



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

INSTALACIÓN DE REGADÍO EN PARCELA TRUFERA

Trabajo final del grado en Ingeniería Mecánica

Realizado por:

David García Monleón

Tutorizado por

Espert Alemany, Vicent B.

Saiz Jiménez, Juan Ángel

Curso académico: 2020/2021

Fecha: Junio de 2021

Resumen:

En este proyecto se diseña una instalación de riego para poder satisfacer las necesidades hídricas de una parcela de encinas micorrizadas destinadas a la producción de tuber melanosporum (trufa negra).

Dentro del estudio se abordan los diferentes modelos de riego que se podrían utilizar, se explican los elementos que lo componen y se determina finalmente cual se elige en función de sus ventajas y desventajas.

También se trata el diseño agronómico, sabiendo que cantidad de agua necesita el cultivo, se calcula el agua que se debe aportar realmente para cubrir las necesidades de nuestra parcela. Son definidas también las formas y condiciones de este aporte de agua.

A continuación se dimensiona la red necesaria para llevar el agua hasta los puntos deseados de una forma óptima, se establecen las longitudes de las conducciones, su ubicación exacta, su diámetro y las condiciones en las que el agua circula por ella, es decir las velocidades y presiones. Para este diseño de la red se usa el programa Epanet.

La fase de captación de agua se lleva a cabo desde un pozo que se encuentra en la parcela, en el cual se determina qué modelo de grupo electrobomba se debe usar para extraer el agua y tras esto almacenarla en un embalse.

Para la parte de riego desde el embalse a la parcela se usa otra bomba diferente, de la cual también se estudia el modelo que más se adapta a las necesidades de la instalación.

Una vez elegidas las bombas y diseñada la red, se dimensiona una instalación solar fotovoltaica para cubrir las necesidades de energía.

Se realiza el diseño completo de una instalación aislada de la red, concretamente se trata de un bombeo solar para el grupo electrobomba multicelular sumergido en el pozo.

Se define la inclinación más óptima y la orientación de las placas, en función de la irradiación solar mensual, sabiendo que esta instalación se usará principalmente en los meses de verano y se incluye el cálculo de cada uno de los elementos que la componen.

La instalación que se ha diseñado estará ubicada en medio del campo en Sarrión, Teruel, al estar aislada del núcleo urbano una instalación de este tipo, autosuficiente era una de las mejores opciones que se podrían barajar para la obtención de la energía, además de apostar así por las energías renovables y la defensa del medio ambiente.

Abstract:

In this project, an irrigation facility is designed to meet the water needs of a plot of mycorrhizal oaks for the production of tuber melanosporum (black truffle).

The study addresses the different irrigation models that could be used, explains the elements that compose it and finally determines which one is chosen based on its advantages and disadvantages.

The agronomic design is also discussed, knowing how much water the crop needs, the water that must really be supplied to cover the needs of our plot is calculated. The forms and conditions of this water supply are also defined.

The necessary network is then dimensioned to bring the water to the desired points in an optimal way, the lengths of the pipes, their exact location, their diameter and the conditions in which the water circulates through it, that is, the speeds and pressures. For this network design the Epanet program is used.

The water collection phase is carried out from a well located on the plot, in which it is determined which model of electric pump set should be used to extract the water and then store it in a reservoir.

For the irrigation part from the reservoir to the plot, a different pump is used, of which the model that best suits the needs of the installation is also studied.

Once the pumps have been chosen and the network designed, a photovoltaic solar installation is dimensioned to meet the energy needs.

The complete design of an installation isolated from the network is carried out, specifically it is a solar pumping for the multicellular electropump group submerged in the well.

The most optimal inclination and orientation of the plates is defined, depending on the monthly solar irradiation, knowing that this installation will be used mainly in the summer months and the calculation of each of the elements that compose it is included.

The facility that has been designed will be located in the middle of the field in Sarrión, Teruel, being isolated from the urban nucleus, an installation of this type, self-sufficient, was one of the best options that could be considered for obtaining energy, in addition to betting thus for renewable energies and the defense of the environment.



Índice general estructuración del proyecto:

Documento Nº1. Memoria técnica.

Documento Nº2. Pliego de condiciones técnicas.

Documento Nº3. Planos.

Documento Nº4. Presupuesto.



Documento 1. Memoria técnica.

Índice

1. Antecedentes.....	6
2. Objeto del proyecto.....	7
3. Situación y estudio del clima.....	7
4. Soluciones de riego planteadas.....	9
4.1 Riego por cañón.....	9
4.2 Riego mediante aspersión.....	10
4.3 Riego localizado por goteo.....	10
4.4 Riego sobre alcorques mediante tractor y cuba.....	10
4.6 Conclusión sistema elegido.....	11
5. Elementos del sistema de riego.....	12
6. Diseño Agronómico.....	13
6.1 Introducción.....	13
6.2 Cálculo de las necesidades de agua del cultivo.....	14
6.2.1 Cálculo de la eficiencia en riego por microaspersión.....	14
6.2.2 Pérdidas por evaporación.....	15
6.2.3 Agua total a aportar.....	15
6.3 Área mojada.....	15
6.4 Selección del microaspersor.....	21
6.5 Turno de riego.....	25
7. Diseño hidráulico.....	26
7.1 Caudal necesario.....	26
7.2 Dimensionado fase captación agua del pozo y conducción al depósito de almacenamiento. Selección bomba 1.....	27
7.3 Dimensionado del depósito de almacenamiento y estudio del tiempo de llenado:.....	44
7.4 Dimensionado segunda parte de la instalación, fase de riego y selección bomba.....	45
7.4.1 Dimensionado de la red en Epanet.....	45
7.4.2 Selección bomba 2, segunda parte de la instalación.....	76
8. Descripción Instalación solar para la bomba multicelular del pozo.....	83
9. Inclinación módulos fotovoltaicos y estudio de la radiación.....	85
9.1. Inclinación 5º.....	85



9.2.	Inclinación 10 °	87
9.3.	Inclinación 15°	87
9.4.	Inclinación 20 °	88
9.5.	Inclinación 60°	89
9.6.	Inclinación elegida	89
10.	Selección inversor y regulador.	90
11.	Cálculo módulos fotovoltaicos y selección de sus características	92
12.	Cálculo de baterías	94
13.	Selección variador	97
14.	Estudio de sombras en helios cope	98
15.	Esquema instalación	100
16.	Cálculo secciones	101
17.	Elementos de protección	107
18.	Bibliografía	109



1. Antecedentes

Este proyecto estudia la forma de cubrir las necesidades de regadío de una parcela de encinas micorizadas que se dedica a la producción de trufa negra (tuber-melanosporum).

Previamente a la plantación de este cultivo, en dicha parcela existía un pozo desde hace aproximadamente unos 12 años.

Esta perforación se llevó a cabo para obtener agua cuyo fin sería el de ser aprovechada para la ganadería ovina, la profundidad de esta fue de 110 metros y se encontró agua a los 90 m. Se colocó una bomba de la que no se conoce el modelo a la profundidad de 100 m.

Los datos que tenemos con respecto a este pozo son que este se estuvo usando durante unos 10 años; sacando alrededor de 3000 litros de agua diarios, usando un caudal de $15 \text{ m}^3/\text{h}$, es decir se extraía agua 12 minutos al día aproximadamente.

Sacando este caudal no tendríamos ningún problema, pero en verano la cota del agua disminuye hasta los 100 metros.

Otro de los datos que conocemos es que durante un tiempo, se sacó un caudal de $20 \text{ m}^3/\text{h}$ durante el verano, para otros fines relacionados con la ganadería. Se llegaron a sacar unos 6000 litros de agua diarios, trabajando unos 18 minutos al día, pero al hacer esto, el nivel del agua disminuía hasta los 110 metros de profundidad, pero al día siguiente si se paraba la extracción de agua el pozo recuperaba su nivel de agua.

La anterior instalación que estuvo en funcionamiento durante esos 10 años se desmontó, a día de hoy solo queda el orificio de la perforación en la parcela.

En este terreno actualmente hay una plantación de encinas truferas y se quiere usar el agua de este acuífero para cubrir sus necesidades hídricas.

Como vemos no es un pozo muy fiable ni muy caudaloso y además, no contamos con ningún estudio técnico sobre este, el cual nos pudiera garantizar la cantidad de agua que podemos sacar.

Nos encontramos ante el diseño del sistema de regadío de una plantación, en el que la obtención de agua se realiza a través de un pozo del que se decide que no se va a extraer un caudal superior a $15 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$, debido a los antecedentes que conocemos.



2. Objeto del proyecto

Este proyecto tiene como objeto principal el diseño y cálculo de la red que se usará para el sistema de riego además del estudio de los diferentes elementos que intervienen en la captación, la conducción, el almacenamiento y la distribución del agua.

Se compara también la posibilidad de regadío directo desde el pozo o si es imprescindible la construcción de un depósito de almacenamiento.

Posteriormente se diseña una instalación solar fotovoltaica para satisfacer el consumo de energía de la bomba usada para extraer agua del pozo.

El proyecto se centra en el diseño agronómico, el diseño hidráulico y el diseño de la instalación solar usados para satisfacer el consumo de agua de la parcela.

3. Situación y estudio del clima

La parcela se encuentra en Sarrión, municipio de la ciudad de Teruel situado a 991 metros de altitud, al pie de la sierra de Javalambre en la denominada "Depresión del Mijares".

Su temperatura media anual es de 11 °C y su precipitación anual de 500 l/m².

El clima es el factor fundamental para el rendimiento de este tipo de plantaciones. En esta ubicación durante el invierno los requerimientos de agua no serán elevados, ya que es prácticamente suficiente con el agua de las precipitaciones.

El mayor problema viene en verano, debido a que puede haber periodos de sequía demasiado largos que podrían acabar con la producción de la encina, de ahí la necesidad del riego.

En Sarrión, los veranos son cortos, calientes y mayormente despejados; los inviernos son largos, muy fríos, ventosos y parcialmente nublados. En general el clima seco durante todo el año.

Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de -1 °C a 28 °C y rara vez baja a menos de -5 °C o sube a más de 31 °C.

El clima es óptimo para este tipo de cultivo, pero requiere de sistema de regadío para que sea rentable y obtener una producción eficiente.

La parcela tiene una superficie de 1,97 hectáreas y hay plantadas unas 500 encinas (Figura 1).



FIGURA 1. IMAGEN PARCELA “VISOR SIGPAC “

En esta ubicación según los datos de la página “Weather Spark” el mes con menos precipitaciones del año es Julio, como podemos observar en la figura 2, por lo que haremos el dimensionado para este mes.

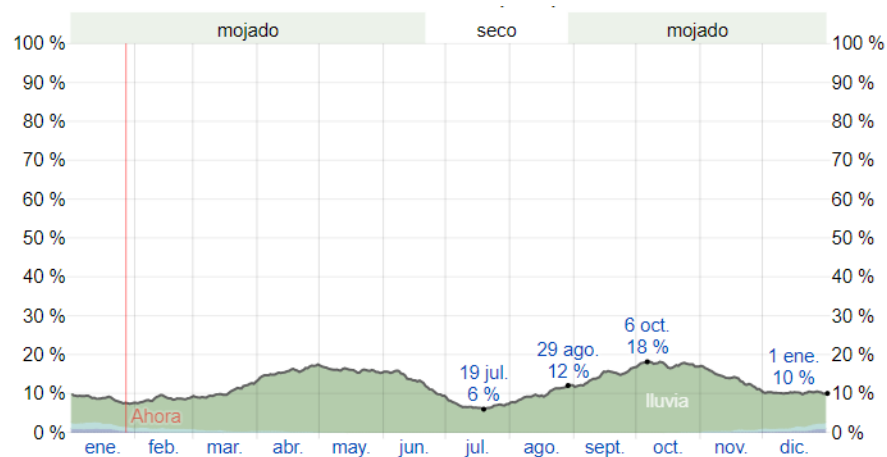


FIGURA 2. PROBABILIDAD MENSUAL PRECIPITACIONES SEGÚN “WEATHER SPARK”

Cuando hablemos de precipitaciones a partir de ahora se entiende que 1 milímetro de pluviometría equivale a 1 l/m^2 .

Para mostrar la variación durante el mes y no solo el total mensual, mostramos la precipitación de lluvia acumulada durante un periodo móvil de 31 días centrado alrededor de cada día.

El promedio de lluvia durante 31 días móviles en julio en Sarrión *es esencialmente constante*, permaneciendo en aproximadamente 12 milímetros

El promedio de la acumulación mínima de 31 días es 10 milímetros *el 17 de julio*, así que tomaremos el valor de 10 l/m^2 que es el valor más desfavorable de precipitación acumulada en el mes de julio (*Figura 3*).

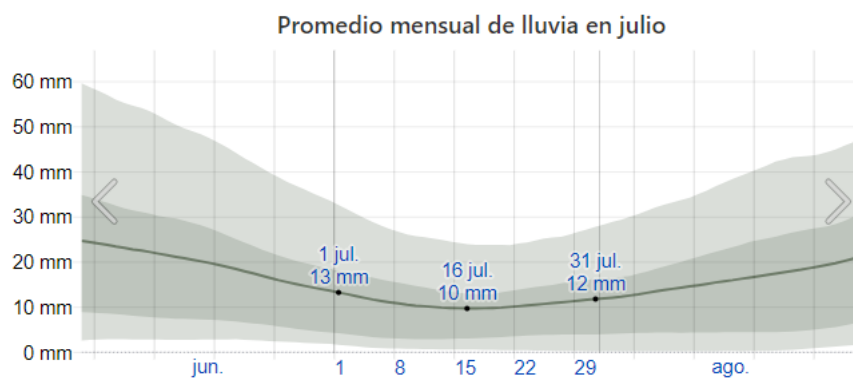


FIGURA 3. REPRESENTACIÓN PLUVIOMETRÍA JULIO

4. Soluciones de riego planteadas

Planteamos distintas posibilidades de sistemas de riego, la adopción de un tipo u otro se determinará teniendo en cuenta nuestro tipo de cultivo, el clima, la disponibilidad del agua, y la eficiencia del método de aplicación de la misma.

Las diferentes alternativas que se podrían plantear son las siguientes:

4.1 Riego por cañón

Se emplean grandes aspersores, requiriendo presiones altas de hasta 6 bares para su largo alcance. Se aplica el agua en forma de lluvia muy dispersa, no se aplica más agua sobre unas zonas concretas, por lo que no se localiza el agua en los puntos que nos interesaría.

Descartamos este método, ya que en este caso, disponemos de un agua limitada; el pozo que hay en la parcela no tiene un caudal especialmente alto (descrito detalladamente en el apartado de antecedentes) y queremos optimizar al máximo el uso del agua enfocándola en las zonas que nos interesa.



4.2 Riego mediante aspersión

Se distribuye el agua sobre la parcela mediante los aspersores, que son los encargados de emitir la lluvia por sus boquillas.

Debe prestarse atención al viento, debido a la deriva que pueden sufrir las gotas de agua que emiten. Podría ser un riego adecuado, pero solo en la etapa en la que los árboles de la parcela están en fase de producción y ya bastante desarrollados.

Nosotros queremos desarrollar un sistema de riego para optimizar la vida del árbol desde su plantación, lo que incluye también los primeros años donde este sistema de riego no es adecuado, ya que se aportaría más agua de la deseada en puntos en los que no se aprovecharía; por lo que también queda descartado.

4.3 Riego localizado por goteo

En este sistema no existe la necesidad de mojar toda la superficie de la parcela, se caracteriza por localizar el agua, se deberían realizar riegos con mucha frecuencia para aportar elevados caudales.

Está desaconsejado este sistema en este cultivo, existe la posibilidad de que se produzcan “enmarañamientos” de las micorrizas, estos disminuyen la propagación del tejido radicular y puede disminuir la producción del hongo.

Solo podría ser aconsejable en los primeros años de la plantación.

4.4 Riego sobre alcorques mediante tractor y cuba.

Se emplea un tractor junto a una cuba de los máximos litros posibles según las capacidades económicas del usuario, ya que las cubas del mercado pueden llegar hasta los 15000 litros, pero cuanto más cantidad de litros más alta sería la inversión necesaria.

Se riegan los alcorques previamente realizados en la plantación con el agua directamente desde la cuba.

Es un método muy tedioso hasta conseguir llevar todos los litros necesarios además de que el suelo de la parcela se verá afectado negativamente por el paso del tractor y la cuba, lo que perjudica al desarrollo de la planta.

Además otro punto en contra es que es un proceso muy lento y está contraindicado en parcelas grandes en torno a las 2 ha en adelante, como es este caso.



4.5 Riego localizado por micro-aspersión

Los emisores aportan mayor cantidad de agua que por goteo, con un mayor radio de alcance y sin requerir elevadas presiones. Permite realizar aplicaciones con menor frecuencia lo que es aconsejable en la truficultura, ya que los riegos deben ir espaciados entre sí entre 10 y 15 días.

Además se puede variar el área regada según evoluciona la planta mediante el uso de microaspersores con sistemas de pestañas deflectoras que se explicarán más adelante, pudiendo adaptar el riego a la fase de crecimiento de la planta y posteriormente a la fase de producción.

4.6 Conclusión sistema elegido

Elegimos un sistema de riego por microaspersión para cubrir el déficit de agua en la parcela durante los meses de necesidad hídrica, este sistema de riego localizado de alta frecuencia funciona gracias a una pieza giratoria que pulveriza y distribuye el agua de forma homogénea, cubriendo un área circular. Los detalles de este sistema de riego se explicarán más adelante.

En verano, podemos llegar a encontrarnos con sequías en meses como julio donde solo tendremos lluvias de 10 litros por metro cuadrado. Esta época es la que determina la cantidad y el tamaño de la trufa, por lo que hay que tener mucho cuidado con las cantidades de agua que recibirá la planta.

Con el sistema de aporte de agua localizado de alta frecuencia de microaspersión elegido, no se provocarán alteraciones en el suelo que pueden perjudicar al hongo.

Un exceso de riego tampoco viene bien, ya que el hongo vive en simbiosis con el árbol y las micorrizas que se forman en las raíces del árbol, es decir que tanto la planta, como el hongo, se necesitan mutuamente.

El árbol se ve favorecido por el hongo, el cual le aporta nutrientes y facilitándole la absorción de agua, pero si el árbol obtiene esto por sí mismo ya no necesita al hongo y desaparece. Por lo tanto hay que regar lo justo en época de escasez hídrica de aquí que los riegos se espacien entre 10 y 15 días en el tiempo.



5. Elementos del sistema de riego

- Equipo de bombeo: Cuenta con una bomba para extraer el agua del pozo e impulsarla hasta el depósito de almacenamiento y otra bomba para alimentar la red de riego desde dicho depósito.
- Cabezal de riego: Formado por distintos elementos destinados a filtrar, medir, distribuir y controlar el agua por la red de tuberías.
- Red de distribución: La forman el conjunto de elementos que se usan para llevar el agua desde el cabezal hasta los emisores, existen diferentes tipos de tuberías según el orden en el que vayan colocadas en su instalación. Las denominaremos como tubería de captación, tubería de impulsión, tuberías principales y secundarias. Elegiremos tuberías de PVC o polietileno.

En nuestra plantación se instalan tres tipos de tuberías:

- Tubería de captación: Es la que capta el agua desde el interior del pozo y la dirige hasta el depósito de almacenamiento, esta se enterrará para asegurar su durabilidad y que este mejor protegida.
 - Tubería de impulsión: esta tubería es la que lleva el agua desde el depósito, hasta la estación de bombeo. Irá también enterrada por los mismos motivos que la tubería de captación.
 - Tuberías principales (Tuberías A y B): Llevan el agua desde el cabezal de riego hasta las tuberías secundarias. Está fabricada con polietileno, para que tengan un grado de flexibilidad y se adapten mejor al terreno, estas se enterrarán bajo tierra para mejorar también su durabilidad.
 - Tuberías secundarias: Distribuyen el agua desde las tuberías principales hasta los microaspersores, estas se van a manipular más por lo que las dejaremos en la superficie, sin enterrar para facilitar el acceso a ellas.
- Emisores: Es la pieza más delicada de la instalación, debe distribuir el agua de forma homogénea por toda la superficie de tierra, manteniendo el caudal adecuado y evitando acumulaciones de agua en puntos concretos. Las revisaremos durante cada riego, ya que pueden producirse obstrucciones en la salida del agua y empeorar la calidad del riego.

Los detalles de las ubicaciones de las tuberías y los demás elementos podemos observarlos en los documentos de planos.

6. Diseño Agronómico

6.1 Introducción

En este apartado calculamos las necesidades de agua de la plantación y en función de éstas, estudiamos la frecuencia y los tiempos de riego.

El agua se obtiene de un pozo aforado en la esquina superior izquierda de la parcela que corresponde con la esquina oeste de la finca la cual se puede ver en la figura 4.

En este pozo el agua se encuentra a una cota de 100 metros de profundidad, cuyos antecedentes y resto de detalles ya se han explicado previamente.

Las características de esta agua no son las idóneas para el riego, tiene una cantidad de arena considerable lo que nos perjudicará dañando los álabes de las bombas y demás elementos de la instalación hasta la obstrucción de los microaspersores, por lo que también se estudian las diferentes soluciones a este problema, planteando un sistema de filtros o directamente usar la zona de almacenamiento como depósito de decantación, este problema se abordará más en detalle en los siguientes puntos.



FIGURA 4. UBICACIÓN GENERAL POZO Y PARCELA

6.2 Cálculo de las necesidades de agua del cultivo

Calculamos el déficit hídrico en la plantación en los meses más desfavorables que son los de mayo, junio, julio y agosto.

Las necesidades permanecen constantes en toda la etapa de necesidad hídrica, se necesitarán 80 l/m^2 mensualmente según diferentes estudios como los mencionados en la bibliografía. Se estima que la cantidad de agua óptima para que una plantación de carrascas truferas tenga una producción adecuada, es de 80 l/m^2 .

Por otro lado el exceso de agua también puede ser contraproducente, fijando el límite en 200 l/m^2 . En el intervalo de agua desde los 80 l/m^2 hasta los 200 l/m^2 , el incremento de producción no es tan notable.

Concluimos por tanto que el agua que debe llegar a nuestra parcela en el área que nos interese regar será de 80 l/m^2 , ya que es la cantidad de agua más rentable que podemos aportar teniendo en cuenta la producción que vamos a obtener.

En la siguiente tabla se calcula el déficit de agua, que será, la resta entre la necesidad de agua del cultivo y el agua proporcionada por las precipitaciones. Esta será el agua que necesitamos aportar con nuestro sistema de riego.

Meses	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
Precipitación media	30	20	10	15	75
Necesidades	80	80	80	80	320
Déficit	50	60	70	65	245

Tabla 1. Cálculo necesidades agua (Datos en l/m^2)

Datos de precipitaciones medias mensuales obtenidos de la fuente de datos de la web "Weather Spark".

6.2.1 Cálculo de la eficiencia en riego por microaspersión.

El agua que necesitamos en el mes más desfavorable que ya hemos comprobado que es julio es el déficit entre la lluvia y la necesidad, es decir 70 l/m^2 , pero debemos aportar un 20% más de agua aproximadamente para corregir la eficiencia de los riegos por microaspersión que podemos estimar de un 80%, asegurándonos así que el árbol tiene el agua suficiente.

Agua mensual necesaria= $70+0.2*70= 84 \text{ l/m}^2$ al mes.

6.2.2 Pérdidas por evaporación

La evaporación se produce principalmente por 2 factores, debido al rociado por el aspersor y en el terreno a causa del viento y la temperatura. Se intentará que los riegos se hagan al atardecer o durante la noche para minimizar las pérdidas de agua, a estas horas tendremos temperaturas más bajas en torno a los 15°C.

Otro factor a tener en cuenta será el viento, regando con demasiado viento el área mojada del aspersor se desplazaría en la dirección del viento y provocaría una evaporación y que parte del agua aportada no se aproveche como se debería.

Teniendo en cuenta que regaremos al anochecer y sin viento, solamente aplicamos el porcentaje de pérdida producido por evaporación en el rociado del aspersor, que es de un 2% aproximadamente para una temperatura media de 15 °C. La pérdida por evaporación será:
 $84 * 0,02 = 1.68 \text{ l/m}^2$

6.2.3 Agua total a aportar.

La cantidad de agua total a aplicar, para conseguir un aporte real de 70 l/m^2 en el mes más desfavorable, lo calcularemos sumando el agua a aportar para compensar las pérdidas por el sistema de riego más a las pérdidas por evaporación: $84 + 1.68 = 85.68 \text{ l/m}^2$.

Por lo que realizaremos el dimensionado para una instalación de riego que sea capaz de aportar 86 l/m^2 en cada mes

6.3 Área mojada

Se coloca un microaspersor por cada carrasca (nombre común de la encina), siendo la zona que debemos regar aquella en la que se cría el hongo, que es solo en las proximidades del tronco de dicho árbol, hasta a unos 3 metros de esta.

Sabiendo que el marco de la plantación es de 6x6 metros, los aspersores se colocarán entre dos encinas, es decir, con una separación de 3 m entre cada aspersor y cada encina, por lo que existe una separación entre aspersores de 6 m siguiendo la línea de plantación. El montaje de los aspersores y las carrascas queda de la manera que se ve en la siguiente figura.

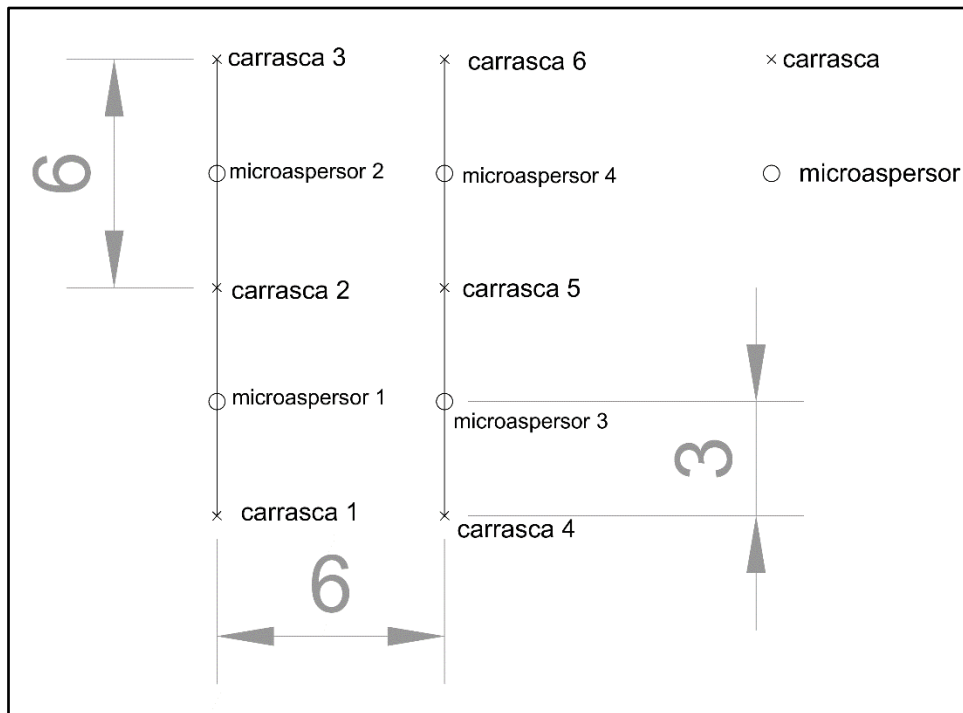


FIGURA 5. UBICACIÓN GENERAL CARRASCAS Y ASPERSORES Y LEYENDA, COTAS EN METROS.

La forma de riego de un microaspersor es mojando un área circular. Dicha área varía en función del radio de alcance que tiene cada uno y es la que determinará los metros cuadrados que estamos regando.

Como cada microaspersor está separado de cada carrasca una distancia de 3 metros, cabría pensar en la posibilidad de elegir uno con un radio de alcance de 3 metros, de esta forma, el agua emitida llegaría a cada una de las encinas que tiene a su lado.

Pero como podemos ver en la Figura 6, aunque el agua llegue hasta cada árbol, se quedaría un área bastante importante sin regar. Esta es el área indicada en rojo en la figura.

Esta área sin regar entra dentro de la zona de producción del cultivo, por lo que si no la regamos estaríamos perdiendo rendimiento.

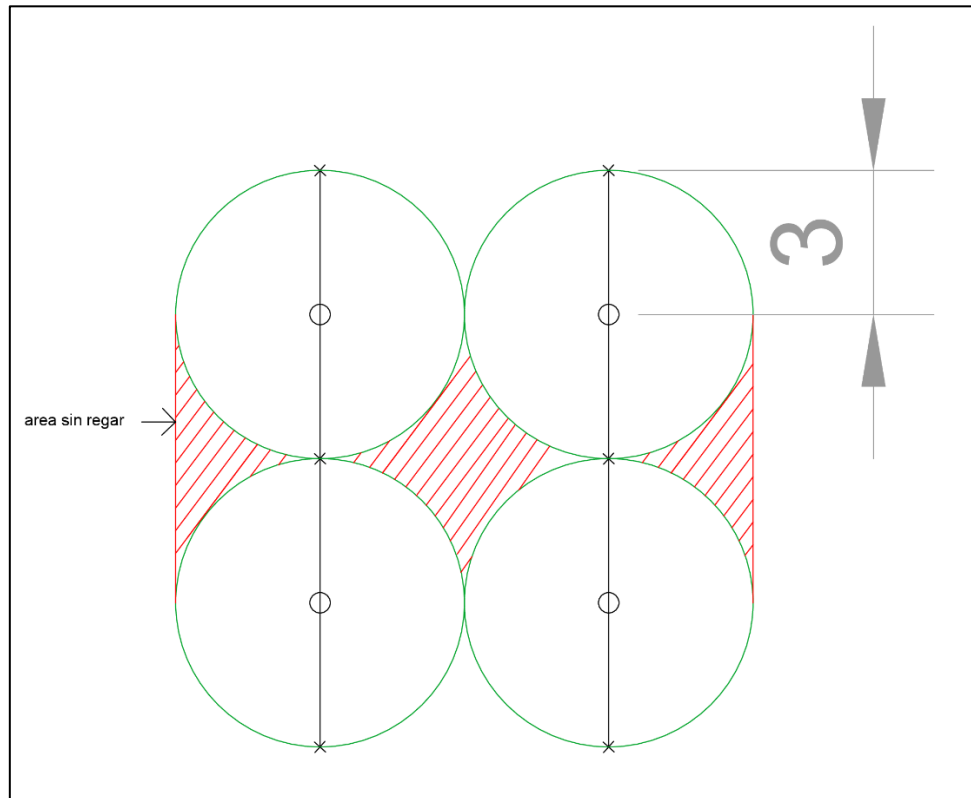


FIGURA 6 ÁREA MOJADA POR EL ASPERSOR CON RADIO DE ALCANCE DE 3 METROS

Ante esta situación, en el sistema de riego por microaspersión debemos hablar de un porcentaje de solape de las áreas mojadas, es decir, las zonas de dentro de las circunferencias verdes de la Figura 6 deben superponerse para que quede menos área sin regar.

Este solape del que estamos hablando sería suficiente si el área que quedase sin regar fuese prácticamente nula.

Con un aspersor que tenga un radio de alcance de 4 metros solucionaríamos este problema, quedando la situación del agua aportada como podemos ver en la siguiente figura.

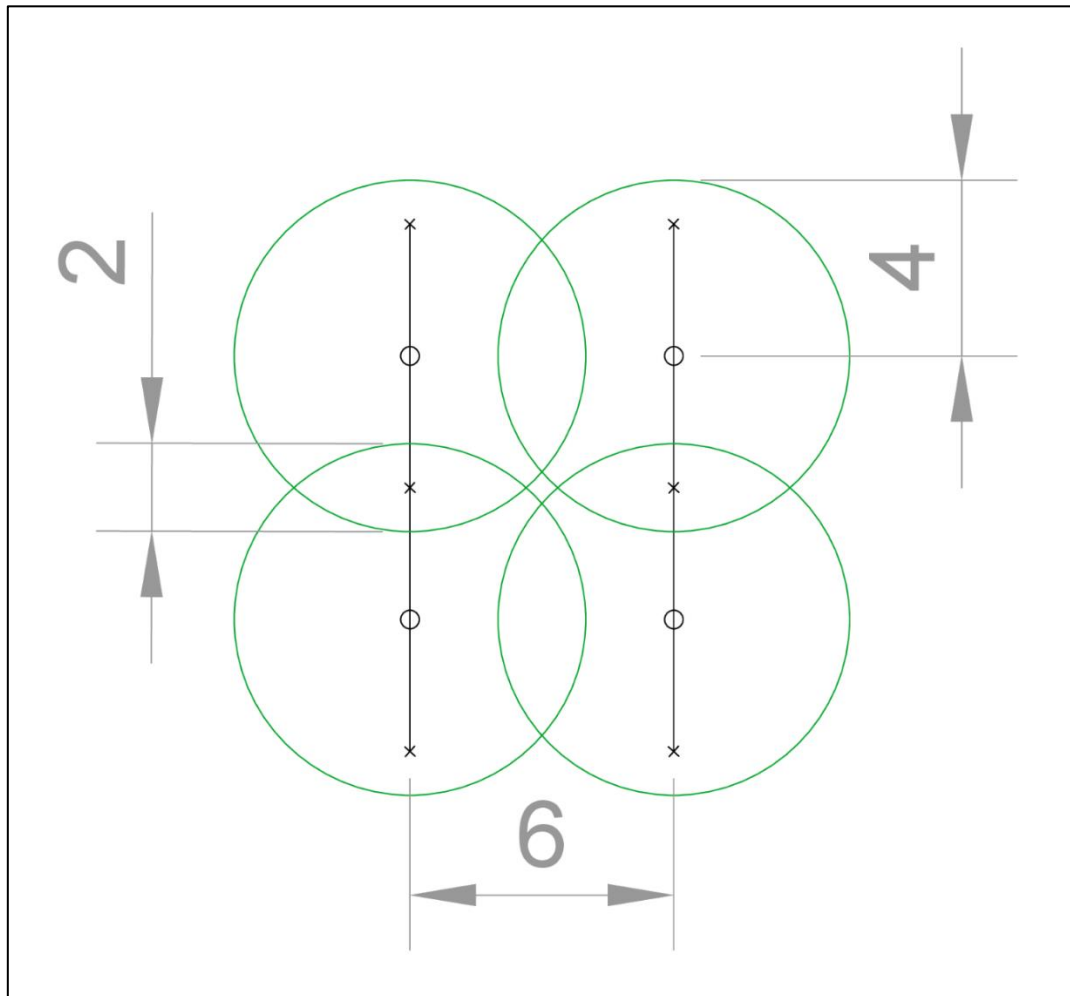


FIGURA 7. ÁREA MOJADA CON ASPERSORES DE RADIO DE ALCANCE DE 4 METROS.

