0.00	Abierto

General_Ambel_definitiva

42 0.00 0.00 0.00 Abierto



Página 8

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

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km	Unit.	Estado
43	0.00	0.00	0.00		Abierto
44	0.00	0.00	0.00		Abierto
1	5.81	0.00	-23.94		Abierto Bomba

Resultados de Nudo en 4:00 Hrs:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
2	0.00	686.66	25.66	0.00
182	0.00	686.66	24.66	0.00
183	0.00	686.66	26.66	0.00
185	0.00	686.66	19.66	0.00
187	0.00	682.48	30.48	0.00
186	0.00	682.48	25.48	0.00
9	0.00	682.48	32.48	0.00
196	0.00	680.36	28.36	0.00
197	0.00	680.36	28.36	0.00
190	0.00	680.36	31.36	0.00
189	0.00	680.36	31.36	0.00
192	0.00	675.10	31.10	0.00
199	0.00	675.10	32.10	0.00
194	0.64	663.05	23.05	0.00
195	1.16	666.44	26.44	0.00
175B	1.50	661.84	23.84	0.00
175	2.87	660.83	23.83	0.00
188	0.00	682.48	32.48	0.00
27	0.00	682.48	25.48	0.00
28	0.00	682.48	30.48	0.00
30	0.00	665.04	-2.96	0.00
22	0.00	688.07	20.07	0.00
23	0.00	686.66	26.66	0.00
29	0.00	682.48	29.48	0.00
31	0.00	680.36	32.36	0.00
32	0.00	675.10	33.10	0.00
193	0.00	675.10	32.10	0.00
191	0.00	675.10	31.10	0.00
BALSA	-6.17	668.00	0.00	0.00 Embalse



Página 9

Resultados de Línea en 4:00 Hrs:

General_Ambel_definitiva

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
4	0.00	0.00	0.00	Abierto
5	0.00	0.00	0.00	Abierto
6	0.00	0.00	0.00	Abierto
24	0.00	0.00	0.00	Abierto
25	0.00	0.00	0.00	Abierto
29	-6.17	1.53	31.13	Abierto
2	6.17	1.53	31.13	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
28	6.17	1.53	31.13	Abierto
30	0.00	0.00	0.00	Abierto
31	6.17	1.53	31.13	Abierto
32	0.00	0.00	0.00	Abierto
33	0.00	0.00	0.00	Abierto
34	0.00	0.00	0.00	Abierto
35	0.00	0.00	0.00	Abierto
36	6.17	1.54	31.86	Abierto
37	0.00	0.00	0.00	Abierto
38	0.00	0.00	0.00	Abierto
39	0.00	0.00	0.00	Abierto
40	0.00	0.00	0.00	Abierto
41	6.17	2.23	78.70	Abierto
42	5.01	1.81	53.52	Abierto
43	4.37	1.58	41.61	Abierto
44	2.87	1.04	19.32	Abierto
1	6.17	0.00	-23.03	Abierto Bomba

**ANEXO IV: REFERENCIA
CATASTRAL DE LAS
PARCELAS**



MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

FONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC

Provincia: 50 - ZARAGOZA

Municipio: 27 - AMBEL

Agregado: 0

Zona: 0

Polígono: 11

Parcela: 174

Referencia Catastral: 50027A011001740000TE

Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centro de la parcela:	05/2015
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	08/03/2017
X: 617652,92	Fecha de impresión:	12/09/2018
Y: 4624365,16	Escala aproximada de impresión:	1 : 1500
DATUM WGS84		
HUSO 30		



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	0,4292	6,20	TIERRAS ARABLES			0		0501 (2)
2	0,3132	8,20	FRUTOS SECOS			0	74,75	0302 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

B) Relativas al arbolado registrado en el recinto:

TIPO ÁRBOL							
Recinto	Almendra	Algarrobo	Avellano	Nogal	Pistacho	Otras especies	Total
							
2	53	0	0	0	0	0	53

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
FRUTOS SECOS	0,3132	
TIERRAS ARABLES	0,4292	
Superficie Total	0,7424	



MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

FONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC

Provincia: 50 - ZARAGOZA

Municipio: 27 - AMBEL

Agregado: 0

Zona: 0

Polígono: 11

Parcela: 181

Referencia Catastral: 50027A011001810000TH

Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centro de la parcela:	05/2015
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	08/03/2017
X: 617349,57	Fecha de impresión:	12/09/2018
Y: 4624229,9		
DATUM WGS84	Escala aproximada de impresión:	1 : 1000
HUSO 30		



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	0,1728	17,70	PASTIZAL	0	0	0	11,126	0603 (2)
2	0,0102	19,30	PASTO ARBUSTIVO	0	0			0603 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
PASTO ARBUSTIVO	0,0102	0
PASTIZAL	0,1728	0
Superficie Total	0,183	



MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

FONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC

Provincia: 50 - ZARAGOZA

Municipio: 27 - AMBEL

Agregado: 0

Zona: 0

Polígono: 11

Parcela: 182

Referencia Catastral: 50027A011001820000TW

Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centro de la parcela:	05/2015
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	08/03/2017
X: 617364,53	Fecha de impresión:	12/09/2018
Y: 4624262,32		
DATUM WGS84	Escala aproximada de impresión:	1 : 500
HUSO 30		



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	0,0486	13,20	OLIVAR			0	126	0302 (2)
2	0,0161	22,70	PASTO ARBUSTIVO	0	0			0603 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
OLIVAR	0,0486	
PASTO ARBUSTIVO	0,0161	0
Superficie Total	0,0647	

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPACMINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTEFONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

Provincia: 50 - ZARAGOZA

Municipio: 27 - AMBEL

Agregado: 0

Zona: 0

Polígono: 11

Parcela: 183

Referencia Catastral: 50027A011001830000TA

Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centro de la parcela:	05/2015
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	08/03/2017
X: 617380,97	Fecha de impresión:	12/09/2018
Y: 4624274,72		
DATUM WGS84	Escala aproximada de impresión:	1 : 500
HUSO 30		



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	0,0395	14,20	PASTIZAL	0	0	0	126	0603 (2)
3	0,0278	21,00	PASTO ARBUSTIVO	0	0			0603 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
PASTO ARBUSTIVO	0,0278	0
PASTIZAL	0,0395	0
Superficie Total	0,0673	

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

FONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

Provincia: 50 - ZARAGOZA

Municipio: 27 - AMBEL

Agregado: 0

Zona: 0

Polígono: 11

Parcela: 185

Referencia Catastral: 50027A011001850000TY

Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centroide de la parcela:	05/2015
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	08/03/2017
X: 617406,04 Y: 4624199,97	Fecha de impresión:	12/09/2018
DATUM WGS84 HUSO 30	Escala aproximada de impresión:	1 : 1000



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	0,5675	12,90	FRUTOS SECOS			0		0302 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
FRUTOS SECOS	0,5675	

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

FONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

Provincia: 50 - ZARAGOZA

Municipio: 27 - AMBEL

Agregado: 0

Zona: 0

Polígono: 11

Parcela: 186

Referencia Catastral: 50027A011001860000TG

Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centroide de la parcela:	05/2015
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	08/03/2017
X: 617448,07	Fecha de impresión:	12/09/2018
Y: 4624262,65		
DATUM WGS84	Escala aproximada de impresión:	1 : 500
HUSO 30		



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	0,1475	14,10	FRUTOS SECOS			0		0302 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

B) Relativas al arbolado registrado en el recinto:

TIPO ÁRBOL							
Recinto	Almendo	Algarrobo	Avellano	Nogal	Pistacho	Otras especies	Total
1	27	0	0	0	0	2	29

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
FRUTOS SECOS	0,1475	

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPACMINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTEFONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

Provincia: 50 - ZARAGOZA

Municipio: 27 - AMBEL

Agregado: 0

Zona: 0

Polígono: 11

Parcela: 187

Referencia Catastral: 50027A011001870000TQ

Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centro de la parcela:	05/2015
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	08/03/2017
X: 617412,11	Fecha de impresión:	12/09/2018
Y: 4624244,14		
DATUM WGS84	Escala aproximada de impresión:	1 : 1000
HUSO 30		



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	0,2298	20,20	PASTO ARBUSTIVO	0	0			0603 (2)
4	0,1036	12,20	FRUTALES			0	126	0302 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
FRUTALES	0,1036	
PASTO ARBUSTIVO	0,2298	0
Superficie Total	0,3334	

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

FONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

Provincia: 50 - ZARAGOZA

Municipio: 27 - AMBEL

Agregado: 0

Zona: 0

Polígono: 11

Parcela: 188

Referencia Catastral: 50027A011001880000TP

Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centro de la parcela:	05/2015
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	08/03/2017
X: 617473,08	Fecha de impresión:	12/09/2018
Y: 4624220,71		
DATUM WGS84	Escala aproximada de impresión:	1 : 1000
HUSO 30		



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	0,2255	15,70	FRUTALES			0	126	0302 (2)
2	0,0162	16,50	PASTO ARBUSTIVO	0	0			0603 (2)
3	0,1324	10,70	FRUTALES			0	126	0302 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
FRUTALES	0,3579	
PASTO ARBUSTIVO	0,0162	0
Superficie Total	0,3741	

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

FONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

Provincia: 50 - ZARAGOZA

Municipio: 27 - AMBEL

Agregado: 0

Zona: 0

Polígono: 11

Parcela: 189

Referencia Catastral: 50027A011001890000TL

Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centroide de la parcela:	05/2015
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	08/03/2017
X: 617536,89	Fecha de impresión:	12/09/2018
Y: 4624254,64		
DATUM WGS84	Escala aproximada de impresión:	1 : 500
HUSO 30		



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	0,0989	9,50	FRUTALES			0	126	0302 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

B) Relativas al arbolado registrado en el recinto:

TIPO ÁRBOL							
Recinto	Almendo	Algarrobo	Avellano	Nogal	Pistacho	Otras especies	Total
1	1	0	0	0	0	0	1

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
FRUTALES	0,0989	

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC



MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

FONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

Provincia: 50 - ZARAGOZA

Municipio: 27 - AMBEL

Agregado: 0

Zona: 0

Polígono: 11

Parcela: 190

Referencia Catastral: 50027A011001900000TQ

Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centroide de la parcela:	05/2015
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	08/03/2017
X: 617520,17	Fecha de impresión:	12/09/2018
Y: 4624265,85		
DATUM WGS84	Escala aproximada de impresión:	1 : 500
HUSO 30		



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	0,0842	10,00	PASTIZAL	0	0	0	126	0603 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
PASTIZAL	0,0842	0

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

FONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

Provincia: 50 - ZARAGOZA

Municipio: 27 - AMBEL

Agregado: 0

Zona: 0

Polígono: 11

Parcela: 191

Referencia Catastral: 50027A011001910000TP

Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centro de la parcela:	05/2015
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	08/03/2017
X: 617546,64	Fecha de impresión:	12/09/2018
Y: 4624333,4		
DATUM WGS84	Escala aproximada de impresión:	1 : 1500
HUSO 30		



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	0,3851	10,10	FRUTOS SECOS			0	74,75,116	0302 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

B) Relativas al arbolado registrado en el recinto:

TIPO ÁRBOL							
Recinto	Almendo	Algarrobo	Avellano	Nogal	Pistacho	Otras especies	Total
1	1	0	0	0	0	0	1

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
FRUTOS SECOS	0,3851	

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPACMINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTEFONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

Provincia: 50 - ZARAGOZA

Municipio: 27 - AMBEL

Agregado: 0

Zona: 0

Polígono: 11

Parcela: 193

Referencia Catastral: 50027A011001930000TT

Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centro de la parcela:	05/2015
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	08/03/2017
X: 617565,89	Fecha de impresión:	12/09/2018
Y: 4624374,39		
DATUM WGS84	Escala aproximada de impresión:	1 : 1000
HUSO 30		



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	0,2348	7,10	FRUTOS SECOS			0	74,75	0302 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

B) Relativas al arbolado registrado en el recinto:

TIPO ÁRBOL							
Recinto	Almendo	Algarrobo	Avellano	Nogal	Pistacho	Otras especies	Total
1	2	0	0	0	0	0	2

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
FRUTOS SECOS	0,2348	

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

FONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

Provincia: 50 - ZARAGOZA

Municipio: 27 - AMBEL

Agregado: 0

Zona: 0

Polígono: 11

Parcela: 194

Referencia Catastral: 50027A011001940000TF

Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centroide de la parcela:	05/2015
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	08/03/2017
X: 617606,71 Y: 4624328,05	Fecha de impresión:	12/09/2018
DATUM WGS84 HUSO 30	Escala aproximada de impresión:	1 : 500



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	0,1037	5,80	TIERRAS ARABLES			0	74	0501 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
TIERRAS ARABLES	0,1037	



MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

FONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC

Provincia: 50 - ZARAGOZA

Municipio: 27 - AMBEL

Agregado: 0

Zona: 0

Polígono: 11

Parcela: 195

Referencia Catastral: 50027A011001950000TM

Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centro de la parcela:	05/2015
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	08/03/2017
X: 617593,52	Fecha de impresión:	12/09/2018
Y: 4624383,42		
DATUM WGS84	Escala aproximada de impresión:	1 : 1000
HUSO 30		



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	0,2018	6,20	FRUTOS SECOS			0		0302 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

B) Relativas al arbolado registrado en el recinto:

TIPO ÁRBOL							
Recinto	Almendo	Algarrobo	Avellano	Nogal	Pistacho	Otras especies	Total
1	58	0	0	0	0	0	58

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
FRUTOS SECOS	0,2018	

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

FONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

Provincia: 50 - ZARAGOZA

Municipio: 27 - AMBEL

Agregado: 0

Zona: 0

Polígono: 11

Parcela: 199

Referencia Catastral: 50027A01100199000TD

Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centro de la parcela:	05/2015
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	08/03/2017
X: 617502,89	Fecha de impresión:	12/09/2018
Y: 4624373,96		
DATUM WGS84	Escala aproximada de impresión:	1 : 1000
HUSO 30		



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	0,1421	8,60	FRUTOS SECOS			0	74,75,116	0302 (2)
2	0,0083	9,30	VIALES					
3	0,0138	20,20	FRUTOS SECOS			0	74,75,117	0302 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
VIALES	0,0083	
FRUTOS SECOS	0,1559	
Superficie Total	0,1642	