Si usamos un aspersor con un alcance de 4 metros veremos como el solape es de 2 metros, es decir, existe un solape en los radios de:

$$2 \text{ metros de radio solapado} / 4 \text{ metros de radio de cada aspersor} = 50\%$$

Así se soluciona el problema del área que quedaba sin regar, ya que de este modo esta es mínima. Se realizará por tanto un riego progresivo, en la zona más cercana al tronco se creará un riego superior (donde existe el solape), lo cual es interesante, puesto que la producción del hongo es más intensa y se concentra en los alrededores del tronco.

También es interesante el riego en las etapas de crecimiento de la carrasca para que esta se desarrolle antes y podamos entrar en la etapa de producción en el menor tiempo posible, en esta fase con regar un área de radio de 1 metro será suficiente que es el área que abarcaran las raíces en esta etapa.

En esta primera etapa el aspersor se coloca al lado del tronco de la carrasca, de la forma explicada anteriormente (montaje para el árbol ya desarrollado) se desperdiciaría demasiada agua, ya que se regaría una zona en la que no hay raíces de la encina y esto no nos interesa.

Como la tubería de admisión del aspersor es flexible y solo está unida al suelo por una varilla podemos variar la posición de este cuando nos interese.

Tras esta aclaración queda claro que el riego en los primeros años (hasta los 7 años) será diferente, como podemos ver en la figura 8, el aspersor estará ubicado al lado del tronco del árbol regando un área de diámetro 2 metros. Cuando la carrasca crezca el aspersor se moverá 3 metros colocándolo en el punto medio de las 2 carrasca correspondientes y se variará el alcance del microaspersor a 4 metros de radio.

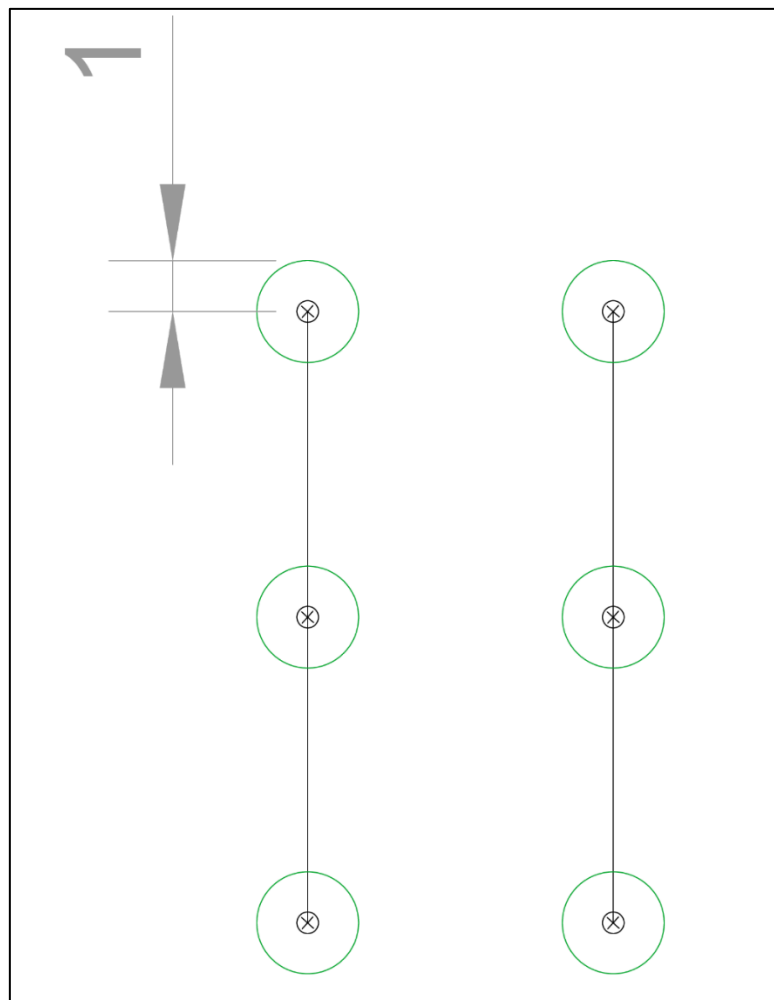


FIGURA 8. RIEGO EN ETAPA DE CRECIMIENTO, COTAS EN METROS

A continuación en las figuras 9 y 10 podemos observar imágenes reales de los 2 tipos de riego que acabamos de explicar:



FIGURA 9. RIEGO EN ETAPA DE CRECIMIENTO, IMAGEN REAL



FIGURA 10. RIEGO EN ETAPA DE PRODUCCIÓN, IMAGEN REAL

6.4 Selección del microaspersor

A continuación procedemos a la selección del modelo de aspersor para satisfacer las necesidades de riego explicadas.

Los microaspersores GyroNET están indicados para riego sub arbóreo, estos microaspersores han sido diseñados para proporcionar un amplio rango de aspersión y una mayor resistencia a la obturación (tienen protección contra insectos). GyroNET está fabricado con materiales plásticos resistentes a las inclemencias del tiempo y a todos los productos químicos usados habitualmente en la agricultura.

Cuando regamos plantaciones con variedad de volúmenes de raíces de árboles, los microaspersores giratorios GyroNet™ Dynamic, brindan una alta uniformidad de cultivos mientras mantiene sus costos operativos bajos.

El mecanismo anti-insectos evita la obstrucción para minimizar reparaciones y mantenimiento. Amplia selección de giros y deflectores de corto, mediano y largo alcance para adaptarse a diferentes volúmenes de raíz.

Se decide usar los aspersores Gyronet que cuentan con el deflector en el rotor, este deflector concentra la cobertura de agua en el área cercana al árbol joven. Cuando el árbol madura y la zona de la raíz crece, el deflector de la corriente puede romperse permitiendo al rotor lograr un diámetro de riego extendido, pudiendo regar así la carrasca en su fase de crecimiento para lograr que entren en producción lo antes posible, y tras este periodo poder regar área con el mismo aspersor pero con un radio de alcance mayor.

El aspersor elegido concretamente será el Micro GyroNet™ de la gama LR & LRD de 27 a 300 L/H con este modelo regaremos un área de diámetro de 2 metros durante los 7 primeros años de la vida de la carrasca aproximadamente usando la pestaña deflectora (LRD) y a partir de esta edad, pasaremos a regar un área de un diámetro de 8 metros (LR).

El proceso de transformación del aspersor que tendría un alcance de 2 metros de diámetro a tener un alcance de 8 metros se puede observar en la figura 11.

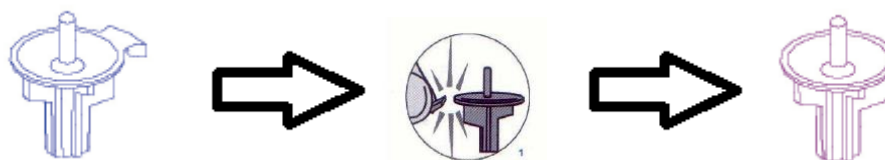


FIGURA 11. PROCESO DE TRANSFORMACIÓN MODELO LRD A MODELO LR.

Manualmente se arrancará la pestaña deflectora de cada aspersor llegado el momento para aumentar el radio del área mojada para adaptar el riego al crecimiento de la encina, esto produce un ahorro, puesto que no tenemos que comprar otro modelo de aspersor, con estos podemos variar el radio de riego con esta pequeña modificación.

El dimensionado se realiza con las necesidades de agua calculadas previamente y el área de riego mayor, ya que es la situación más desfavorable de riego, porque serán más metros cuadrados y por tanto más litros totales, la demanda en l/m^2 es la misma en la carrasca a lo largo de su vida, pero lo que cambia es el área a su alrededor que necesita ser regada.

Las especificaciones del modelo obtenidas del catálogo de Gyronet podemos verlas en la Figura 10.

Especificaciones técnicas

Características	Descripción Gyronet
Tipo de microaspersor	No autocompensado
Conexión	Conector macho y rosca rápida
Presión máxima	3 bar
Presión mínima	1,5 bar
Filtración hasta 40 l/h	120 mesh
Filtración más de 50 l/h	80 mesh
Material boquilla	Polibutileno (PBT)
Material puente	Polibutileno (PBT)
Material bailarina	Polibutileno (PBT)

FIGURA 12. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MICROASPERSONOR.

Elegimos un modelo de aspersores no auto compensado debido a que el desnivel entre los distintos puntos de la parcela no es excesivo. Los aspersores auto compensados solo se usan en caso de que el desnivel del terreno genere unas presiones demasiado altas en zonas determinadas de la parcela, provocando que los aspersores convencionales trabajasen a una presión por encima de la presión máxima de funcionamiento y por tanto, provocando que aporten más agua de la necesaria u otro tipo de problemas.

Estos casos en los que se usarán aspersores auto compensados serán aquellos en los que la presión llegue hasta los 4,5 bar, en este modelo de microaspersor auto compensado, la regulación de caudal, se realiza por un sistema de presión diferencial, mediante un diafragma de silicona inyectada, que evita la obstrucción a altas presiones.

Por esta explicación queda justificado el uso de aspersores no auto compensados de hasta 3 bar, pero buscaremos que trabajen a un caudal nominal de 1,7 bar, que está por encima del mínimo recomendado por el fabricante, quedando los aspersores auto compensados fuera de este estudio, puesto que no son necesarios en esta parcela.

Los aspersores de la gama elegida LR y LRD son los siguientes donde se refleja sus diámetros de alcance y el modelo de caudal disponible en esos radios.

GYRONET™ TECHNICAL DATA

MODEL	NOZZLE CODE COLOR	NOZZLE SIZE (MM)	CONSTANT K	EXPONENT X	MAXIMUM WORKING PRESSURE (BAR)	WETTED DIAMETER (M)		SWIVEL (ROTOR) CODE COLOR
						LR 20 CM ABOVE GROUND	LRD 20 CM ABOVE GROUND	
027	Brown	0.75	6.7	0.5	2.5	4.0	1.5	Purple
040	Blue	0.90	9.4	0.5	2.5	5.5	1.5	Purple
058	Gray	1.10	13.5	0.5	2.5	7.0	1.5	Black
070	Black	1.20	17.4	0.5	2.5	7.0	2.0	Black
090	Orange	1.40	22.4	0.5	2.5	7.0	2.0	Black
120	Red	1.57	28.8	0.5	2.5	8.0	2.0	Black
150	Sky Blue	1.77	37.5	0.5	2.5	8.5	N/A	Gray
200	Yellow	2.04	49.1	0.5	2.5	9.5	N/A	Gray
250	Purple	2.28	61.9	0.5	2.5	10.0	N/A	Gray
300	Green	2.48	73.2	0.5	2.5	11.0	N/A	Gray

FIGURA 13. MODELOS ASPERSORES GAMA LD Y LDR SEGÚN SU CAUDAL (L/H).

En los datos de la tabla los diámetros sin deflector se indicarán como Ø LR y con deflector como Ø LRD, se especifica que estos radios de actuación se conseguirán colocando los aspersores a 20 cm del suelo.

Analizando los datos de la tabla, el microaspersor que más nos conviene es el modelo 120 dentro de la gama elegida (LR Y LRD) del microaspersor Gyronet, porque es el que se adapta al área de riego deseada con un diámetro LR de 8 metros. Con deflector riega un área con un diámetro de 2 metros área suficiente para regar la carrasca en sus primeros años de crecimiento como ya hemos explicado previamente.

El área regada sin deflector será (diámetro de 8 metros):

$$A = \pi * r^2 = \pi * 4^2 = 50.27m^2$$

A continuación se calcula la cantidad de agua por metro cuadrado que se aportará al terreno en una hora con el modelo de microaspersor elegido, suponiendo que el área que riega cada aspersor es de $50.27m^2$ (radio de alcance de 4 metros)

$$\frac{120 \text{ l/h}}{50.27 \text{ m}^2} = \frac{2.38 \text{ l/m}^2}{h}$$

Cálculo cantidad de agua por metro cuadrado emitido en cada hora por cada aspersor, donde l son los litros, h hace referencia a las horas y m^2 a los metros cuadrados

Pero en realidad podemos hacer la estimación de que estamos regando toda la parcela, ya que estamos regando prácticamente toda, y supondremos por tanto que el área que riega cada aspersor es el marco de la plantación, es decir el espacio que tiene cada planta, $6 \times 6 = 36m^2$; luego la pluviometría del riego en la parcela será:

$$\frac{120 \text{ l/h}}{36m^2} = \frac{3.4 \text{ l/m}^2}{h}$$

Cálculo cantidad de agua estimada por metro cuadrado en cada hora por cada aspersor.

Caudal nominal (l/h)	Pluviometría ($\frac{l/m^2}{h}$)	Presión nominal (bar)	Ø LR(m)	Ø LRD(m)
120	3.4	1.7	8	2

Tabla 2. Resumen características microaspersor elegido

Según datos que nos ha proporcionado el cliente de un estudio del suelo, vimos que nuestro suelo tenía una estructura franca.

La capacidad de absorción de un terreno franco es de $12 \frac{l/m^2}{h}$, como se cita en la página “Agronomía del Riego – www.inforiego.org”

La pendiente de la parcela es muy baja por lo tanto no se verá reducida la capacidad de absorción del terreno.

Vemos que una vez elegido el aspersor este tiene una capacidad de aspersión (pluviometría) inferior a $12 \frac{l/m^2}{h}$, para evitar problemas de escorrentía. ($3.4 < 12 \frac{l/m^2}{h}$)



FIGURA 14. IMAGEN REAL MODELO ASPERSOR ELEGIDO.



6.5 Turno de riego

El hongo *Tuber melanosporum* no necesita riegos continuos, sino espaciados en el tiempo. Para ello se realizarán riegos cada 10 días aproximadamente, teniendo en cuenta la cantidad de lluvia natural que cae sobre el terreno para cada mes.

La cantidad de agua total que necesitamos aplicar en el mes más desfavorable, que se ha calculado anteriormente, es de 86 l/m^2 cada mes.

Debido a que se separarán entre si 10 días aproximadamente cada riego, mensualmente se realizarán 3 riegos.

El tiempo necesario para completar el riego se calcula dividiendo los mm de agua necesarios en cada riego, entre los mm/h que aporta cada aspersor.

$86 \text{ mm/mes} / 3 \text{ riegos/mes} = 28.7 \text{ mm en cada riego}$

$28.7 \text{ mm en cada riego} / 3.4 \text{ mm cada hora} = 8.4 \text{ horas}$

Si solo se hiciesen 2 riegos al mes, para regar la cantidad de litros por metro cuadrado necesarios cada mes, el riego sería de 12,6 horas algo que es demasiado exagerado, los riegos deben realizarse cada 10 o 15 días ya que este cultivo necesita un periodo de estrés hídrico.

Si se espaciaran entre si 15 días aproximadamente cada riego, mensualmente se realizarán 2 riegos.

El tiempo necesario para completar el riego sería:

$86 \text{ mm/mes} / 2 \text{ riegos/mes} = 43 \text{ mm en cada riego}$

$43 \text{ mm en cada riego} / 3.4 \text{ mm cada hora} = 12.6 \text{ h}$

Pero si regando cada 10 días también se consigue este periodo de estrés hídrico sería más recomendable porque acortamos el riego.

Otra opción sería usar un aspersor que emita más cantidad de litros por hora pero a partir del modelo que hemos elegido, el inmediatamente superior en caudal es el de 150 l/m^2 .

Desde el modelo de 150 l/m^2 en adelante el sistema de la pestaña deflectora no está disponible, luego no se podría usar el mismo aspersor para la etapa de crecimiento y producción, lo que encarecería la instalación si hubiese que comprar otro modelo de aspersor y cambiarlo a los 7 años.

Por lo que concluimos que la mejor opción es hacer 3 riegos, ya que 2 riegos incrementa demasiado el tiempo de riego con este aspersor, y si se cambia el aspersor para emitir más cantidad de agua, no cumpliría con las necesidades en cuanto a el área que queremos regar.



7. Diseño hidráulico

7.1 Caudal necesario

El agua que utilizaremos para el riego se extrae del sondeo realizado en la esquina superior izquierda de la parcela que corresponde con la esquina oeste de la finca donde instalaremos la caseta de riego.

Como hemos dicho en puntos anteriores, se coloca un aspersor por planta. Sabiendo que en la parcela hay 500 plantas, se necesitan 500 microaspersores. Los del modelo elegido tienen un caudal de 120 l/h, podemos saber por tanto el caudal total necesario:

$$Q = 500 \times 120 \text{ l/h} \cdot \text{microaspersor} = 60 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como es un volumen de agua bastante elevado se decide separar en 2 sectores la parcela para regar en 2 turnos, moviendo en cada riego un caudal de $30 \text{ m}^3/\text{h}$, esta decisión está también motivada por la posible aparición de averías o fugas en la instalación, de esta forma si aparece un problema en uno de los 2 sectores la otra mitad de la parcela se podría regar, manteniendo en condiciones óptimas al menos la mitad de la producción.

Otras ventajas por la que se decide hacer 2 sectores son los menores requerimientos de potencia que tendrá el grupo de bombeo y la reducción de los diámetros de las tuberías.

Si el funcionamiento de todo es el ideal los 2 sectores se regarán en noches consecutivos.

Teniendo en cuenta que, el caudal que se decide sacar del pozo es de $15 \text{ m}^3/\text{h}$, se descarta la posibilidad de riego directamente desde el pozo. El caudal que este suministra es inferior al necesario para el riego de un sector, esto nos obliga a realizar una balsa excavada en el terreno, que además, nos servirá como depósito de decantación donde la arena se deposita en el fondo por su propio peso, facilitando las tareas de limpieza del agua.

Existirán por tanto 2 bombas, una usada para la extracción del agua del pozo hasta el depósito y una segunda bomba, que se encargará del propio riego garantizando una presión de 1,7 bar en cada aspersor.

7.2 Dimensionado fase captación agua del pozo y conducción al depósito de almacenamiento. Selección bomba 1

Esta parte de la instalación cuenta con los siguientes elementos:

- Grupo electrobomba sumergible: es un conjunto compuesto por un cuerpo de bomba vertical de pozo de una o varias etapas, accionada por un motor eléctrico construido especialmente para funcionar totalmente sumergido en agua.

El diámetro de esta bomba viene ya determinado por el diámetro del orificio, que se ha realizado para aforar el pozo, por lo que si queremos poner una bomba más grande en términos de altura y caudal, lo que se hace es elegir bombas con más etapas de rodets asociados en serie.

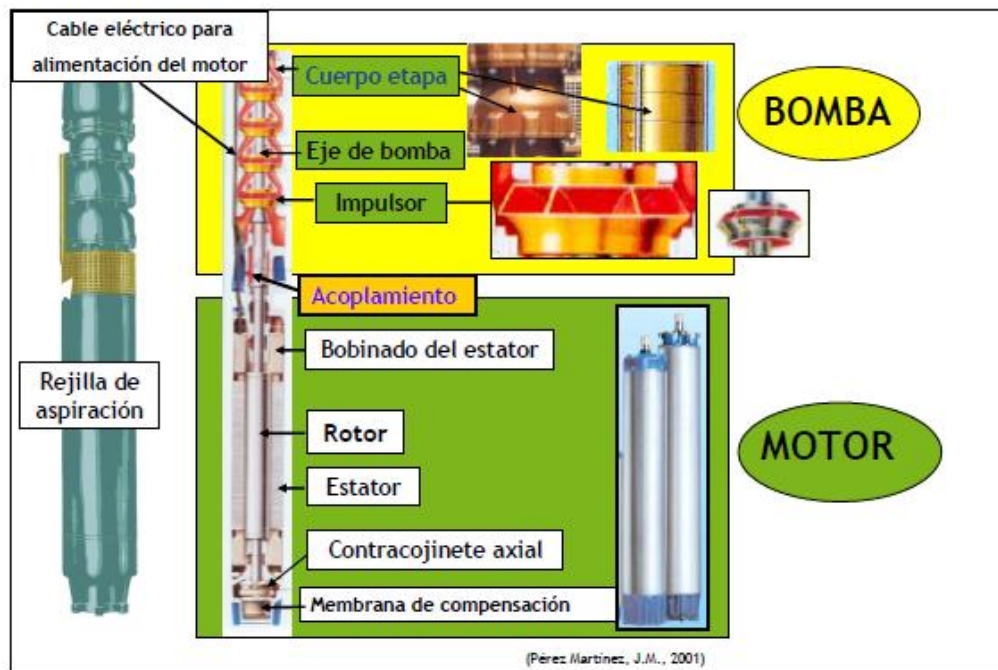


FIGURA 15. ESQUEMA MONTAJE ELECTROBOMBA

- Válvula de retención: La válvula de retención tiene la función de impedir el flujo de agua al sentido inverso de la impulsión con el fin de evitar que el agua en sentido inverso haga girar de manera contraria al motor de la bomba provocado el daño de esta.
- Manómetro: Para medir a que presión circula el caudal a lo largo de la tubería de captación.



- Tubería PVC: Se usa una tubería de diámetro constante para la fase de captación del agua que tendrá una longitud total de 177 metros, desde la superficie del agua en el interior del pozo, hasta la ubicación del depósito. Los detalles geométricos de la ubicación exacta de esta tubería y el resto de elementos de la instalación se pueden ver en la Figura 17 y en los documentos de planos.
- Ventosa: Ubicada también al final del tramo de impulsión inmediatamente antes de la válvula de retención y del manómetro, hay que colocar una ventosa para evitar que, al parar la bomba, este tramo entre en depresión.

Los datos básicos a tener en cuenta para dimensionar el grupo de bombeo son entre otros el caudal, la calidad del agua, el diámetro útil de la entubación del revestimiento, posición de cada uno de los filtros, profundidad, cota del punto de entrega del agua, presión en el mismo y las pérdidas de carga en la conducción.

La profundidad a la que se sitúa debe ser la adecuada para evitar el fenómeno de cavitación (vaporización del fluido elevado a temperatura muy inferior a su punto de ebullición debido a una generación de una depresión en las caras pasivas de los álabes del rodete). Para ello hay que tener en cuenta el N.P.S.H. (altura neta disponible en la aspiración) del grupo de bombeo. En este caso los rodetes de la bomba estarán sumergidos por lo que podemos decir que la bomba trabaja en carga, así que el fenómeno de cavitación queda descartado en esta bomba.

También hay que dejar altura suficiente desde el final del grupo bombeo, hasta el final del pozo para evitar que los depósitos de arena que se pudieran producir alcancen al grupo de bombeo lo que provocaría un mal funcionamiento de la bomba y esta se debería mover a una cota superior.

Pero si se sumerge demasiado en el pozo lo único que generará son más pérdidas por conducción porque habrá más longitud de tubería y mayor necesidad de altura a aportar.

Por esto nuestra bomba se colocará exactamente a una profundidad de 100 metros dentro del pozo, aunque sabemos que la perforación que hay hecha tiene una profundidad de 110 metros. De esta forma dejamos espacio suficiente para la acumulación de restos que pudieran perjudicar nuestra bomba.

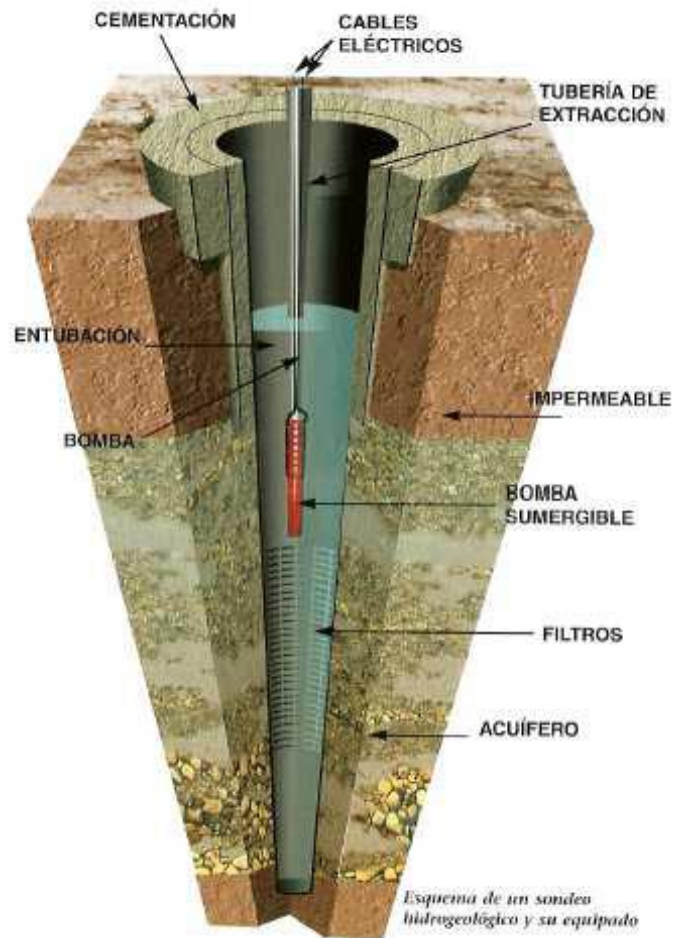


FIGURA 16. SECCIÓN CON DETALLES DEL INTERIOR DE LA PERFORACIÓN

Con los valores determinados del caudal de explotación y de la altura, se consultan los catálogos de los fabricantes, en los que a partir de la curva característica de los grupos de bombeo, se elegirá aquella que aporte el máximo rendimiento para esos valores de caudal y la altura definidos para este pozo.

Es preciso considerar el diámetro máximo del grupo de bombeo elegido, comprobando que hay espacio anular suficiente entre este grupo y la tubería de revestimiento para que haya una correcta refrigeración del equipo

El resumen de la ubicación de las tuberías y la longitud de ellas así como la ubicación de la bomba y su profundidad viene detallado en la siguiente Figura de forma esquemática:

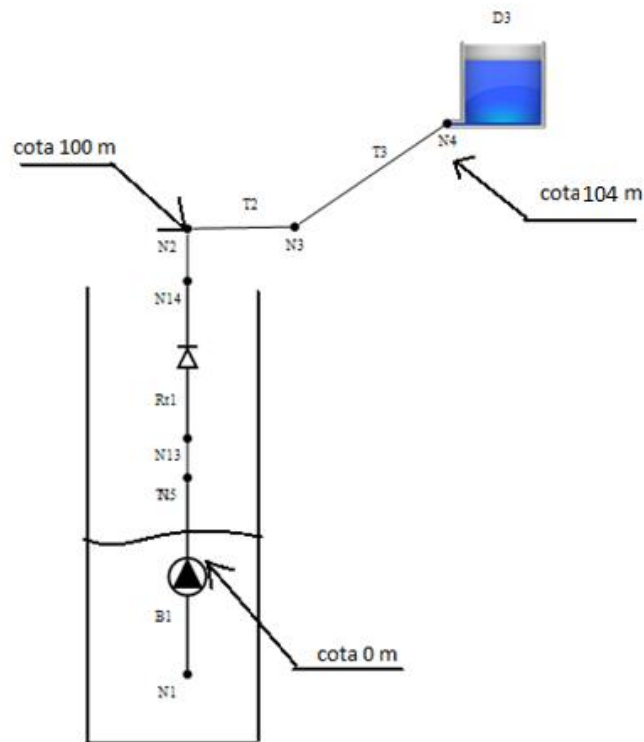


FIGURA 17. ESQUEMA FASE CAPTACIÓN DEL AGUA

La curva motriz viene determinada por la bomba elegida, pero la curva resistente se calcula a partir de los parámetros de la instalación que podemos ver en la anterior figura:

Suponemos cota 0 en la superficie del nivel del agua del pozo esta se encuentra a 100 metros bajo la superficie, el agua deberá ser elevada hasta una altura de 4 metros sobre la superficie que es la cota de la ubicación en la que se va a construir el depósito, la cota 100 será por tanto el nivel del suelo en la caseta donde irán las llaves y la otra bomba de riego, Esta caseta se identificaría con el Nudo 2 de la figura.

Longitud tramo 1 = 100 metros
 Longitud tramo 2 = 20 metros
 Longitud tramo 3 = 57 metros
 Ltotal= 177 metros

(Longitudes obtenidas de los planos)

Válvula de retención: La válvula de retención debe tener un diámetro igual al diámetro interior de la tubería, 71.4 mm en este caso, para estas magnitudes el coeficiente de pérdidas sin unidades sería de $K=1.5$, valor aproximado a los que podemos ver en los catálogos.



Codo 90° → L equivalente=2.6 metros

Codo 45° → L equivalente= 1.7 metros

$$Q=15m^3/h = 0.0042m^3/s$$

Escogemos tuberías de PVC de diámetro nominal de 75 mm de 4 atm de presión, estas tendrán un diámetro interior de 71,4 mm, que será constante en los 3 tramos. Consideramos este diámetro adecuado para nuestro caudal como se comprobará posteriormente.

Tendremos pérdidas localizadas, en la válvula de no retorno, y en los codos de 90° y 45°, y tendremos además unas pérdidas de carga generales que se crean debidas a la fricción del paso de agua por las tuberías

Aplicamos la ecuación de Bernoulli para calcular la altura que nos debe aportar la bomba Hb:

$$\frac{Pa}{\gamma} + \frac{Va^2}{2g} + Za + Hb = \frac{Pb}{\gamma} + \frac{Vb^2}{2g} + Zb + hf + h90 + h45 + hv \text{ retención}$$

-Sabido que tanto el punto de entrada A que es el agua del pozo se encuentra a presión atmosférica y el punto de destino B el depósito también se encuentra a presión atmosférica, ambos términos $\frac{Pa}{\gamma}$ y $\frac{Pb}{\gamma}$ serán 0 (trabajamos con presiones relativas).

-La cota del agua del pozo la tomamos como $Za=0$ y la del depósito de llegada será de $Zb=104$, es decir el depósito está 4 metros por encima del nivel de la superficie justo encima del pozo.

Cotas de superficie obtenidas de la web de google Earth:

<https://www.google.com/intl/es/earth/>

La obtención de las cotas de los puntos se explicará con más detalle en el apartado 7.4.1

-La altura cinemática también puede ser despreciada por lo que $\frac{Va^2}{2g}$ y $\frac{Vb^2}{2g}$ serán 0.

-Denominaremos las pérdidas por fricción como hf, las de los codos como h90 y h45 y las pérdidas en la válvula de retención como hv retención, estas se calcularán de la siguiente manera:

Caracterizaremos el flujo del fluido de la siguiente forma:

$$Re = \frac{V * d}{\nu}$$

El número de Reynolds nos indica si el flujo es laminar o turbulento, los términos de la ecuación son los siguientes:

$$\text{La velocidad } V = \frac{Q}{A} = \frac{0.0042m^3/s}{\pi * \frac{(0.0714^2)}{4}} = 1.05m/s, \text{ como vemos la tubería está bien dimensionada ya}$$

que la velocidad está dentro del intervalo $0.5 < V < 2$ m/s que es el intervalo de velocidades en el que consideraremos que una tubería está bien dimensionada

El diámetro interior de la tubería $D=0.0714m$



La viscosidad cinemática del fluido en este caso agua $\nu=1.01 \cdot 10^{-6} \frac{m^2}{s}$

Por lo que $Re = \frac{1.05 \cdot 0.0714}{1.01 \cdot 10^{-6}} = 74228$ es un valor adimensional.

Claramente nos encontramos en régimen turbulento $Re > 4000$.

Y estaríamos dentro del intervalo $5 \cdot 10^3 < Re < 10^8$, intervalo que caracterizará las ecuaciones para calcular las pérdidas de carga, y el factor f (factor de fricción).

El otro parámetro para definir el flujo es la rugosidad relativa ϵ_r (tomando un factor de rugosidad constante en toda la tubería de 0.05 mm valor apropiado para tuberías de PVC)

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{D} = \frac{0.05}{71.4} = 7 \cdot 10^{-4}$$

Valor dentro del intervalo $10^{-6} < \epsilon_r < 10^{-2}$

Tras esto podemos decir que estamos ante un flujo turbulento rugoso y por tanto usaremos la ecuación de "Swamee y Jain", para definir el factor f y las pérdidas de carga.