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

FONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

Provincia: 50 - ZARAGOZA

Municipio: 27 - AMBEL

Agregado: 0

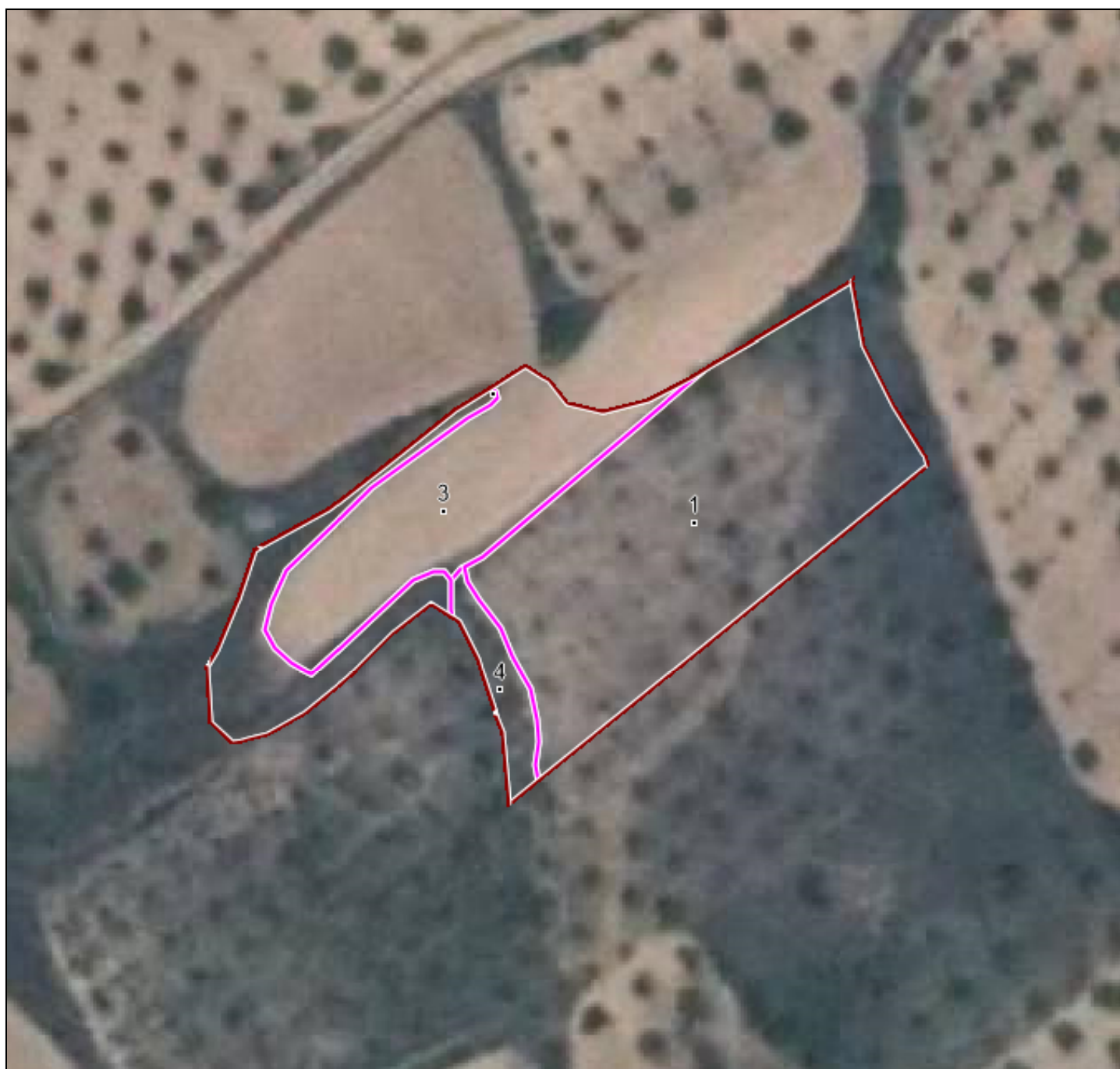
Zona: 0

Polígono: 11

Parcela: 197

Referencia Catastral: 50027A011001970000TK

Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centro de la parcela:	05/2015
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	08/03/2017
X: 617479,7 Y: 4624311,3 DATUM WGS84 HUSO 30	Fecha de impresión:	12/09/2018
	Escala aproximada de impresión:	1 : 1000



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

Información SIGPAC vigente a fecha 04/01/2018

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	0,1615	12,60	FRUTOS SECOS			0		0302 (2)
2	0,0359	16,10	PASTO ARBUSTIVO	0	0			0603 (2)
3	0,0681	14,70	TIERRAS ARABLES			0	116	0501 (2)
4	0,0128	19,90	PASTO ARBUSTIVO	0	0			0302 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

B) Relativas al arbolado registrado en el recinto:

TIPO ÁRBOL							
Recinto	Almendro	Algarrobo	Avellano	Nogal	Pistacho	Otras especies	Total
							
1	35	0	0	0	0	0	35

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
FRUTOS SECOS	0,1615	
PASTO ARBUSTIVO	0,0487	0
TIERRAS ARABLES	0,0681	
Superficie Total	0,2783	

DATOS IDENTIFICATIVOS SIGPAC

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

FONDO ESPAÑOL DE
GARANTÍA AGRARIA

Provincia: 50 - ZARAGOZA

Municipio: 27 - AMBEL

Agregado: 0

Zona: 0

Polígono: 11

Parcela: 196

Referencia Catastral: 50027A011001960000TO

Coordenadas UTM del centro	Fecha de vuelo de la foto del centro de la parcela:	05/2015
	Fecha de la cartografía Catastral (*):	08/03/2017
X: 617503,95	Fecha de impresión:	12/09/2018
Y: 4624287,16		
DATUM WGS84	Escala aproximada de impresión:	1 : 1000
HUSO 30		



(*) Pueden existir cambios en la parcelación catastral que aún no se reflejen en SIGPAC.

El uso, delimitación gráfica u otros atributos de los recintos que aparecen en el SIGPAC tienen por objeto facilitar al agricultor la cumplimentación de su solicitud de ayudas de la PAC. Cuando el uso que aparece en el SIGPAC sea distinto del uso real, el agricultor debe realizar su solicitud de ayuda en base a este último, el real, debiendo comunicar la incidencia al servicio competente de su Comunidad Autónoma.

A) Relativos al recinto:

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef. Regadío	Incidencias (1)	Región
				%	ha			
1	0,2032	11,30	OLIVAR			0	126	0302 (2)

(1) La descripción de las incidencias SIGPAC aparece en el menú de Ayuda del Visor SIGPAC.

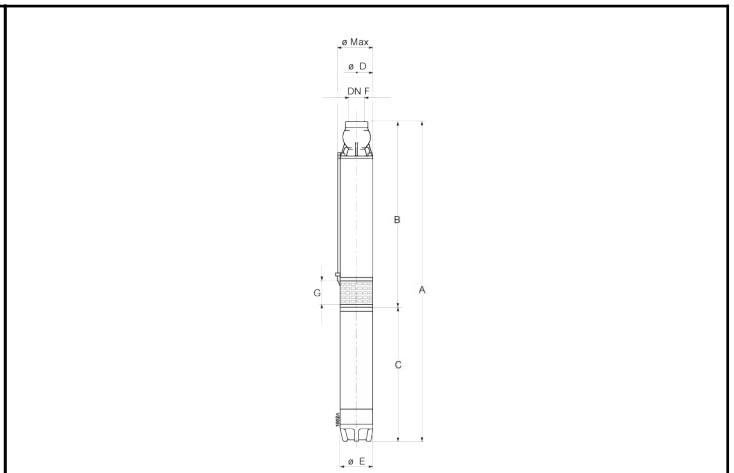
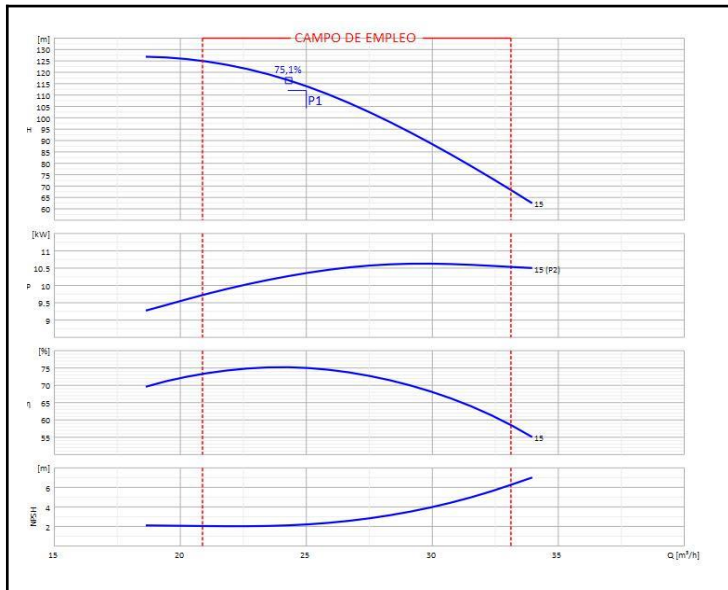
(2) Región del Régimen de Pago Básico según el Anexo II del Real Decreto 1076/2014.

C) Resumen de datos de la parcela:

Uso	Superficie (ha)	
	Total	Admisible en pastos
OLIVAR	0,2032	

**ANEXO V: FICHAS TÉCNICAS
Y SECCIONES DE
CATÁLOGOS**

Cliete:		Ref.:	
Ítem	Cantidad	Caudal requerido	25 m³/h
Tipo	ELECTROBOMBA SUMERGIDA	Modelo	E6XD50/15+MAC615A-8V
		Altura de impulsión	112 m



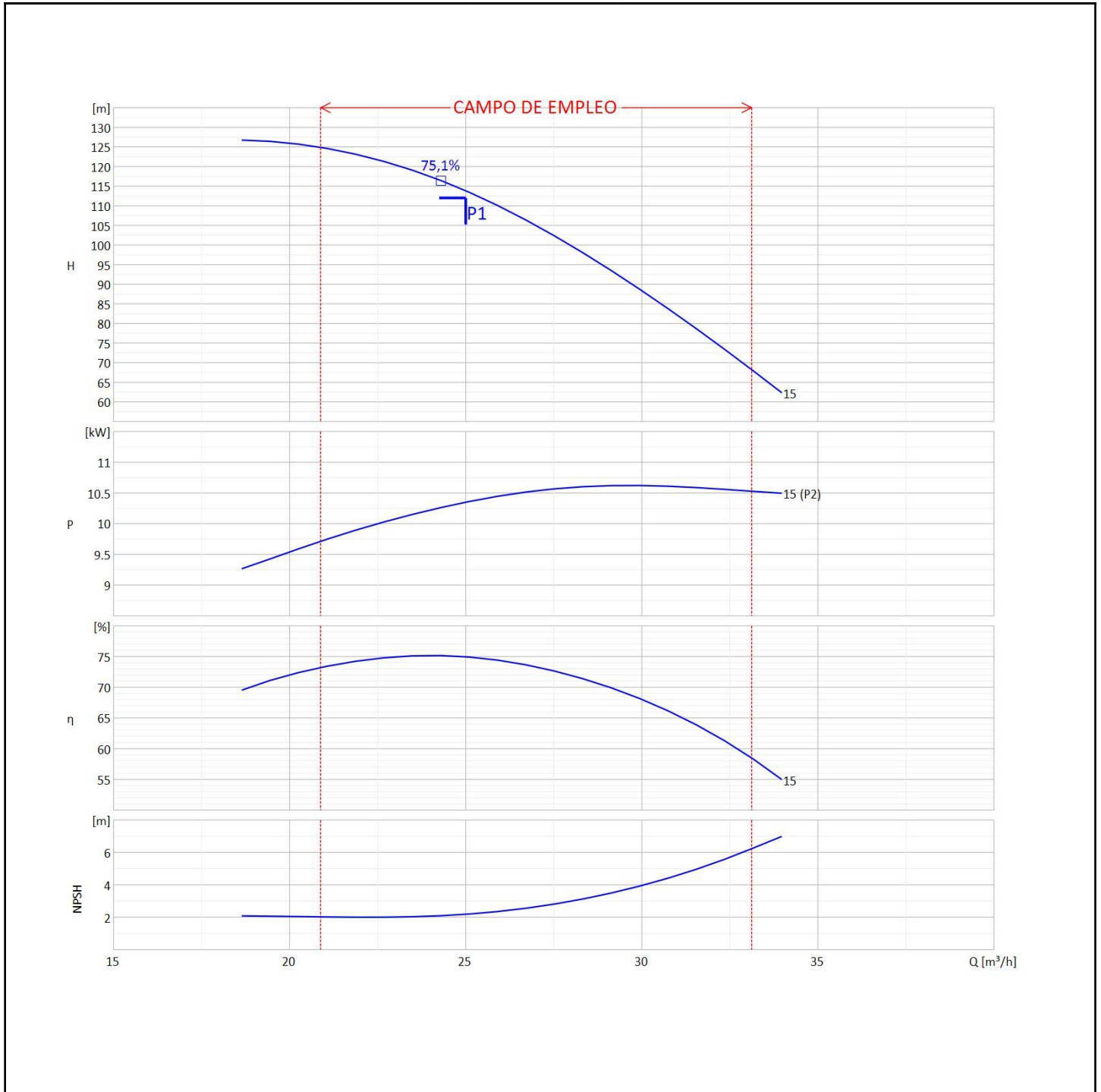
Dimensiones [mm]			
A	1857	E	143
B	1142	F	G2 1/2
C	715	G	100
D	141	Ø max	145

DATOS FUNCIONAMIENTO - ISO 9906:2012 3B - M.E.I. ≥ 0.40					CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Q [m³/h]	H [m]	P [kW]	η [%]	NPSH [m]	Diámetro impulsión	G2 1/2	n.d.
					Diámetro máx. total	145	mm
					Peso electrobomba	62,5	Kg
					Número etapas	15	
					Cierre motor	mecánico	
					Tipo de instalación	Vertical	

LÍMITES OPERATIVOS				MATERIALES BOMBA			
Líquido bombeado	Agua			Rodete	Tecnopolímero		
Temp. máx. líquido bombeado (*)	30	°C		Cojinete goma eje bomba	Goma		
Densidad máxima	1	kg/dm³		Difusor	Tecnopolímero		
Viscosidad máxima	1	mm²/s		Cuerpo valvula	Acero inox		
Contenido máx. de sustancias sólidas	300	g/m³		Rejilla	Acero inox		
Nº máximo arranques/hora	20			Eje bomba	Acero inox		
Inmersión mínima	362,5	mm		Acoplamiento rígido	Acero inox		
CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO				MATERIALES MOTOR			
Caudal de servicio	25,14		m³/h	Carcasa exterior	Acero inox		
Altura de impulsión de servicio	113,23		m	Soporte aspiración	Acero inox		
Qmin	Qmax	20,88	33,12	Buje eje	Acero inox		
H (Q=0)	Hmax (Qmin)	150	124,79	Eje	Acero inox		
Potencia absorbida punto de trabajo	10,36		kW	Antiarena	Goma		
Rend. bomba	Rend. grupo	74,84	60,7	Rotor	Chapa magnética		
Máximo rendimiento bomba	75,1		%	Estátor	Chapa magnética		
Sentido de rotación (**)	Antihorario			Camisa estátor	Acero inox		
Número bombas instaladas	En	Stand-by		Bobinado	Green wire		
	1	0		Soporte inferior	Hierro fundido		
CARACTERÍSTICAS MOTOR ELÉCTRICO				Cierre mecánico	Carburo de silicio/carburo de silicio		
Potencia nominal	11		kW	Cojinete	Grafito		
Frecuencia Nominal	50		Hz	Cojinete de tope	Latón/Composite		
Tensión nominal	400		V	Cuerpo soporte axial	Hierro fundido		
Corriente nominal	25,3		A	Diafragma	Goma		
Número polos	Velocidad nominal	2	2890	Tapa diafragma	Tecnopolímero		
Clase de aislamiento	Grado de protección	n,d,	IP68	Soporte superior	Hierro fundido		
<i>Motor certificado para el uso en agua potable</i>							

Notas:	(*) Velocidad del agua fuera la camisa del motor v=0,5 m/s		
	(**) Vista boca de impulsión		
	En caso de uso con variador, consultar el manual de instrucciones de servicio de la electrobomba.		
OFERTA Nº		Pos.	Fecha
			29/08/2018

Tensión	400	V	Frecuencia	50	Hz	Caudal req.	25 m³/h	Altura de impulsión	112 m
Potencia	11	kW	N° polos	2		Modelo	E6XD50/15+MAC615A-8V		

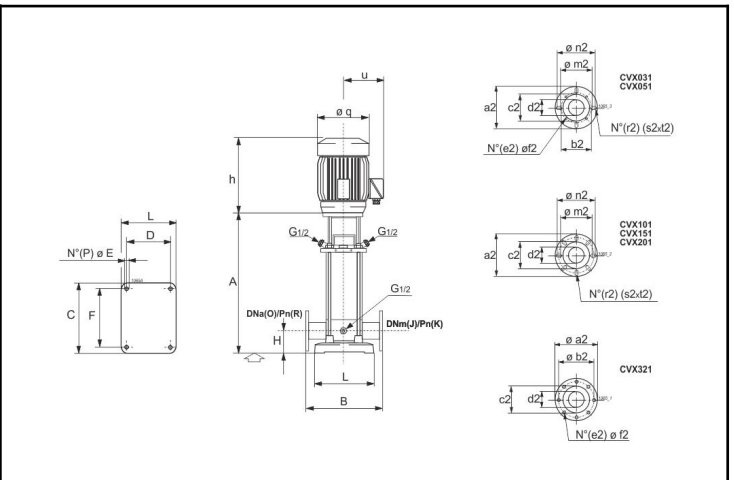
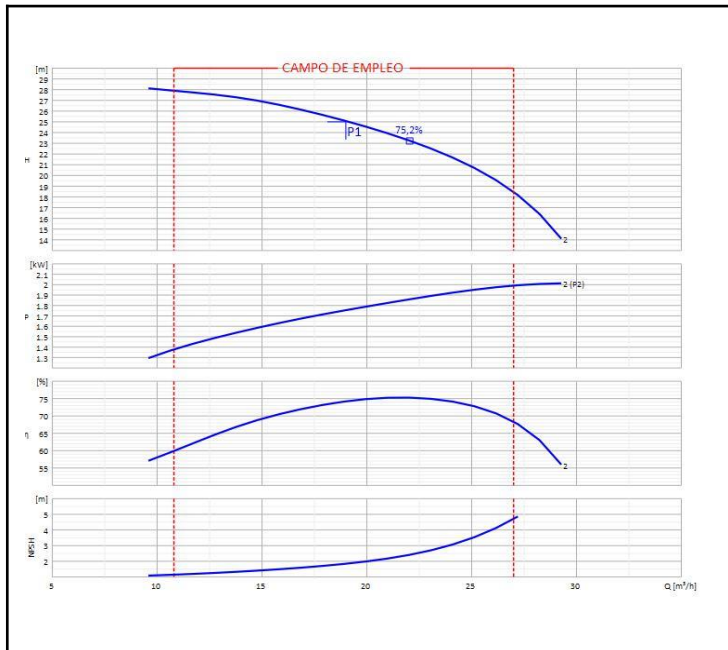