En ella se tienen en cuenta la rugosidad del material, "épsilon"; el diámetro interno de la tubería, "D"; y el número de Reynolds del flujo, Re . El coeficiente ϵ_r como "Rugosidad relativa", del material, valores que acabamos de calcular.

El cálculo realizado es directo, sin iteraciones, solamente se reemplazan los valores del número de Reynolds y de la Rugosidad relativa y se calcula el coeficiente de fricción. Se puede catalogar como una ecuación explícita para el cálculo del factor de fricción.

$$f = 0.25 * \left[\log_{10} \left(\frac{\epsilon_r}{3.7} + \frac{5.79}{Re^{0.9}} \right) \right]^{-2} = 0.25 * \left[\log_{10} \left(\frac{7 \cdot 10^{-4}}{3.7} + \frac{5.74}{74228^{0.9}} \right) \right]^{-2} = 0.022$$

El factor de fricción o coeficiente de resistencia de Darcy-Weisbach (f) es un parámetro adimensional que se utiliza en dinámica de fluidos para calcular la pérdida de carga en una tubería debido a la fricción.

El cálculo del factor de fricción y la influencia de dos parámetros (número de Reynolds, Re y rugosidad relativa, ϵ_r) depende del régimen de flujo, por eso hemos caracterizado dicho régimen antes de elegir con que ecuación calcular este factor.

A continuación calculamos las pérdidas de cada elemento ya mencionado anteriormente mediante la ecuación de "Darcy-Weisbach".

Esta ecuación permite la evaluación apropiada del efecto de cada uno de los factores que inciden en la pérdida de energía en una tubería. Es una de las pocas expresiones que agrupan estos factores.



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

- Pérdidas por fricción en la longitud de la tubería:

$$h_f = \frac{8 * 0.022 * 177}{\pi^2 * 9.81 * 0.0714^5} * 0.0042^2 = 3.06 mca$$

$$f = 0.022$$

$$L = 177 \text{ m}$$

$$D = 0.0714 \text{ m}$$

$$g = 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$Q = 0.0042 \frac{m^3}{s}$$

- Pérdidas localizadas en los codos:

Cada codo genera unas pérdidas localizadas que equivalen a las pérdidas por fricción que generaría el caudal a su paso por una longitud equivalente.

Codo 90° → L equivalente = 2.6 metros

Codo 45° → L equivalente = 1.7 metros

L total equivalente = 2.6 + 1.7 = 4.3 metros

$$h_f = \frac{8 * 0.022 * 4.3}{\pi^2 * 9.81 * 0.0714^5} * 0.0042^2 = 0.074 mca$$

$$f = 0.022; L = 4.3 \text{ m}; D = 0.0714 \text{ m}; g = 9.81 \frac{m}{s^2}; Q = 0.0042 \frac{m^3}{s}$$

- Pérdidas de carga localizadas en la válvula de retención :

Las pérdidas de carga se pueden calcular suponiendo una L equivalente y calculando las pérdidas que tendría el paso del fluido a través de esa longitud, o si conocemos el coeficiente K en este caso una K sin unidades $K=1.5$, se puede calcular usando la expresión:

$$h_f = k * \frac{v^2}{2g} = 1.5 * \frac{1.05^2}{2 * 9.81} = 0.0562 mca$$

$$k = 1.5$$

$$v = 1.05 \text{ m/s}$$

$$g = 9.81 \frac{m}{s^2}$$

Por lo que la ecuación de Bernoulli quedaría de a siguiente forma:

$$Hb = 104 + 3.06 + 0.074 + 0.0562 = 107.1902 \text{ mca}$$

En el punto de funcionamiento la curva resistente y la curva motriz de la bomba deben cruzarse, sabemos que este punto se debe dar para un caudal de 15 m³/h y una altura de 107.19 mca, por lo que debemos seleccionar una bomba cuya curva motriz se cruce con la siguiente curva resistente en ese punto especificado.

Como la altura de la bomba debe ser igual a la curva resistente en el punto de funcionamiento de nuestro caudal, es lo mismo decir que la altura de la bomba debe ser de 107.19 mca, o que la curva resistente en ese punto debe ofrecer una resistencia de 107.19 mca, por lo que:

$$Hr = (\text{altura final} - \text{altura inicial cota agua del pozo}) + (\sum H_{\text{pérdidas por fricción}}) = (140) + (\sum k) * Q^2$$

$$Hr = 104 + 173391 * Q^2 + 4212.32 * Q^2 + 3185.94 * Q^2$$

$$Hr = 104 + 180789.26 Q^2 \quad (Q \text{ en } \frac{m^3}{h})$$

$$Hr = 104 + 0.01418 Q^2 \quad (Q \text{ en } \frac{m^3}{h})$$

$$Hr = 104 + 0.01418 Q^2 = Hb = 107.19 \text{ mca} \quad (Q \text{ en } \frac{m^3}{h})$$

Buscamos un catálogo de bombas capaces de aportar esta altura, deberá ser una bomba multicelular con un diámetro de 4'' o 6''.

Este diámetro de bomba es el correcto ya que nuestro orificio de la perforación tiene un diámetro de unos 160 mm, lo que son más de 6'', por lo que con una bomba ya fuese de diámetro 4'' o 6'', quedaría espacio entre esta y las paredes de la entubación para permitir la refrigeración de la misma como ya hemos explicado previamente.

Entre los diferentes fabricantes elegimos el catálogo de la marca Calpeda que nos proporciona además las gráficas de las bombas más cercanas a nuestro punto de funcionamiento en su página web.

En la siguiente figura podemos ver las curvas características de las bombas que están más cerca de nuestro punto de funcionamiento de todas las que tienen en su oferta.

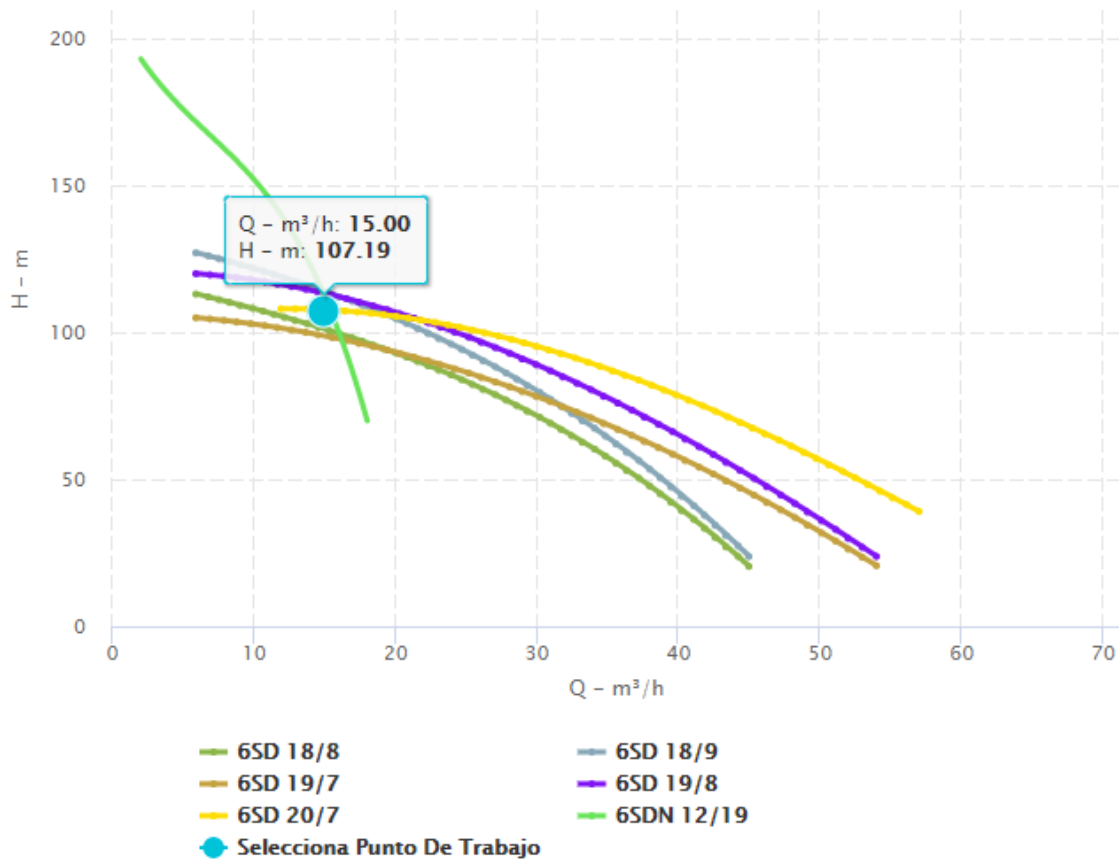


FIGURA 18. COMPARACIÓN DIFERENTES MODELOS DE BOMBA ENTORNO A NUESTRO PUNTO DE FUNCIONAMIENTO.

Aunque esta información podemos identificarla directamente nosotros en los datos técnicos de su gama de bombas donde encontramos las curvas motrices de todas las bombas, nos interesa concretamente el modelo SD de su oferta ya que es la que más se ajusta a nuestra altura y caudal:

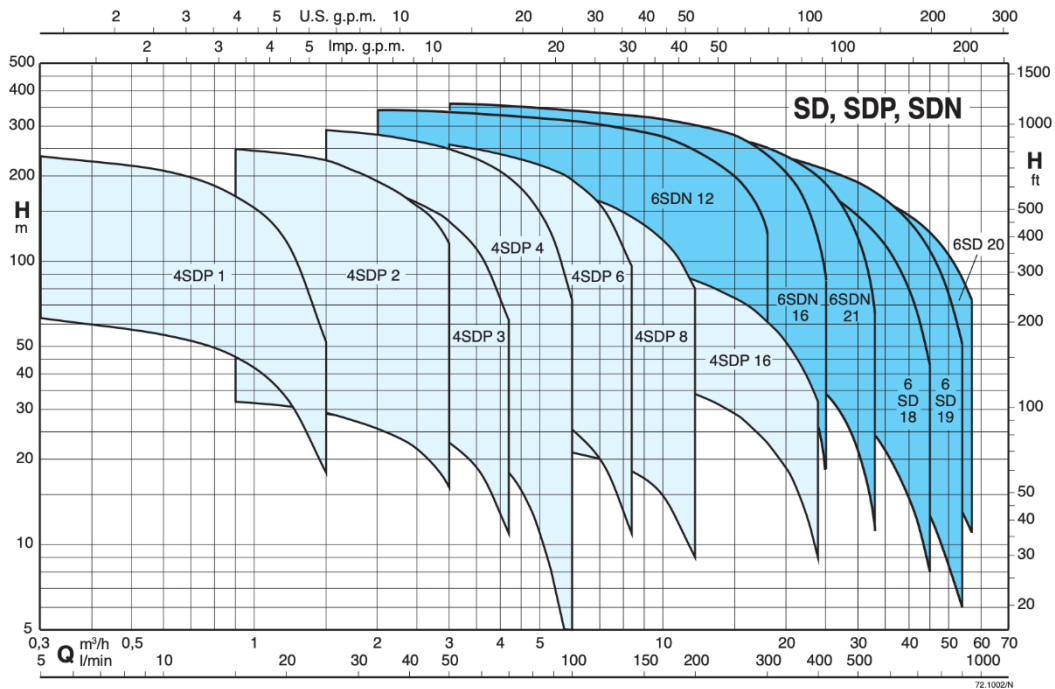


FIGURA 19. CURVAS CARACTERÍSTICAS BOMBAS CALPEDA MODELOS SD.

En el diagrama de la figura 19 se indica el campo de aplicación de cada modelo de bomba, pero para cada punto de funcionamiento concreto hay que saber cuántos rodetes hacen falta, esto lo veremos concretamente en la figura 21.

Por lo que para el caudal de $15 \text{ m}^3/\text{h}$ y una altura de 107.19 metros la bomba sumergible multicelular que más nos interesa es el modelo 6SDN 12/19., cuyos datos y especificaciones técnicas podemos ver en las siguientes Figuras.

Designación

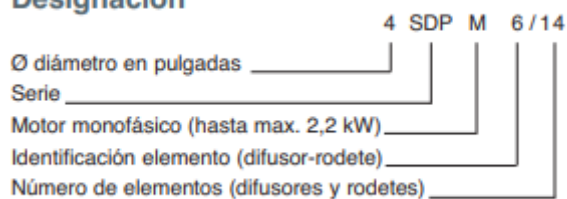


FIGURA 20. NOMENCLATURA BOMBAS CALPEDA.

Como indica el propio fabricante en su designación, la bomba elegida para nuestro pozo de 6'' pertenece a la serie SDN la identificación es el número 12 y constará de 19 rodetes, en la siguiente figura podemos ver como el número de rodetes elegido es el adecuado para la altura y el caudal deseado, dentro del modelo de bomba 6 SDN:

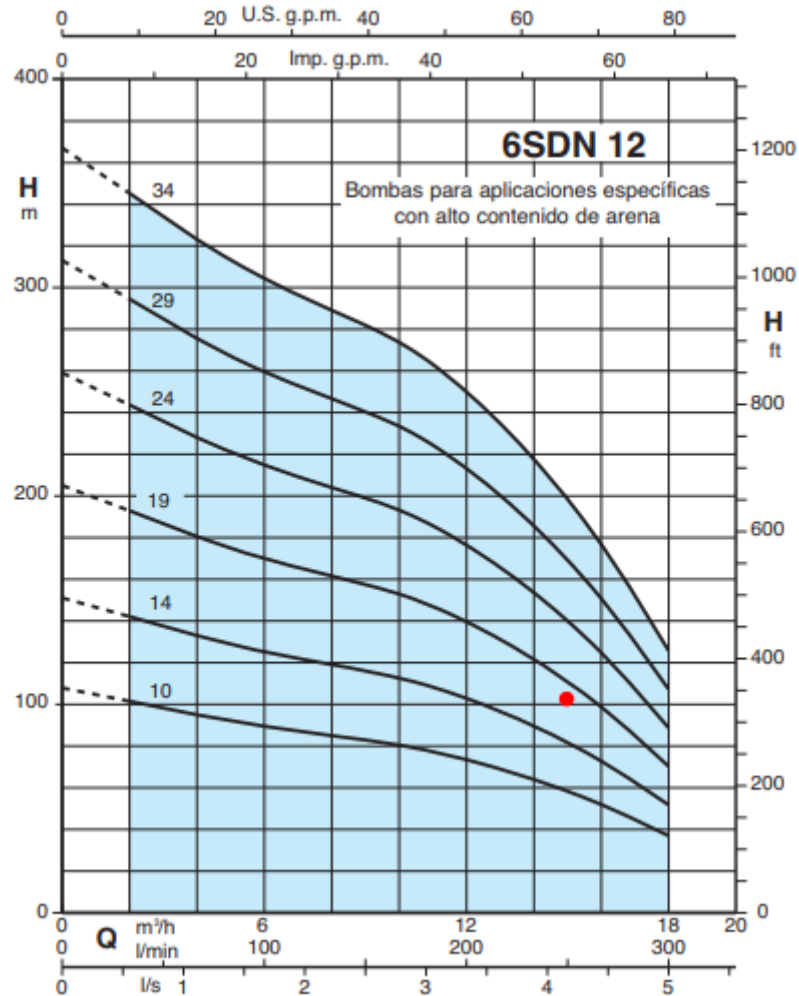


FIGURA 21. CURVAS CARACTERÍSTICA DE LAS BOMBAS SUMERGIBLES 6SDN 12, EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE RODETES ASOCIADOS EN SERIE.

Como vemos para los 15 m³/hora y la altura de 107.19 mca, que es el punto de funcionamiento marcado en rojo en la gráfica, necesitaremos que el modelo 6 SDN 12/19 conste de 19 rodets en serie.

También nos indican que este modelo de bomba es adecuado para nuestra aplicación ya que, como habíamos comentado este pozo tiene arena y esta bomba es capaz de soportar aguas con concentraciones de hasta 300 g/m³ de arena, que es un alto porcentaje de sólidos.

Una vez extraída el agua del pozo, este problema se solucionará en el embalse de almacenamiento que será a su vez un embalse de decantación para separar la arena del agua.

Ficha De Bomba Y Motor			
n (rpm):	2900	Pn (HP):	10.00
H max (m):	193.00	Tipo de motor:	IM
H min (m):	70.50	Fases de motor:	3~
Q min (mc/h):	2.00	fq (Hz):	50
Q max (mc/h):	18.00	Polos:	2
Pn (kW):	7.50	Peso (kg):	19.300

FIGURA 22. FICHA TÉCNICA GRUPO ELECTROBOMBA 6SDN 12.

Materiales	
Camisa externa:	Cr-Ni steel 1.4301 EN 10088 (AISI 304)
Cuerpo de impulsión:	Bronze G-Cu Sn 10 EN 1982
Cuerpo de aspiración:	Bronze G-Cu Sn 10 EN 1982
Cuerpo elemento:	Noryl PPO-GF20
Rodete:	Noryl PPO-GF20
Anillo cierre:	Cr-Ni steel 1.4301 EN 10088 (AISI 304)
Difusor:	Noryl PPO-GF20
Eje:	Chrome steel 1.4104 EN 10088 (AISI 430F)
Filtro:	Chrome steel 1.4104 EN 10088 (AISI 430F)
Casquillo guía cojinete:	NBR
Tornillos:	Cr-Ni steel 1.4301 EN 10088 (AISI 304)

FIGURA 23. MATERIALES GRUPO ELECTROBOMBA 6SDN 12.

En la figura 24 podemos identificar el punto de funcionamiento del modelo de bomba elegido en la instalación, nuestra curva resistente se corta con la curva motriz del modelo de bomba elegido, exactamente para el punto compuesto en el eje de abscisas de un caudal de $15 \text{ m}^3/\text{h}$ y una altura que podemos identificar en el eje de ordenadas de 107.19 mca.

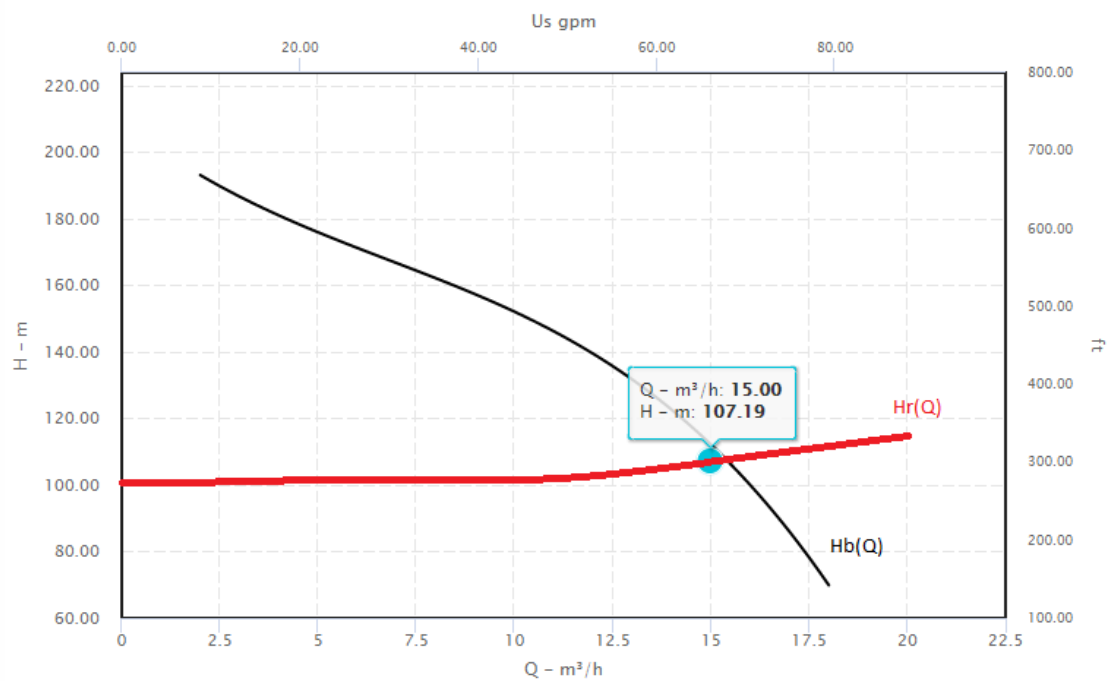


FIGURA 24. PUNTO FUNCIONAMIENTO CON LA BOMBA ELEGIDA EN NUESTRA INSTALACIÓN

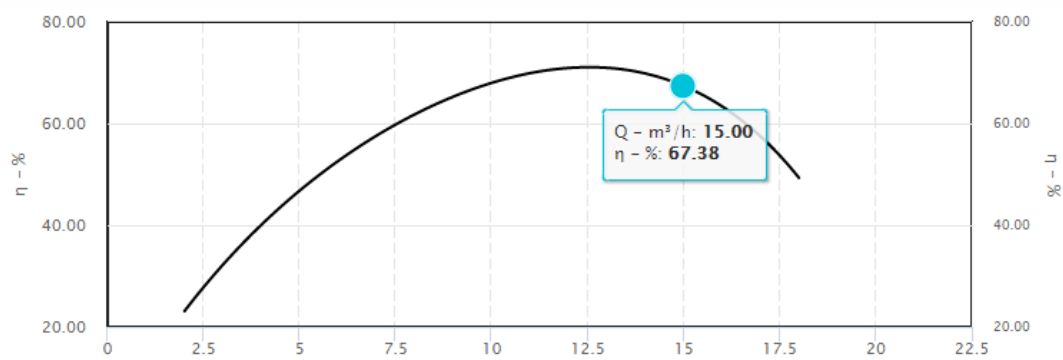


FIGURA 25. RENDIMIENTO DE LA BOMBA PARA NUESTRO CAUDAL.

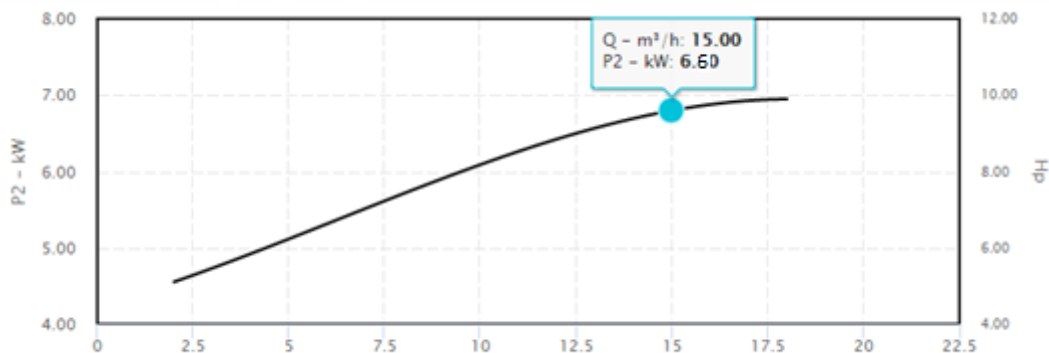


FIGURA 26. POTENCIA CONSUMIDA SEGÚN EL FABRICANTE

El fabricante nos dice que el motor eléctrico que compone el grupo sumergible de la electrobomba tiene una potencia nominal de 7.5 kw, esta es la potencia de trabajo máxima que el motor podría ofrecer. Pero en nuestra instalación, la potencia que consumirá el motor cuando la bomba trabaje en nuestro punto de funcionamiento no será esta potencia nominal, sino que será inferior.

Estamos hablando por tanto de la potencia consumida por el motor en este punto, que es la que nos proporciona el fabricante en las curvas que definen cada modelo de bomba.

En la figura 26 podemos ver como la potencia que consumirá el motor en nuestro punto de funcionamiento será de 6,6 Kw.

En esta potencia ya se está considerando el rendimiento del grupo completo en nuestro punto de funcionamiento, que en nuestro caso según las curvas de la bomba será de un 67.38%.

Este rendimiento es el rendimiento global, donde se están teniendo en cuenta el rendimiento volumétrico, el rendimiento hidráulico y el rendimiento mecánico.

Se están teniendo en cuenta las pérdidas volumétricas por recirculación del fluido (caudal teórico que circula en el interior de la bomba > caudal útil que suministramos a la instalación) (η_v).

También se están considerando las pérdidas hidráulicas que existen dentro de la bomba, tanto las que se generan por fricción en el paso del fluido a través de la bomba, como las pérdidas por choque que producen la diferencia entre el caudal de diseño y el que circula por la bomba (Q_t), lo representaremos como η_h .

Por último las pérdidas mecánicas que son las que se producen en la transmisión de potencia del motor a la bomba, debidas a fricción entre los elementos y otras causas mecánicas (η_m).

El rendimiento global será igual al producto del resto de rendimientos.

$$\eta_g = \eta_h * \eta_v * \eta_m$$

Hablando de potencias también podemos calcular nosotros la potencia útil que se le aporta al fluido como $P_{util} = \gamma * Q_{util} * H_{util}$, pero la potencia que debemos aportar al motor debe ser superior a esta para poder vencer los efectos de las pérdidas volumétricas, hidráulicas y mecánicas ya explicadas.

La potencia aportada será por tanto $9810 * 0.0042 * 107.19 = 4416.44 \text{ W}$, es decir se aportan al fluido 4416.44 Julios cada segundo.

Conocida la potencia útil que aporta la bomba al fluido y el rendimiento que nos da el fabricante podemos realizar como comprobación el cálculo de la potencia consumida y lo compararemos con el dato de potencia consumida que nos dice el fabricante.

$$\text{Sabiedo que } \eta g = \frac{P_{util}}{P_{abs}} \quad P_{abs} = \frac{\gamma * Q * H_b}{P_{util}}$$

$$P_{abs} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{9810 * 0.0042 * 107.19}{0.6738} = 6554.53 \text{ w} = 6.6 \text{ kW}$$

Vemos que el consumo calculado es de 6,6 kw, coincide con el que nos proporciona el fabricante de 6.6 Kw. Por lo que para dimensionar la instalación fotovoltaica diremos que la bomba consume **6.6 KW**.

Además este tipo de motores eléctricos tienen su propio rendimiento por lo que la potencia que se deberá aportar al motor será aún mayor que los 6.6 Kw calculados.

Concretamente podemos estimar el rendimiento de un motor como el nuestro, de 3 fases, 2 polos y 50 Hz de un 85.4% según la normativa UNE-EN 60034-30-1 para un motor de eficiencia energética estándar.

Valor obtenido interpolando en los datos de la siguiente tabla, suponiendo que los datos siguen una progresión lineal

Minimum 50 Hz efficiency values defined in IEC/EN 60034-30-1:2014 (based on test methods specified in IEC 60034-2-1:2014)

Output kW	IE1				IE2				IE3				IE4			
	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole
0.12	45.0	50.0	38.3	31.0	53.6	59.1	50.6	39.8	60.8	64.8	57.7	50.7	66.5	69.8	64.9	62.3
0.18	52.8	57.0	45.5	38.0	60.4	64.7	56.6	45.9	65.9	69.9	63.9	58.7	70.8	74.7	70.1	67.2
0.20	54.6	58.5	47.6	39.7	61.9	65.9	58.2	47.4	67.2	71.1	65.4	60.6	71.9	75.8	71.4	68.4
0.25	58.2	61.5	52.1	43.4	64.8	68.5	61.6	50.6	69.7	73.5	68.6	64.1	74.3	77.9	74.1	70.8
0.37	63.9	66.0	59.7	49.7	69.5	72.7	67.6	56.1	73.8	77.3	73.5	69.3	78.1	81.1	78.0	74.3
0.40	64.9	66.8	61.1	50.9	70.4	73.5	68.8	57.2	74.6	78.0	74.4	70.1	78.9	81.7	78.7	74.9
0.55	69.0	70.0	65.8	56.1	74.1	77.1	73.1	61.7	77.8	80.8	77.2	73.0	81.5	83.9	80.9	77.0
0.75	72.1	72.1	70.0	61.2	77.4	79.6	75.9	66.2	80.7	82.5	78.9	75.0	83.5	85.7	82.7	78.4
1.1	75.0	75.0	72.9	66.5	79.6	81.4	78.1	70.8	82.7	84.1	81.0	77.7	85.2	87.2	84.5	80.8
1.5	77.2	77.2	75.2	70.2	81.3	82.8	79.8	74.1	84.2	85.3	82.5	79.7	86.5	88.2	85.9	82.6
2.2	79.7	79.7	77.7	74.2	83.2	84.3	81.8	77.6	85.9	86.7	84.3	81.9	88.0	89.5	87.4	84.5
3	81.5	81.5	79.7	77.0	84.6	85.5	83.3	80.0	87.1	87.7	85.6	83.5	89.1	90.4	88.6	85.9
4	83.1	83.1	81.4	79.2	85.8	86.6	84.6	81.9	88.1	88.6	86.8	84.8	90.0	91.1	89.5	87.1
5.5	84.7	84.7	83.1	81.4	87.0	87.7	86.0	83.8	89.2	89.6	88.0	86.2	90.9	91.9	90.5	88.3
7.5	86.0	86.0	84.7	83.1	88.1	88.7	87.2	85.3	90.1	90.4	89.1	87.3	91.7	92.6	91.3	89.3
11	87.6	87.6	86.4	85.0	89.4	89.8	88.7	86.9	91.2	91.4	90.3	88.6	92.6	93.3	92.3	90.4
15	88.7	88.7	87.7	86.2	90.3	90.6	89.7	88.0	91.9	92.1	91.2	89.6	93.3	93.9	92.9	91.2

FIGURA 27 TABLA RENDIMIENTOS MOTOR ELÉCTRICO.

Luego la potencia real que se necesita aportar al motor será de $6.6/0.854=7.7 \text{ KW}$.

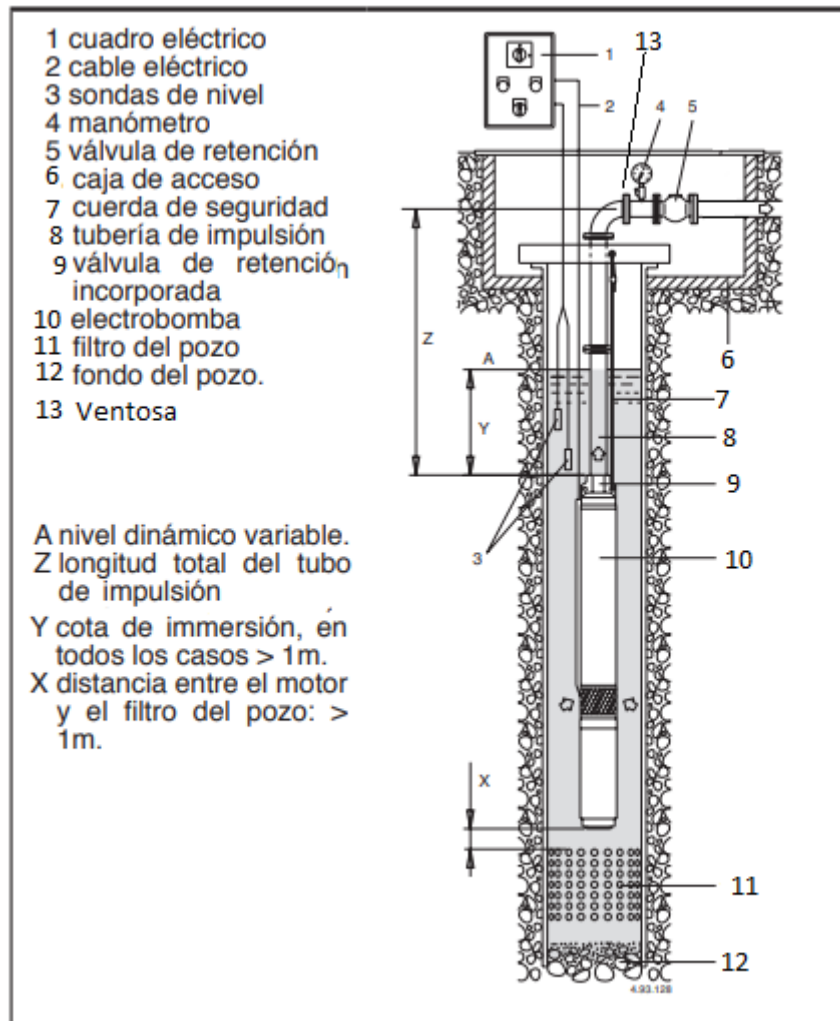


FIGURA 28. MONTAJE BOMBA.

El montaje de la bomba será el mostrado en la figura 28, el cual vamos a explicar a continuación.

Se colocará el grupo electrobomba elegido (6 SDN 12/19) a una profundidad de 100 metros dentro del pozo, aunque sabemos que la perforación que hay hecha tiene una profundidad de 110 metros, luego la distancia hasta el fondo del pozo será de 10 metros por la posible acumulación de sedimentos que pudiera producirse.

En estos 10 metros se ubicará un filtro de pozo estándar, aproximadamente 1 metro por debajo de la electrobomba.

La bomba estará asegurada y sujeta a la superficie mediante una cuerda de seguridad además de la propia tubería de PVC a la que va incorporada.

Al final de la tubería de captación se colocará una válvula de retención para evitar que la tubería se vacíe, además de la propia válvula de retención que ya va integrada en la bomba y que esta utiliza.

También en este punto se ubicará el manómetro para saber la presión a la que circula el caudal en esta tubería.