DATOS FUNCIONAMIENTO - ISO 9906:2012 3B - M.E.I.≥0.40

Q [m³/h]	H [m]	P [kW]	η [%]	NPSH [m]	Velocidad [1/min]

OFERTA No.	Pos. 0.0	Fecha 29/08/2018
------------	-------------	---------------------

Cliente:		Ref.:	
Ítem	Cantidad	Caudal requerido	19 m³/h
Tipo	ELECTROBOMBA MULTIETAPA VERTICAL	Altura de impulsión	25 m
		Modelo	CVX201/2+E0220T212-V



Dimensiones [mm]							
A	403	F	215	O	50		
a2	165	h	330	P	4		
B	300	H	90	q	195		
C	248	J	50	R	16-25		
c2	93	K	16-25	r2	8		
D	130	L	200	s2	19		
d2	65	m2	121	t2	22		
E	14	n2	127	u	160		

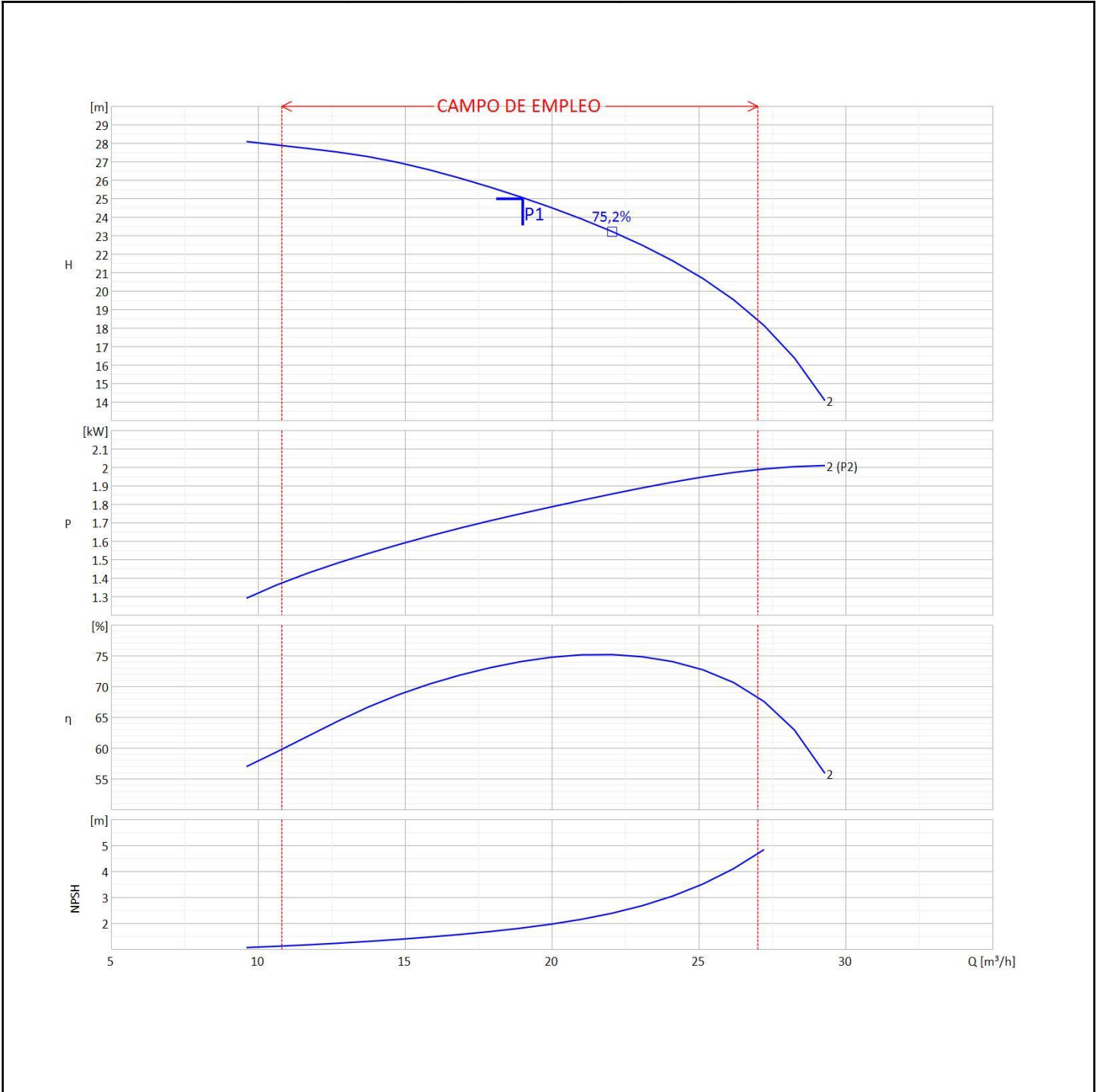
DATOS FUNCIONAMIENTO - ISO 9906:2012 3B - M.E.I. ≥ 0.40					CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
Q [m³/h]	H [m]	P [kW]	η [%]	NPSH [m]	Diámetro impulsión	50	
					Peso	52,8	Kg
					Número etapas	2	
					Cierre	Mecánico	
					Tipo de instalación	Vertical	

LÍMITES OPERATIVOS			CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO			
Líquido bombeado	Agua		Caudal de servicio	19,02		m³/h
Temp. máx. líquido bombeado	90	°C	Altura de impulsión de servicio	25,04		m
Densidad máxima	1	kg/dm³	Qmin	10,8	27	m³/h
Viscosidad máxima	1	mm²/s	H (Q=0)	29,64	27,86	m
Contenido máx. de sustancias sólidas	n.d.		Potencia absorbida punto de trabajo	1,75		kW
Nº máximo arranques/hora	n.d.		Máx. potencia absorbida	1,99		kW
			Rendimiento bomba	Rend.	74,06	63,6
			Sentido de rotación (*)	Antihorario		
			Número bombas instaladas	En funcionamiento	Stand-by	
				1	0	

MATERIALES BOMBA		CARACTERÍSTICAS MOTOR ELÉCTRICO			
Soporte de unión	Hierro fundido	Marca			
Cabezal de la bomba	Acero inox	Modelo	400		
Carcasa exterior	Acero inox	Potencia nominal	2,2	kW	
Eje bomba	Acero inox	Frecuencia nominal	50	Hz	
Cierre mecánico	Carburo de silicio/carburo de	Tensión nominal	400	V	
Difusor	Acero inox	Corriente nominal	4,35	A	
Rodete	Acero inox	Número polos	2	2895	1/min
Anillo aloj. rodete	PTFE	Rendimiento 4/4 - 3/4	85,9 %		
Bridas entrada/salida	Hierro fundido	Factor de potencia 4/4 - 3/4	0,85		
Cuerpo bomba	Acero inox	Tipo motor	3 ~		
Placa base	Hierro fundido	Ia/In	Ma/Mn	7,6	2,2
Anillo de sellado	Goma EPDM	Grado de protección	IP55		
		Clase de aislamiento	F		
		Protección térmica	n.d		
		Clase de eficiencia	IE3		

Notas:	(*) Vista lado motor eléctrico	
OFERTA Nº	Pos.	Fecha
		30/08/2018

Tensión	400	V	Frecuencia	50	Hz	Caudal req.	19 m³/h	Altura de impulsión	25 m
Potencia	2,2	kW	N° polos	2		Modelo	CVX201/2+E0220T212-V		



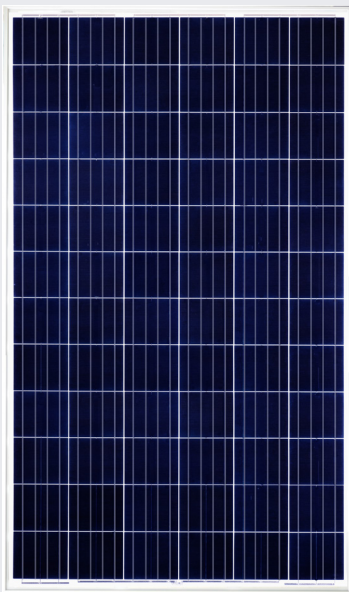
DATOS FUNCIONAMIENTO - ISO 9906:2012 3B - M.E.I.≥0.40

Q [m³/h]	H [m]	P [kW]	η [%]	NPSH [m]	Velocidad [1/min]

OFERTA No.	Pos. 0.0	Fecha 30/08/2018
------------	-------------	---------------------

T3001T-V01

YGE 72 CELL SERIE 2 HSF SMART



18,5%

EFICIENCIA DE LA CÉLULA

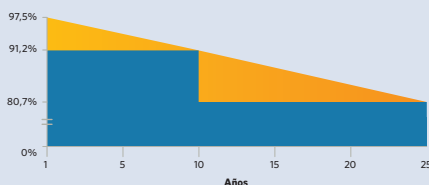
10 AÑOS

GARANTÍA DE PRODUCTO

0-5W

TOLERANCIA DE POTENCIA

Garantía lineal a 25 años



■ Garantía lineal de potencia Yingli
■ Garantía estándar del sector

CALIDAD Y VERSATILIDAD PROBADAS

Hemos optimizado el diseño del circuito de los módulos de la serie YGE de Yingli. Hemos mejorado cada una de sus células mediante un diseño de bypass para que puedan utilizarse en áreas más complejas y con más sombra. Por otra parte, en áreas con escasez de terreno, hemos acortado la distancia entre módulos para aumentar la capacidad instalada y mejorar así la capacidad de producción energética de una forma sistemática.



Libre de puntos calientes

Cada pieza de células está dispuesta en paralelo a un diodo, de manera que cuando a una célula le da la sombra o se produce una excepción, el diodo paralelo puede sortear (bypass) esta célula, evitando así los puntos calientes, y puede retener la máxima potencia de salida.



Temperatura más baja

Cuando el módulo se apantalla, su temperatura operativa no superará los 85 °C. Esto garantiza la seguridad del sistema, aumenta la producción energética del módulo a baja temperatura y alarga su vida útil.



Alta potencia

En comparación con módulos convencionales, el uso de módulos inteligentes libres de puntos calientes para luchar contra el apantallamiento puede aumentar la capacidad de producción energética del sistema en un 1% con el mismo espacio de instalación y ahorrar un 25% de terreno con la misma cantidad de electricidad generada.



Resistente al PID

Probado conforme a la norma IEC 62804, nuestros Módulos Fotovoltaicos han demostrado ser resistentes a PID (Degradación Inducida por Potencial), lo que se traduce en seguridad para su inversión.

Yingli Green Energy

ingli Green Energy Holding Company Limited (NYSE:YGE), conocida como "Yingli Solar", es uno de los fabricantes líderes de paneles solares con la misión de ofrecer energía verde asequible para todos. Yingli Solar hace posible la energía solar en comunidades en todo el mundo gracias a su experiencia global en fabricación y logística para abordar retos locales específicos.

YGE 72 CELL SERIE 2 HSF SMART

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Parámetros eléctricos en condiciones de prueba estándar (STC)

Tipo de módulo	YLxxxPD-35b (xxx=P _{max})							
Potencia de salida	P _{max}	W	330	325	320	315	310	305
Tolerancias de potencia de salida	ΔP _{max}	W	0 / + 5					
Eficiencia del módulo	η _m	%	16,6	16,4	16,1	15,9	15,6	15,4
Tensión en P _{max}	V _{mpp}	V	37,4	37,3	37,0	36,8	36,3	36,1
Intensidad en P _{max}	I _{mpp}	A	8,84	8,72	8,64	8,56	8,53	8,45
Tensión en circuito abierto	V _{oc}	V	46,4	46,3	46,0	45,7	45,6	45,4
Intensidad en cortocircuito	I _{sc}	A	9,29	9,24	9,18	9,12	8,99	8,93

STC: 1000 W/m² de irradiancia, 25°C de temperatura de célula, espectro AM 1.5g conforme a la EN 60904-3.
Reducción media de la eficiencia relativa de 3,3% a 200 W/m² según la EN 60904-1.

Parámetros eléctricos a temperatura operativa nominal de la célula (NOCT)

Potencia de salida	P _{max}	W	240,7	237,1	233,4	229,8	226,1	222,5
Tensión en P _{max}	V _{mpp}	V	34,0	34,0	33,8	33,6	33,1	32,9
Intensidad en P _{max}	I _{mpp}	A	7,07	6,98	6,91	6,85	6,82	6,76
Tensión en circuito abierto	V _{oc}	V	42,8	42,8	42,5	42,2	42,1	41,9
Intensidad en cortocircuito	I _{sc}	A	7,51	7,47	7,42	7,37	7,27	7,22

NOCT: temperatura operativa del módulo en circuito abierto a 800 W/m² de irradiancia, 20°C de temperatura ambiente y 1m/s de velocidad del viento.

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

Temperatura operativa nominal de la célula	NOCT	°C	46 +/- 2
Coefficiente de temperatura de P _{max}	γ	%/°C	-0,42
Coefficiente de temperatura de V _{oc}	β _{Voc}	%/°C	-0,32
Coefficiente de temperatura de I _{sc}	α _{Isc}	%/°C	0,05

CONDICIONES OPERATIVAS

Tensión máxima del sistema	1000V _{DC}
Valor máximo del fusible en serie	15A
Limitación de corriente inversa	15A
Rango de temperatura de operación	-40°C a 85°C
Máxima carga estática frontal (ej. nieve)	5400Pa
Máxima carga estática posterior (ej. viento)	2400Pa
Máx. impacto por granizo (diámetro/velocidad)	25mm / 23m/s

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Cubierta frontal (material / espesor)	Vidrio templado de bajo contenido en hierro / 3,2 mm
Célula solar (cantidad / tipo / dimensiones / número de busbar)	72 / silicio multicristalino / 156,75 mm x 156,75 mm (+/-0,25) / 4 o 5
Marco (material)	Aleación de aluminio anodizado
Caja de conexiones (grado de protección)	≥ IP67
Cable (longitud / sección transversal)	1000mm / 4mm ²
Conector (tipo / grado de protección)	MC4 / IP68 o PV-ZH202 / IP68

- Debido a la continua innovación, investigación y mejora del producto, la información y las especificaciones citadas en esta hoja de características están sujetas a cambios sin previo aviso. Las especificaciones pueden variar ligeramente y no están garantizadas.
- Los datos no están referidos a un único módulo, se facilitan solo a efectos de comparación entre diferentes tipos de módulos.