Inmediatamente antes de la válvula de retención y del manómetro, hay que colocar una ventosa para evitar que, al parar la bomba, este tramo entre en depresión. Al parar la bomba, la ventosa se abre y deja entrar aire, vaciándose el tramo de tubería entre la válvula de retención, cerrada, y el nivel del agua en el pozo. Al volver a poner en marcha la bomba, el aire que ha entrado será expulsado por la ventosa, hasta que al final de la expulsión se abra la válvula de retención y comience la impulsión.

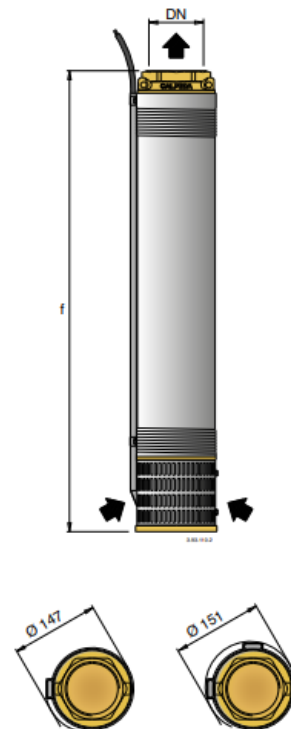


FIGURA 29. PLANO DETALLE BOMBA 6 SDN 12/19



7.3 Dimensionado del depósito de almacenamiento y estudio del tiempo de llenado:

El caudal de $15 \text{ m}^3/\text{h}$, que es el que nos proporciona el pozo es insuficiente para el riego de un sector por lo que debemos acumular el agua necesaria en un depósito ya que el caudal de riego necesario es de $30 \text{ m}^3/\text{h}$.

Sabiendo que se necesita una cantidad de agua de 28.7 l/m^2 en cada riego y que cada aspersor riega 3.4 l/m^2 en una hora, se determina que la duración de cada riego debe ser de 8,4 horas, estos datos ya se explicaron con más detalle en el apartado 6.5.

Una de las formas de calcular la cantidad de agua total será multiplicando el caudal total necesario en cada hora por el número de horas de cada riego.

$$\text{Litros riego cada sector} = Q \cdot h = 30 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 8.4 \text{ h} = 252 \text{ m}^3$$

Pero esto es solo para un sector, sabiendo que hemos dividido la parcela en 2 y que los riegos de cada sector se realizan en días consecutivos, lo más razonable es que el volumen de agua del depósito sea el suficiente para realizar el riego de los 2 sectores.

Lo más indicado es realizar un depósito excavado en el terreno con capacidad para un riego completo $v = 252 \cdot 2 = 504 \text{ m}^3$, lo sobredimensionaremos a 510 m^3 por la posibilidad de pérdidas debidos a diversos factores entre otros la evaporación ya que será un depósito descubierto.

Se excavará en el terreno por tanto un depósito que tenga un volumen de al menos 510 m^3 , Hay que tener en cuenta que contra más superficie horizontal tenga el depósito más pérdidas por evaporación tendremos, pero contra más profundo más se encarecerán las labores de excavación por lo que hay que buscar un equilibrio

Se decide hacer un depósito de dimensiones $10.5 \cdot 10 \cdot 5$ de base rectangular de 10.5×10 y 5 metros de altura, con un volumen resultante de 525 m^3 .

Este no se llenará hasta arriba solo, dejando algunos cm de margen hasta la altura total, para evitar que se desborde el agua en caso de que haya ráfagas de viento que generen corrientes en la superficie y puedan provocar desbordamientos, de esta forma estamos del lado de la seguridad.

El tiempo de llenado total del depósito desde que se encuentra totalmente vacío hasta que se introducen los 510 m^3 sabiendo que tenemos un caudal de $15 \text{ m}^3/\text{hora}$ será de 34 horas. Esta correctamente dimensionada esta parte de la instalación ya que los riegos se realizarán cada 10 días y tendremos el agua suficiente para regar la parcela en menos días, dependiendo de las horas de funcionamiento que se quiera dar a la bomba cada día.

Se podría pensar en la posibilidad de bombear agua al depósito mientras se esté regando para disminuir las necesidades de volumen del depósito, pero como se va diseñar una instalación solar fotovoltaica para extraer el agua del pozo existen posibilidades de que no tengamos energía suficiente almacenada para el riego durante la noche.

Por lo que se abandona esta opción para estar el lado de la seguridad. Este tema se explicará con más detalle más adelante en otros puntos del proyecto.



7.4 Dimensionado segunda parte de la instalación, fase de riego y selección bomba

Esta parte de la instalación será más compleja que la anterior, en esta se moverá un caudal de $30 \text{ m}^3/\text{h}$, este agua vendrá desde el depósito de almacenamiento hasta la caseta que se construirá para guardar las bombas, desde ahí se impulsará hasta las tuberías secundarias en las que se conectará cada aspersor y desde estos se aplicará el agua sobre el terreno.

Primero se dimensiona el diámetro de tubería más adecuado en cada tramo para los caudales que circularán por cada una y por último se debe seleccionar el tipo de bomba y el modelo ideal para nuestro caudal y nuestra altura necesaria.

En esta parte de la instalación se tiene en cuenta que se deben usar 2 válvulas de regulación de caudal, una en cada sector para direccionar el caudal hacia el sector A o el B, estas se colocarán también dentro de la caseta de las bombas.

El dimensionado de la instalación se hace mediante el programa Epanet debido a que es una red con un gran número de tuberías y este programa es el más útil y eficaz para hacerlo.

7.4.1 Dimensionado de la red en Epanet

Se usa el criterio de la velocidad máxima inferior a 2 m/s para dimensionar el diámetro más adecuado de las tuberías, serán procesos iterativos en los que se seguirá el siguiente diagrama de flujo indicado en la figura 30.

En esta parte las tuberías que se usarán serán tuberías de riego agrícola de polietileno flexibles con una presión máxima, o también llamada presión nominal de 4 bar.

Elegimos este tipo de tuberías ya que son flexibles y de este modo se adaptan mejor a la superficie del terreno, y son más fáciles de manejar, además de la facilidad de montaje a la hora de pincharlas e insertar las mangueras de los aspersores a estas.

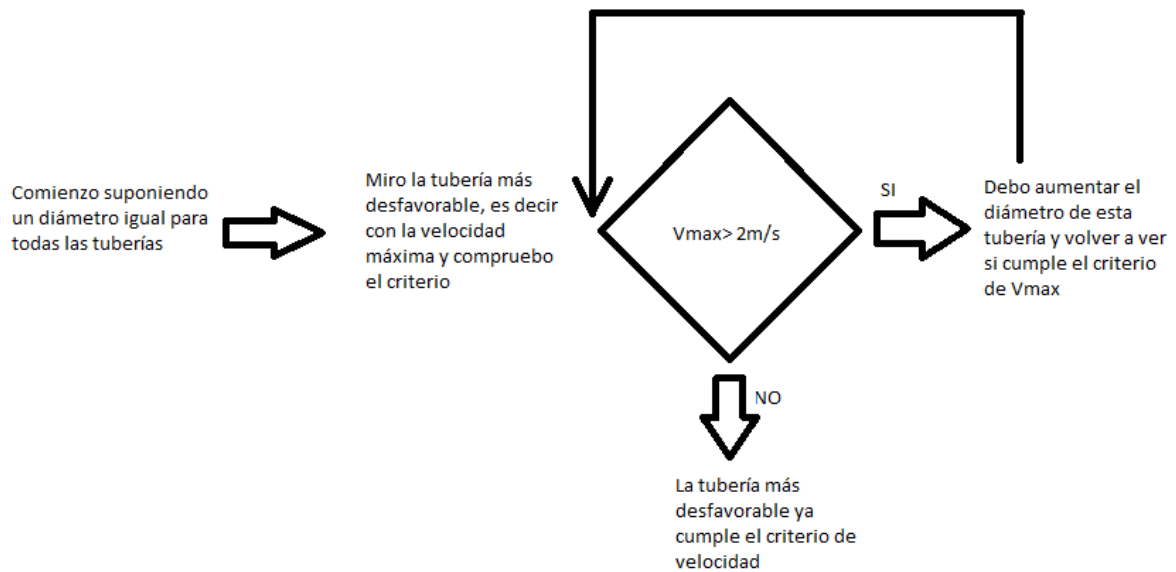


FIGURA 30. DIAGRAMA CRITERIO VMAX

En primer lugar debemos saber cuántas tuberías necesitaremos para la instalación, en qué punto de la parcela estarán ubicadas y cuál es su longitud.

En la siguiente figura podemos hacernos una idea general de las tuberías que habrá en cada sector, en azul están representadas las tuberías del sector A. Consta de la tubería A, por la que irá un caudal de $30 \text{ m}^3/h$, y 22 tuberías laterales en las que se conectará los microaspersores directamente.

El sector B, contará por tanto con un sistema similar al A, formado por una tubería principal por la que circularán los $30 \text{ m}^3/h$ y 15 tuberías laterales en las que se conectarán los microaspersores.

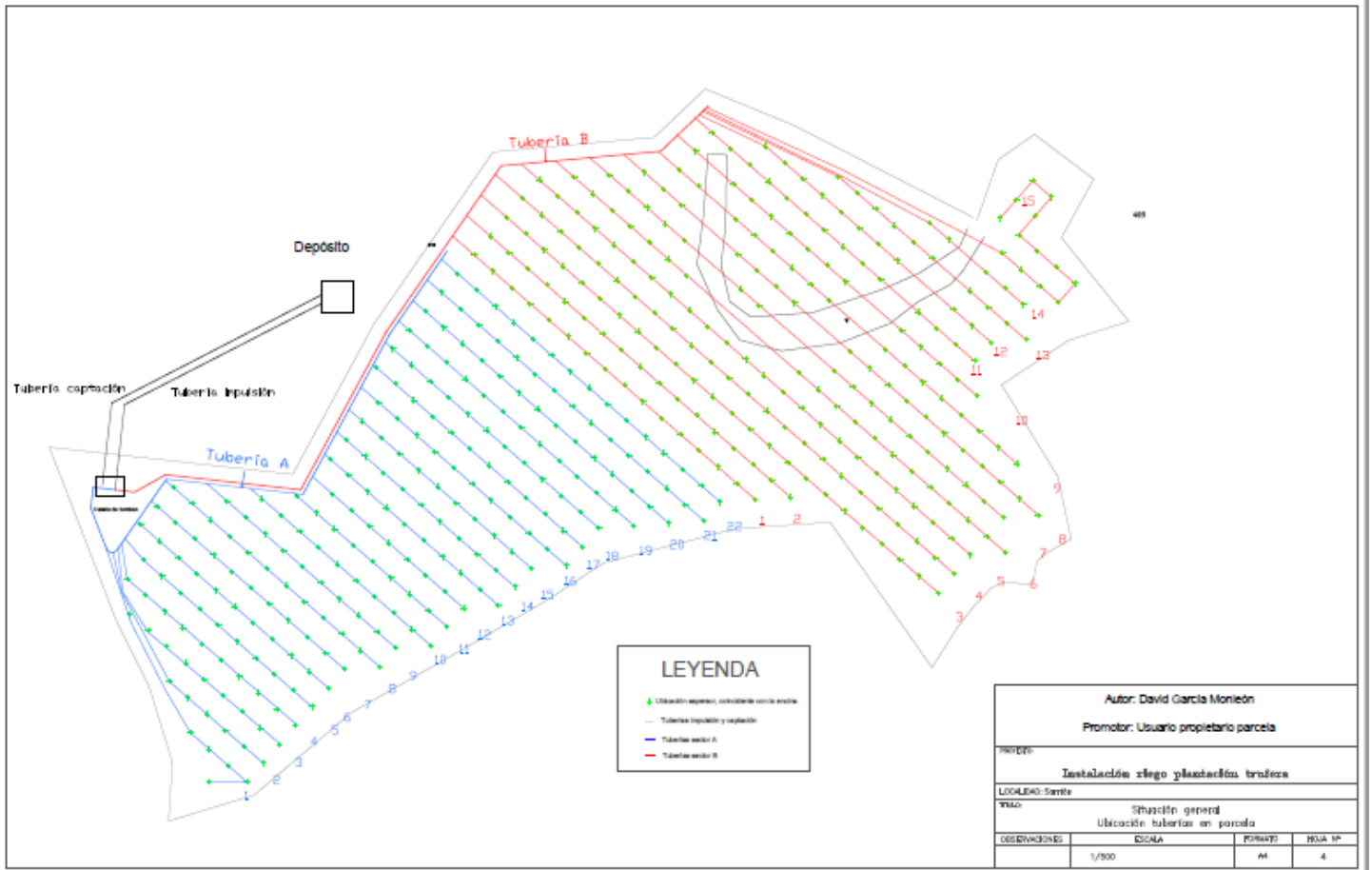


FIGURA 31. PLANO GENERAL UBICACIÓN TUBERÍAS

A continuación modelamos la geometría de cada sector en Epanet por separado, introduciendo las longitudes de cada tramo de tubería, la ubicación de cada micro aspersor y de cada nudo, estos datos se pueden consultar en detalle en el documento de planos.

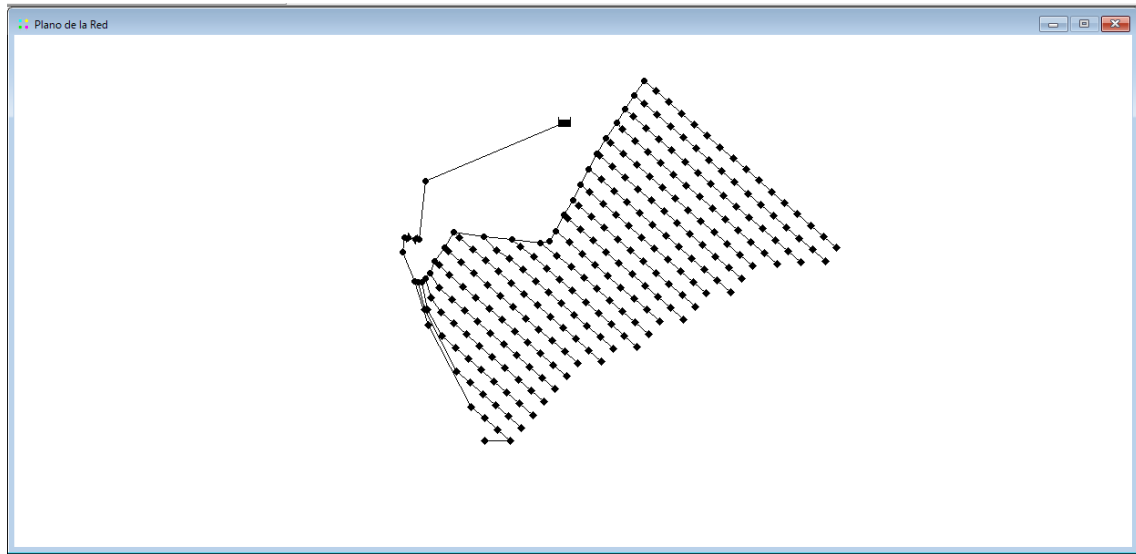


FIGURA 32. MODELO SECTOR A EN EPANET.

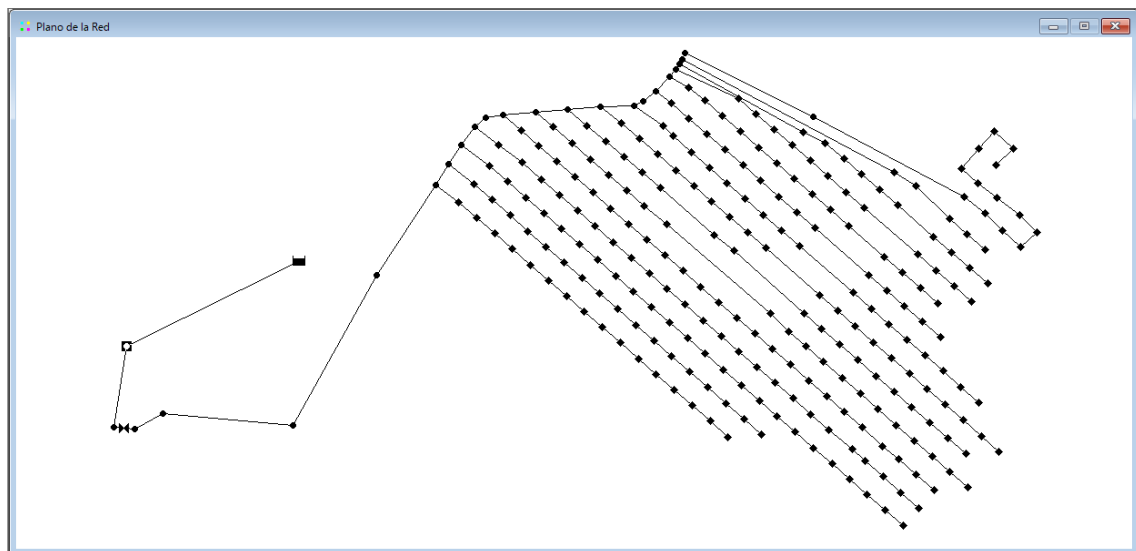


FIGURA 33. MODELO SECTOR B EN EPANET.

Para ambos modelos se dimensiona la misma estación de bombeo, ya que se regarán ambos sectores usando la misma bomba.

La estación de bombeo se puede representar en principio por un depósito de nivel constante que tenga una cota determinada. En sucesivas simulaciones de la red se ajustará esta cota para obtener por los aspersores caudales del orden de los deseados. Luego se sustituirá este depósito por una bomba que proporcione una altura igual a la diferencia entre la altura del agua en el depósito y la cota del nudo de cabecera de la red. Con este valor y el caudal total distribuido se seleccionará la bomba.

El siguiente paso es asignar a cada nudo la cota correspondiente, para eso debemos saber a que altura exacta se encuentra cada elemento de la instalación. En este caso usamos la web del satélite de Google Earth para saber la diferencia de cota entre el depósito y los diferentes puntos de la instalación.

En la figura 34, podemos ver la imagen de la parcela del satélite, y en la esquina inferior derecha aparece la altura de cada punto seleccionado, en este caso hemos seleccionado la ubicación del depósito, y vemos que este se encuentra a 978 metros sobre el nivel del mar.



FIGURA 34. IMAGEN PARCELA GOOGLE EARTH CON ALTURA REAL DEL PUNTO DEL DEPÓSITO

El proceso que hemos seguido para determinar la altura que se introducirá en Epanet de cada punto es el siguiente.

En primer lugar obtenemos la altura real del punto que deseamos por ejemplo, el segundo aspersor de la sexta tubería del sector A. que tiene una altura de 983 metros según Google Earth la diferencia de cota desde el depósito será por tanto $983 - 978 = 5$ metros, esta será la cota que se introducirá en dicho nudo en Epanet.

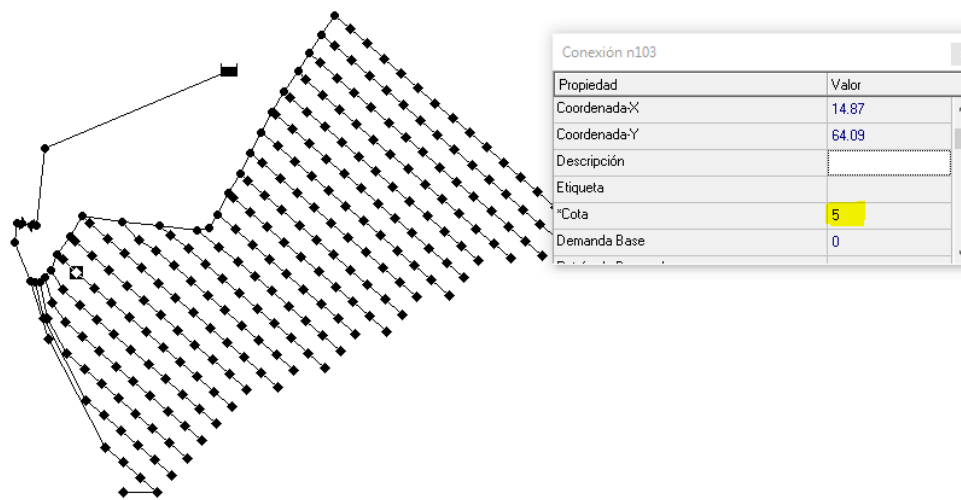


FIGURA 35. IMAGEN EJEMPLIFICATIVA INTRODUCCIÓN COTA DEL MICROASPERSOR

Igual que para este punto se introduce la cota del resto de los nudos, tanto de los microaspersores como de las uniones de unas tuberías con otras.

A continuación procedemos a definir las características de los emisores. Cada aspersor se representará por un nudo con su cota, con demanda nula, pero poniéndole un coeficiente emisor K_e de manera que $Q_e = K_e \cdot (P_e)^{0,5}$ donde Q_e es el caudal que sale por el emisor, en l/s, cuando en el nudo existe la presión P_e en mca.

En este caso el caudal deseado en cada emisor que es para el que hemos dimensionado la instalación es de $120 \text{ l/h} = 0.033 \text{ l/s}$.

La presión que hemos decidido a la que tiene que trabajar el aspersor para su correcto funcionamiento es de 1.7 bar, valor que esta dentro del intervalo recomendado por el fabricante (1.5-3 bar), aunque consideremos como correcto cualquier valor de presiones en los nudos de los hidrantes que se encuentren dentro de dicho intervalo.

Si $Q_e = 0.033 \text{ l/s}$ y $P_e = 1.7 \text{ bar}$, el coeficiente emisor despejando de la ecuación de los emisores $Q_e = K_e \cdot (P_e)^{0,5}$, será $K_e = 0,008$

El exponente del emisor se impone en Epanet en el Visor, Datos, Opciones, Hidráulica, Exponente emisores es por defecto de 0.5 que es el valor que queremos que tenga.

A partir de aquí introducimos este valor de K_e en cada nudo que sea un emisor.

Procederemos igual tanto en el modelo del sector A como en el del sector B.

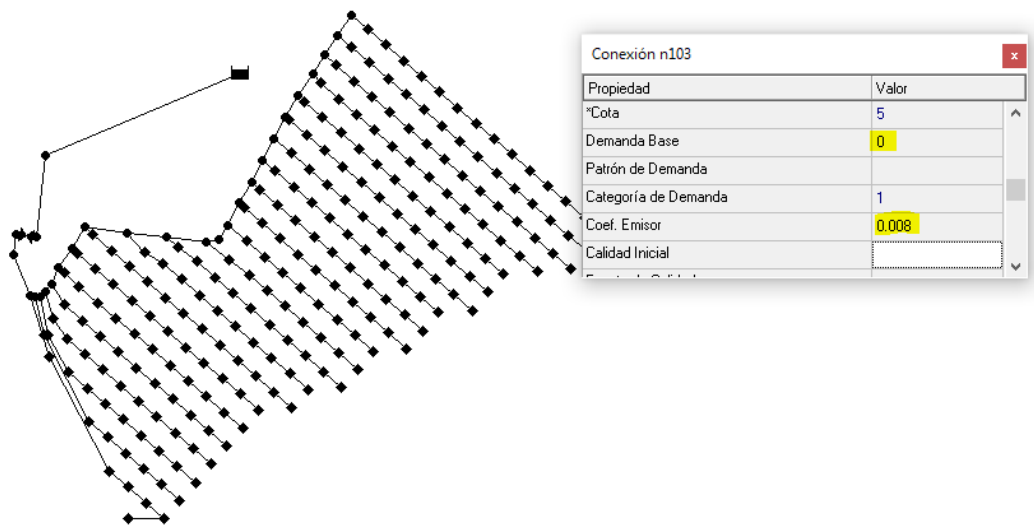


FIGURA 36. EJEMPLO DE INTRODUCCIÓN VALORES K_e DEL EMISOR EN EPANET

Una vez introducidas las cotas de todos los elementos, las longitudes de todos los tramos de las tuberías y los valores de todos los emisores, procedemos a introducir los primeros diámetros de las tuberías a partir de los cuales estimaremos los valores más apropiados.

Queremos que la velocidad sea inferior a los 2 m/s en todo momento, empezaremos dando a todas las tuberías un diámetro de 20 mm y comenzaremos la simulación.

En cada simulación también jugaremos con la altura del depósito para ver si nos proporciona las presiones deseadas en cada nudo y por tanto el caudal del emisor correcto.

Trabajando con estos 2 valores en ambos modelos de los 2 sectores, obtenemos los siguientes resultados de la simulación:

- **Sector A:**

Tras las iteraciones se determina que la altura a la que se debería colocar el embalse es de 34 metros, que es altura ideal para cumplir en la medida de lo posible con las necesidades de los 2 sectores, como se mostrará más adelante.

Tras las simulaciones se establece que la tubería principal tendrá un diámetro de 90 mm y en este caso todas las tuberías secundarias tienen un diámetro de 20 mm, dando como resultado los siguientes valores de velocidad en las tuberías y de presiones en los nudos.

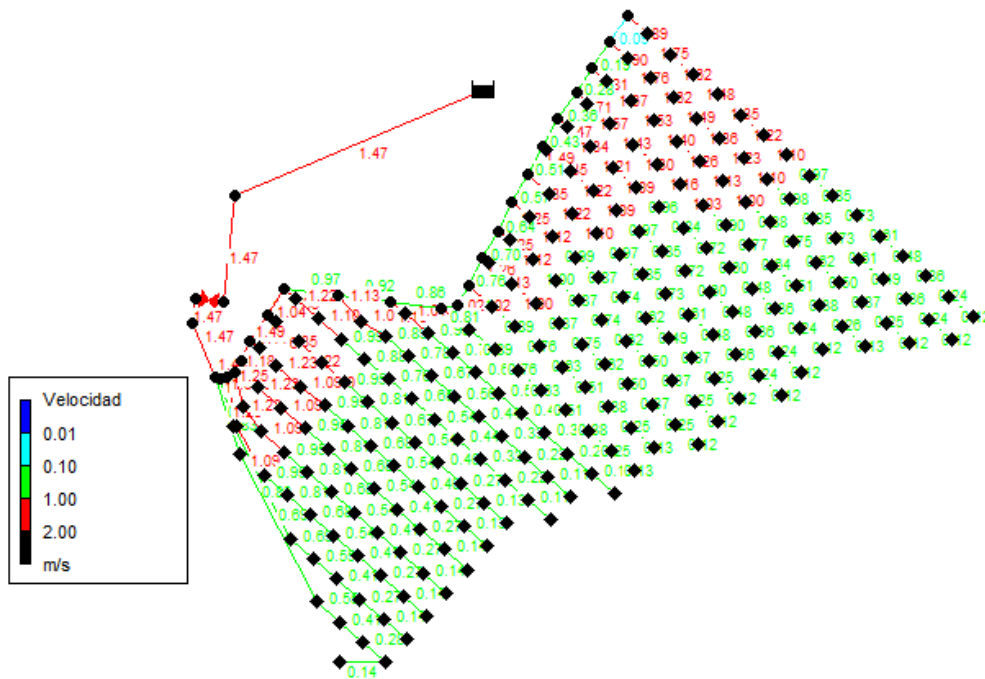


FIGURA 37. VELOCIDADES EN LAS TUBERÍAS DEL SECTOR A

Como vemos las velocidades son adecuadas ya que están todas representadas en verde y rojo, es decir en ningún tramo tendremos velocidades elevadas de más de 2 m/s que provocarían problemas por generar elevadas pérdidas de carga, ya que estas son proporcionales a la velocidad.

Las velocidades demasiado bajas por debajo de 0.1 o 0.05 m/s podrían provocar otro tipo de problemas por sedimentación de restos que pudiesen quedar en el agua, obstrucciones y otros problemas de ese tipo.

A continuación comprobaremos que las presiones que se generan en los nudos son las deseadas o están en un rango correcto cercano a las deseadas.

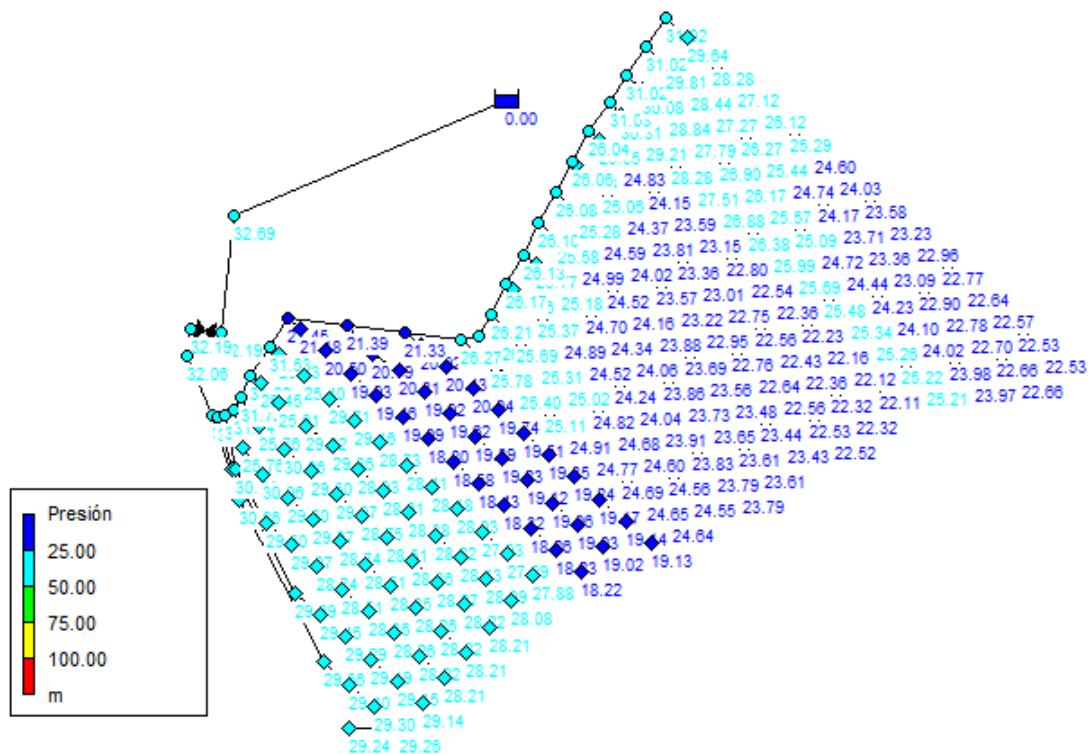


FIGURA 38. PRESIÓN EN LOS NUDOS DEL SECTOR A

Las presiones en metros son superiores a las esperadas en este sector, pero aun así están dentro del rango de trabajo óptimo del aspersor (1.5 a 3 bar) esto sucede ya que se usará el mismo grupo de bombeo en ambos sectores por lo que la altura del depósito debe ser igual en el sector A y el B.

Aunque este sector parezca que está ligeramente sobredimensionado, es la única solución porque como veremos a continuación esta es la altura mínima que se debe poner en el sector B. De esta forma el sector B quedará correctamente dimensionado y el sector A un poco sobredimensionado, pero es la mejor solución ya que los sectores A y B no son exactamente iguales, hablando en términos de cotas y cantidad de emisores.

En la siguiente figura comprobaremos el caudal que sale por cada emisor que como ya hemos explicado depende de la presión ($Q_e = K_e \cdot (P_e)^{0,5}$) por lo que también será ligeramente superior al que esperábamos.

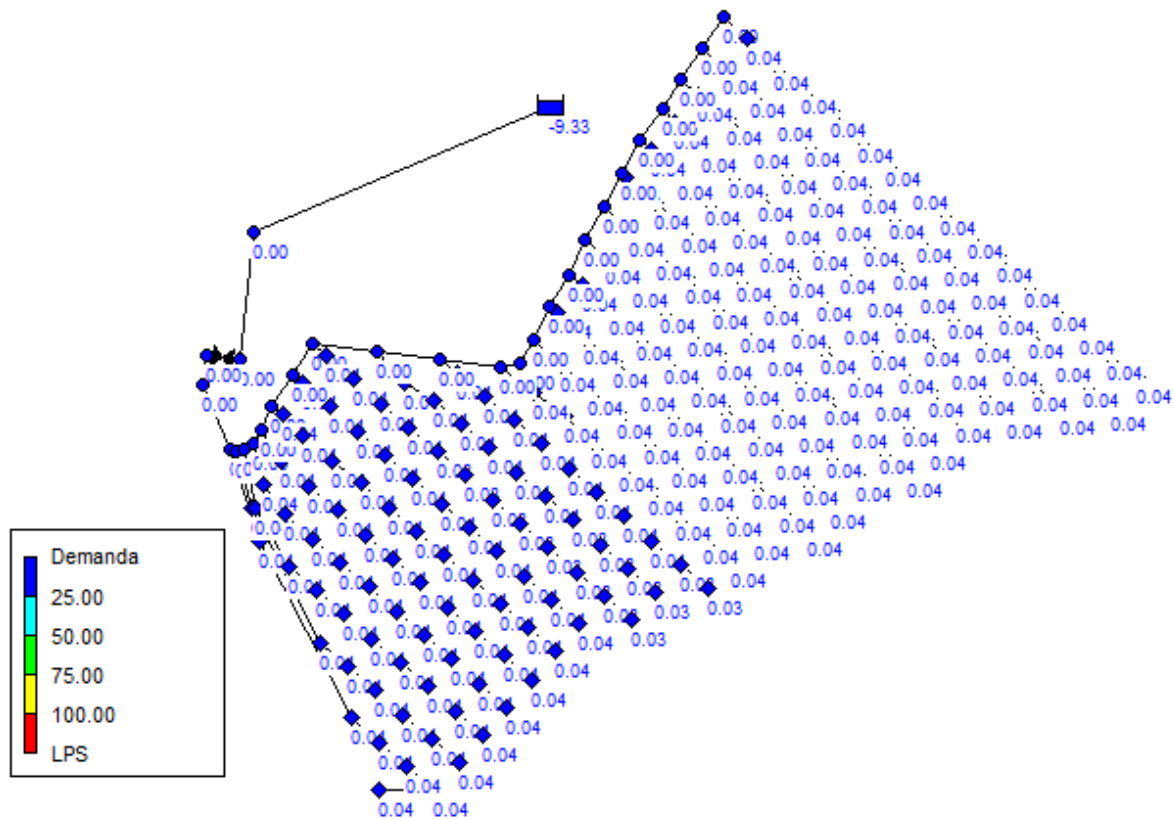


FIGURA 39. DEMANDA EN LOS NUDOS DEL SECTOR A

Como vemos se emiten caudales de hasta $0,04 \text{ l/s} = 144 \text{ l/hora}$, el caudal deseado para el que habíamos dimensionado el resto de la instalación era de 120 l/h , es decir hasta un 20% de litros por hora de los deseados en la práctica real.