CUALIFICACIONES Y CERTIFICADOS

IEC 61215, IEC 61730, CE, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, BS OHSAS 18001:2007, PV Cycle, SA 8000



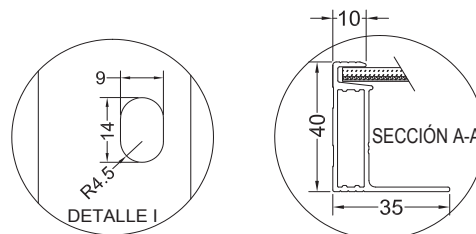
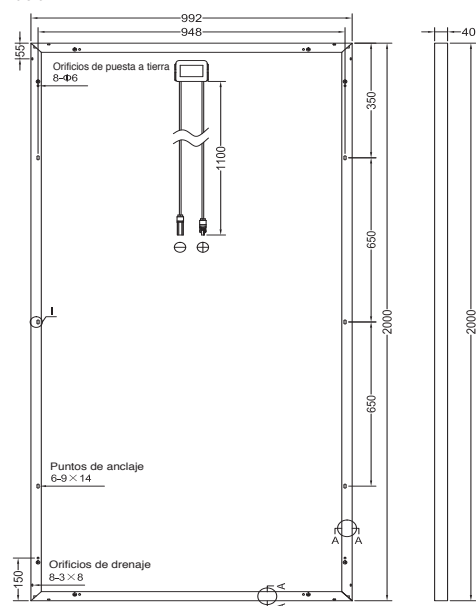
CARACTERÍSTICAS GENERALES

Dimensiones (L/A/A)	2000 mm / 992 mm / 40 mm
Peso	26 kg

ESPECIFICACIONES DE EMBALAJE

Número de módulos por palé	26
Número de palés por contenedor de 40'	24
Dimensiones de la caja de embalaje (L/A/A)	2035mm / 1145mm / 1170mm
Peso de la caja	720kg

Unidad: mm



Advertencia: Lea el Manual de Instalación y Uso en su totalidad antes de manejar, instalar u operar módulos de Yingli Solar.

Partners de Yingli:

Yingli Green Energy Holding Co., Ltd.

service@yingli.com

Tel: +86-312-2188055

YINGLISOLAR.COM



11. CUADROS EASYSUN IP54

El sistema de Control de Bombeo EasySun IP54 es un montaje cableado sobre placa de aluminio en caja IP54 del cuadro de control completo de un bombeo solar. Incorpora ventiladores con filtros de aire IP54 dimensionados para proporcionar condiciones de funcionamiento adecuadas con temperaturas ambiente de hasta 45°C.

- **Montaje IP54:** Equipo en cuadro ventilado IP54 listo para su instalación en exteriores.
- **Conexión series FV:** Bornas seccionables con fusible para las series de módulos FV.
- **Interruptor Marcha/Paro:** Interruptor para la puesta en marcha o parada del equipo.
- **Salida AC a la bomba:** Bornes para Salida de alimentación AC de la bomba.
- **Filtros:** Incluido filtro hasta 50m y filtros opcionales hasta 200m y mayores distancias.
- **Conexiones Auxiliares:** Entrada para la conexión de los sensores de nivel y el sensor de presión.
- **Entrada Auxiliar AC:** Entrada AC de la Red/Grupo electrógeno. Programado para la detección automática del modo de funcionamiento híbrido con FV, solo FV o solo Red/Grupo.

11.1. Cuadros IP54. Longitud. Salida AC hasta 50 metros

Hasta 25 metros con cable apantallado, este modelo no incluye filtros dV/dt.



Cuadros ESP IP54

Sin Filtro dV/dt

	Potencia (kW)	Tensión (V)	Potencia (CV)	Corriente (A)	Tensión Entrada Aux AC	Talla	Hasta 50 metros	Código	PVP
	Descripción								
230 Vac	1,5	230M	2	8	Monofásica	1	ESP- 1,5/230M-IP54-F050.	3503194	1.539
	2,2	230M	3	11	Monofásica	1	ESP- 2,2/230M-IP54-F050.	3503195	1.584
	3	230	4	12	Trifásica	1	ESP- 3/230-IP54-F050.	3503148	1.631
	5,5	230	7	20	Trifásica	1	ESP- 5,5/230-IP54-F050.	3503149	1.929
400 Vac	1,1	400	1	3	Trifásica	1	ESP- 1,1/400-IP54-F050.	3503157	1.664
	2,2	400	3	5	Trifásica	1	ESP- 2,2/400-IP54-F050.	3503158	1.720
	3	400	4	6	Trifásica	1	ESP- 3/400-IP54-F050.	3503159	1.781
	5,5	400	7	11	Trifásica	1	ESP- 5,5/400-IP54-F050.	3503160	1.943
	7,5	400	10	18	Trifásica	2	ESP- 7,5/400-IP54-F050.	3503161	2.354
	11	400	15	23	Trifásica	2	ESP- 11/400-IP54-F050.	3503162	2.460
	15	400	20	31	Trifásica	3	ESP- 15/400-IP54-F050.	3503163	3.612
	18,5	400	25	38	Trifásica	3	ESP- 18,5/400-IP54-F050.	3503164	4.034
	22	400	30	45	Trifásica	3	ESP- 22/400-IP54-F050.	3503165	4.432
	30	400	41	60	Trifásica	3	ESP- 30/400-IP54-F050.	3503166	4.840

11.2. Cuadros IP54 con Filtro dV/dt. Salida AC hasta 200 metros

Cuando distancia de la salida AC hasta la bomba es menor de 50 a 200 metros con cable sin pantalla o 25-100 metros con cable apantallado. Este modelo incluye el filtro dV/dt ya instalado.



Cuadros ESP IP54

Con Filtro dV/dt

	Potencia (kW)	Tensión (V)	Potencia (CV)	Corriente (A)	Tensión Entrada Aux AC	Talla	Hasta 200 metros		
							Descripción	Código	PVP
230 Vac	1,5	230M	2	8	Monofásica	1	ESP- 1,5/230M-IP54-F200	3503196	1.829
	2,2	230M	3	11	Monofásica	1	ESP- 2,2/230M-IP54-F200	3503197	1.999
	3	230	4	12	Trifásica	1	ESP- 3/230-IP54-F200	3503171	2.045
	5,5	230	7	20	Trifásica	1	ESP- 5,5/230-IP54-F200	3503172	2.529
400 Vac	1,1	400	1	3	Trifásica	1	ESP- 1,1/400-IP54-F200	3503180	1.914
	2,2	400	3	5	Trifásica	1	ESP- 2,2/400-IP54-F200	3503181	2.010
	3	400	4	6	Trifásica	1	ESP- 3/400-IP54-F200	3503182	2.071
	5,5	400	7	11	Trifásica	1	ESP- 5,5/400-IP54-F200	3503183	2.358
	7,5	400	10	18	Trifásica	2	ESP- 7,5/400-IP54-F200	3503184	2.954
	11	400	15	23	Trifásica	2	ESP- 11/400-IP54-F200	3503185	3.060
	15	400	20	31	Trifásica	3	ESP- 15/400-IP54-F200	3503186	4.218
	18,5	400	25	38	Trifásica	3	ESP- 18,5/400-IP54-F200	3503187	4.768
	22	400	30	45	Trifásica	3	ESP- 22/400-IP54-F200	3503188	5.166
	30	400	41	60	Trifásica	3	ESP- 30/400-IP54-F200	3503189	5.642

Para distancias de cables AC mayores de 200 metros y hasta 1000 metros es necesaria la instalación de un filtro senoidal. Consultar la documentación sobre filtros EasySun para mayor detalle.

12. FORMATOS Y DIMENSIONES

El rango de potencias de los cuadros ESP-IP20 y ESP-IP54 incluye modelos desde 1 kW hasta 30 kW normalizados en tres tallas tal y como se indica en la siguiente tabla.

		Tallas de los Equipos ESP																					
		1,1	1,5	2,2	3	5,5	7,5	11	15	19	22	30	37	45	55	75	90	110	132	160	200	220	280
230 V		T1	T1	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T3	T3												
400 V	T1	T1	T1	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T3	T3	ESP	ESP	ESP	ESP	ESP	ESP	ESP	ESP	ESP	ESP	ESP	ESP

T1 Talla N°1
 T2 Talla N°2
 T3 Talla N°3
 ESP Armario formato especial

Donde T1, T2 y T3 corresponden a las Tallas normalizadas con formatos para su instalación sobre pared y ESP indica formato especial de armario sobre suelo.

Las dimensiones y pesos de los formatos estandarizados se incluyen en la siguiente tabla, donde aparecen dos pesos para cada formato dependiendo de las distancias de la línea de salida AC a la bomba.

Talla 1 (1-5 kW)

	Ancho	Alto	Prof.	F050	F200
Formato IP20	350	550	210 mm	6	9 kg
Formato IP54	400	570	230 mm	8	12 kg

F050 Sin Filtro dV/dt
F200 Con Filtro dV/dt

Talla 2 (7-11 kW)

	Ancho	Alto	Prof.	F050	F200
Formato IP20	450	600	240 mm	10	14 kg
Formato IP54	500	700	250 mm	26	30 kg

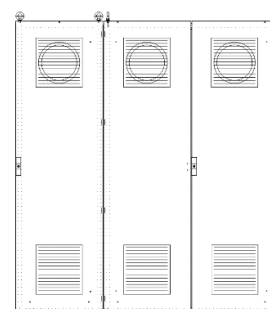
Talla 3 (15-30 kW)

	Ancho	Alto	Prof.	F050	F200
Formato IP20	550	700	240 mm	14	20 kg
Formato IP54	600	800	250 mm	35	41 kg

Dimensiones exteriores y pesos aproximados.
Versiones hasta 50 metros sin filtro y hasta 200 metros con Filtro dV/dt

Para potencias mayores de 30kW los formatos superiores a 30 kW son envolventes de tipo armario a suelo que permiten adaptarse a las características del punto de instalación y el nivel de protección necesarios.

La construcción más frecuente es con grado de protección IP54 en armarios amplios que permitan posible la instalación de la ventilación y filtros necesarios con posibilidad de incluir otros componentes y personalizar el equipo para proporcionar las especificaciones requeridas por cada cliente.



9. GAMA DE VARIADORES

La gama estándar de variadores para el control de bombeo solar directo cubre potencias desde 1kW hasta 280kW, los modelos disponibles son los siguientes:

Variadores



	Potencia (kW)	Tensión (V)	Potencia (CV)	Corriente (A)	Tensión Entrada Aux AC	Talla	Descripción	Código BAAN	PVP	Referencia FUJI	Disp
230 Vac	1,5	230	2	8	Monofásica	1	Variador 1,5/230M F	7912058	376	FRN0008E2E-7GA	Si
	2,2	230	3	11	Monofásica	1	Variador 2,2/230M F	7912059	439	FRN0011E2E-7GA	Si
	3	230	4	12	Trifásica	1	Variador 3/230 F	7912048	403	FRN0012E2S-2GA	Si
	5,5	230	7	20	Trifásica	1	Variador 5,5/230 F	7912049	656	FRN0020E2S-2GA	Si
	7,5	230	10	30	Trifásica	2	Variador 7,5/230 F	7912050	833	FRN0030E2S-2GA	No
	11	230	15	40	Trifásica	2	Variador 11/230 F	7912051	867	FRN0040E2S-2GA	No
	15	230	20	56	Trifásica	3	Variador 15/230 F	7912052	1.208	FRN0056E2S-2GA	No
	18,5	230	25	69	Trifásica	3	Variador 18,5/230 F	7912053	1.546	FRN0069E2S-2GA	No
	22	230	30	88	Trifásica	3	Variador 22/230 F	7912054	2.118	FRN0088E2S-2GA	No
30	230	41	115	Trifásica	3	Variador 30/230 F	7912055	2.821	FRN0115E2S-2GA	No	
400 Vac	1,1	400	1	3	Trifásica	1	Variador 1,1/400 F	7912061	405	FRN0004E2E-4GA	Si
	2,2	400	3	5	Trifásica	1	Variador 2,2/400 F	7912062	455	FRN0006E2E-4GA	Si
	3	400	4	6	Trifásica	1	Variador 3/400 F	7912063	510	FRN0007E2E-4GA	SI
	5,5	400	7	11	Trifásica	1	Variador 5,5/400 F	7912064	636	FRN0012E2E-4GA	Si
	7,5	400	10	18	Trifásica	2	Variador 7,5/400 F	7912065	734	FRN0022E2S-4E	SI
	11	400	15	23	Trifásica	2	Variador 11/400 F	7912066	824	FRN0029E2S-4E	Si
	15	400	20	31	Trifásica	3	Variador 15/400 F	7912067	945	FRN0037E2S-4E	SI
	18,5	400	25	38	Trifásica	3	Variador 18,5/400 F	7912068	1.325	FRN0044E2S-4E	Si
	22	400	30	45	Trifásica	3	Variador 22/400 F	7912069	1.683	FRN0059E2E-4E	SI
	30	400	41	60	Trifásica	3	Variador 30/400 F	7912070	2.050	FRN0072E2E-4E	Si
	37	400	50	75	Trifásica	Esp	Variador 37/400 F	7912071	2.724	FRN0085E2E-4E	Si
	45	400	61	91	Trifásica	Esp	Variador 45/400 F	7912072	3.446	FRN0105E2E-4E	Si
	55	400	75	112	Trifásica	Esp	Variador 55/400 F	7912073	4.173	FRN0139E2E-4E	SI
	75	400	102	150	Trifásica	Esp	Variador 75/400 F	7912074	4.582	FRN0168E2E-4E	Si
	90	400	122	176	Trifásica	Esp	Variador 90/400 F	7912075	5.708	FRN0203E2E-4E	SI
	110	400	150	210	Trifásica	Esp	Variador 110/400 F	7912076	6.911	FRN0240E2E-4E	Si
	132	400	180	253	Trifásica	Esp	Variador 132/400 F	7912077	7.857	FRN0290E2E-4E	SI
160	400	218	304	Trifásica	Esp	Variador 160/400 F	7912078	9.507	FRN0361E2E-4E	Si	
200	400	272	377	Trifásica	Esp	Variador 200/400 F	7912079	11.524	FRN0415E2E-4E	SI	
220	400	299	415	Trifásica	Esp	Variador 220/400 F	7912080	12.949	FRN0520E2E-4E	Si	
280	400	381	520	Trifásica	Esp	Variador 280/400 F	7912081	14.425	FRN0590E2E-4E	Si	

Los variadores no incluyen una programación específica o personalizada, se suministran con los valores por defecto que vienen de fábrica.

Consultar disponibilidad y plazo de entrega para los variadores no estándar de 230V desde 7 a 30kW.