Sabiendo esto podríamos reducir las horas de riego ya que estaríamos aportando más agua de la calculada previamente en la realidad en el diseño agronómico, es decir podríamos tardar un 20% menos en regar el sector A si usamos una bomba de 34 mca, con el modelo de la instalación ya explicado.

Si el tiempo calculado era de 8.4 horas el tiempo real que se podría tardar en regar el sector A sería de 6.72 horas.

Comprobamos también en la siguiente figura los caudales que circulan por tanto por cada tramo de tuberías.

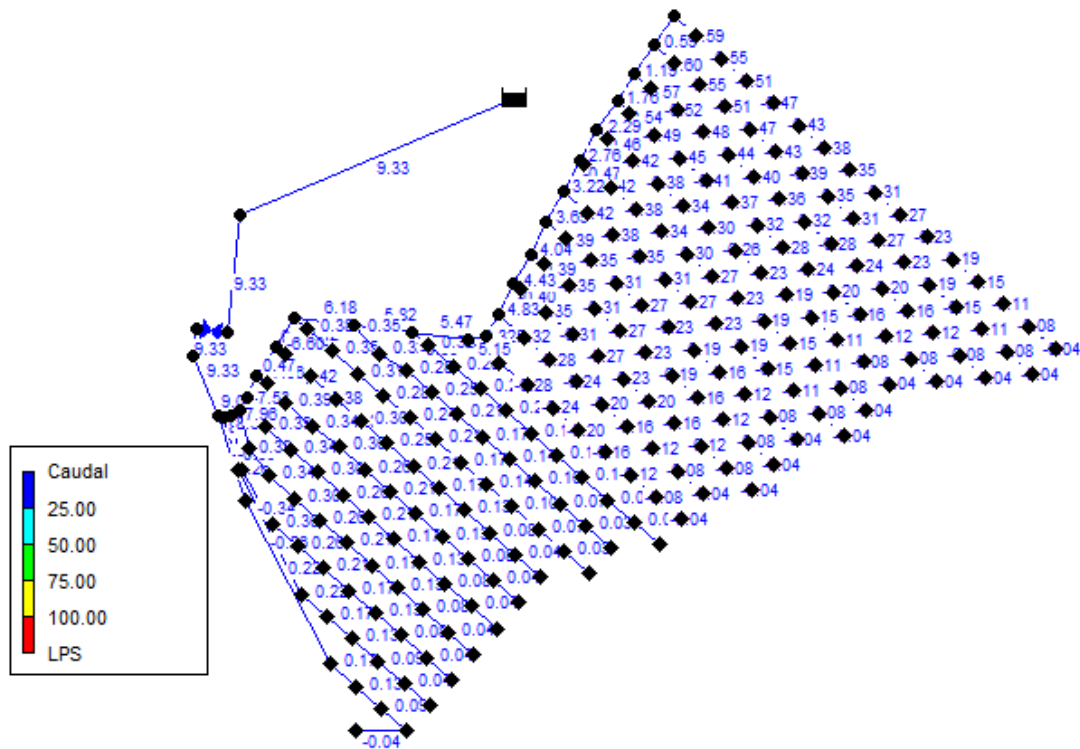


FIGURA 40. CAUDAL CIRCULANDO EN TUBERÍAS DEL SECTOR A

Como vemos el caudal total sería ligeramente superior al que se tendría si todos los aspersores emitiesen 120 l/ hora, ese caudal teórico en este sector sería de 8.4 l/s, pero en la práctica el caudal que tendrá que ser capaz de mover la bomba aportándole una altura de 34 metros será de 9.33 l/s.

- **Sector B**

En este sector B, la altura que deberá aportar la bomba será también de 34 metros y los diámetros obtenidos tras las iteraciones serán los siguientes

La tuberías 1-9-10-11-12-13-15 del sector B tendrán un diámetro de 25 mm y las demás tuberías de 20 mm (2-3-4-5-6-7-8), exceptuando la tubería 14 de 15 mm.

Como ya hemos explicado esta selección de diámetros se ha hecho en función de la velocidad a la que circula el caudal por cada una de las tuberías, de tal forma que la tubería a la que se le conectan menos emisores, tendrá menos caudal circulando y por tanto podrá tener un diámetro más pequeño, esto se justifica según la ecuación de $V = \text{Caudal} / \text{Área}$.

Siguiendo el mismo procedimiento que en el sector B, comprobaremos los diferentes parámetros.

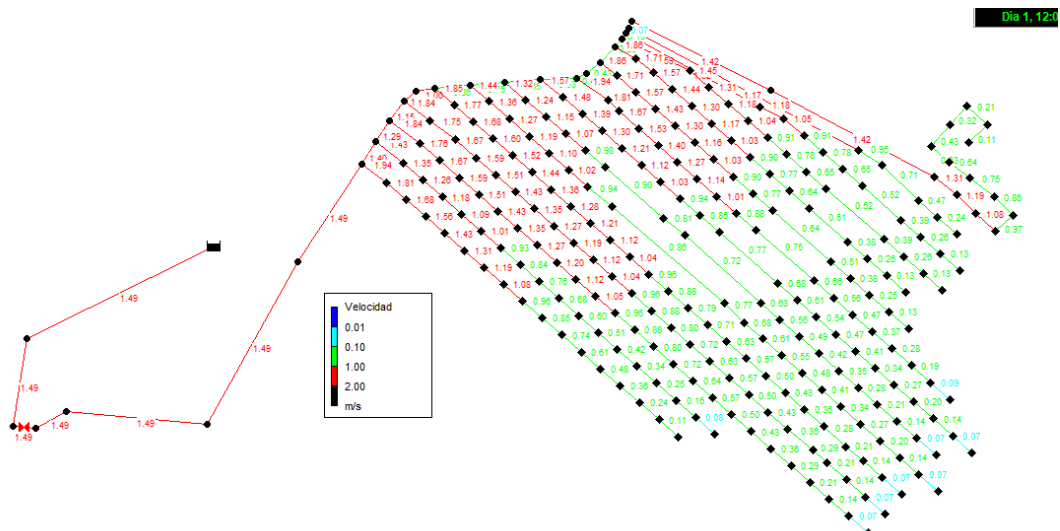


FIGURA 41. VELOCIDADES EN LAS TUBERÍAS DEL SECTOR B

Vemos que las velocidades cumplen el criterio de V_{max} explicado ya anteriormente, ya que todas son inferiores a 2 m/s.

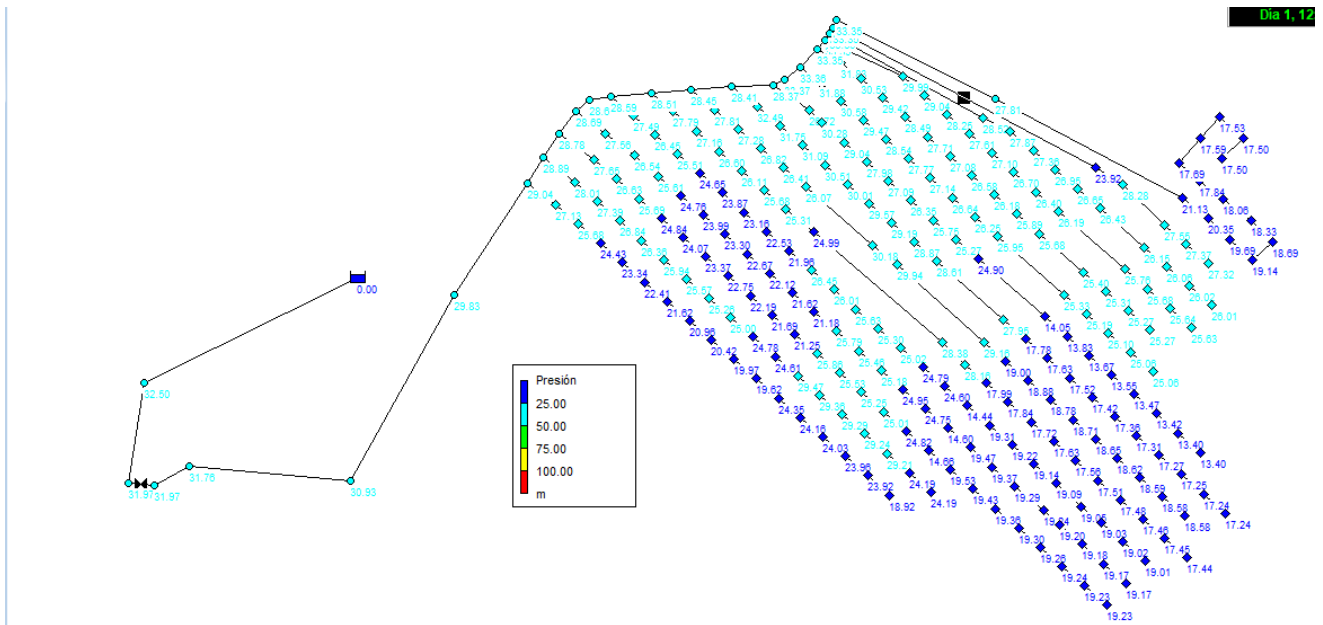


FIGURA 42. PRESIÓN EN LOS NUDOS DEL SECTOR B

No todos los emisores pueden tener la misma presión, al igual que ocurría en el sector A, en este caso tenemos presiones que van desde los 1,7 bar, que es la mínima presión que queríamos obtener hasta los 3 bar, dentro del rango correcto de funcionamiento del aspersor, por lo que el dimensionado es el más adecuado para esta instalación ya que si disminuyésemos la altura del depósito habría emisores que estarían muy por debajo del punto de funcionamiento deseado.

En cuanto a la demanda, tal y como podemos ver en la siguiente imagen, ira desde los 0,03 a los 0,04 l/s, algunos emisores estarán emitiendo los 0,033 l/s =120 l/h deseados y otros estarán emitiendo ligeramente más o ligeramente menos, por lo que para este sector el tiempo de riego no se modificará, se regarán las 8,4 horas que ya se habían calculado.

El caudal que sale por los emisores al igual que la presión a la que estarán dentro de la instalación varían ligeramente de unos a otros, esto es debido a que no todos se encuentran a la misma cota, por lo que se ha ido variando la altura del depósito hasta conseguir que todos los puntos estuviesen lo más igualados posible.

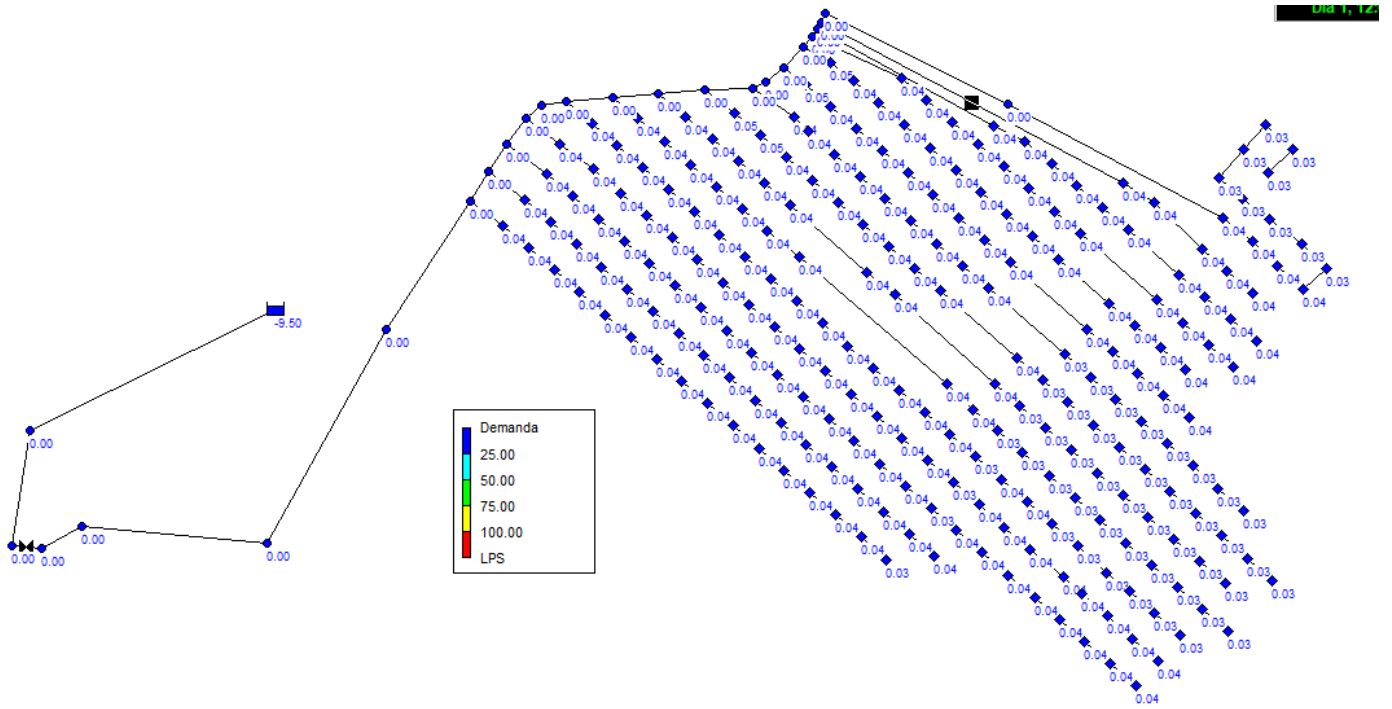


FIGURA 43. DEMANDA EN LOS NUDOS DEL SECTOR B

También podemos observar que el caudal que circula por la tubería general en este sector es el que se indica en la siguiente figura, de 9,5 l/s.

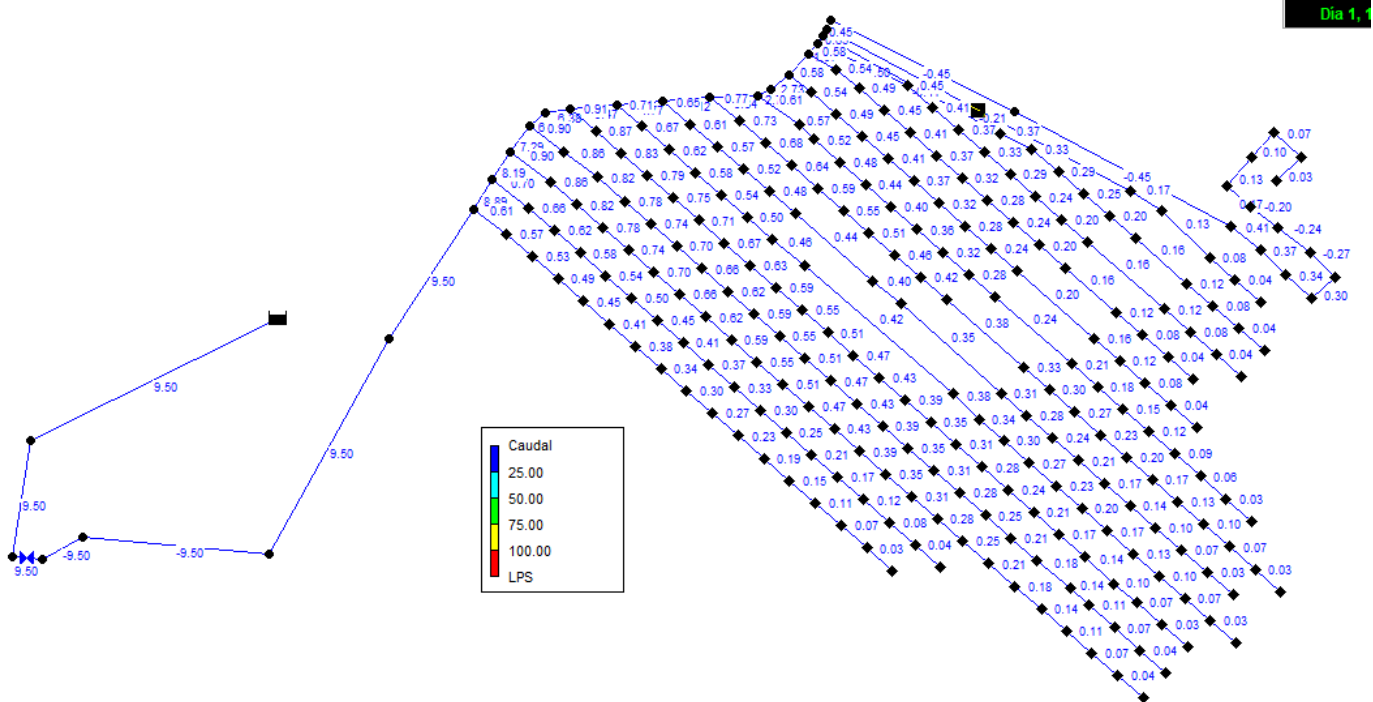


FIGURA 44. CAUDAL CIRCULANDO EN TUBERÍAS DEL SECTOR B



Concluimos por tanto que la bomba que debemos seleccionar para el riego será una bomba capaz de aportar una altura de 34 mca, a un caudal de 9,5 l/s .

Pero esta instalación tiene algunas particularidades más que son objeto de estudio, aunque se hallan seleccionado ya la altura y el caudal de la bomba que se debería usar, hay que comprobar que esta sea suficiente para garantizar que el riego sea correcto y se desarrolle en condiciones lo más constantes posibles a lo largo del tiempo.

En esta instalación el agua se almacena en un depósito desde el que se riega, por lo que durante el riego la altura del depósito disminuye a medida que este se va vaciando, vertiendo el agua sobre la parcela, por lo que podemos decir que la cota del nivel libre del agua dentro del depósito varía y no es constante a lo largo del riego.

Vamos a proceder a realizar por tanto 4 simulaciones más donde comprobaremos en cada una de ellas los parámetros que caracterizan la instalación ya explicados anteriormente.

En cada sector se van a realizar 2 simulaciones con la bomba de 34 mca, el sector A, que es el que suponemos que vamos a regar primero (aunque el orden de riego de los sectores más conveniente lo veremos tras estas simulaciones) llegará un momento en el que esté regando y el depósito este medio vacío, es decir durante el riego del sector A en las condición más desfavorables tendremos una cota en el depósito de unos 2,5 metros (la mitad del depósito) y una situación más favorable en la que la altura del depósito sea casi completa, usaremos en la simulación unos 4,5 metros.

Suponiendo que el sector B se riegue en segundo lugar, tendremos una situación más favorable en la que la cota del depósito será de 2,5 metros y una situación de riego más desfavorable en la que la cota del depósito sea casi 0, tomaremos una cota para esta simulación de en torno a los 0,25 metros.

Vamos a simular estos cuatro casos en Epanet para ver que el riego es lo más correcto posible a medida que se vacía el depósito de almacenamiento y vamos perdiendo altura en este.

- Simulación sector A caso favorable, suponiendo que se riega este en primer lugar.

Una vez definida la altura del depósito necesaria (34 mca) se sustituye este depósito por una bomba que proporcione esta altura. La bomba se seleccionará en función de este valor y el caudal total distribuido.

Una vez seleccionada una bomba que cumpla con nuestro punto de funcionamiento se introduce su curva de funcionamiento y se ubica la bomba en el modelo.

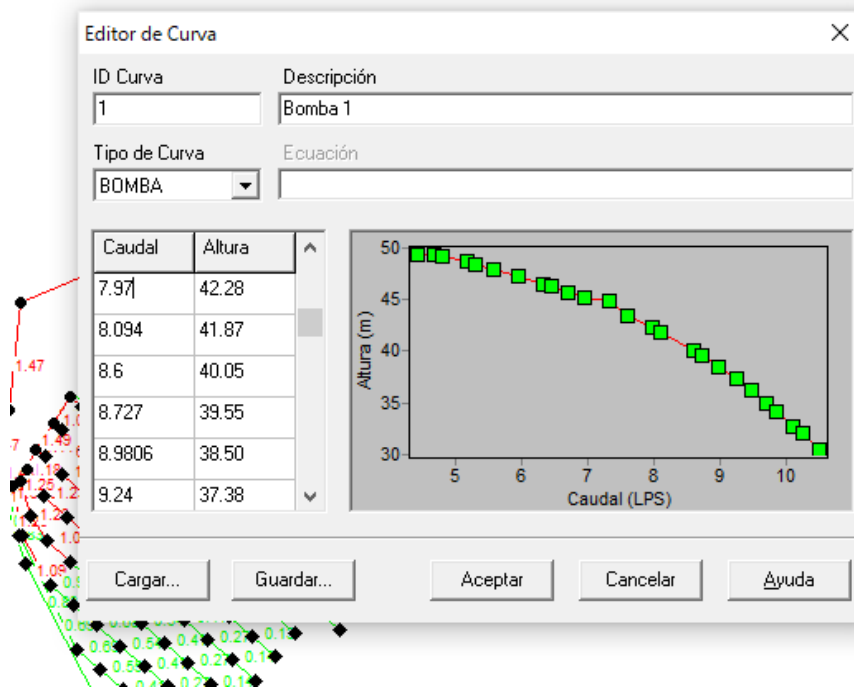


FIGURA 45. INTRODUCCIÓN CURVA CARACTERÍSTICA POR PUNTOS DE LA BOMBA USADA.

En este caso se introduce la curva característica de la bomba a partir de la curva que nos proporciona el fabricante, introduciendo uno a uno los puntos que la definen.

A continuación se le asigna al embalse una altura de 4,5 metros y se simula la instalación en este caso que es el más favorable que se daría en el sector A si este se riega el primero.

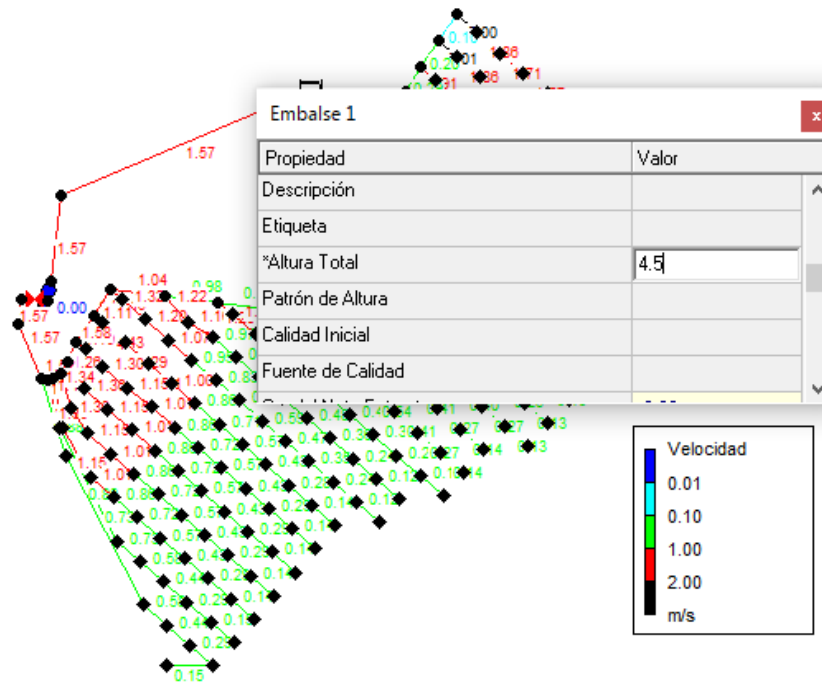


FIGURA 46. INTRODUCCIÓN COTA DEPÓSITO ALMACENAMIENTO.

Los datos obtenidos en cuanto a velocidad de los caudales parecen correctos ya que están dentro del rango establecido, como podemos ver en la figura 47.

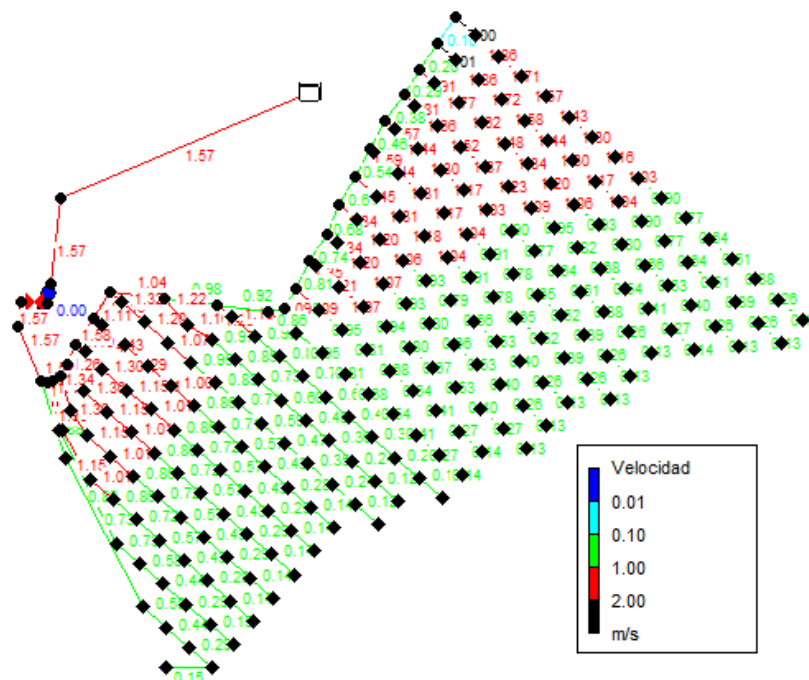


FIGURA 47. VELOCIDAD CAUDALES SECTOR A, CASO FAVORABLE.

A continuació comprovamos las presiones y los caudales de los emisores.

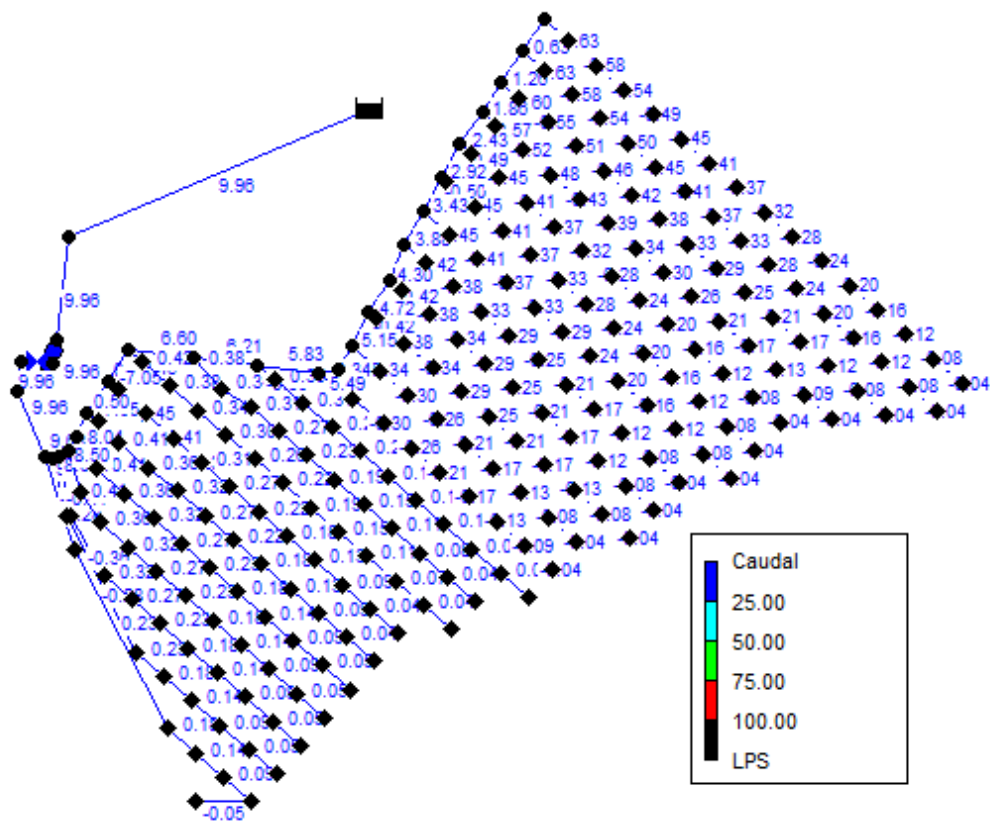


FIGURA 48. CAUDAL CIRCULANDO EN TUBERÍAS DEL SECTOR A, CASO FAVORABLE.

Los caudales son aún superiores a los de la anterior simulación, lo que quiere decir que con esta bomba seleccionada y la altura de 4,5 metros en el depósito las presiones serán un más elevadas que antes y por tanto estaremos aportando más agua, comprobamos en las siguientes figuras que estamos dentro de los límites deseados.

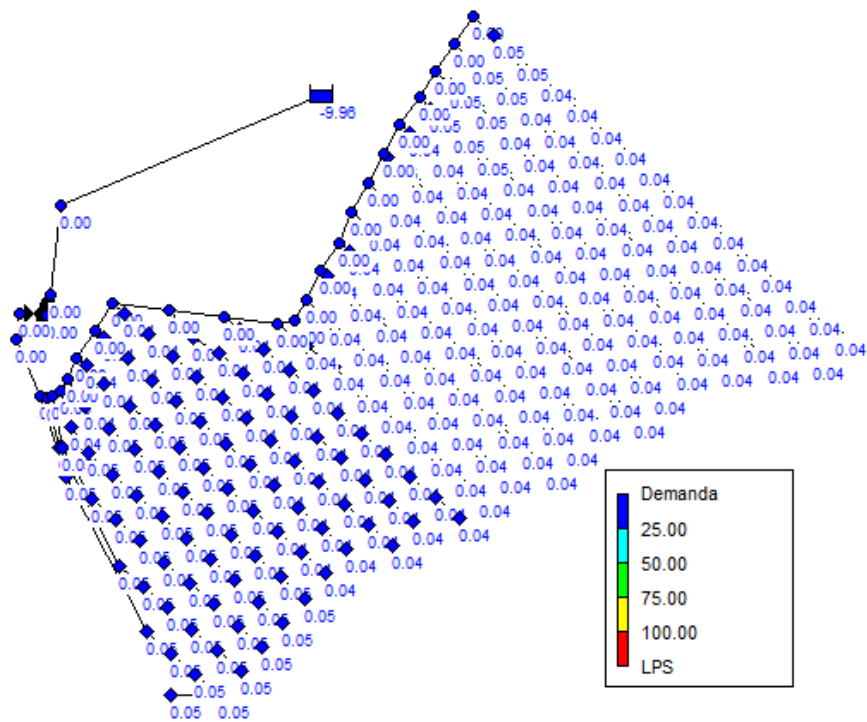


FIGURA 49. CAUDAL EMITIDO EN LOS HIDRANTES SECTOR A, CASO FAVORABLE.

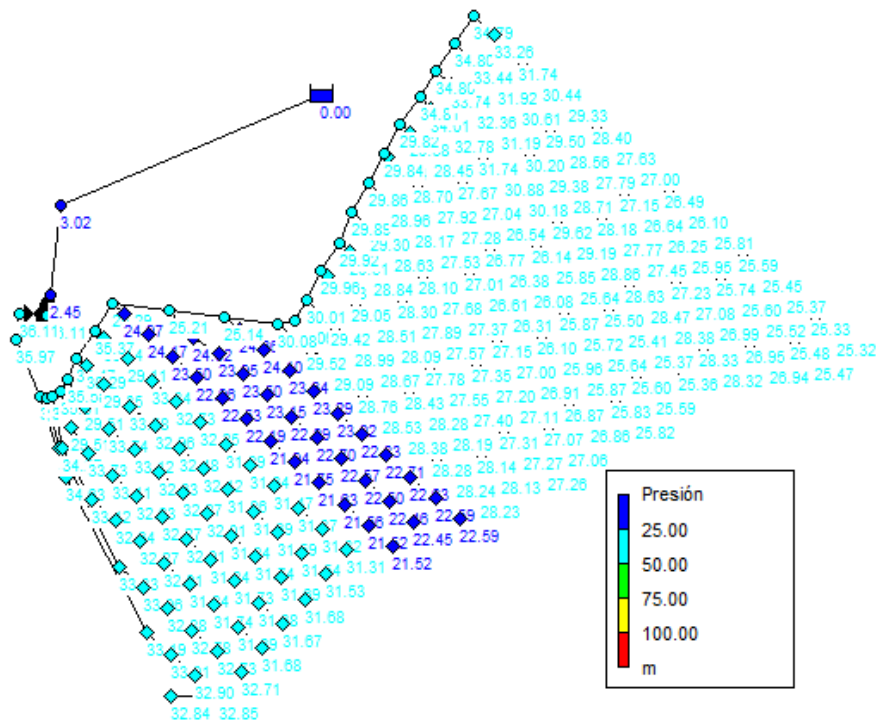


FIGURA 50. PRESIÓN EN LOS HIDRANTES DEL SECTOR A, CASO FAVORABLE.