Hoja de características del producto A9F90376

Características

Interruptor automático magnetotérmico iC60L - 3P
- 6,3A - curva MA



Principal

Aplicación del dispositivo	Motor
Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iC60
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	IC60L
Número de polos	3P
Número de polos protegidos	3
Corriente nominal (In)	6.3 A
Tipo de red	AC
Tecnología de unidad de disparo	Magnético
Código de curva	MA
Poder de corte	15 kA Icu coordinación EN/IEC 60947-2 : 440 V CA 50/60 Hz 20 kA Icu conforming to EN/IEC 60947-2 - 380...415 V AC 50/60 Hz 40 kA Icu conforming to EN/IEC 60947-2 - 220...240 V AC 50/60 Hz
Categoría de utilización	Categoría A acorde a EN 60947-2 Categoría A acorde a IEC 60947-2
Apto para seccionamiento	Sí de acuerdo con EN 60947-2 Sí acorde a IEC 60947-2
Normas	IEC 60947-2 EN 60947-2

Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
Límite de enlace magnético	12 x In +/- 20 %
[Ics] poder de corte en servicio	20 kA 50 % x Icu de acuerdo con EN 60947-2 - 220...240 V CA 50/60 Hz 20 kA 50 % x Icu de acuerdo con IEC 60947-2 - 220...240 V CA 50/60 Hz 10 kA 50 % x Icu de acuerdo con EN 60947-2 - 380...415 V CA 50/60 Hz 7.5 kA 50 % x Icu de acuerdo con EN 60947-2 - 440 V CA 50/60 Hz 10 kA 50 % x Icu de acuerdo con IEC 60947-2 - 380...415 V CA 50/60 Hz 7.5 kA 50 % x Icu de acuerdo con IEC 60947-2 - 440 V CA 50/60 Hz

Clase de limitación	3 de acuerdo con EN 60898-1 3 coordinación IEC 60898-1
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V AC 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 500 V CA 50/60 Hz de acuerdo con EN 60947-2
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV de acuerdo con EN 60947-2 6 kV acorde a IEC 60947-2
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	Indicador de disparo
Tipo de montaje	Fijo
Soporte de montaje	Carril DIN
Compatibilidad de bloque de distribución de embarrado tipo peine	Sí arriba o abajo
Pasos de 9 mm	6
Altura	85 mm
Anchura	54 mm
Profundidad	78,5 mm
Peso del producto	0.375 kg
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	10000 ciclos
Conexiones - terminales	Terminal simple, arriba o abajo rígido cableado(s) 1...25 mm ² max Terminal simple, arriba o abajo Flexible cableado(s) 1...16 mm ² max
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm arriba o abajo
Par de apriete	2 N.m arriba o abajo
Protección contra fugas a tierra	Bloque independiente

Entorno

Grado de protección IP	IP20 de acuerdo con EN 60529 IP20 acorde a IEC 60529
Grado de contaminación	3 de acuerdo con EN 60947-2 3 acorde a IEC 60947-2
Categoría de sobretensión	IV
Tropicalización	2 acorde a IEC 60068-1
Humedad relativa	95 % (55 °C)
Altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m
Temperatura ambiente de funcionamiento	-35...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Sostenibilidad de la oferta

Estado de la oferta sostenible	Producto Green Premium
RoHS (código de fecha: AASS)	Conforme - desde 0627 - Declaración de conformidad de Schneider Electric Declaración de conformidad de Schneider Electric
REACH	La referencia no contiene SVHC La referencia no contiene SVHC
Perfil ambiental del producto	Disponible
Instrucciones para el fin del ciclo de vida del producto	No necesita operaciones específicas para reciclaje

Información Logística

País de Origen	Francia
----------------	---------

Garantía contractual

Warranty period	18 months
-----------------	-----------

NORMAS:

CONSTRUCCIÓN	REACCIÓN AL FUEGO*	
EN 50525-3-31	IEC 60332-1-2	IEC 60754-2
UNE 21102	IEC 60332-3-24	IEC 61034-2
	IEC 60754-1	



CLASIFICACIÓN CPR:

Gama 1x4 - 1x240mm ²	Gama 1,5 - 2,5 mm ²
DOP 0016 Rev.002	DOP 0026 Rev.001
Clase B_{2,ca}-s1a,d1,a1	Clase C_{ca}-s1a,d1,a1

CONSTRUCCIÓN:

1. CONDUCTOR

Cobre, clase 5 según IEC 60228.

2. AISLAMIENTO

Polioléfina termoplástica libre de halógenos, tipo T17 según EN 50363-7.

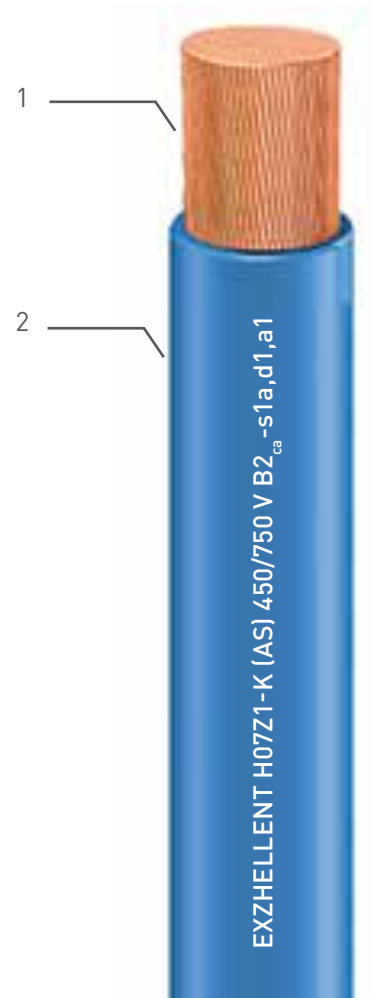
APLICACIONES:

Cableado industrial concebido para aquellas zonas en las que el humo y las emisiones tóxicas representarían un gran riesgo en caso de incendio. Estos cables están pensados para instalarse en conductos y canalizaciones. También pueden utilizarse en instalaciones protegidas tales como accesorios de iluminación y equipos, así como cuadros de potencia y control.

Temperatura máxima del conductor: +70 °C

Temperatura mínima de trabajo: -40 °C

* Prestación fuera del ámbito CPR.



CERTIFICACIONES: ◀ HAR ▶



B2_{ca}-s1a,d1,a1



C_{ca}-s1a,d1,a1

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS:

Código de General Cable	Sección (mm ²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Intensidad máx. admisible al aire 30 °C * (A)	Caída de tensión cos $\mu=0,8$ (V/A.km)
1S23106	1x1,5	2,9	20	18	15,5	22,2
1S23107	1x2,5	3,5	31	22	21	13,3
1S23108	1x4	4,1	45	25	28	8,30
1S23109	1x6	4,6	64	28	36	5,56
1S23110	1x10	6,0	110	36	50	3,26
1S23111	1x16	7,0	160	42	68	2,09
1S23112	1x25	8,6	245	52	89	1,38
1S23113	1x35	9,7	335	59	110	1,00
1S23114	1x50	11,5	480	69	134	0,720
1S24115	1x70	13,4	665	81	171	0,528
1S24116	1x95	15,4	875	93	207	0,419
1S24117	1x120	17,2	1.105	105	239	0,342
1S24118	1x150	19,0	1.375	115	262	0,290
1S24119	1x185	20,9	1.675	130	296	0,252
1S24120	1x240	24,0	2.215	145	346	0,208

* Intensidades admisibles de acuerdo con IEC 60364-5-52, tabla B.52.4, método de instalación B1.

Valores nominales sujetos a variación en función de la tolerancia de fabricación.

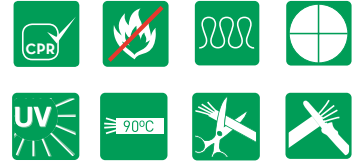
NORMAS:

CONSTRUCCIÓN

IEC 60502-1
UNE 21123-2

REACCIÓN AL FUEGO*

IEC 60332-1-2



CLASIFICACIÓN CPR:

ENERGY® RV-K

Gama 1x1.5 - 1x800, 2x1.5 - 2x400, 3x1.5 - 3x400, 4x1.5 - 4x300, 5x1.5 - 5x240, 3x16+1x10, 3x25+1x16, 3x35+1x16, 3x50+1x25, 3x70+1x35, 3x95+1x50, 3x120+1x70, 3x150+1x70, 3x185+1x95, 3x240+1x120, 3x300+1x150, 3x16+2x10, 3x25+2x16, 3x35+2x16, 3x50+2x25, 3x70+2x35, 3x95+2x50, 3x120+2x70, 3x150+2x70, 3x185+2x95, 3x240+2x120, 3x300+2x150, 6x1.5 - 6x6, 7x1.5 - 7x6, 8x1.5 - 8x4, 9x1.5 - 9x6, 10x1.5 - 10x4, 11x1.5 - 11x2.5, 12x1.5 - 12x6, 13x1.5 - 13x2.5, 14x1.5 - 14x4, 15x1.5 - 15x2.5, 16x1.5 - 16x4, 18x1.5 - 18x2.5, 19x2.5 - 19x4, 20x1.5 - 20x4, 24x1.5 - 24x4, 25x1.5 - 25x2.5, 27x1.5 - 27x4, 30x1.5 - 30x2.5, 33x1.5 - 33x2.5, 36x1.5 - 36x2.5, 37x1.5 - 37x4, 38x1.5, 39x1.5, 41x1.5 - 41x2.5, 42x1.5 - 42x2.5, 44x1.5, 48x1.5 - 48x2.5, 52x1.5 - 52x2.5, 56x1.5 - 56x2.5, 61x1.5 - 61x2.5, 64x1.5, 65x1.5, 70x1.5, 80x1.5.

DOP 0006 Rev.003

Clase **E_{ca}**

CONSTRUCCIÓN:

1. CONDUCTOR

Cobre, clase 5 según IEC 60228.

Sectoral para secciones de 50 mm² y superiores (solución Sectorflex®).

2. AISLAMIENTO

Polietileno reticulado, tipo XLPE según HD 60502.

3. CUBIERTA EXTERIOR

Policloruro de vinilo (PVC) tipo ST2 según IEC 60502-1.

APLICACIONES:

Cable flexible de distribución de energía y control diseñado para instalaciones fijas. Fabricado con conductores flexibles para facilitar la instalación.

Temperatura máxima del conductor: +90 °C

Temperatura mínima de trabajo: -15 °C

ENERGY® RV-K SECTORFLEX

Gama 2x50 - 4x400 mm²

DOP 0007 Rev.001

Clase **E_{ca}**



* Prestación fuera del ámbito CPR.

CERTIFICACIONES:



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS:

Código de General Cable	Sección (mm ²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Intensidad máx. admisible al aire 30 °C ** (A)	Intensidad máx. admisible enterrad. 20°C *** (A)	Caída de tensión cos $\mu=0,8$ (V/A.km)
1994106	1x1,5	5,7	45	25	23	21	27,31
1994107	1x2,5	6,1	60	25	32	28	14,24
1994108	1x4	6,7	75	30	42	36	8,873
1994109	1x6	7,2	95	30	54	44	5,950
1994110	1x10	8,2	140	35	75	58	3,484
1994111	1x16	9,2	195	40	100	75	2,240
1994112	1x25	10,8	285	45	135	96	1,476
1994113	1x35	11,9	380	50	169	115	1,073
1994114	1x50	13,5	520	55	207	135	0,773
1994115	1x70	15,6	715	65	268	167	0,568
1994116	1x95	17,4	925	70	328	197	0,449
1994117	1x120	19,4	1.165	80	383	223	0,368
1994118	1x150	21,4	1.440	90	444	251	0,311
1994119	1x185	23,3	1.740	95	510	281	0,270
1994120	1x240	26,6	2.295	135	607	324	0,223
1994121	1x300	30,2	2.895	155	703	365	0,193
1994122	1x400	34,8	3.930	175	823	-	0,164
1994123	1x500	39,1	5.015	200	946	-	0,146
1994124	1x630	43,7	6.585	220	1.088	-	0,128

** Intensidades admisibles de acuerdo con IEC 60364-5-52, tabla B.52.12, método de instalación F.

*** Intensidades admisibles de acuerdo con IEC 60364-5-52, tabla B.52.5, método de instalación D1.

Valores nominales sujetos a variación en función de la tolerancia de fabricación.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS:

Código de General Cable	Sección (mm ²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Intensidad máx. admisible al aire 30 °C ** (A)	Intensidad máx. admisible enterrad. 20°C *** (A)	Caída de tensión cos $\mu=0,8$ (V/A.km)
1994206	2x1,5	8,6	100	35	26	25	27,26
1994207	2x2,5	9,4	130	40	36	33	16,40
1994208	2x4	10,5	175	45	49	43	10,21
1994209	2x6	11,6	225	50	63	53	6,835
1994210	2x10	13,5	330	55	86	71	3,993
1994211	2x16	15,5	470	65	115	91	2,561
1994212	2x25	18,8	705	75	149	116	1,684
1994213	2x35	21,2	950	85	185	139	1,221
1999214*	2x50	21,3	1.160	85	225	164	0,876
1999215*	2x70	24,7	1.600	100	289	203	0,642
1999216*	2x95	27,7	2.080	140	352	239	0,506
1999217*	2x120	31,3	2.645	160	410	271	0,413
1999218*	2x150	34,5	3.260	175	473	306	0,349
1999219*	2x185	37,8	3.955	190	542	343	0,303
1999220*	2x240	43,3	5.225	220	641	395	0,248
1994306	3x1,5	9,0	115	40	23	21	27,26
1994307	3x2,5	9,9	155	40	32	28	16,40
1994308	3x4	11,1	210	45	42	36	10,21
1994309	3x6	12,3	275	50	54	44	6,835
1994310	3x10	14,3	420	60	75	58	3,993
1994311	3x16	16,5	605	70	100	75	2,561
1994312	3x25	20,0	910	80	127	96	1,458
1994313	3x35	22,7	1.230	95	158	115	1,057
1999314*	3x50	24,9	1.555	100	192	135	0,759
1999315*	3x70	29,2	2.170	150	246	167	0,556
1999316*	3x95	32,5	2.805	165	298	197	0,438
1999317*	3x120	36,7	3.565	185	346	223	0,358
1999318*	3x150	40,6	4.420	205	399	251	0,302
1999319*	3x185	44,3	5.340	225	456	281	0,262
1999320*	3x240	50,8	7.055	305	538	324	0,215
1999321*	3x300	57,9	8.915	350	621	365	0,186

* Conductor sectoral flexible Sectorflex®.

** Intensidades admisibles de acuerdo con IEC 60364-5-52, tabla B.52.12, método de instalación E.

*** Intensidades admisibles de acuerdo con IEC 60364-5-52, tabla B.52.3 para cables bipolares y tabla B.52.5 para cables tripolares, método de instalación D1.

Valores nominales sujetos a variación en función de la tolerancia de fabricación.

MICROASPERSORES SUPERNET Y SUPERNET JET

Los nuevos microaspersores autocompensados Supernet y Supernet Jet están indicados para riego subarbóreo, invernaderos y jardinería. Están diseñados para proporcionar un amplio rango de aspersión y una mayor resistencia a la obturación (poseen protección contra insectos y mecanismo de presión diferencial).

Supernet y Supernet Jet permiten un riego uniforme: cada planta recibe la misma cantidad de agua y fertilizante, aun cuando se riegan áreas de topografía irregular y con líneas de suministro particularmente largas.

» Características generales

La regulación de caudal de estos microaspersores se realiza por el sistema de presión diferencial: el diafragma de silicona inyectada recibe parte de la presión de entrada en la superficie posterior, evitando que el microaspersor se obstruya a altas presiones. Este sistema de regulación de caudal permite trabajar a presiones de hasta 4,5 bar.

El sistema de presión diferencial permite que el microaspersor se autolimpie constantemente.

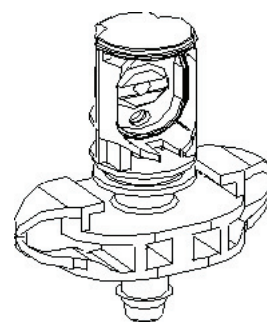
Para evitar turbulencias en el microaspersor, la boquilla es de forma cilíndrica y corta, a diferencia de las boquillas habituales que son cónicas y largas. La boquilla dispone de un circuito de agua doble para mejorar el problema de la turbulencia. Este detalle produce una curva de distribución plana.

Además, independientemente de la presión de entrada, estos microaspersores proporcionan la misma curva de distribución del agua gracias al tubo estabilizador de caudal, que permite a la bailarina trabajar siempre en las mismas condiciones óptimas.

Supernet y Supernet Jet están producidos bajo un control de calidad que asegura un CV menor al 5%.



El diafragma de silicona inyectada recibe la presión de entrada por ambos lados



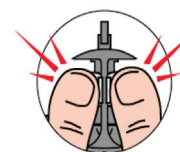
Boquilla con sistema de presión diferencial



Tubo estabilizador de caudal



Protector de tronco



Colocación protector de tronco



El deflector de la bailarina se elimina con mucha facilidad

» Características particulares

La única diferencia entre Supernet y Supernet Jet es el uso de bailarina y difusor estático respectivamente. Esta diferencia implica un cambio en el gancho superior, específico según sea bailarina o difusor.

Los tipos de bailarinas para el Supernet son:

- LR - Largo alcance. Hay dos versiones de bailarinas para caudales altos y bajos, diferenciados por su color, negro o violeta.
- SR - Corto alcance. Hay una única bailarina para altos y bajos caudales.
- LRD - Bailarina de largo alcance con deflector para estadios iniciales. Se transforma a LR.
- SRD - Bailarina de corto alcance con deflector. Se transforma a SR.

La bailarina con deflector permite centralizar el agua a diámetros de 1 a 1,5 metros. Si se rompe el deflector, el diámetro de aspersión pasa a ser el de una bailarina sin deflector. Este tipo de bailarina es útil para árboles jóvenes.

Los tipos de difusor estático para Supernet Jet son:

A/ 12 jets (chorros) dispuestos a 360°.

B/ 10 jets dispuestos a 300°.