Como vemos llegamos a tener hidrantes que se encuentran a presiones de hasta 33 mca =3.2 bar y que emiten un caudal de 0.05 l/s = 180 l/hora.

Vemos que estamos demasiado por encima de los límites establecidos, deberíamos reducir la altura de la bomba, pero vamos a observar que pasa en el resto de situaciones antes de tomar una decisión.

- Simulación sector A caso desfavorable.

Reducimos la altura del depósito hasta los 2,5 metros y observamos los resultados obtenidos.

No hace falta comprobar el criterio de velocidad, ya que si ya cumplía antes con más altura de depósito ahora también cumplirá, pasamos directamente a comprobar presiones y caudal emisor.

Las presiones más bajas que obtenemos son de 20.6 mca que equivalen a 2 bar, como vemos está ligeramente sobredimensionado ya que el objetivo eran 1, 7 bar.

Además seguimos teniendo presiones elevadas de hasta 31.8 mca que son unos 3,1 bar, 0.1 bar por encima de los imites establecidos.

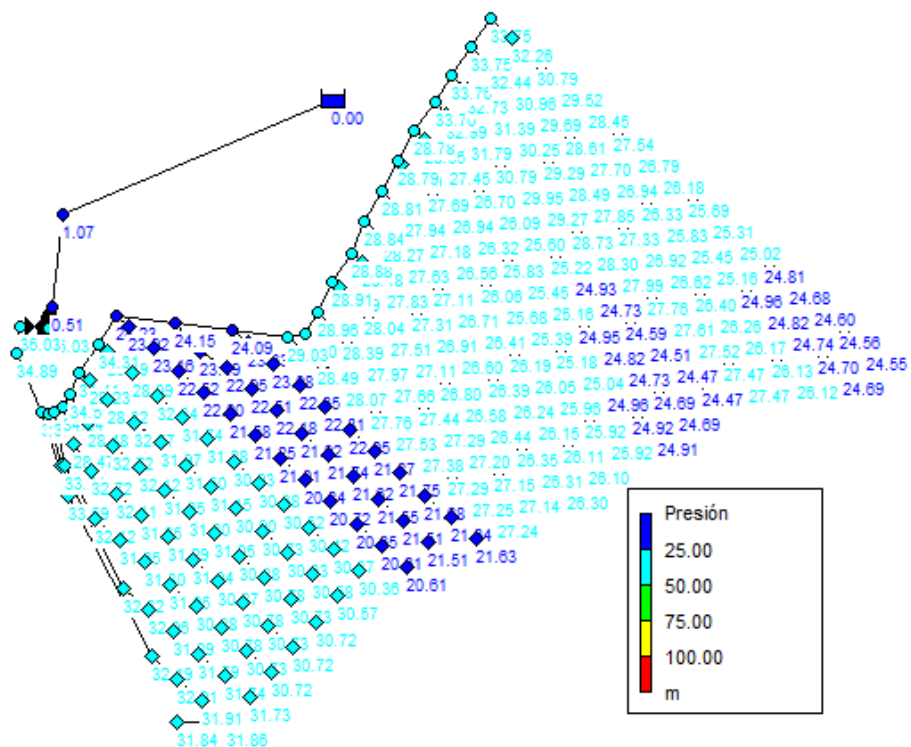


FIGURA 51. PRESIÓN EN LOS HIDRANTES DEL SECTOR A, CASO DESFAVORABLE.

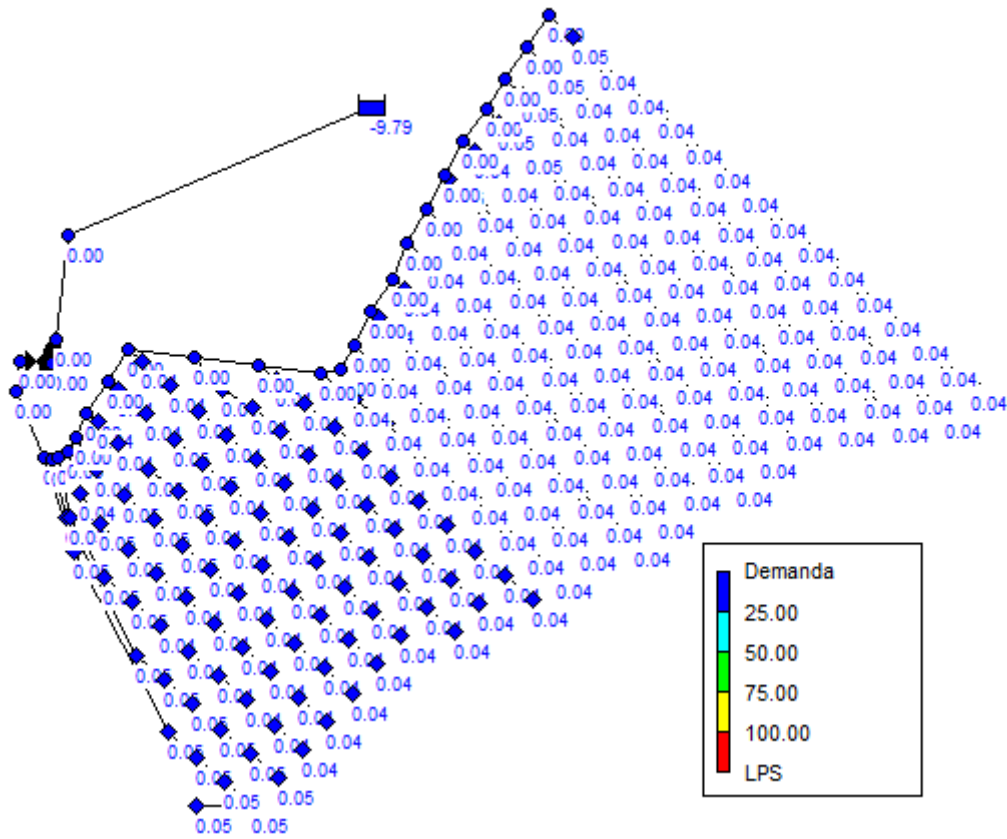


FIGURA 52. DEMANDA EN LOS HIDRANTES DEL SECTOR A, CASO DESFAVORABLE.

Como vemos la demanda de los hidrantes también será superior a la deseada, como decíamos necesitaríamos reducir el grupo de bombeo o la altura del depósito, pero vamos a estudiar el que ocurre en el sector B.

- Simulación sector B caso favorable, suponiendo que este se riega el segundo.

En este sector al comienzo del riego, es decir el caso favorable el agua en el depósito estará a una altura de 2,5 metros.

Con esa bomba se obtienen los siguientes resultados de la simulación.

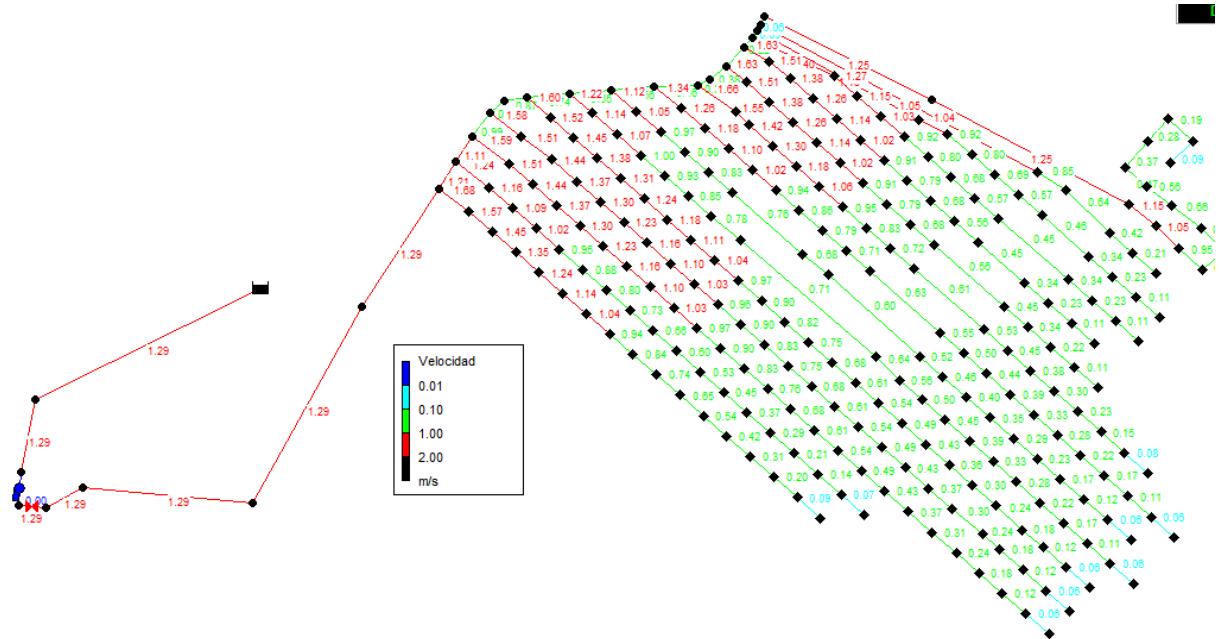


FIGURA 53. VELOCIDAD CAUDALES SECTOR B, CASO FAVORABLE.

En primer lugar comprobamos que cumple el criterio de velocidades.

A continuación observamos las presiones y caudales en los nudos emisores:

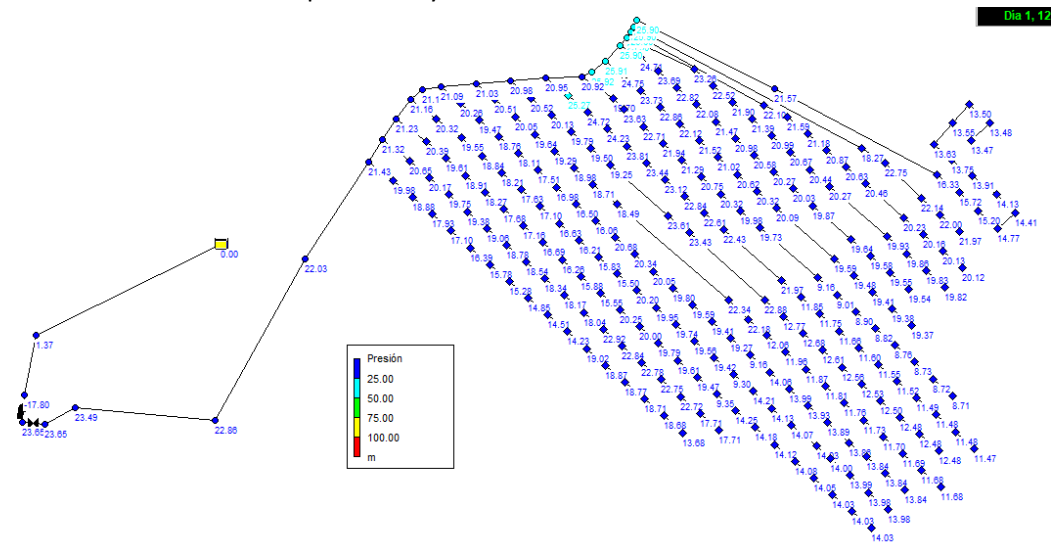


FIGURA 54. PRESIONES NUDOS SECTOR B, CASO FAVORABLE.

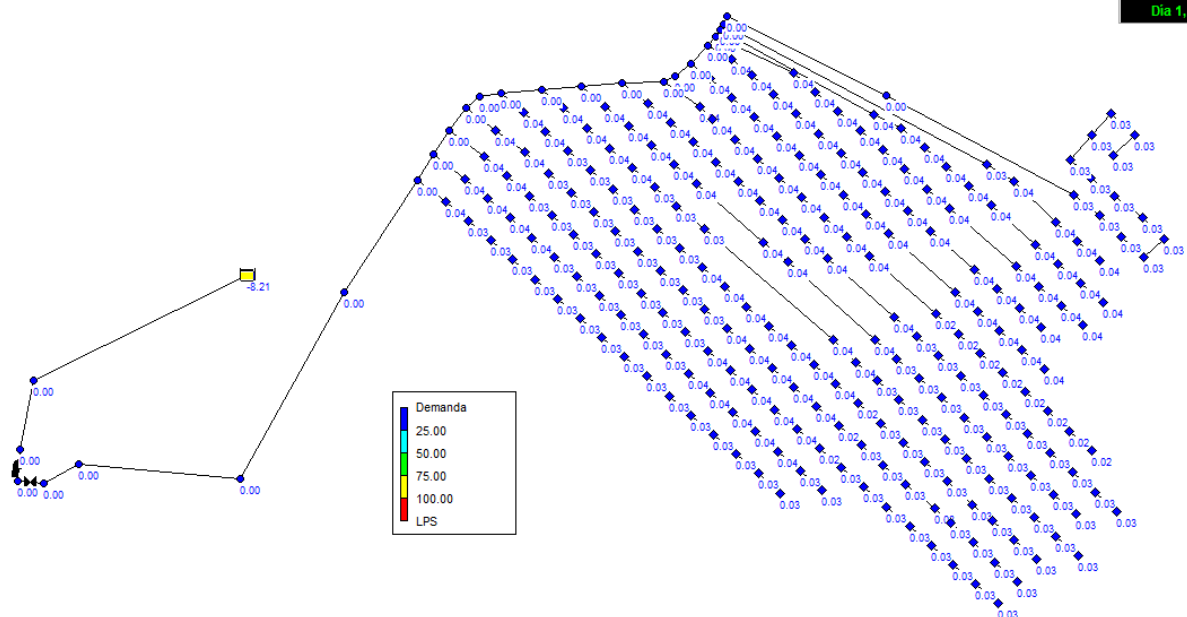


FIGURA 55. DEMANDA NUDOS SECTOR B, CASO FAVORABLE.

Llegamos a observar presiones bajas de hasta unos 12 mca que equivalen a 1.18 bar aproximadamente y caudales de hasta 0.03 l/s= 108 l/hora, caudal inferior al deseado.

Como conclusión esta bomba está sobredimensionada para el sector 1 y se queda corta para el sector 2, ya que como vemos no cumple con las presiones ni en el caso favorable de dicho sector 2 en el que la cota es de 2,5. Por lo que tampoco cumplirá con las necesidades cuando la cota del depósito baje.

Una solución inteligente sería regar antes el sector B y luego el sector A, así la altura del agua en el depósito para el sector B sería mayor y estaría más cerca de cumplir con las necesidades y en el sector A sería menor, igualando de una forma más ajustada las presiones y los caudales de ambos sectores, y consiguiendo que se aproximen más a los deseados.

Como hemos dicho si regamos el sector A primero este queda algo sobredimensionado y si regamos el sector B después queda un poco por debajo de las necesidades fijadas inicialmente así que procedemos a hacer las simulaciones cambiando el orden de riego.

- Simulación Sector B, caso favorable altura depósito 4,5 metros, suponemos que este se riega primero.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

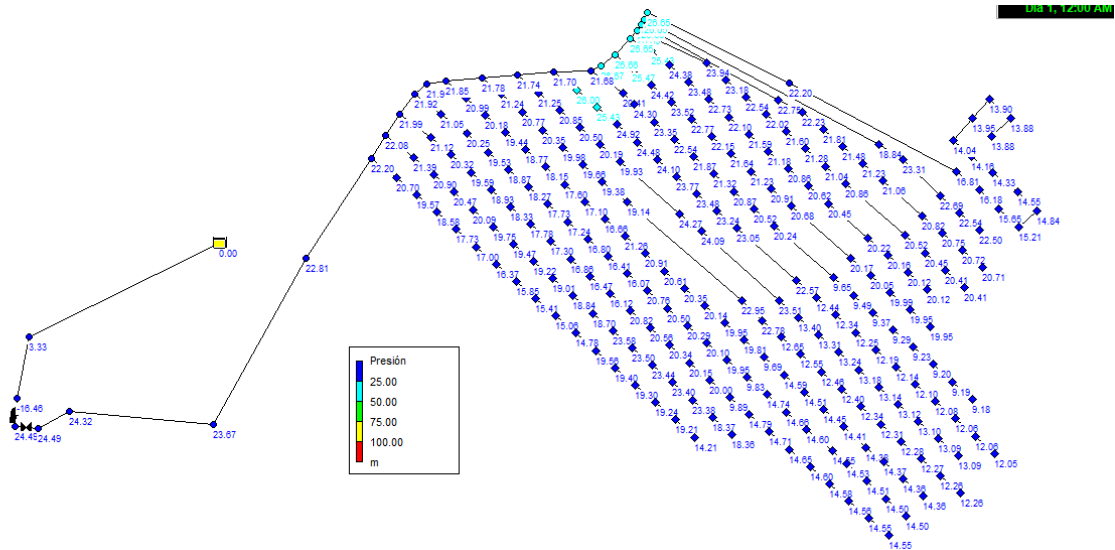


FIGURA 56. PRESIONES EMISORES SECTOR B, CASO FAVORABLE.

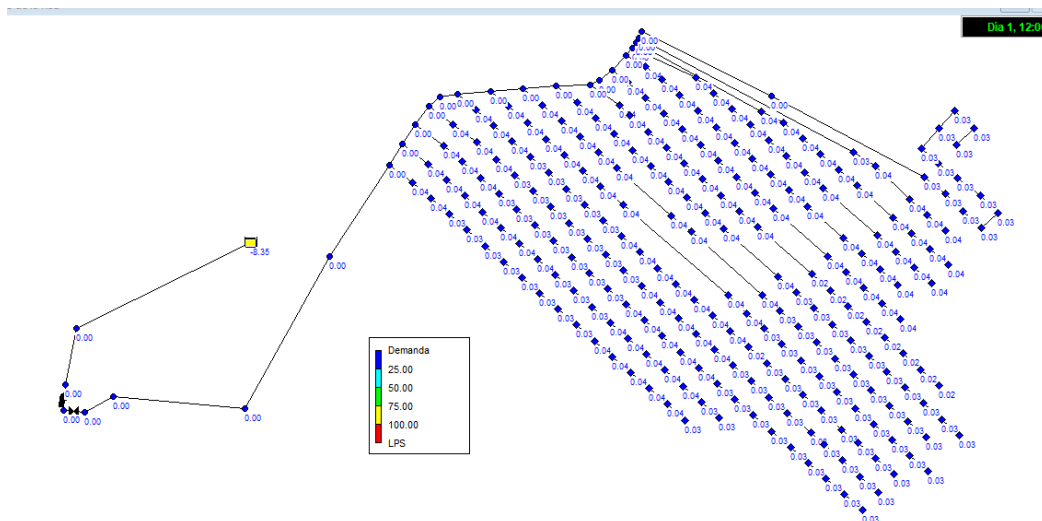


FIGURA 57. DEMANDA EMISORES SECTOR B, CASO FAVORABLE

Como vemos ahora los emisores están a presiones más altas que en las anteriores simulaciones pero aun así seguimos encontrando en algunas zonas emisores con presiones inferiores a las deseadas, del orden de 1.3 bar.

Estos se encuentran en las zonas indicadas en la siguiente figura.

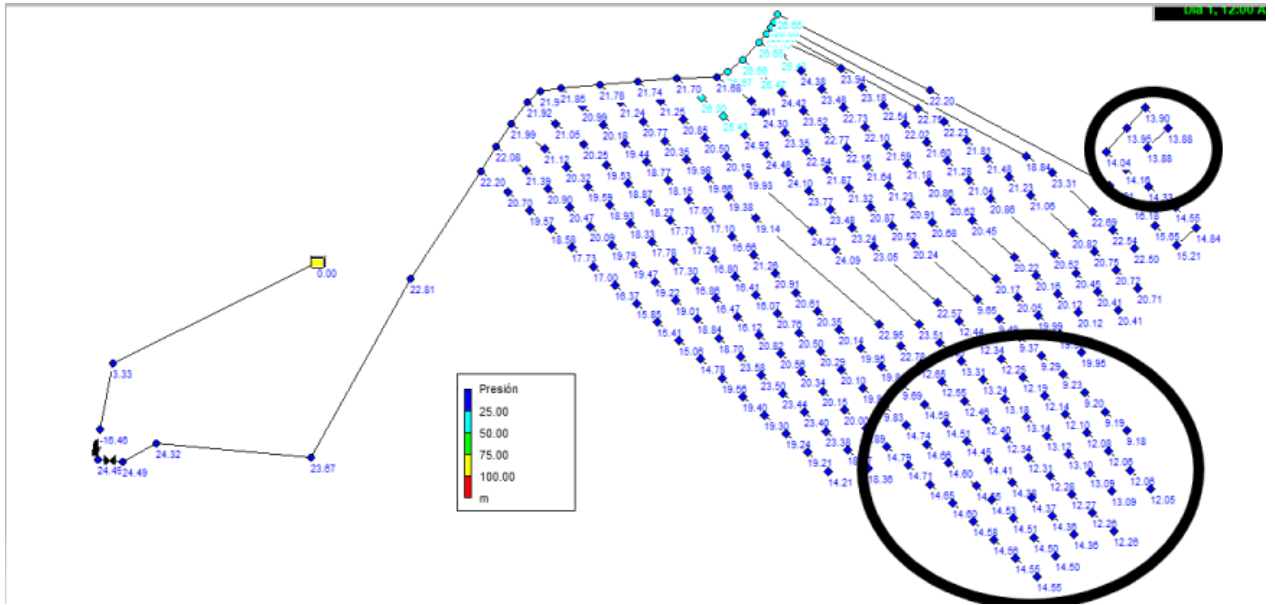


FIGURA 58. ZONAS DEL SECTOR B DONDE SE ENCUENTRAN LOS ASPERSORES QUE FUNCIONAN POR DEBAJO DE LAS CONDICIONES DESEADAS.

Esta es la mejor forma de realizar el riego ya que los sectores A y B no son iguales entre sí, ni tampoco son iguales todos los nudos dentro del propio sector, por lo que es muy difícil que todos los nudos trabajen a la misma presión y emitan el mismo caudal.

Lo que sí podemos hacer es, sabiendo que en este sector B hay algunos aspersores que emiten 0,03 l/s = 108 l/hora, aumentar el tiempo de riego de este depósito respecto al tiempo de riego inicial del sector que era de 8,4 horas.

Para saber cuánto tiempo debemos aumentar el tiempo de riego simulamos el sector B en sus condiciones más desfavorables es decir cuando el depósito se halla vaciado hasta unos 2,5 metros.

- Riego Sector B, caso desfavorable altura depósito 2,5 metros.

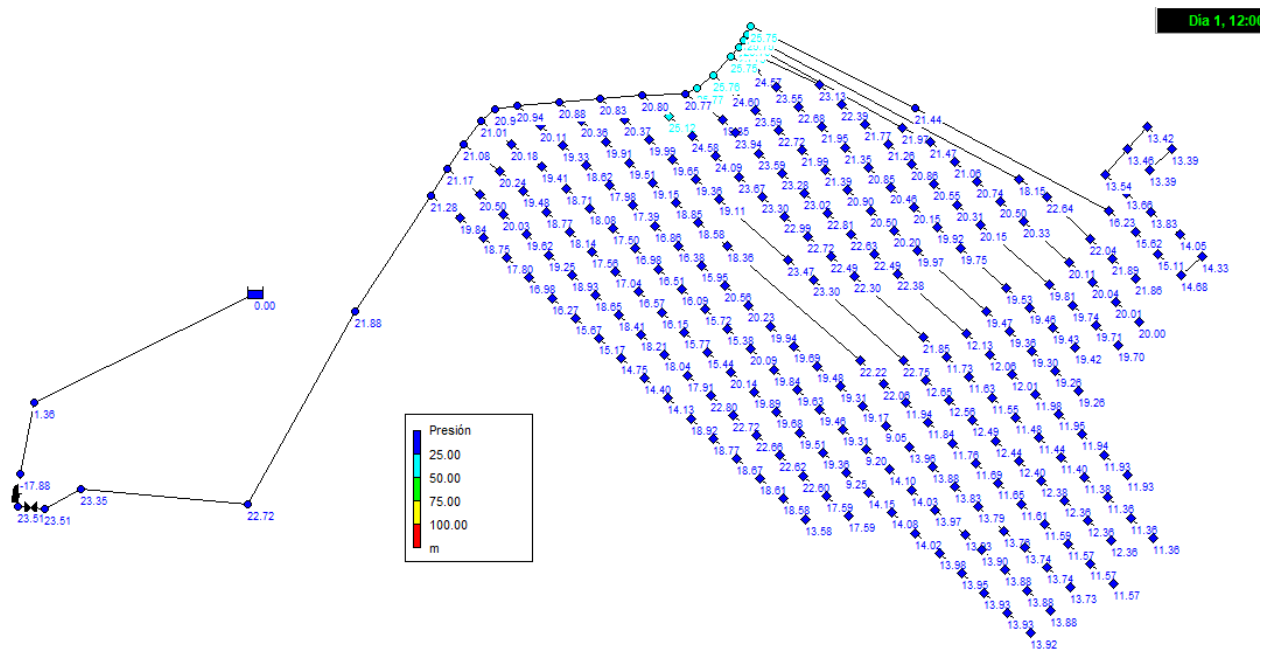


FIGURA 59. PRESIONES EMISORES SECTOR B, CASO DESFAVORABLE.

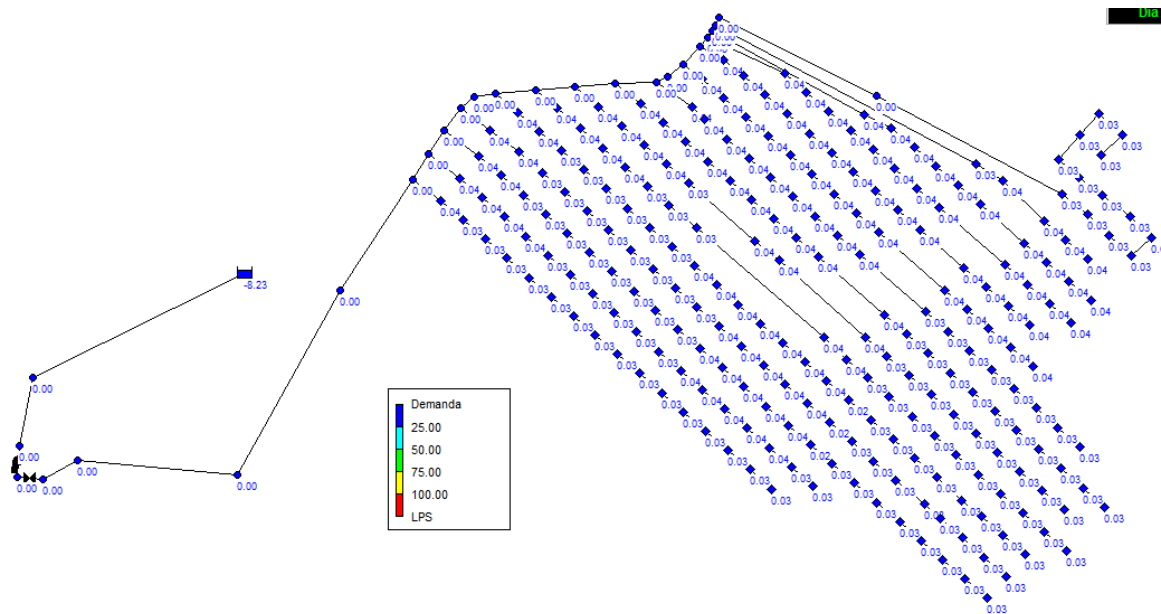


FIGURA 60 DEMANDA EMISORES SECTOR B CASO DESFAVORABLE.

Vemos como las presiones descienden hasta los 12 mca y que aparecen una gran cantidad de nudos que solo emiten 108 l/hora, es decir los 0.03 l/s que podemos ver en la anterior figura.

Como estamos regando unos 108 l/hora en algunos emisores y queríamos regar unos 120 l/h estamos regando unos 12 litros de agua menos cada hora en cada emisor, es decir un 10% menos de agua.

Decidimos incrementar el tiempo de riego un 10% ya que la otra opción que sería elegir una bomba superior con más altura causaría aumentar aún más el sobredimensionado del sector A.

Si el tiempo inicial de riego calculado en el sector B era de 8.4 horas, este se aumentará a 9.2 horas. Solucionando así los problemas y cubriendo con nuestras necesidades.

- Segundo riego Sector A, caso favorable altura depósito 2.5 metros, suponiendo que este sector es el segundo en regarse.

Se obtienen los siguientes resultados de las simulaciones:

Colocamos la altura del depósito a los 2,5 metros y observamos los resultados obtenidos.

No hace falta comprobar el criterio de velocidad, ya que si ya cumplía antes con más altura de depósito ahora también cumplirá, pasamos directamente a comprobar presiones y caudal emisor.

Las presiones más bajas que obtenemos son de 20.6 mca que equivalen a 2 bar, como vemos está ligeramente sobredimensionado ya que el objetivo eran 1, 7 bar pero dentro del rango de trabajo del aspersor así que damos el valor por válido.

Aunque seguimos teniendo presiones ligeramente elevadas de hasta 31.8 mca que son unos 3,1 bar, 0.1 bar por encima de los límites establecidos.

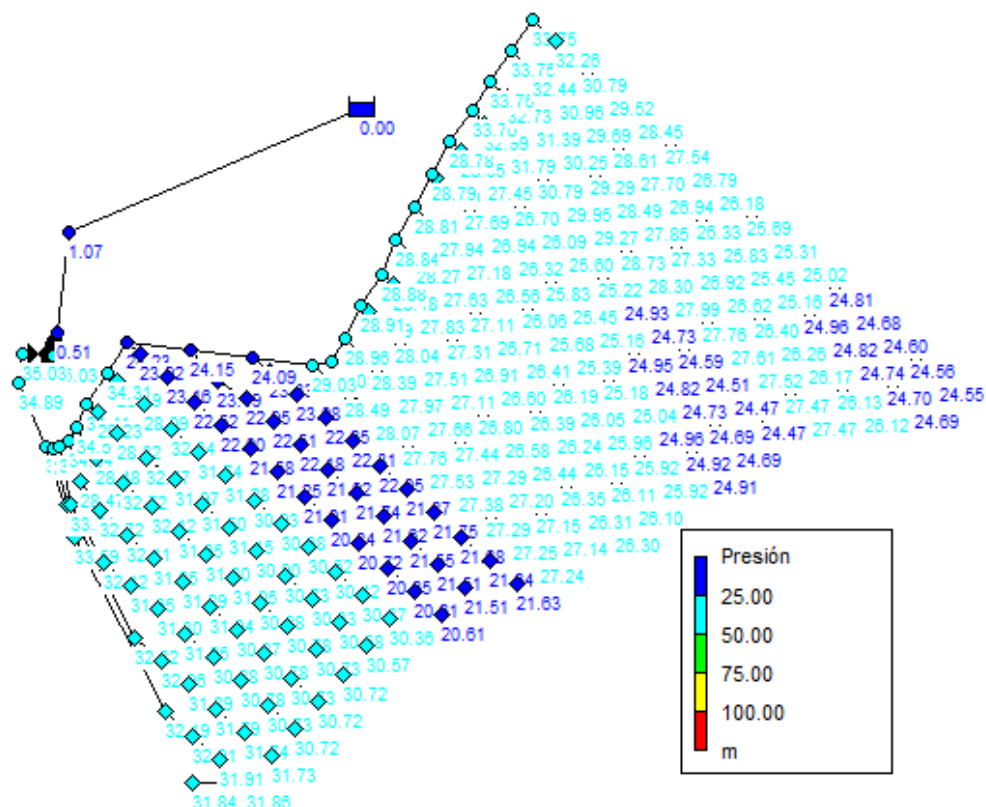


FIGURA 61. PRESIÓN EN LOS HIDRANTES DEL SECTOR A, CASO FAVORABLE.

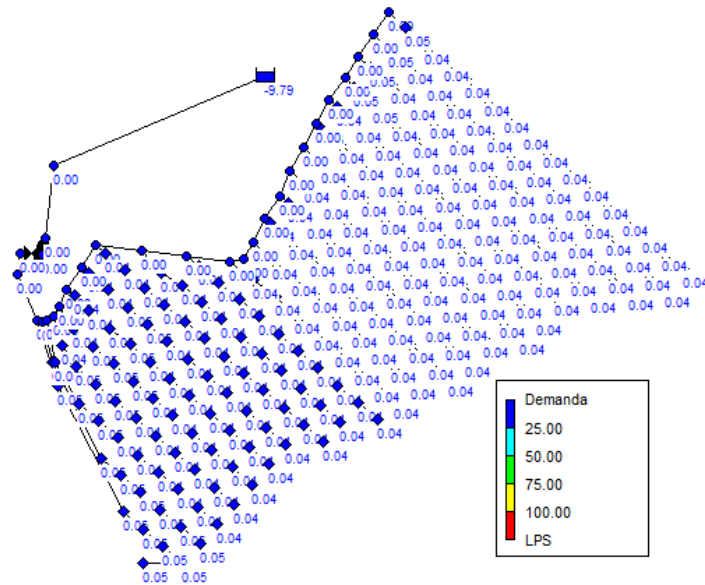


FIGURA 62. DEMANDA EN LOS HIDRANTES DEL SECTOR A, CASO FAVORABLE.

Como vemos la demanda de los hidrantes también será superior a la deseada nada más empezar el riego cuando la altura del depósito aún es elevada.

Cabría pensar en reducir el tiempo de riego como ya se había explicado antes pero vamos a ver qué pasa en el caso desfavorable cuando el embalse está casi vacío.

- Segundo riego Sector A, caso desfavorable altura depósito 0,5 metros.

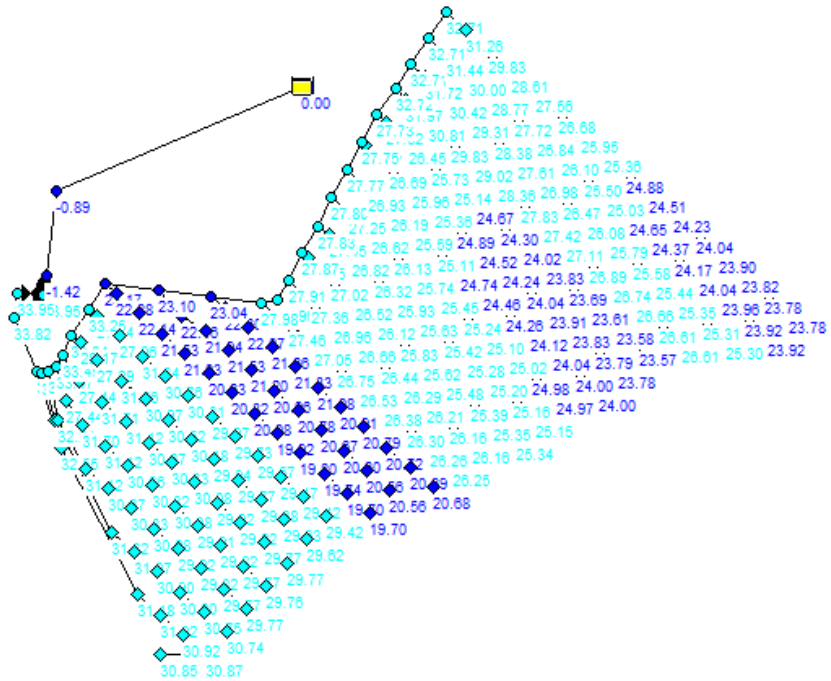


FIGURA 63. PRESIÓN EN LOS HIDRANTES DEL SECTOR A, CASO DESFAVORABLE.

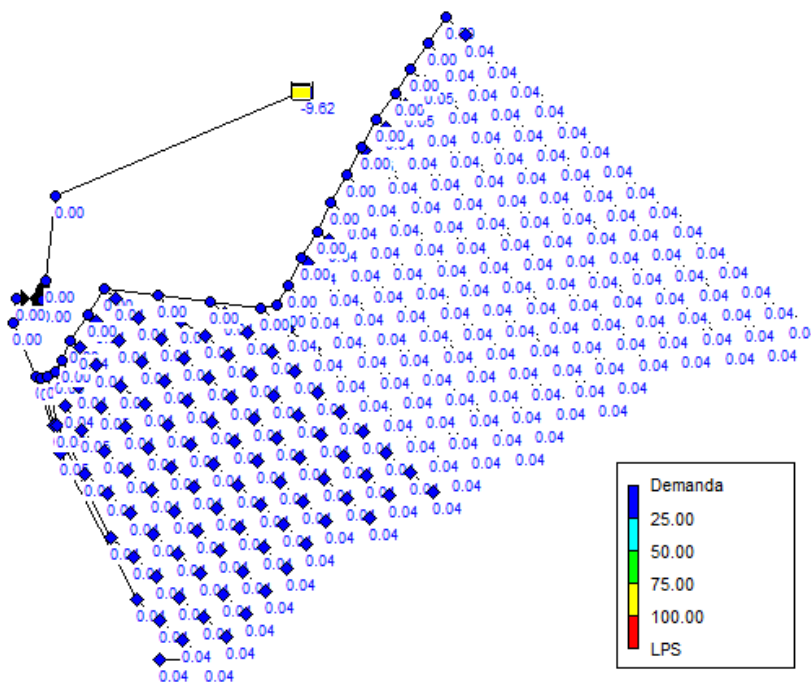


FIGURA 64. DEMANDA EN LOS HIDRANTES DEL SECTOR A, CASO DESFAVORABLE.



Vemos como las presiones se reducen en cada nudo en aproximadamente 1 mca, llegando a estar la más alta en alrededor de 31 mca que son unos 3 bar, es decir en el límite del rango de trabajo del aspersor.

La del nudo con menos presión es de unos 19 mca es decir alrededor de 1.9 bar.

Podemos decir que este sector está ligeramente sobredimensionado por lo que como ya habíamos explicado antes reduciremos el tiempo de riego.

Como vemos se emiten caudales de hasta $0,04 \text{ l/s} = 144 \text{ l/hora}$, el caudal deseado para el que habíamos dimensionado el resto de la instalación era de 120 l/h , es decir hasta un 20% de litros por hora de los deseados en la práctica real.

Sabiendo esto podríamos reducir las horas de riego ya que estaríamos aportando más agua de la calculada previamente en la realidad en el diseño agronómico, es decir podríamos tardar un 20% menos en regar el sector A si usamos una bomba de 34 mca, con el modelo de la instalación ya explicado.

Si el tiempo calculado era de 8.4 horas el tiempo real que se podría tardar en regar el sector A sería de 6.72 horas.

Como resumen el mejor dimensionado que se puede hacer de la red teniendo en cuenta la irregularidad de los dos sectores entre ellos, y la variación de cota de los puntos dentro de un mismo sector, será la siguiente:

Usaremos una bomba capaz de aportar 34 mca, para una caudal de $9,5 \text{ l/s}$, la selección de la bomba usada, cuya curva característica hemos introducido en el modelo de Epanet se abordará en el siguiente apartado.

Los tiempos de riego de cada sector serán diferentes, para conseguir que el aporte de agua total sea lo más parecido posible. Regaremos el sector B primero para tener más altura en el depósito y lo regaremos durante 9.2 horas.

Una vez regado el sector B, se procederá al riego del sector A, debido a las particularidades de este sector, el tiempo de riego de este será de 6.72 horas.



7.4.2 Selección bomba 2, segunda parte de la instalación.

A continuación, vamos a seleccionar la bomba necesaria para poder regar con el agua que se encuentra dentro del depósito, al igual que en la selección de la primera bomba, se deben tener en cuenta diferentes parámetros para su selección.

En este caso hemos calculado la altura necesaria para vencer las pérdidas de la instalación mediante el programa Epanet, simplificando de esta forma los cálculos ya que ha sido un proceso iterativo.

Consultando al mismo fabricante en el que nos hemos fijado para seleccionar la bomba del pozo.

Para la altura deseada y el tipo de aplicación, la bomba que más se adaptaría a este uso sería una bomba centrífuga de aspiración axial de un solo rodete, ya que en este caso no tenemos limitación en el diámetro del rodete como era el caso de la bomba del pozo.

Esta debe ser capaz de mover un caudal de $9.4 \text{ l/s} = 34.2 \text{ m}^3/\text{h}$ aportándole una altura de 34 mca, las bombas que mas se acercan a este punto de funcionamiento del catálogo de Calpeda son las de la siguiente figura.

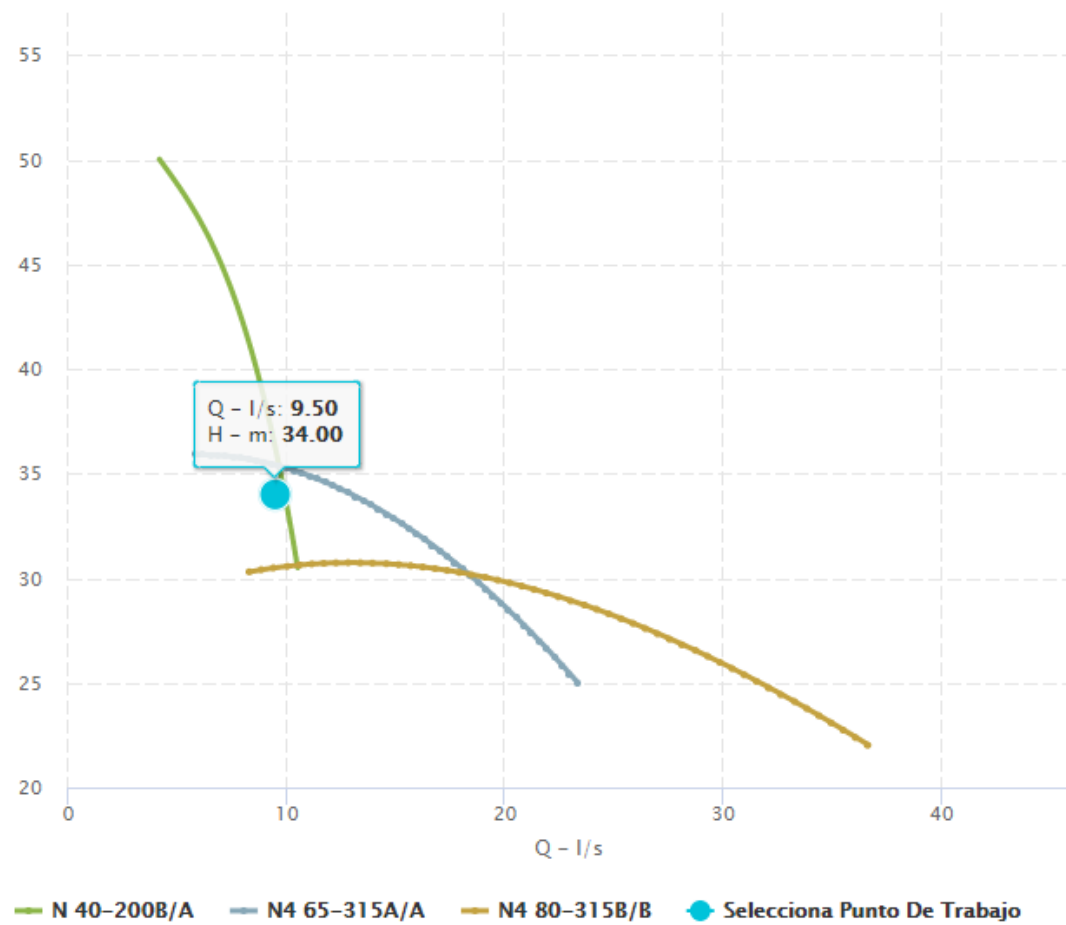


FIGURA 65. BOMBAS CERCANAS A NUESTRO PUNTO DE FUNCIONAMIENTO

Como vemos ninguna pasa exactamente por nuestro punto de funcionamiento, pero el modelo que más cerca está de nuestro punto de funcionamiento y que por tanto tendrá un mejor rendimiento será el **N 40-200B/A**, cuyo comportamiento en nuestra instalación es el siguiente:

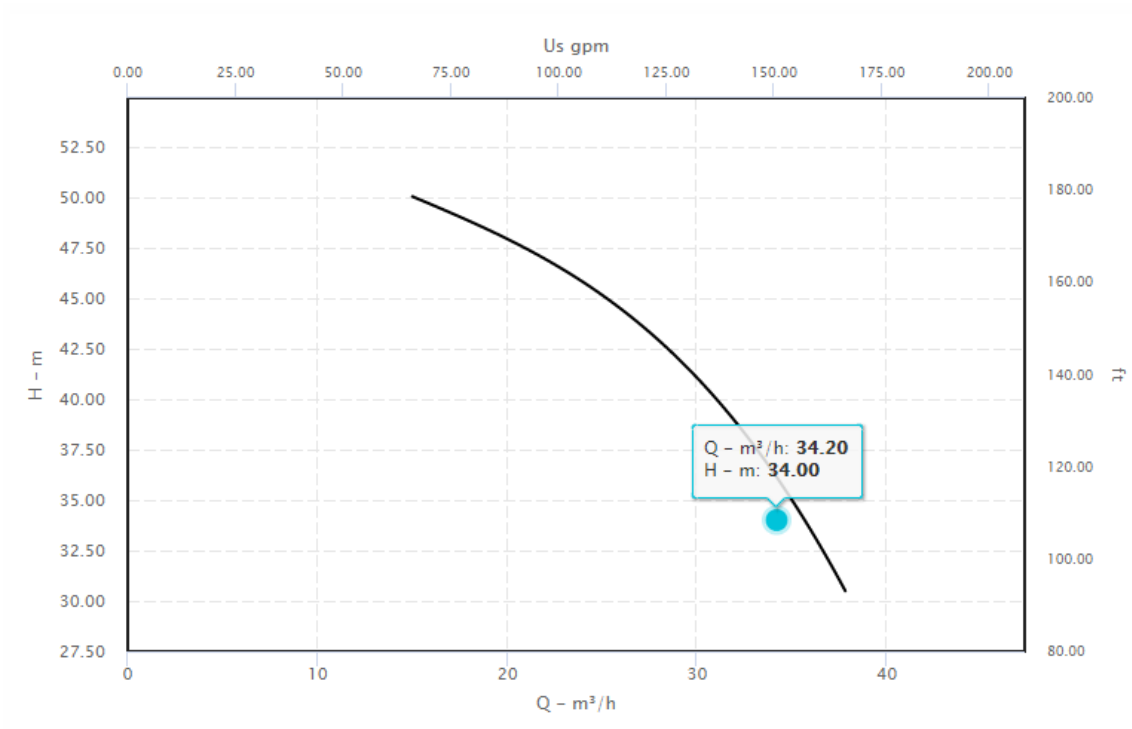


FIGURA 66. PUNTO DE FUNCIONAMIENTO CON LA BOMBA ELEGIDA EN NUESTRA INSTALACIÓN.

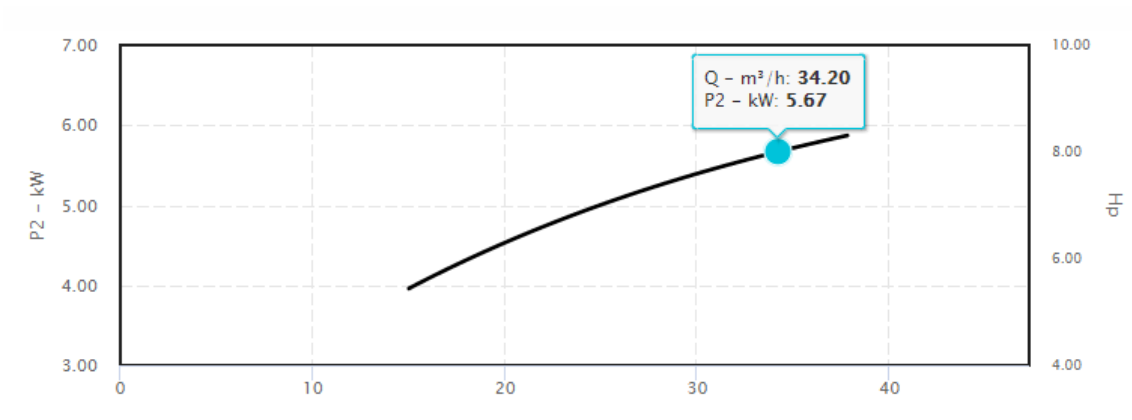


FIGURA 67 .POTENCIA CONSUMIDA POR LA BOMBA EN NUESTRO PUNTO DE FUNCIONAMIENTO SEGÚN EL FABRICANTE.

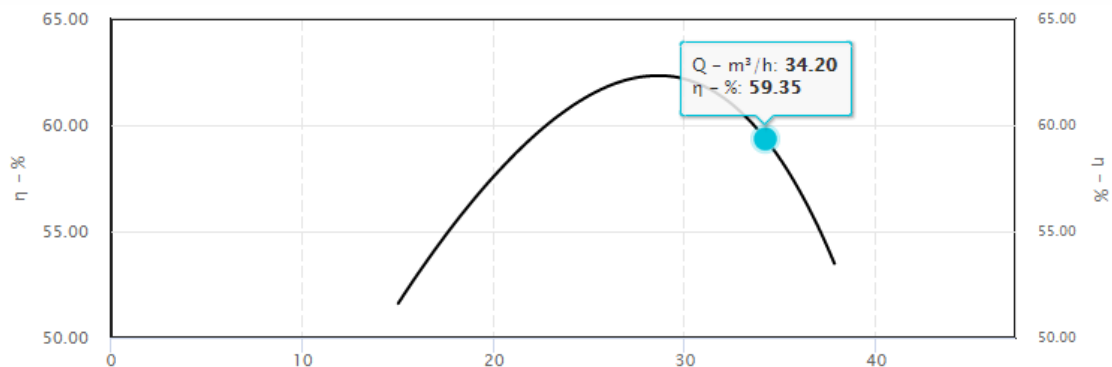


FIGURA 68. RENDIMIENTO DE LA BOMBA PARA NUESTRO CAUDAL.

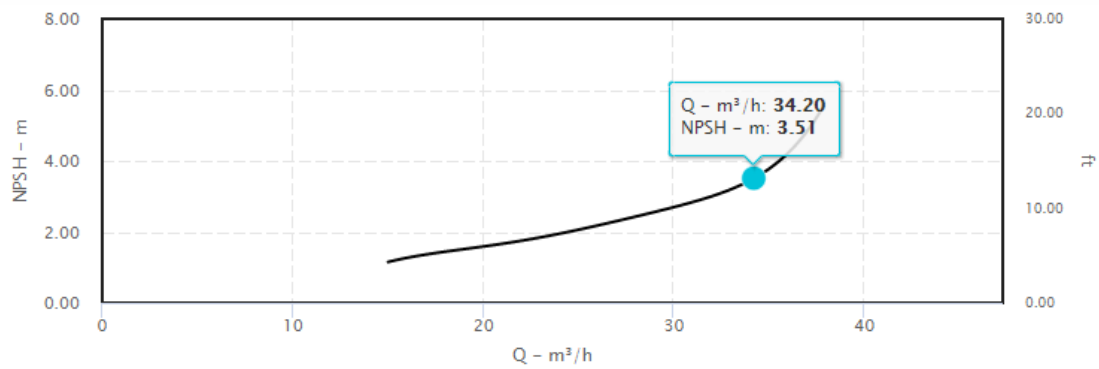


FIGURA 69. CURVA NPSH DE LA BOMBA EN NUESTRA INSTALACIÓN.

Estos son los datos sobre como trabajaría la bomba seleccionada en nuestra instalación, dichos gráficos son ampliaciones de las siguientes tablas que reflejan como trabajaría la bomba en cualquier punto de funcionamiento de cualquier instalación.

N Bombas centrífugas de aspiración axial
según norma europea EN 733



Curvas Características n ≈ 2900 1/min

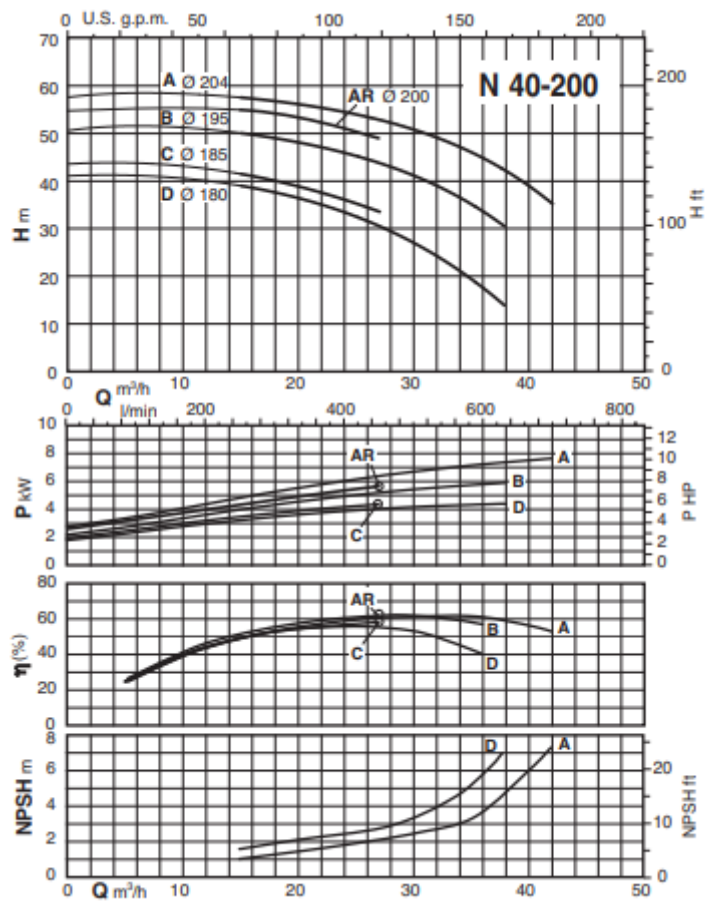


FIGURA 70. CURVAS MODELO N 40-200.

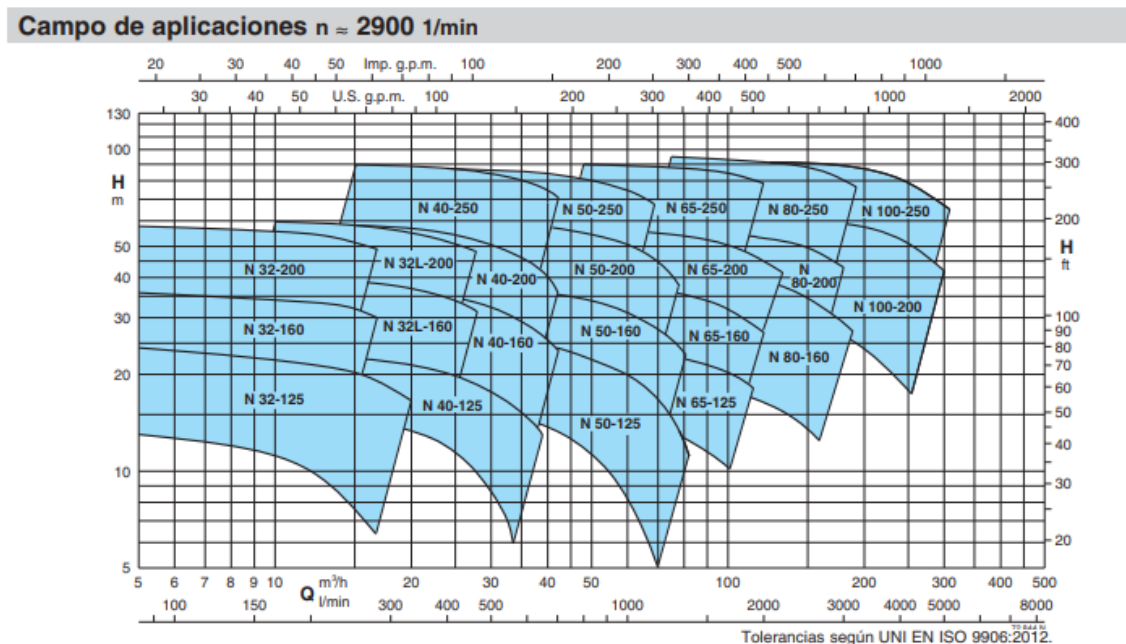


FIGURA 71. COMPARACIÓN CURVAS MODELO N 40-200 CON EL RESTO DE MODELOS DE LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS AXIALES.

El resto de especificaciones técnicas se muestran a continuación en las siguientes tablas:

Ficha De Bomba Y Motor			
n (rpm):	2900	Pn (HP):	7.50
N. de rodetes:	1	Diámetro de rodetes (mm):	195.00
Max presión de trabajo (bar):	16	f _q (Hz):	50
H max (m):	51.50	Polos:	2
H min (m):	40.50	Servicio:	S1
Q min (mc/h):	15.00	Min temperatura de liquido (°C):	-10.00 °C
Q max (mc/h):	33.00	Peso (kg):	40.400
Pn (kW):	5.50		

FIGURA 72. FICHA TÉCNICA GRUPO ELECTROBOMBA N 40-200 B/A.

Materiales	
Cuerpo bomba:	Cast iron GJL 200 EN 1561
Tapa del cuerpo:	Cast iron GJL 200 EN 1561
Rodete:	Brass P-Cu Zn 40 Pb 2 UNI 5705
Eje:	Chrome steel 1.4104 EN 10088 (AISI 430F)
Sello mecánico:	Carbon-Ceramic-NBR
Contrabridas:	Steel S235JR 1.0038 EN 10025-2

FIGURA 73. FICHA MATERIALES N 40-200 B/A.

Aunque el fabricante nos dice que la bomba tiene una potencia nominal de 5.5 kw.

Cuando trabajemos con un caudal de $34.2 \text{ m}^3/h$ nos dice que tendrá un consumo de 5.67 kw y un rendimiento de 59.35%.

Este rendimiento que nos proporciona el fabricante es el rendimiento global, donde ya se están teniendo en cuenta el rendimiento volumétrico, el rendimiento hidráulico y el rendimiento mecánico, como ya se ha explicado previamente.

$$\eta g = \eta h * \eta v * \eta m$$

El fabricante nos proporciona la potencia que asegura que consumirá la bomba en nuestra instalación.

Sabiendo el rendimiento nosotros también podemos calcular el consumo para compararlo con el que nos proporciona el fabricante.

Sabiendo que la potencia útil que se le transmite la bomba al fluido es $P_{util} = \gamma * Q_{util} * H_{util} = 9810 * 0.0095 * 34 = 3168.63 \text{ W}$

Podemos calcular la potencia que consumirá el motor que mueve el rodete de la bomba, esta potencia tendrá que ser mayor que la potencia útil ya que tiene que ser capaz de vencer las pérdidas provocadas por los rendimientos.

Sabiendo que $\eta g = \frac{P_{util}}{P_{abs}} = \frac{\gamma * Q * H_b}{P_{abs}}$ Podemos calcular que la potencia absorbida realmente, esta será:

$$P_{abs} = \frac{P_{util}}{\eta} = \frac{9810 * 0.0095 * 34}{0.5935} = 5338.9 \text{ W} = 5.34 \text{ kw}$$

Diremos que la bomba consume **5.67 Kw** que es el dato que nos proporciona el fabricante ya que es mayor que el que hemos calculado, para estar del lado de la seguridad.

Debemos tener en cuenta también el rendimiento del motor eléctrico por lo que la potencia que se deberá aportar al motor será aún mayor que los 5.67Kw

Concretamente podemos estimar el rendimiento de un motor como el nuestro de 2 polos y 50 Hz de un 84.81% según la normativa UNE-EN 60034-30-1 para un motor de eficiencia energética estándar.

Valor obtenido interpolando en los datos de la siguiente tabla, suponiendo que los datos siguen una progresión lineal

Minimum 50 Hz efficiency values defined in IEC/EN 60034-30-1:2014 (based on test methods specified in IEC 60034-2-1:2014)

Output kW	IE1				IE2				IE3				IE4			
	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole
0.12	45.0	50.0	38.3	31.0	53.6	59.1	50.6	39.8	60.8	64.8	57.7	50.7	66.5	69.8	64.9	62.3
0.18	52.8	57.0	45.5	38.0	60.4	64.7	56.6	45.9	65.9	69.9	63.9	58.7	70.8	74.7	70.1	67.2
0.20	54.6	58.5	47.6	39.7	61.9	65.9	58.2	47.4	67.2	71.1	65.4	60.6	71.9	75.8	71.4	68.4
0.25	58.2	61.5	52.1	43.4	64.8	68.5	61.6	50.6	69.7	73.5	68.6	64.1	74.3	77.9	74.1	70.8
0.37	63.9	66.0	59.7	49.7	69.5	72.7	67.6	56.1	73.8	77.3	73.5	69.3	78.1	81.1	78.0	74.3
0.40	64.9	66.8	61.1	50.9	70.4	73.5	68.8	57.2	74.6	78.0	74.4	70.1	78.9	81.7	78.7	74.9
0.55	69.0	70.0	65.8	56.1	74.1	77.1	73.1	61.7	77.8	80.8	77.2	73.0	81.5	83.9	80.9	77.0
0.75	72.1	72.1	70.0	61.2	77.4	79.6	75.9	66.2	80.7	82.5	78.9	75.0	83.5	85.7	82.7	78.4
1.1	75.0	75.0	72.9	66.5	79.6	81.4	78.1	70.8	82.7	84.1	81.0	77.7	85.2	87.2	84.5	80.8
1.5	77.2	77.2	75.2	70.2	81.3	82.8	79.8	74.1	84.2	85.3	82.5	79.7	86.5	88.2	85.9	82.6
2.2	79.7	79.7	77.7	74.2	83.2	84.3	81.8	77.6	85.9	86.7	84.3	81.9	88.0	89.5	87.4	84.5
3	81.5	81.5	79.7	77.0	84.6	85.5	83.3	80.0	87.1	87.7	85.6	83.5	89.1	90.4	88.6	85.9
4	83.1	83.1	81.4	79.2	85.8	86.6	84.6	81.9	88.1	88.6	86.8	84.8	90.0	91.1	89.5	87.1
5.5	84.7	84.7	83.1	81.4	87.0	87.7	86.0	83.8	89.2	89.6	88.0	86.2	90.9	91.9	90.5	88.3
7.5	86.0	86.0	84.7	83.1	88.1	88.7	87.2	85.3	90.1	90.4	89.1	87.3	91.7	92.6	91.3	89.3
11	87.6	87.6	86.4	85.0	89.4	89.8	88.7	86.9	91.2	91.4	90.3	88.6	92.6	93.3	92.3	90.4
15	88.7	88.7	87.7	86.2	90.3	90.6	89.7	88.0	91.9	92.1	91.2	89.6	93.3	93.9	92.9	91.2

FIGURA 74 TABLA RENDIMIENTOS MOTOR ELÉCTRICO.

Luego la potencia real que se necesita aportar al motor será de $5.67/0.85 = 6.67$ KW.

8. Descripción Instalación solar para la bomba multicelular del pozo

En este apartado se describe el diseño de la instalación solar usada para diseñar un sistema de producción energética que aporte la energía necesaria, con las condiciones de potencia que requieren el equipo de bombeo.

Como sabemos esta bomba trabaja por igual durante los 4 meses de riego, por lo que las necesidades energéticas son constantes.

La potencia que consume la bomba calculada previamente es de 7,7Kw y sabemos que esta bomba trabaja 102 horas mensuales, por lo que tiene un consumo constante de 785.4 Kwh cada mes.

Vamos a comenzar explicando cómo es el esquema general de la instalación, indicando las características de cada uno de los elementos y la función que desempeñan.

En general los sistemas fotovoltaicos autónomos, aislados de la red eléctrica, suelen ser de poca potencia, debido a su coste, que hace que cuando se necesitan cantidades de energía elevadas el desembolso inicial a realizar sea elevado, aunque los precios han bajado de forma significativa y comienza a ser competitivo hacer instalaciones grandes.

El esquema general de la instalación se puede describir mediante el siguiente diagrama de bloques:

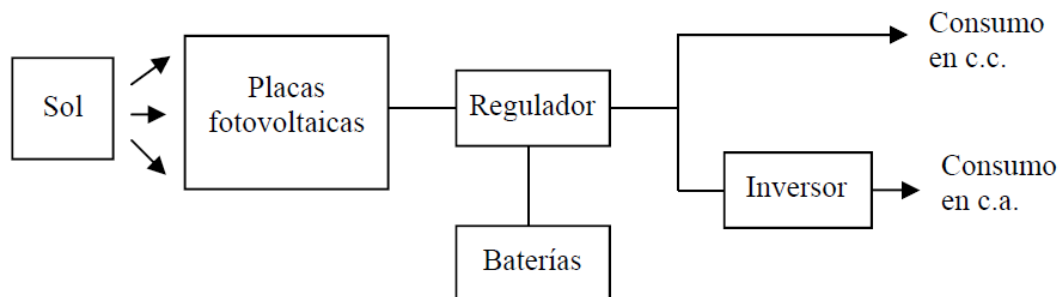


FIGURA 75. ESQUEMA INSTALACIÓN AISLADA

Al incidir el sol sobre los paneles solares generan la energía eléctrica en función de la radiación solar disponible, estos generan la energía en forma de corriente continua por lo que en función de las necesidades que tengamos, es decir si queremos usar corriente continua o alterna necesitaremos un inversor para convertirla, en nuestro caso usaremos solo corriente alterna.

Las baterías son las encargadas de almacenar la energía eléctrica para garantizar el suministro en las horas o intervalos el tiempo en los que la radiación solar no sea suficiente.

El inversor será imprescindible ya que la bomba cuenta con un motor trifásico de corriente alterna, por lo que necesitaremos un inversor que convierta la corriente continua en corriente alterna.

El regulador es el elemento encargado de transferir la energía que proporcionan las placas hasta las baterías y también de controlar la descarga de las mismas hasta los elementos que consumen dicha energía.

9. Inclinación módulos fotovoltaicos y estudio de la radiación.

Para determinar la inclinación óptima de los módulos fotovoltaicos se deben comparar las radiaciones obtenidas con las diferentes inclinaciones y relacionarlas con los consumos necesarios.

La instalación tiene la particularidad de que se usará solo durante los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto ya que son los meses en los que se necesita que la bomba extraiga agua, por lo que compararemos las mejores inclinaciones para esos meses.