C/ 8 jets dispuestos a 2x4x90° (riego en mariposa). En estos microaspersores pueden colocarse uno o dos protectores de tronco para evitar que se mojen los árboles a ambos lados del microaspersor. Se crea una zona sin riego de unos 30°.



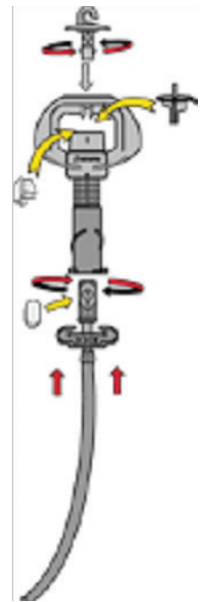
Gancho con muelle para colocar invertido

» Montaje

El montaje se realiza tal y como indica la figura, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Para montar la bailarina debemos desmontar el gancho superior.
- La boquilla va roscada y debe tener puesta la membrana de silicona inyectada.
- El protector de troncos se monta a presión en el puente. Utilizar siempre los dos dedos tal y como se indica en el dibujo inferior.

Existe un accesorio para proteger la bailarina de los insectos si queremos colocar el Supernet invertido (gancho con muelle).



Características	Descripción Supernet y Supernet Jet
Tipo de microaspersor	Autocompensado
Conexión	Conector dentado y rosca rápida
Presión máxima	4,5 bar
Presión mínima	1,5 bar
Filtración hasta 40 l/h	120 mesh
Filtración más 50 l/h	80 mesh
Material cuerpo	Polibutileno (PBT)
Material boquilla	Polibutileno (PBT)
Material puente	Polibutileno (PBT)
Material bailarina o difusor	Polibutileno (PBT)
Material membrana	Silicona inyectada con vulcanización posterior

Modelo	Código colores	Presión (bar)	Caudal nominal (l/h)	Largo alcance			Corto alcance			JET	
				Color bailarina	Ø LR	Ø LRD	Color bailarina	Ø SR	Ø SRD	Color difusor	Ø
020	Violeta	1,5-4,5	20	Violeta	5,0	0,7	Azul	3,2	1,8	N.D.	-
030	Marrón	1,5-4,5	30	Violeta	5,5	0,7	Azul	3,5	1,8	Naranja	5,0
035	A. celeste	1,5-4,5	35	Violeta	6,0	0,7	Azul	3,5	1,8	Naranja	5,0
040	Azul	1,5-4,5	40	Violeta	6,0	0,7	Azul	3,8	1,8	Naranja	5,0
050	Verde	1,5-4,5	50	Negra	6,5	0,7	Azul	4,5	1,8	Naranja	5,0
058	Gris	1,5-4,5	58	Negra	7,0	0,7	Azul	4,5	1,8	Naranja	5,0
070	Negro	1,5-4,5	70	Negra	7,0	1,0	Azul	5,5	1,8	Naranja	5,5
090	Naranja	1,5-4,5	90	Negra	7,0	1,0	Azul	6,0	2,0	Naranja	5,5
110	Rojo	2-4,5	110	Negra	8,0	1,0	Azul	5,5	-	-	-

- La boquilla con su código de colores puede suministrarse con el conector dentado y con el conector rosca rápida. Opcionalmente, puede estar disponible con rosca de 1/2", con rosca de 3/8" o conector macho.
- Ø de alcance con el emisor a 20 cm sobre la superficie.

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

REAL DECRETO 1627/1997, DE 24 DE OCTUBRE POR EL QUE SE ESTABLECEN DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN (B.O.E. 25/10/97)
REAL DECRETO 171/2004 DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES POR EL QUE SE DESARROLLA EL ARTÍCULO 24 DE LA LEY 31/1995, DE 8 DE NOVIEMBRE, DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

1.	ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES	230
1.1	Justificación del estudio básico de seguridad y salud	230
1.2	Objeto del estudio básico de seguridad y salud	230
1.3	Datos del proyecto	231
1.4	Descripción del emplazamiento y la obra.....	231
1.5	Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria	232
1.6	Maquinaria pesada de obra	232
1.7	Medios auxiliares	232
2.	RIESGOS LABORALES.....	233
2.1	Riesgos laborales evitables completamente	233
2.2	Riesgos laborales no eliminables completamente	233
2.3	Riesgos laborales especiales	238
3.	PREVISIONES PARA TRABAJOS FUTUROS.....	239
4.	NORMATIVA APLICABLE.....	239
4.1	General.....	239
4.2	Equipos de protección individual (EPI).....	242
4.3	Instalaciones y equipos de obra.....	243
4.4	Normativa de ámbito local (ordenanzas municipales).....	243
5.	PLIEGO DE CONDICIONES	244
5.1	Empleo y mantenimiento de los medios y equipos de protección	244
5.2	Obligaciones del promotor	244
5.3	Coordinador en materia de seguridad y salud	245
5.4	Plan de seguridad y salud en el trabajo.....	245
5.5	Obligaciones de contratista y subcontratista	246
5.6	Obligaciones de los trabajadores autónomos	247
5.7	Libro de incidencias	247
5.8	Paralización de los trabajos.....	248
5.9	Derechos de los trabajadores.....	248
5.10	Órganos o comités de seguridad e higiene. Consulta y participación de los trabajadores	248
5.11	Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras	249

1. ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES

1.1 Justificación del estudio básico de seguridad y salud

El real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el Artículo 4, apartado 2, que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por tanto, hay que comprobar que se dan todos los supuestos siguientes:

- a) El presupuesto de Ejecución por Contrata (P.E.C.) es inferior a 450.759,08 Euros

P.E.C. = P.E.M. + Gastos Generales + Beneficio Industrial + 21 % I.V.A. =	60.269,40
---	-----------

P.E.M.= Presupuesto de Ejecución Material

- b) La duración estimada de la obra no es superior a 30 días o no se emplea en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente

Plazo de ejecución previsto =	10 días
-------------------------------	---------

Número de trabajadores previsto que trabajen simultáneamente =	6
--	---

(En este apartado basta que se dé una de las dos circunstancias)

- c) El volumen de mano de obra estimada es inferior a 500 jornadas (suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra)

14 días

Número aproximado de jornadas

- d) No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas

1.2 Objeto del estudio básico de seguridad y salud

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, modificada por la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Riesgos Laborales.

Conforme se especifica en el Artículo 6, apartado 2, del R.D. 1627/1997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Relación de las normas de seguridad y salud aplicables a la obra
- Identificación de los riesgos que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.
- Relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. No será necesario valorar esta eficacia cuando se adopten las medidas establecidas por la normativa o indicadas por la autoridad laboral (Notas Técnicas de Prevención).

- Relación de actividades y medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en el Anexo II.
- Previsión e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

1.3 Datos del proyecto

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al proyecto cuyos datos generales son:

PROYECTO DE REFERENCIA	
Tipo de obra	INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO Y EXTRACCIÓN DE AGUA DE POZO FUNCIONANDO MEDIANTE ENERGIA FOTOVOLTAICA
Situación	Polígono 11, Parcelas: 174,181,182,183,185,186,187,188,189,190,191,192,193,194,195,199
Población	Ambel (Zaragoza)
Promotor	Onda-Hidro S.L.
Autor del proyecto	Roberto Ramírez Planells
Coordinador de Seguridad y Salud (en fase de proyecto)	Roberto Ramírez Planells
Presupuesto de Ejecución Material	
Duración de la obra	10
Nº máximo de trabajadores	6

1.4 Descripción del emplazamiento y la obra

Se recoge en la siguiente tabla las características y condicionantes generales del emplazamiento donde se realizará la obra:

DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	
Accesos a la obra	POR CAMINO RURAL
Topografía del terreno	TERRENO LLANO Y CON PENDIENTE
Tipo de suelo	COMPACTO
Edificaciones colindantes	NO
Suministro E. Eléctrica	NO
Suministro de Agua	NO
Sistema de saneamiento	NO

Características generales de la obra y fases de que consta:

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SUS FASES	
Demoliciones	NO
Movimiento de tierras	SÍ
Cimentación y estructuras	NO
Cubiertas	NO
Albañilería y cerramientos	NO
Acabados	NO
Instalaciones	Fontanería y suministro eléctrico

1.5 Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D. 1627/1997, la obra dispondrá de los servicios higiénicos siguientes:

SERVICIOS HIGIENICOS	
X	Vestuarios con asientos y taquillas individuales, provistas de llave.
X	Lavabos con agua fría, agua caliente, y espejo
X	Duchas con agua fría y caliente
X	Retretes

- Vestuarios adecuados de dimensiones suficientes, con asientos y taquillas individuales provistas de llave, con una superficie mínima de 2 m² por trabajador que haya de utilizarlos y una altura mínima de 2,30 m.
- Lavabos con agua fría y caliente a razón de un lavabo por cada 10 trabajadores o fracción.
- Duchas con agua fría y caliente a razón de una ducha por cada 10 trabajadores o fracción.
- Retretes a razón de un inodoro cada 25 hombres o 15 mujeres o fracción. Cabina de superficie mínima 1,20m² y altura 2,30 m.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo 6 del R.D. 1627/1997, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica a continuación:

- Un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, torniquete, antiespasmódicos, analgésicos, bolsa para agua o hielo, termómetro, tijeras, jeringuillas desechables, pinzas y guantes desechables.

Nivel de asistencia	Distancia en Km
Asistencia Primaria (Urgencias)	16 Km
Asistencia Especializada (Hospital)	30,7 Km

La Asistencia Primaria (Urgencias) se sitúa en el Centro de Salud de Borja, sito en la calle C/ Barbalanca, s/n (BORJA) (C.P. 50540). El teléfono es 976 867 259.

La Asistencia Especializada (Hospital) se sitúa en el Hospital Reina Sofia, sito en la Ctra. Tarazona Km 3, de Tudela (C.P. 32005). El teléfono es 848 434 000.

1.6 Maquinaria pesada de obra

La maquinaria que se prevé emplear en la ejecución de la obra se indica en la relación (no exhaustiva) tabla adjunta:

X	Grúas-torre		Hormigoneras
	Montacargas	X	Camiones
X	Maquinaria para movimiento de tierras		Cabrestantes mecánicos
	Sierra circular		

1.7 Medios auxiliares

En la tabla siguiente se relacionan los medios auxiliares que van a ser empleados en la obra y sus características más importantes:

MEDIOS AUXILIARES	
MEDIOS	CARACTERÍSTICAS
<input type="checkbox"/> Andamios colgados móviles	Deben someterse a una prueba de carga previa Correcta colocación de los pestillos de seguridad de los ganchos Los pescantes serán preferiblemente metálicos Los cabrestantes se revisarán trimestralmente Correcta disposición de barandilla de seguridad, barra intermedia y rodapié Obligatoriedad permanente del uso de cinturón de seguridad
<input type="checkbox"/> Andamios tubulares apoyados	Deberán montarse bajo la supervisión de persona competente Se apoyarán sobre una base sólida y preparada adecuadamente Se dispondrán anclajes adecuados a las fachadas Las cruces de San Andrés se colocarán por ambos lados Correcta disposición de las plataformas de trabajo Correcta disposición de barandilla de seguridad, barra intermedia y rodapié Correcta disposición de los accesos a los distintos niveles de trabajo Uso de cinturón de seguridad de sujeción Clase A, Tipo I durante el montaje y desmontaje
<input type="checkbox"/> Andamios sobre borriquetas	La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m.
<input checked="" type="checkbox"/> Escaleras de mano	Zapatas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m. la altura a salvar. Separación de la pared en la base = ¼ de la altura total
<input checked="" type="checkbox"/> Instalación eléctrica	Cuadro general en caja estanca de doble aislamiento, situado a h>1m: Interruptores diferenciales de 0,3A en líneas de máquinas y fuerza Interruptores diferenciales de 0,03A en líneas de alumbrado a tensión > 24V. Interruptor magnetotérmico general omnipolar accesible desde el exterior I. magnetotérmicos en líneas de máquinas, tomas de corriente y alumbrado La instalación de cables será aérea desde la salida del cuadro La puesta a tierra (caso de no utilizar la del edificio) será < 80 ohmios

2. RIESGOS LABORALES

2.1 Riesgos laborales evitables completamente

Relación de riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

RIESGOS EVITABLES	MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS
<input type="checkbox"/> Derivados de la rotura de instalaciones existentes	<input type="checkbox"/> Neutralización de las instalaciones existentes
<input type="checkbox"/> Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas	<input type="checkbox"/> Corte del fluido, puesta a tierra y cortocircuito de los cables

2.2 Riesgos laborales no eliminables completamente

Identificación de riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

TODA LA OBRA		
RIESGOS		
X	Caídas de operarios al mismo nivel	
X	Caídas de operarios a distinto nivel	
X	Caídas de objetos sobre operarios	
	Caídas de objetos sobre terceros	
X	Choques o golpes contra objetos	
X	Fuertes vientos	
X	Trabajos en condiciones de humedad	
X	Contactos eléctricos directos e indirectos	
X	Cuerpos extraños en los ojos	
X	Sobreesfuerzos	
X	Quemaduras del sol	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE ADOPCIÓN	
X	Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra	Permanente
X	Orden y limpieza de los lugares de trabajo	Permanente
X	Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.	Permanente
X	Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)	Permanente
X	No permanecer en el radio de acción de las máquinas	Permanente
X	Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento	Permanente
X	Señalización de la obra (señales y carteles)	Permanente
X	Cintas de señalización y balizamiento a 10 m. de distancia	Alternativa al vallado
	Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura ≥ 2 m.	Permanente
	Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra	Permanente
	Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o edif. colindantes	Permanente
X	Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B	Permanente
X	Evacuación de escombros	Frecuente
X	Escaleras auxiliares	Ocasional
X	Información específica	Para riesgos concretos
X	Cursos y charlas de formación	Frecuente
	Grúa parada y en posición veleta	Con viento fuerte
	Grúa parada y en posición veleta	Final de cada jornada
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIS)	EMPLEO	
X	Cascos de seguridad	Permanente
X	Calzador protector	Permanente
X	Ropa de trabajo	Permanente
X	Ropa impermeable o de protección	Con mal tiempo
X	Gafas de seguridad	Frecuente
X	Cinturones de protección del tronco	Ocasional
X	Crema de protección solar	Ocasional

FASE: MOVIMIENTOS DE TIERRAS		
RIESGOS		
X	Desplomes, desprendimientos y hundimientos del terreno	
	Ruinas, hundimientos y desplomes en edificios colindantes	
X	Caídas de materiales transportados	
X	Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria	
X	Atropellos, colisiones, alcances y vuelcos de maquinaria	
	Contagios por lugares insalubres	
X	Ruido, contaminación acústica	
X	Vibraciones	
X	Ambiente pulvígeno	
	Interferencia con instalaciones enterradas	
	Contactos eléctricos directos e indirectos	
	Condiciones meteorológicas adversas	
	Inhalación de sustancias tóxicas	
	Explosiones o incendios	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		
	GRADO DE ADOPCIÓN	
X	Observación y vigilancia del terreno	Diaria
X	Talud natural del terreno	Permanente
X	Entibaciones	Frecuente
X	Limpieza de bolos y viseras	Frecuente
	Observación y vigilancia de los edificios colindantes	Diaria
X	Apuntalamientos y apeos	Ocasional
X	Achiques de aguas	Frecuente
X	Tableros o planchas en huecos horizontales	Permanente
X	Separación de tránsito de vehículos y operarios	Permanente
	Cabinas o pórticos de seguridad	Permanente
X	No acopiar materiales junto al borde de la excavación	Permanente
X	Plataformas para paso de personas en bordes de excavación	Ocasional
X	No permanecer bajo el frente de excavación	Permanente
	Barandillas en bordes de excavación	Permanente
X	Protección partes móviles maquinaria	Permanente
X	Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIS)		EMPLEO
X	Botas de seguridad	Permanente
X	Botas de goma	Ocasional
X	Guantes de cuero	Ocasional
X	Guantes de goma	Ocasional

FASE: ALBAÑILERÍA Y CERRAMIENTOS		
RIESGOS		
X	Caídas de operarios al vacío	
	Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores	
	Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios	
X	Atrapamientos por los medios de elevación y transporte	
X	Lesiones y cortes en manos	
	Dermatitis por contacto con hormigones, morteros y otros materiales	
	Incendios por almacenamiento de productos combustibles	
X	Golpes o cortes con herramientas	
X	Contactos eléctricos directos e indirectos	
X	Proyecciones de partículas al cortar materiales	
X	Ruidos, contaminación acústica	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		GRADO DE ADOPCIÓN
	Apuntalamientos y apeos	Permanente
	Pasos o pasarelas	Permanente
	Redes verticales	Permanente
	Redes horizontales	Frecuente
	Andamios (constitución, arriostramiento y accesos correctos)	Permanente
	Plataformas de carga y descarga de material en cada planta	Permanente
	Barandillas rígidas	Permanente
X	Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	Permanente
	Escaleras peldañeadas y protegidas	Permanente
X	Evitar trabajos superpuestos	Permanente
	Bajantes de escombros adecuadamente sujetas	Permanente
	Protección de huecos de entrada de material en plantas	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIS)		EMPLEO
X	Gafas de seguridad	Frecuente
X	Guantes de cuero o goma	Frecuente
X	Botas de seguridad	Permanente
	Cinturones y arneses de seguridad	Frecuente
X	Mástiles y cables fiadores	frecuente

7 INSTALACIONES	
RIESGOS	
	Caídas a distinto nivel por el hueco del ascensor
X	Lesiones y cortes en manos y brazos
X	Dermatitis por contacto con materiales
	Inhalación de sustancias tóxicas
X	Quemaduras
X	Golpes y aplastamientos de pies
	Incendio por almacenamiento de productos combustibles
X	Contactos eléctricos directos e indirectos
X	Ambiente pulvígeno
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	
	Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)
X	Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes
	Protección del hueco del ascensor
	Plataforma provisional para ascensoristas
X	Realizar las conexiones eléctricas sin tensión
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	
X	Gafas de seguridad
X	Guantes de cuero o goma
X	Botas de seguridad
	Cinturones y arneses de seguridad
X	Mástiles y cables fiadores
	Mascarilla filtrante
OBSERVACIONES:	
<p>Riesgos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Caídas de personas a distinto nivel. 2. Caídas de personas al mismo nivel. 3. Caída de objetos por desplome. 4. Caída de objetos por manipulación. 7. Golpes contra objetos inmóviles. 8. Golpes y contactos con elementos móviles de máquinas. 9. Golpes por objetos o herramientas. 10. Proyección de fragmentos o partículas. 11. Atrapamientos por o entre objetos. 13. Sobreesfuerzos 23. Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos 24. Accidentes de tráfico. 	

2.3 Riesgos laborales especiales

En la siguiente tabla se relacionan aquellos trabajos que siendo necesarios para el desarrollo de la obra definida en el Proyecto de referencia, implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, y están por ello incluidos en el Anexo II del R.D.1627/1997.

También se indican las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES	MEDIDAS ESPECIALES PREVISTAS
<input type="checkbox"/> Especialmente graves de caídas de altura, sepultamientos y hundimientos	
<input type="checkbox"/> En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión	Señalizar y respetar la distancia de seguridad (5m). Pórticos protectores de 5 m de altura. Calzado de seguridad.
<input type="checkbox"/> Con exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión	
<input type="checkbox"/> Que implican el uso de explosivos	
<input type="checkbox"/> Que requieren el montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados	

3. PREVISIONES PARA TRABAJOS FUTUROS

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997 establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

POR LAS CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA NO SE REQUIEREN DE ESTOS ELEMENTOS

4. NORMATIVA APLICABLE

4.1 General

Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE 10/11/1995

Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales. BOE 13/12/2003

LEY 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción

Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción

Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales. BOE 31/1/2004. Corrección de errores: BOE 10/03/2004

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción. BOE: 25/10/1997

Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal. BOE 24/2/1999

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención. BOE 31/1/1997

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE 29/5/2006.

Real Decreto 688/2005, de 10 de junio, por el que se regula el régimen de funcionamiento de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social como servicio de prevención ajeno. BOE 11/06/2005

Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE: 1/5/1998

Real Decreto 411/1997, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la infraestructura para la calidad y seguridad industrial. BOE: 26/4/1997

Corrección de errores de la Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico. BOE 7/02/2003.

Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. BOE: 18/7/2003

Resolución de 23 de julio de 1998, de la Secretaría de Estado para la Administración Pública, por la que se ordena la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros de 10 de julio de 1998, por el que se aprueba el Acuerdo Administración-Sindicatos de adaptación de la legislación de prevención de riesgos laborales a la Administración General del Estado. BOE: 1/8/1998

Orden de 9 de marzo de 1971 (Trabajo) por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1), (sigue siendo válido el Título II que comprende los artículos desde el nº 13 al nº 51, los artículos anulados quedan sustituidos por la Ley 31/1995). BOE 16/03/1971.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción. BOE: 25/10/1997

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. BOE: 23/4/1997

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE: 23/04/1997

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entraña riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. BOE: 23/04/1997

Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización. BOE: 23/04/1997

Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).

Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. BOE: 24/05/1997

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. BOE: 24/05/1997

Ordenanza de Trabajo, industrias, construcción, vidrio y cerámica (O.M. 28/08/70, O.M. 28/07/77, O.M. 04/07/83, en títulos no derogados)

Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. BOE: 16/3/1971. SE DEROGA, con la excepción indicada, los capítulos I a V y VII del título II, por Real Decreto 486/1997, de 14 de abril

Orden de 20 de septiembre de 1986 por la que se establece el modelo de libro de incidencias correspondiente a las obras en las que sea obligatorio un estudio de seguridad e higiene en el trabajo. BOE 13/10/86. Corrección de errores: BOE 31/10/86

Orden de 31 de agosto de 1987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado. BOE 18/09/87

Orden de 23 de mayo de 1977 por la que se aprueba el reglamento de aparatos elevadores para obras. BOE 14/06/81. Modifica parcialmente el art. 65: la orden de 7 de marzo de 1981. BOE 14/03/81

Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones. BOE 17/07/2003

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. BOE 11/04/2006

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE 11/3/2006

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. BOE 05/11/2005

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. BOE 21/06/2001

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. BOE 1/5/2001

Reglamentos Técnicos de los elementos auxiliares:

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. BOE 18/9/2002

Orden de 23 de mayo de 1977 por la que se aprueba el reglamento de aparatos elevadores para obras. BOE: 14/6/1977

Resolución de 25 de julio de 1991, de la Dirección General de Política Tecnológica, por la que se actualiza la tabla de normas UNE y sus equivalentes ISO y CENELEC incluida en la instrucción técnica complementaria MIE-AEM1 del Reglamento de Aparatos de elevación y manutención referente a ascensores electromecánicos, modificada por orden de 11 de octubre de 1988.

Orden de 23 de septiembre de 1987 por la que se modifica la instrucción técnica complementaria MIE-AEM1 del reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a ascensores electromecánicos. BOE 6/10/1987

Normativas relativas a la organización de los trabajadores. Artículos 33 al 40 de la Ley de Prevención de riesgos laborales. BOE: 10/11/95

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención. BOE: 31/07/97

4.2 Equipos de protección individual (EPI)

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. BOE 12/6/1997. Corrección de errores: BOE 18/07/1997

Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se 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 maquinas. BOE 11/12/1992. Modificado por: Real Decreto 56/1995. BOE 8/2/1995.

Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales. BOE 2/12/2000

- Resoluciones aprobatorias de Normas Técnicas Reglamentarias para distintos medios de protección personal de trabajadores:

Resolución de 14 de diciembre de 1974 de la Dirección General de Trabajo por la que se aprueba la norma técnica reglamentaria MT-1 de cascos de seguridad, no metálicos. BOE 30/12/1974

Resolución de la Dirección General de Trabajo por la que se aprueba la norma técnica reglamentaria MT-2 sobre protectores auditivos. BOE 1/9/1975. Corrección de errores: BOE 22/10/1975

Resolución de la Dirección General de Trabajo por la que se aprueba la norma técnica reglamentaria MT-3 sobre pantallas para soldadores. BOE 2/9/1975. Corrección de errores en BOE 24/10/1975

Resolución de la Dirección General de Trabajo por la que se aprueba la norma técnica reglamentaria MT-4 sobre guantes aislantes de la electricidad. BOE 3/9/1975. Corrección de errores en BOE 25/10/1975

Resolución de la Dirección General de Trabajo por la que se aprueba nueva norma técnica reglamentaria MT-5, sobre calzado de seguridad contra riesgos mecánicos. BOE 12/2/1980. Corrección de errores: BOE 02/04/1980. Modificación BOE 17/10/1983.

Resolución de la Dirección General de Trabajo por la que se aprueba la norma técnica reglamentaria MT-6 sobre banquetas aislantes de maniobras. BOE 5/9/1975. Corrección de erratas: BOE 28/10/1975

Resolución de la Dirección General de Trabajo por la que se aprueba la norma técnica reglamentaria MT-7 sobre equipos de protección personal de vías respiratorias: normas comunes y adaptadores faciales. BOE 6/9/1975. Corrección de errores: BOE 29/10/1975

Resolución de la Dirección General de Trabajo por la que se aprueba la norma técnica reglamentaria MT-8 sobre equipos de protección de vías respiratorias: filtros mecánicos. BOE 8/9/1975. Corrección de errores: BOE 30/10/1975

Resolución de la Dirección General de Trabajo por la que se aprueba la norma técnica reglamentaria MT-10 sobre equipos de protección personal de vías respiratorias: filtros químicos y mixtos contra amoniaco. BOE 10/9/1975. Corrección de errores: BOE 1/11/1975

4.3 Instalaciones y equipos de obra

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. BOE 7/8/1997. Se Modifican: los anexos I y II y la disposición derogatoria única, por Real Decreto 2177/2004. BOE 13/11/2004

Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. BOE 13/11/2004

Real Decreto 2370/1996, de 18 de noviembre, por el que se aprueba la Instrucción técnica complementaria MIE-AEM 4 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a «grúas móviles autopropulsadas usadas».

4.4 Normativa de ámbito local (ordenanzas municipales)

Normas de la administración local. Ordenanzas Municipales en cuanto se refiere a la Seguridad, Higiene y Salud en las Obras y que no contradigan lo relativo al RD. 1627/1997.

Normativas derivadas del convenio colectivo provincial. Las que tengan establecidas en el convenio colectivo provincial

5. PLIEGO DE CONDICIONES

5.1 Empleo y mantenimiento de los medios y equipos de protección

5.1.1 Características de empleo y conservación de útiles y herramientas:

Tanto en el empleo como la conservación de los útiles y herramientas, el encargado de la obra velará por su correcto empleo y conservación, exigiendo a los trabajadores el cumplimiento de las especificaciones emitidas por el fabricante para cada útil o herramienta.

El encargado de obra establecerá un sistema de control de los útiles y herramientas a fin y efecto de que se utilicen con las prescripciones de seguridad específicas para cada una de ellas.

Las herramientas y útiles establecidos en las previsiones de este estudio pertenecen al grupo de herramientas y útiles conocidos y con experiencias en su empleo, debiéndose aplicar las normas generales, de carácter práctico y de general conocimiento, vigentes según los criterios generalmente admitidos.

5.1.2 Empleo y conservación de equipos preventivos:

Se considerarán los dos grupos fundamentales:

a) Protecciones personales:

Se tendrá preferente atención a los medios de protección personal.

Toda prenda tendrá fijado un período de vida útil desechándose a su término.

Cuando por cualquier circunstancia, sea de trabajo o mala utilización de una prenda de protección personal o equipo se deteriore, éstas se repondrán independientemente de la duración prevista.

Todo elemento de protección personal se ajustará a las normas de homologación del Ministerio de Trabajo y/o Consellería y, en caso que no exista la norma de homologación, la calidad exigida será la adecuada a las prestaciones previstas.

b) Protecciones colectivas:

El encargado y el jefe de obra, son los responsables de velar por la correcta utilización de los elementos de protección colectiva, contando con el asesoramiento y colaboración de los Departamentos de Almacén, Maquinaria, y del propio Servicio de Seguridad de la Empresa Constructora.

5.2 Obligaciones del promotor

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997 debiendo

exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

5.3 Coordinador en materia de seguridad y salud

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Aprobar el plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

5.4 Plan de seguridad y salud en el trabajo

En aplicación del Estudio Básico de seguridad y salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

5.5 Obligaciones de contratista y subcontratista

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
 - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
 - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
 - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
 - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud.
5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

5.6 Obligaciones de los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

5.7 Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de seguridad y salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de seguridad y salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de **veinticuatro horas** una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la

provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

5.8 Paralización de los trabajos

Cuando el coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

5.9 Derechos de los trabajadores

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

Una copia del Plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

5.10 Órganos o comités de seguridad e higiene. Consulta y participación de los trabajadores

Según la Ley de riesgos laborales (Art. 33 al 40), se procederá a:

Designación de Delegados de Provincia de Prevención, por y entre los representantes del personal, con arreglo a:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención

Comité de Seguridad y Salud:

Es el órgano paritario (empresarios-trabajadores) para consulta regular. Se constituirá en las empresas o centros de trabajo con 50 o más trabajadores:

- Se reunirá trimestralmente.
- Participarán con voz, pero sin voto los delegados sindicales y los responsables técnicos de la Prevención de la Empresa.
- Podrán participar trabajadores o técnicos internos o externos con especial cualificación.

5.11 Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

En ONDA, a SEPTIEMBRE de 2018.

PLIEGO DE CONDICIONES

1.	Condiciones generales	253
2.	Especificación de materiales y elementos constitutivos del proyecto	253
3.	Condiciones sobre la ejecución y control de calidad.	255
3.1.	Proceso de ejecución de la obra	255
3.2.	Instalación del pozo.....	256
3.3.	Balsa y tubería de aspiración de la bomba vertical.....	257
3.4.	Instalación de las válvulas de mariposa.	257
3.5.	Zanjeado de la instalación.....	257
3.6.	Módulos fotovoltaicos.....	258
3.7.	Acopio de tuberías	258

1. Condiciones generales

En el presente Pliego de Condiciones se establecen las condiciones técnicas, económicas, administrativas y legales que permiten la materialización del objeto del proyecto, en este caso la implantación del DISEÑO DE UNA RED DE RIEGO Y POZO EN AMBEL.

La instalación se ha dimensionado siguiendo los datos facilitados por el cliente entre ellos el aforamiento del pozo, se recomienda encarecidamente la realización de un aforamiento completo que permita la verificación de que las condiciones del diseño son las correctas.

En caso de que el aforamiento del pozo sea diferente al facilitado por el cliente será obligado un replanteamiento del proyecto y por tanto el presente dejará de tener validez hasta realizar el redimensionado.

La instalación abarca desde la extracción de agua del pozo mediante una electrobomba sumergible y a través de tubería de extracción de agua pozo hasta la distribución del agua a las plantas mediante electrobomba vertical.

El agua extraída del pozo se llevara hasta una balsa donde se almacenará la cantidad necesaria para realizar un riego mensual, de ahí se tomará mediante la electrobomba vertical para su distribución.

El riego de las plantas será dividido en cinco sectores mediante válvulas de mariposa, partiendo la tubería de cada sector de la red general y los ramales que abastecen a las plantas se tomaran de la tubería del sector mediante collarines toma.

En cada planta se instalara un microaspersor autocompensante subarborescente, que serán conectados al ramal que conecta la hilera de plantas con la red.

Toda la alimentación de los bombeos se realizará mediante módulos solares inclinados en la posición óptima para la máxima captación anual de irradiación solar, además ambas bomba funcionarán mediante un variador de frecuencia para maximizar su extracción de agua.

2. Especificación de materiales y elementos constitutivos del proyecto

Los materiales utilizados en el presente proyecto, serán de la calidad contractada y se ajustaran a los requisitos de diseño que se han calculado en el ANEXO I Cálculos justificativos del presente proyecto, no admitiéndose material diferente al descrito. Si existiese algún material que no pudiese ser localizado bien por estar agotado y su plazo de entrega alargue el plazo de finalización de la obra o bien se hubiese dejado de fabricar, será el Responsable Técnico el que determine el material equivalente a emplear que cumpla con los requisitos del diseño.

En la siguiente tabla se presentan pues el listado de materiales y componentes empleados para la ejecución del proyecto, así como su procedencia y normativa por la que se rigen:

SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE AGUA DE POZO		
Producto	Fabricante/Distribuidor	Norma
Electrobomba sumergida E6XD50/15 + MAC615A-8V	Caprari	
Tubería U-PVC 2 ½" STANDARD. 30 Tubos de 3 m	Easypipe	
Adaptador salida columna 2 ½"	Easypipe	
Guarda bomba 2 ½"	Easypipe	
Placa salida pozo Ø300 mm	Easypipe	
Brida de centrado 2 ½"	Easypipe	
Contador de hélice tangencial "delta" DN50	Caudal Hidra	
Válvula de retención DN50	Caudal Hidra	
Filtro limpieza manual malla 2"	Azud	
CONDUCCIÓN DESDE POZO HASTA Balsa Y IMPERMEABILIZACIÓN Balsa		
Producto	Fabricante/Distribuidor	Norma
Casquillo reducido PVC de presión de Ø75 mm a Ø63 mm, encolar	Local	
Tubo PVC de presión Ø75 encolar de 6 atm, 11 tubos de 6 m	Ferroplast	UNE-EN 1452
Codo 90º Ø75 mm, encolar	Caudal Hidra	
Láminas polietileno de alta densidad 1,5 mm 790 m ²	Ecobalsas	
Lámina Carbofol 200 gr/m ² 790 m ²		
CONDUCCIÓN DESDE POZO HASTA Balsa Y IMPERMEABILIZACIÓN Balsa		
Producto	Fabricante/Distribuidor	Norma
Electrobomba vertical CVX201/2 + E0220T212-V	Caprari	
Tubo PVC de presión Ø75 encolar de 6 atm, 80 tubos de 6 m	Ferroplast	UNE-EN 1452
Tubo PVC de presión Ø63 encolar de 6 atm, 118 tubos de 6 m	Ferroplast	UNE-EN 1452
Tubo PE agrícola Ø32 de 4 atm, 19 rollos de 100 m	Ferroplast	
Tubo PE agrícola Ø25 de 4 atm, 42 rollos de 100 m	Ferroplast	
Tubo PE agrícola Ø25 de 6 atm, 1 rollo de 100 m	Ferroplast	
Microaspersor autocompensante 110 l/h supeNET	Regaber	
Válvula mariposa DN65	Caudal Hidra	
CONDUCCIÓN DESDE POZO HASTA Balsa Y IMPERMEABILIZACIÓN Balsa		
Producto	Fabricante/Distribuidor	Norma
Módulo solar 330 Wp YL330PD-35b	Yingli Solar	IEC 62804
Cable EXZHELLENT Class 750 V H07Z1-K (AS) 1x6mm ²	General Cable	UNE 21102

Cuadro 3 strings – STC3 40(ACCCAC0005)	Nousol	
Cuadro ESP IP54 Fuji ESP-15/400-IP54-F200	Fuji Electronics	
Variador 5,5/400 F Fuji	Fuji Electronics	
Manguera RV-K 0.6/1KV 3x6 mm² 1000V. Libre de Halógeno	General Cable	UNE-21123-4
Manguera RV-K 0.6/1KV 3x2.5mm² 1000V. Libre de Halógeno	General Cable	UNE-21123-4
Magnetotérmico A9F90376	Schneider Electric	EN60947-2
Pantalla controladora MT8071iE HMI 7”	Weintek	
PLC Controlador CP300	Suelpla	
Estructura para fila de módulos solares	Rebacas	

3. Condiciones sobre la ejecución y control de calidad.

3.1. Proceso de ejecución de la obra

La ejecución de la obra deberá realizarse siguiendo el orden establecido por el proyecto este, teniendo en cuenta que ya se ha realizado la balsa necesaria.

En primer lugar se realizarán la instalación de pozo con la ayuda de una grúa autopropulsada se bajará la electrobomba sumergible y se le acoplará de forma simultánea la tubería de columna de extracción según el esquema de instalación y colocando bridas de centraje cada 3 tubos de columna.

Paralelamente a la colocación de la bomba se realizará la instalación de los paneles fotovoltaicos y su conexionado al cuadro que alimentará la bomba con cable de 1x6 mm². La instalación de los paneles se realizará en el ángulo óptimo calculado en el presente proyecto y orientados hacia el ecuador terrestre.

Una vez conectada la bomba mediante cable de 3x6 mm² se realizará la instalación de los contadores, filtro y tubería hasta la balsa. Tras esto se comprobará el correcto funcionamiento del pozo durante un ciclo diario completo.

Tras verificar el correcto funcionamiento, se pasará a la colocación de la bomba vertical para la extracción del agua de la balsa y su conexión al cuadro eléctrico mediante cable de sección 3x2,5mm². Se verificará su estado y se pasará a la colocación de tubería.

En primer lugar se colocará la red general de distribución en la zanja realizada para este fin, una vez colocada se pasará a colocar la red de cada uno de los sectores así como las válvulas, elevándolas un metro sobre el nivel del suelo.

Tras la colocación de las tuberías se pasará a la instalación de los collarines toma de los sectores y a la vez se irán colocando los ramales de las diferentes parcelas. Una vez colocados

todos los ramales se pasa a colocar los microaspersores subarbores y tras verificar su correcto funcionamiento se da por finalizada la obra.

3.2. Instalación del pozo

Como paso previo a la instalación se deberá realizar un hormigonado de la zona alrededor del pozo, este será tal que asegure que la zona alrededor de la salida del pozo no ceda durante la extracción de agua.

Tras esto, primer lugar se colocarán el adaptador de salida de la bomba, así como el guarda bomba y a continuación se colocara el gancho de montaje enroscado en la parte superior del conjunto.

En la rosca tipo GAS del adaptador de salida de la bomba se utilizará sellante para asegurar la estanqueidad.

Se bajará el conjunto hasta que el guardabomba sobre salga un poco sobre el nivel de tierra, a continuación se asegurará el conjunto para evitar la caída de la bomba.

Una vez asegurado, se extraerá el gancho de montaje y se colocará en el siguiente tramo de columna. El tramo de tubería se unirá con el existente asegurado y se continuará con el descenso.

El procedimiento se repetirá hasta acoplar la totalidad de la tubería, teniendo en cuenta que el cable que alimentará la bomba se debe asegurar alrededor de la columna evitando contactos con la tubería y pasando por las bridas de centraje.

Cada 3 tubos de columna deberán colocarse bridas de centraje y asegurar que los cables pasen por el hueco de estas destinados para este uso.

Una vez colocado la totalidad de la columna, se instalará la placa de salida y el adaptador de salida de columna, aplicando en la rosca de este otra vez sellante.

En ningún caso durante el montaje se utilizará grasa de litio ni aceite para lubricar las roscas ya que estos podrían dañar químicamente el anillo tórico de la rosca.

A la salida del adaptador de columna se le unirá un codo mixto con extremo rosca hembra y extremo para encolar.

Tras el codo se colocará al menos un metro de tubería hasta la conexión del filtro y del contador.

Una vez realizada la anterior conexión, se colocará la caseta prefabricada de hormigón sobre el pozo y se realizará el hueco necesario para el paso de la tubería y del codo que la dirige hacia la zanja y posteriormente a la balsa.

3.3. Balsa y tubería de aspiración de la bomba vertical.

La balsa deberá ser tal que tenga la capacidad suficiente para asegurar un riego según el volumen de agua calculado para el presente proyecto.

Una vez instalada e impermeabilizada adecuadamente se instalará la bomba vertical para la distribución del riego.

Esta deberá instalarse en una zona allanada cuya altitud sobre el nivel del agua para la balsa llena no exceda un metro.

Una vez asegurada la bomba se conectará mediante tubería de polietileno del mismo diámetro que la aspiración de la bomba al fondo de la balsa, antes de la entrada de la bomba se colocará un filtro de malla de limpieza manual.

3.4. Instalación de las válvulas de mariposa.

Las válvulas de mariposa serán instaladas siguiendo el esquema de adjuntado en los planos.

Para su ejecución en primer lugar se colocará un codo de 90° dirigido hacia la superficie en el punto de colocación de la válvula.

A continuación se dispondrá de un tramo de al menos 1 metro de tubo del diámetro de la red, para posteriormente seguir con un codo de 90° dirigido en paralelo a la dirección de la red.

Tras el codo se colocará el tramo suficiente de tubería para colocar un portabridas encolado en el tubo, tras esto se acoplará la brida necesaria para la conexión con la válvula.

Se realizará la conexión de la válvula con la brida y a continuación se realizará el proceso de colocación de brida y portabrida para la salida de válvula.

Tras esto se colocará una ventosa de triple efecto antes de la colocación del posterior codo y tubería que cerrará el circuito con la red.

3.5. Zanjeado de la instalación.

El zanjeado de la instalación se realizará mediante medios mecánicos y siguiendo las medidas de los planos aportados, en caso de realizar la zanja con unas dimensiones distintas estas deberán ser debidamente justificadas.

La zanja se rellenará con material que reúna las características descritas en el plano, si los materiales extraídos durante la realización de la zanja no cumplen con los requisitos deberán obtenerse por otros medios otros que si cumplan con las especificaciones.

3.6. Módulos fotovoltaicos.

Tras la recepción de los módulos fotovoltaicos deberá comprobarse su correcto funcionamiento y que no presenten ningún desperfecto antes de su instalación.

Estos deberán colocarse en 3 filas de 16 módulos orientados hacia el ecuador terrestre y sobre una estructura que los asegure firmemente y con una inclinación de 62º.

El proceso de conexión y montaje deberá hacerse con las medidas de protección adecuadas, además los módulos fotovoltaicos dispondrán de 3 picas verticales de 3 metros para realizar la toma a tierra.

Estas se colocaran una en cada serie de módulos, separadas entre sí al menos 10 metros y unidas a los módulos por un conductor de sección 1x4mm².

3.7. Acopio de tuberías

El acopio de tuberías tras el transporte y antes de su instalación deberá realizarse sobre superficie lisa y carente de objetos punzantes.

Su descarga deberá realizarse de forma cuidados, evitando daños en la superficie y en los extremos de la tubería.

En ningún caso se superarán los 6 tubos de altura a la hora de apilar las tuberías.

Limitaciones de ejecución.

Las obras se suspenderán, como norma general, en caso de lluvia o lluvia abundante y encharcamiento el día anterior. En caso de tener que suspender la obra en caso de lluvia, a mitad colocación de la columna de tubería se asegurará esta para evitar la caída de la bomba al fondo del pozo y no se abandonará la obra hasta asegurar este requisito.

Antes de la ejecución de la instalación deberá observarse que el anillo tórico de la tubería de columna de pozo no haya sido dañado durante el transporte, en caso de la existencia de deterioro deberá ser sustituido y las obras paralizadas hasta su obtención.

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

INSTALACIÓN DE POZO Y DISTRIBUCIÓN DE RIEGO PARA CARRASCA EN LA LOCALIDAD DE AMBEL

CAPITULO I: EXTRACCIÓN DE AGUA DE POZO

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Electrobomba CAPRARI E6X50/15 + MAC615A-8V	[u]	1	3.605,48	3.605,48
Tubo U-PVC 2 ½" STANDARD de 3 m	[u]	30	35,00	1050,00
Adaptador salida columna 2 ½"	[u]	1	125,00	125,00
Adaptador salida bomba 2 ½"	[u]	1	110,00	110,00
Guarda bomba 2 ½"	[u]	1	100,00	100,00
Placa salida pozo Ø300 mm	[u]	1	60,00	60,00
Brida de centrado 2 ½"	[u]	10	17,20	172,00
Gancho de montaje 2 ½"	[u]	1	44,00	44,00
Alquiler grúa	[u]	1	500	500
Codo 90º PVC Ø63	[u]	1	2,38	2,38
Contador de hélice tangencial "delta" DN50	[u]	1	349,77	349,77
Casquillo reducido Ø75- Ø63 encolar	[u]	1	1,8	1,8
Tubo PVC Ø75 encolar 6 atm de 6 m	[u]	11	8,7	95,7
Codo 90º PVC Ø75	[u]	2	4,77	9,54
Filtro malla limpieza manual 2"	[u]	1	120,2	120,2
Caseta prefabricada para Bombeo 2x2x2,30 m	[u]	1	2.544	2.544
Total capitulo				8.8889,87

CAPITULO II: INSTALACIÓN DE RED RIEGO PARA CARRASCA

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Electrobomba CAPRARI CVX201/2 + E0220T212-V	[u]	1	1.570,25	1.570,25
Tubo PVC Ø75 encolar 6 atm de 6 m	[u]	80	8,7	696
Tubo PVC Ø63 encolar 6 atm de 6 m	[u]	118	6,88	811,84
TE Reducida, encolar (PN16) Ø75- Ø63	[u]	5	6,67	33,35
Codo 90º PVC Ø75 encolar	[u]	10	4,77	47,70
Codo 90º PVC Ø63 encolar	[u]	2	2,38	4,76
Codo 45º PVC Ø63 encolar	[u]	6	2,76	16,56

Válvula de mariposa manual DN65	[u]	5	54,86	274,3
Brida PVC Ø75	[u]	10	5,33	53,3
Portabrida PVC Ø75	[u]	10	4,6	46
Tapón PVC encolar Ø63	[u]	4	1,93	7,72
Tubo PE agrícola PN4 Ø 25 rollos de 100 m	[u]	42	23,63	992,46
Tubo PE agrícola PN6 Ø 25 rollos de 100 m	[u]	1	28	28
Tubo PE agrícola PN4 Ø 32 rollos de 100 m	[u]	19	31,05	589,95
Collarín de PVC Ø 63 a 1"	[u]	85	3,11	264,35
Collarín de PVC Ø 63 a 1 ¼"	[u]	34	3,14	106,76
Tapón PE Ø 32	[u]	35	1,86	65,1
Tapón PE Ø 25	[u]	85	1,55	131,75
Microaspersor Autocompensante 110 l/h SuperNET	[u]	857	2,15	1842,55
Estaca SuperNET	[u]	857	0,63	539,91
Filtro limpieza manual 2"	[u]	1	120,2	120,2
Zanjeada profundidad < 2 m	[m]	1200	2,16	2592
Total capítulo				10.834,81

CAPITULO III: INSTALACIÓN ELECTRICA

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Módulo fotovoltaico Yingli Solar YL330PD-35B	[u]	57	140	7980
Cable unipolar 1x6 mm ² 1000 V	[m]	40	0,70	28
Cuadro 3 strings - STC3 40A (ACCCAC0005)	[u]	1	227	227
Cuadro ESP IP54 Fuji ESP-15/400-IP54-F200	[u]	1	4218	4218
Variador 5,5/400 F Fuji	[u]	1	455	455
Cable eléctrico 3x6 mm ²	[u]	110	1,94	194
Cable eléctrico 3x2,5 mm ²	[m]	75	0,85	63,75
Magnetotérmico A9F90376	[u]	1	296,66	296,66
Pantalla controlador HMI Weintek 7"	[u]	1	354	354
PLC Controlador CP300	[u]	1	507	507
Estructura para fila de módulos solares	[u]	3	545	1635
Total capítulo				15.946,41

Cuadro de mano de obra

Descripción	Precio	Horas	Total
Oficial 1º fontanería	18,13	40	725,2
Ayudante fontanería	16,40	40	656
Oficial 1º electricista	14,87	24	356,88
Ayudante electricista	13,38	24	321,12
Oficial 1º construcción	17,54	36	631,44
Ayudante construcción	16,16	36	581,76

Cuadro de maquinaria

Descripción	Precio	Horas	Total
Grúa autopropulsada capacidad 30 t hasta 27 m	79,62€	10	796,62

PRESUPUESTO TOTAL

Presupuesto de Ejecución de Material (PEM)		39.158,35 €
20% gastos generales y cargas fiscales		7.831,67 €
	SUMA	46.990,02 €
6% Beneficio Industrial		2.819,40 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)		49.809,42 €
7% Proyecto y dirección de obra		3.486,66 €
	TOTAL	53.296,08 €
TOTAL+21% IVA		64.488,26 €