Los datos de irradiación los obtendremos de la página web del PVGIS, aplicación oficial desarrollada por la Unión Europea que permite calcular una producción fotovoltaica en cualquier zona de Europa, Asia y América, permitiendo al usuario conocer las ventajas o desventajas que tendría instalar un equipo de autoconsumo en una zona geográfica determinada.

Mediante un mapa interactivo de los continentes vía satélite, PVGIS te da la opción de seleccionar cualquier región y poder obtener los datos de radiación solar para calcular tu producción fotovoltaica en un área geográfica determinada.

Nuestra instalación se encuentra ubicada en el término de Sarrión, como ya se ha explicado anteriormente, las coordenadas del punto exacto en el que se ubicarán las placas solares serán: 40º 11'17" N 0º50'18" W.

9.1. Inclinación 5º

Obtenemos los datos de irradiación para la inclinación de 5 º en nuestra ubicación, usamos los datos del último año de la base de datos de la web.

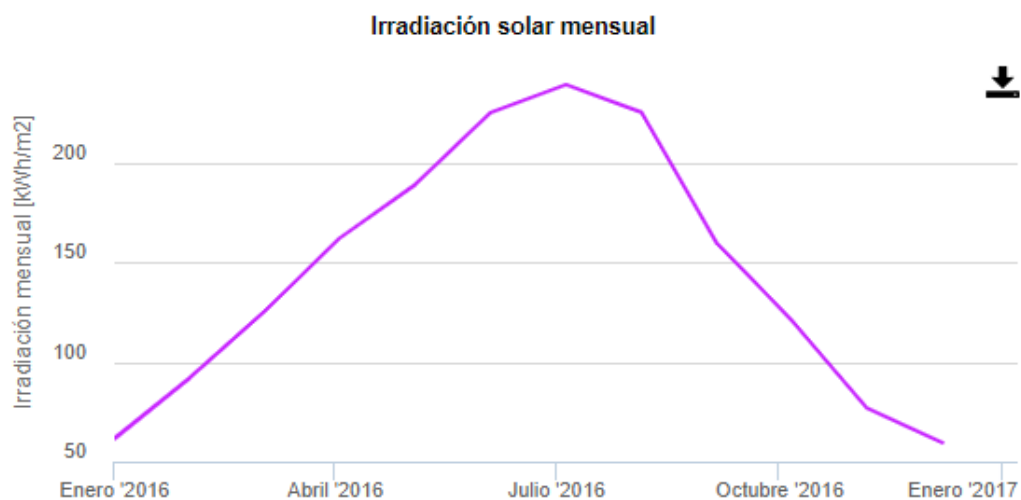


FIGURA 76. IRRADIACIÓN SOLAR INCLINACIÓN 5º

A continuación calculamos el consumo en Ah/mes sabiendo que la tensión nominal de nuestra instalación aislada será de 48 V y el rendimiento del inversor será de entorno al 95.8%, según el catálogo de los fabricantes de inversores.

$$\text{Consumo: } (w_{\text{mes}} / (V_{\text{inst}} * \eta_{\text{inversor}})) = 807880 / (48 * 0.958) = 17532.127 \text{ Ah/mes}$$

Con el valor del consumo de cada uno de los meses en los que se usará la instalación y con los valores de la irradiación solar para cada mes del año, expresada en unidades de kWh/m² (o lo que es lo mismo en Horas Solares Pico), calculamos el cociente entre el consumo y la radiación solar.

$$\text{Coeficiente} = (1.2 * \text{consumo}) / \text{Radiación}$$

Multiplicamos el consumo por un coeficiente de sobredimensionado de un 20% para tener en cuenta las pérdidas de la instalación.

Este coeficiente que relaciona las necesidades energéticas de la instalación con la irradiación solar disponible tendrá un valor más alto en los meses en los que haya mayores necesidades a cubrir y menor radiación disponible, en este caso dado que las necesidades son constantes en los 4 meses, será más desfavorable cuanto menor irradiación.

	Kwh mes	Consumo (Ah/mes)	Irradiación 5º (kwh/m ²)	Coeficiente
Mayo	785.4	17044.27083	188.9	108.274881
Junio	785.4	17044.27083	224.92	90.9351103
Julio	785.4	17044.27083	238.96	85.5922539
Agosto	785.4	17044.27083	224.96	90.9189411

Tabla 3. Irradiación y consumo inclinación 5º

Se repiten estos cálculos con las diferentes inclinaciones en los siguientes apartados para poder comparar los coeficientes obtenidos.

9.2. Inclinación 10°.

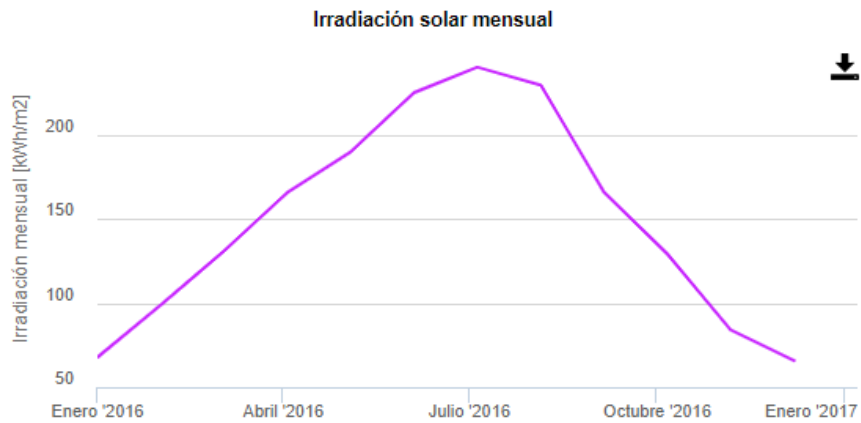


FIGURA 77. IRRADIACIÓN SOLAR INCLINACIÓN 10°

	Kwh mes	Consumo (Ah/mes)	Irradiación 10° (kwh/m²)	Coeficiente
Mayo	785.4	17044.27083	189.66	107.841005
Junio	785.4	17044.27083	224.8	90.9836521
Julio	785.4	17044.27083	239.82	85.2853182
Agosto	785.4	17044.27083	229.16	89.2525964

Tabla 4. Irradiación y consumo inclinación 10°

9.3. Inclinación 15°

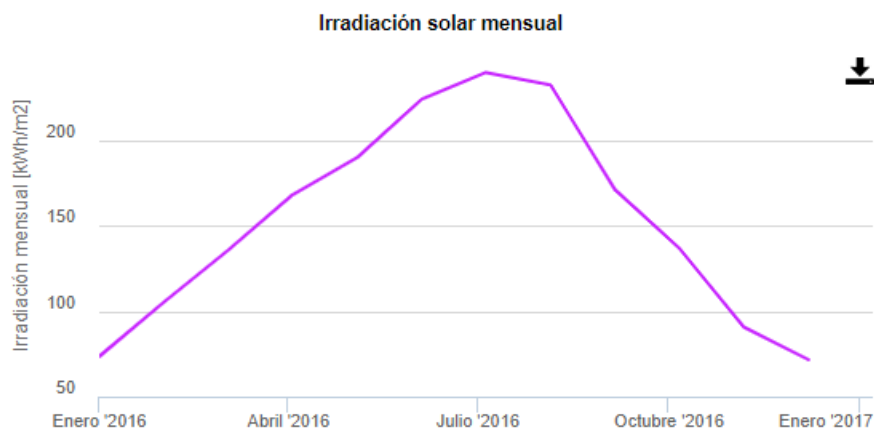


FIGURA 78. IRRADIACIÓN SOLAR INCLINACIÓN 15°

	Kwh mes	Consumo (Ah/mes)	Irradiación 15º (kwh/m ²)	Coefficiente
Mayo	785.4	17044.27083	189.56	107.897895
Junio	785.4	17044.27083	223.7	91.431046
Julio	785.4	17044.27083	239.3	85.4706435
Agosto	785.4	17044.27083	231.99	88.1638217

Tabla 5. Irradiación y consumo inclinación 15º

9.4. Inclinación 20º

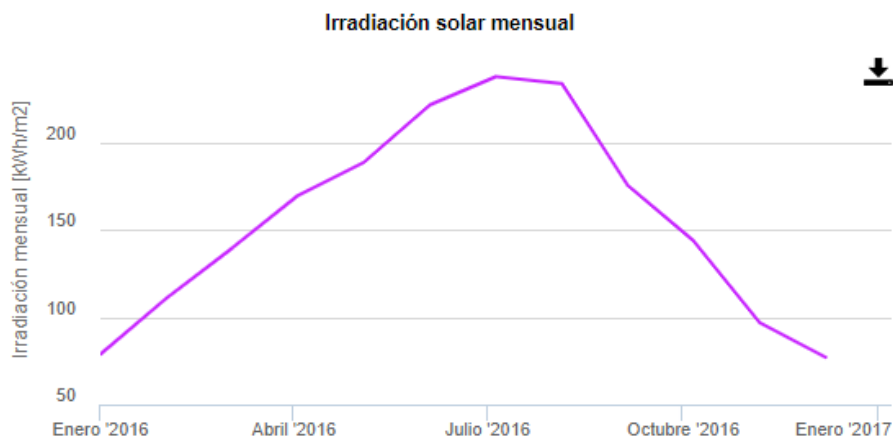


FIGURA 79. IRRADIACIÓN SOLAR INCLINACIÓN 20º

	Kwh mes	Consumo (Ah/mes)	Irradiación 20º (kwh/m ²)	Coefficiente 20º
Mayo	807.88	17568.71955	188.46	111.8670459
Junio	807.88	17568.71955	221.25	95.28797047
Julio	807.88	17568.71955	237.35	88.82436682
Agosto	807.88	17568.71955	233.41	90.32373705

Tabla 5. Irradiación y consumo inclinación 20º

9.5. Inclinación 60°

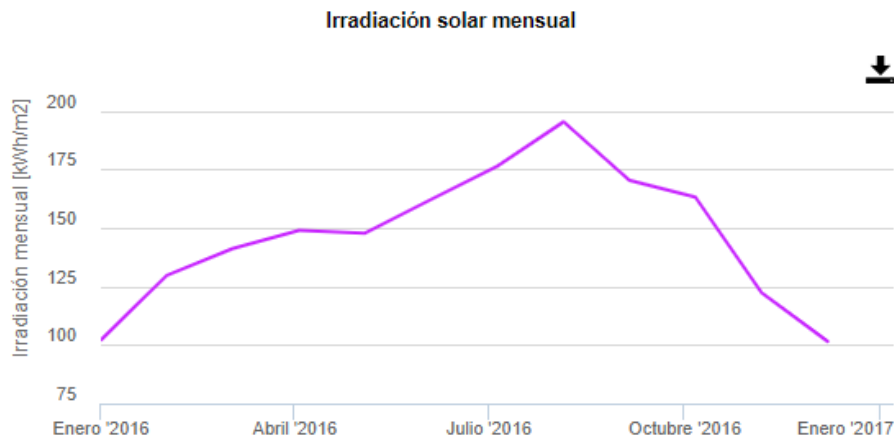


FIGURA 80. IRRADIACIÓN SOLAR INCLINACIÓN 60°

	Kwh mes	Consumo (Ah/mes)	Radiación 60° (kwh/m ²)	Coefficiente 60°
Mayo	785.4	17044.27083	147.66	138.515001
Junio	785.4	17044.27083	162.24	126.067092
Julio	785.4	17044.27083	176.4	115.947421
Agosto	785.4	17044.27083	195.32	104.715979

Tabla 6. Irradiación y consumo inclinación 60°

9.6. Inclinación elegida

Comparando las diferentes inclinaciones vemos que para estos meses las inclinaciones bajas maximizan la producción de energía, por lo que se descarta usar inclinaciones altas como la de 60°

El mes de mayo es el mes más desfavorable ya que es en el que menos radiación tenemos usando inclinaciones bajas por eso tiene el coeficiente más alto. Elegimos una inclinación que favorezca la producción de energía en este mes, es decir la inclinación de 10°, que como podemos ver comparando los coeficientes obtenidos es la inclinación que maximizará la producción energética en este mes y por tanto la instalación quedará correctamente dimensionada.

Coeficiente 5º	Coeficiente 10º	Coeficiente 15º	Coeficiente 20º	Coeficiente 60º
108.27	107.84	107.90	108.53	138.52
90.94	90.98	91.43	92.44	126.07
85.59	85.29	85.47	86.17	115.95
90.92	89.25	88.16	87.63	104.72

Tabla 7. Comparación coeficientes con distintas inclinaciones

10. Selección inversor y regulador.

Se deberá elegir un inversor de 48 V, que es la tensión de cc de nuestra instalación que sea capaz de proporcionar a su salida la potencia nominal del motor trifásico de la bomba, por lo que deberá ser un inversor de potencia nominal de salida de 8Kw.

Realmente la potencia nominal de la bomba es de 6.6 KW, pero hemos supuesto un rendimiento del motor bastante restrictivo de un 85%, y estimamos que la potencia que podría llegar a absorber la bomba es de 7,7 KW. Por lo que con el inversor de 8 KW será suficiente.

Existen inversores que son a su vez reguladores maximizadores (MPPT), de tal forma que la tensión de entrada de las placas pueda ser mayor que la tensión de las baterías y que la tensión de salida del inversor.

Elegimos el inversor y regulador de 8Kw, 48V, con MPPT 120A Must Solar, cuyas especificaciones técnicas se muestran en la siguiente figura.

Especificaciones

MODELO		PV36-4K	PV36-6K	PV36-8K	PV36-8K	PV36-10K	PV36-12K	
Voltaje de Baterías del Sistema		24V	48V	48V	48VDC	48VDC	48VDC	
SALIDA INVERSOR	Potencia del Inversor	4KW	5KW	6KW	8.0KW	10.0KW	12.0KW	
	Pico potencia (20ms)	12KW	15.0KW	18.0KW	24.0KW	30.0KW	36.0KW	
	Capacidad arranque motores	2HP	2HP	3HP	4HP	5HP	6HP	
	Tipo de Onda	Onda pura / igual que en la entrada (modo bypass)						
	Voltaje nominal salida RMS	220V/230V/240VAC(+/-10% RMS)						
	Frecuencia de salida	50Hz/60Hz +/-0.3 Hz						
	Eficiencia del Inversor (Pico)	>85%			>88%			
	Eficiencia modo red	>95%						
	Factor de potencia	0.8						
Tiempo de transferencia típico	10ms(max)							
ENTRADA AC	Voltaje	230VAC						
	Rango voltaje seleccionable	154~272VAC(Para ordenadores)						
	Rango frecuencia	50Hz/60Hz (Automático)						
BATERÍA	Voltaje mínimo arranque	20.0VDC/21.0VDC for 24VDC mode (40.0VDC/42.0VDC for 48VDC mode)						
	Voltaje batería baja	21.0VDC+/-0.3V for 24VDC mode (42.0VDC+/-0.6V for 48VDC mode)						
	Voltaje desconexión batería baja	20.0VDC+/-0.3V for 24VDC mode (40.0VDC+/-0.6V for 48VDC mode)						
	Alarma alto voltaje	32.0VDC+/-0.3V for 24VDC mode (64.0VDC+/-0.6V for 48VDC mode)						
	Recuperación alarma alto voltaje	31.0VDC+/-0.3V for 24VDC mode (62.0VDC+/-0.6V for 48VDC mode)						
	Consumo en vacío / modo espera	<25W con ahorro de energía			<25W con ahorro de energía			
CARGADOR AC	Voltaje cargador	En función voltaje batería						
	Térmico protección entrada AC	30A	30A	30A	40A	50A	63A	
	Protección sobrecarga	31.4VDC para modelo 24VDC (62.8VDC para modelo 48VDC)						
	Máxima corriente de carga	65A	40A	35A	40A	70A	80A	100A
BTB	Potencia continua salida	En función de la demandada y con regulación según temperatura batería						
PROTECCIÓN Y BYPASS	Onda de entrada	Senoidal (red o generador)						
	Frecuencia nominal entrada	50Hz o 60Hz						
	Protección sobrecarga	Térmico						
	Protección cortocircuito salida	Térmico						
	Potencia térmico de bypass	40A			80A		80A	80A
REGULADOR MPPT	Corriente máxima bypass	40Amp			80A		80Amp	
	Máxima corriente carga FV	60A			60A(120A Opcional)			
	Voltaje DC	24V/48V Automático			48V			
	Potencia carga FV	1600W	3200W	3200W	3200W	3200W(6400W para modelo 120A)		
	Rango operativo MPPT	32-145VDC para 24V, 64-147V para 48V			64~147VDC			
	Voltaje Máximo FV Circuito abierto	147VDC						
	Eficiencia máxima	>98%						
Consumo en stand-by	<2W							
CARACTERÍST. FÍSICAS	Instalación	En pared						
	Tamaño	620*385*215mm			670*410*215mm			
	Peso neto (Regulador solar) kg	36	41	44	69+2.5	75.75+2.5	75.75+2.5	
	Tamaño caja (W*H*D)	755*515*455mm			884*618*443mm			
	Peso caja (Regulador solar) kg	56	61	64	89+2.5	95.5+2.5	95.5+2.5	
OTROS	Rango temperatura de trabajo	0°C to 40°C						
	Temperatura almacenamiento	-15°C to 60°C						
	Nivel sonoro	60dB MAX						
	Pantalla	LED+LCD						
	Unidades contenedor(20GP/40GP/40HQ)	140pcs / 280pcs / 320pcs						

FIGURA 81. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS INVERSOR-REGULADOR MUST SOLAR.

Como vemos este es además un inversor cargador, de tal forma que si necesitásemos energía y por alguna razón no tuviésemos esta almacenada en las baterías podríamos cargarlas conectando un generador con una tensión de 230 V.

Vemos que en la parte del regulador MPPT podemos conectar módulos asociados de tal forma que la tensión de entrada al regulador esté dentro del intervalo de 64-147V, por lo que elegiremos un modelo de módulo fotovoltaico capaz de cubrir las necesidades de nuestro consumo y que nos proporcione una tensión de entrada dentro de este intervalo.

Además este inversor nos proporciona a la salida los 230 V a 50 Hz de corriente alterna trifásica que son exactamente las características que necesitamos.

11. Cálculo módulos fotovoltaicos y selección de sus características

En este apartado incluye el estudio correspondiente al cálculo de la cantidad de placas solares necesarias y su configuración, además de justificarse el modelo elegido en función de las necesidades.

Se ha definido una tensión de instalación de 48V, por lo que se deberán asociar un número de líneas en serie capaz de proporcionar esos 48V.

Existen placas de 12V o 24 V de tensión nominal, utilizaremos placas de 24V para tener que asociar solo 2 líneas en serie, buscando trabajar al mayor voltaje posible para reducir las pérdidas.

$$\begin{aligned} N^{\circ} \text{ líneas en serie} &= \text{Tensión de la instalación cc} / \text{Tensión nominal placa} = \frac{48}{24} \\ &= 2 \text{ líneas en serie} \end{aligned}$$

Para calcular el número de líneas en paralelo que necesitamos, usaremos el coeficiente más desfavorable de los ya calculados en el anterior apartado, que es el de Mayo.

Sabiendo el valor de este coeficiente y dividiéndolo entre el valor de la intensidad pico que nos proporciona la placa obtendremos el número de líneas en paralelo necesarias.

$$Nlp = Cmd / Ip$$

En función del modelo de placa elegido tendremos una intensidad pico u otra.

Por ejemplo si elegimos una placa de 24 V de tensión nominal y 250 W, con una intensidad pico de 8.1 Amperios

$$Nlp = \frac{107.84}{8.1} = 13.3 = 14 \text{ placas}$$

Se usarían 2 líneas en serie por 14 en paralelo un total de 28 placas.

Pero en este modelo de placas la tensión cuando las placas están trabajando a máxima potencia $V_{max} = 30.9$ según el fabricante, al conectar 2 líneas en serie la tensión de entrada al inversor a

máxima potencia de las placas será de $30.9 \times 2 = 61.8 \text{ V}$, este valor está fuera del intervalo de 64-147 V del inversor, por lo que elegimos un modelo de superior V_{max} .

Comparando los diferentes módulos que más se acercarán a nuestro punto de funcionamiento vemos que finalmente la mejor opción sería escoger un módulo de 340W, de 48 V de tensión nominal con una intensidad pico de 8.84 Amperios y una tensión de máxima potencia de 38.5V.

$$N^{\circ} \text{ líneas en serie} = \frac{48}{24} = 2 \text{ líneas en serie}$$

$$N_{lp} = \frac{107.84}{8.84} = 12.19 = 13 \text{ líneas en paralelo}$$

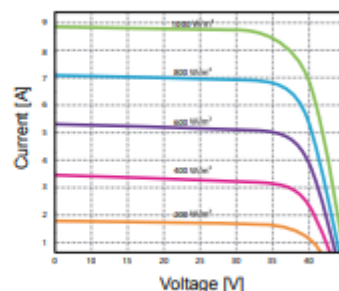
Se usarán un total de 26 placas de este tipo asociadas en 2 líneas en serie y 13 en paralelo proporcionando una potencia de entrada al inversor de 8840W, es decir un 10% superior a la potencia nominal de salida de este.

El resto de especificaciones técnicas del modelo elegido son las siguientes:

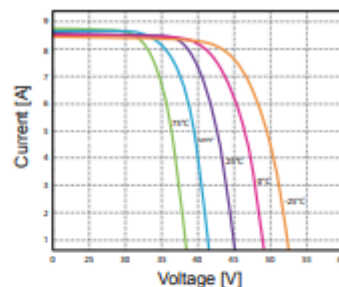
POLYCRYSTALLINE, 72-CELL SERIES

ELECTRICAL PERFORMANCE	
Module type: ESPMC	340
Maximum Power(Wp)	340W
Open circuit Voltage(Voc)	46.4V
Short circuit Current(Isc)	9.45A
Maximum Power Voltage(Vm)	38.5V
Maximum Power Current(Imp)	8.84A
Module efficiency	17.5%
Maximum Series Fuse	15A
Watts positive tolerance	0~+3%
Number of Diode	3
Standard Test Conditions	1000W/MP,25°C,AM1.5
Maximum System Voltage	1000V/DC
Temperature-Coefficient Isc	+0.08558%/°C
Temperature-Coefficient Uoc	-0.29508%/°C
Temperature-Coefficient Pmpp	-0.38001%/°C
Normal Operating Cell Temperature	-40°C...+85°C
Load Capacity for the cover of the module (glass)	5400Pa(IEC61215)(snow)
Load Capacity for the front & back of the module	2400Pa(IEC61215)(wind)
Product Certificate	TUV(IEC 61215,IEC 61730),CE, ROHS,PID Resistant,INMETRO
Company Certificate	ISO9001,ISO14001,ISO18001

CURRENT-VOLTAGE CURVES:



Module characteristics at constant module temperatures (25°C) and different levels of irradiance.



Module characteristics at different module temperatures and constant module irradiance (1.000 W/m²).

FIGURA 82. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 340W POLICRISTALINO ERA.



Al asociarse 2 líneas en serie por 13 en paralelo las 13 líneas en paralelo harán llegar hasta el regulador un valor máximo de corriente igual a la intensidad pico que produce cada placa por el número de líneas en paralelo

Por tanto la I máxima a la entrada del regulador es:

$$I_{max} = Nlp \times Ip = 13 * 8.84 = 114.92 A , \text{ dentro del rango de entrada del regulador.}$$

La diferencia de potencial a la entrada del regulador será por tanto la de los 2 módulos en serie, aunque los módulos son de 24 V de tensión nominal, trabajando en condiciones de potencia máxima es decir con una radiación de 1000W/m² su tensión puede llegar a ser de 38.5 V. Por lo que a la entrada del regulador habrá 77V, valor dentro del rango de trabajo del inversor elegido (64-174V)

12. Cálculo de baterías

En primer lugar se decide la autonomía que va a tener la instalación para poder elegir las baterías y determinar cómo vamos a asociar estas.

Recordamos que la instalación usada es para la bomba del pozo, la cual lleva el agua necesaria hasta el depósito; esta bomba debe trabajar 34 horas para obtener el agua necesaria para un riego, como se realizan 3 riegos al mes la bomba trabajará un total de 102 horas mensuales.

Los riegos estarán espaciados entre si 10 días, como ya se ha explicado anteriormente, por lo que es muy probable que durante 10 días existan al menos 34 horas de radiación solar disponible.

La necesidad de usar baterías es principalmente para evitar que la bomba arranque y pare demasiadas veces, ya que si se usase una instalación de bombeo solar directo sin baterías, en el momento en que una nube cubriese el sol y no llegase radiación a las placas la bomba pararía y tendría que volverá arrancar, sufriendo esta mucho más en cada arranque que si trabajase de forma más continuada.

Podemos comprobar que en nuestra ubicación concreta durante los meses que necesitamos radiación no es muy probable encontrar cielos nublados según la página web Weather Spark.

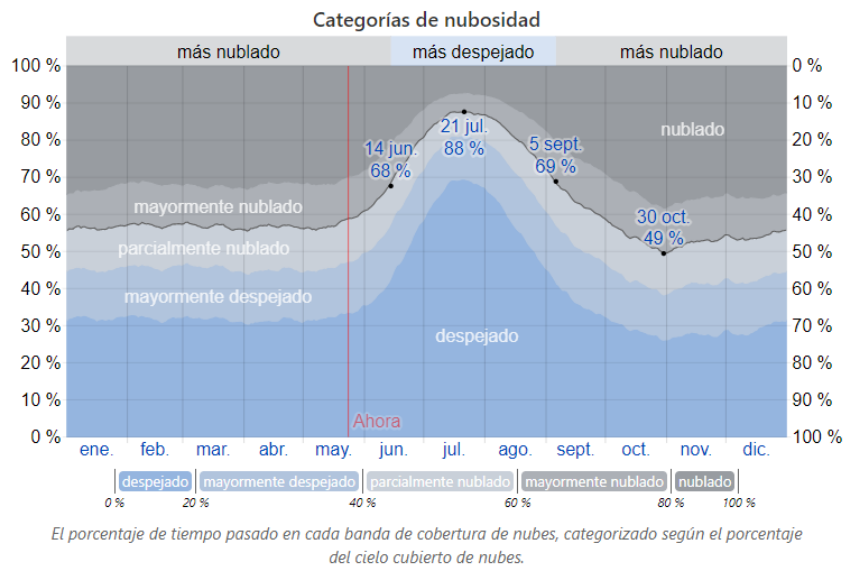


FIGURA 83. NUBOSIDAD ANUAL EN NUESTRA UBICACIÓN SEGÚN WEATHER SPARK.

El intervalo de tiempo más despejado del año en Sarrión comienza aproximadamente el 14 de junio; dura 2,7 meses y se termina aproximadamente el 5 de septiembre. Este intervalo coincide con gran parte del tiempo en el que vamos a usar la instalación.

El 21 de julio, el día más despejado del año, el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 88% del tiempo y nublado o mayormente nublado el 12% del tiempo.

El mes en el que podríamos tener más probabilidad de problemas en cuanto a cielos nublados sería mayo, pero aun así el cielo estará bastante despejado.

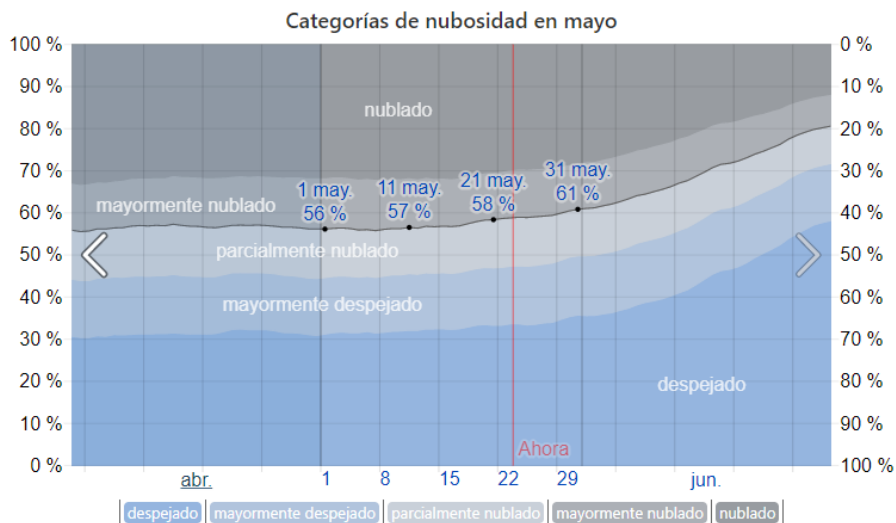


FIGURA 84. NUBOSIDAD MES DE MAYO UBICACIÓN SEGÚN WEATHER SPARK.



Aun así se define una autonomía de 24 horas para garantizar al menos un suministro de energía durante el tiempo que tarda la bomba en sacar el agua necesaria para el riego de uno de los sectores de la parcela, de esta forma podremos sacar esta cantidad de agua incluso de noche si fuese necesario para garantizar el riego de al menos un sector.

Es decir la instalación tendrá una autonomía de un $24h/34h = 70\%$ de las horas que tarda la bomba en sacar el agua para un riego completo de la parcela.

Se eligen baterías estacionarias de 2V, como la tensión de entrada al regulador desde el banco de baterías debe ser de 48 voltios según sus especificaciones, se asociarán $48/2= 24$ vasos en serie.

Para calcular la capacidad necesaria de las baterías necesitamos saber la profundidad de descarga Pd y las horas de autonomía. Elegimos una profundidad de descarga de un 70%.

Necesitamos saber también el consumo del día más desfavorable, pero sabiendo que en este caso el consumo es constante de 17044 Ah/mes, usaremos un consumo de media diario de:

$$\frac{17044 \text{ Ah}}{\frac{\text{mes}}{30 \text{ días}}} = 568.13 \text{ Ah/día.}$$
$$C24 = \frac{568.13}{0.7} = 811.62 \text{ Ah}$$

Para calcular el número de baterías asociadas en paralelo debemos seleccionar un modelo concreto de baterías y tener en cuenta sus capacidades.

Elegimos las baterías **ACU0519** 2V/700Ah Elemento estacionario 2V | 836Ah C10 | 1207Ah C100 | 7 OPzS 700 | BATVOLT. Se debe calcularla capacidad para 24 horas, suponiendo una progresión lineal entre C10=836 y C100= 1200 Ah, sabemos que C24 =934.9. Por lo que deberemos conectar en paralelo:

$811.62 \text{ Ah batería} / 934.9 \text{ Ah de una unidad}=0.87$, es decir 1 línea en paralelo.

13. Selección variador

El método de arranque elegido de la bomba es el de arranque por variador, recomendado por el fabricante, por lo que debemos elegir el que más se adapte a nuestra instalación.

Básicamente y muy a grandes rasgos podemos decir que un variador se compone de dos partes principales, una que convierte corriente alterna AC (ya sean 50 o 60 Hz) en corriente continua DC y otra que vuelve a convertir esta corriente continua en una alterna, pero esta vez, de frecuencia variable, entre 0 y 250 Hz.

La velocidad del motor depende directamente de la frecuencia, de modo que controlando esta frecuencia se puede variar la velocidad del motor a voluntad. De esta forma podremos arrancar la bomba progresivamente y pararla en el momento deseado de una manera suave, evitando así problemas relacionados con el golpe de ariete.

Para hacernos una idea de su funcionamiento se adjunta la siguiente figura ejemplificativa, queda claro que en la instalación el variador se colocaría a la salida del inversor.

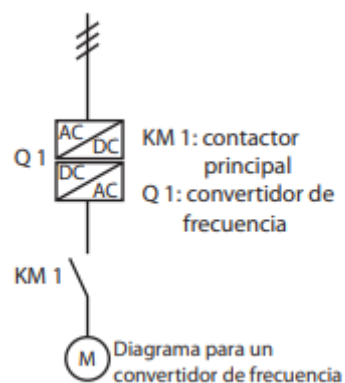


FIGURA 85. ESQUEMA INTERNO EXPLICACIÓN VARIADOR.

Para la correcta selección del variador, nos fijamos en la potencia y la tensión de la bomba, a partir de la cual se elegirá el variador para nuestro bombeo solar que trabaje con esa potencia.

Otro de los parámetros que debemos tener en cuenta es la tensión de alimentación, que es la que nos proporcione la salida del inversor en corriente alterna, en este caso 230 V.

Elegimos el variador para una potencia igual o la inmediatamente superior a la potencia que consume la bomba que es de un poco menos de 8 Kw.

Usaremos un variador de la marca ABB, de los que ofrece en su gama para control de motores en la industria hidráulica, que garantizan en el momento del arranque una reducción de la

corriente de arranque y menos voltaje eléctrico en el motor y la red, que se especifican como convertidores para bombeo solar.

Concretamente el modelo ACQ80-04, según ABB Los convertidores para bombeo solar ACQ80 de compatibilidad total mejoran la metodología de bombeo de agua haciendo que el sol se encargue de todas las necesidades de bombeo del agua. Desde el amanecer hasta el atardecer, el convertidor funciona sin costes energéticos de manera sencilla y segura.

El modelo de esta gama que ofrece una potencia inmediatamente superior a la de nuestra bomba es el modelo ACQ80-04-011KW-4, cuyas especificaciones podemos ver en la siguiente figura.

ACQ80-04							
Modelo de convertidor	Tamaño de bastidor	Entrada		Salida			
		Sin reactancia	Con reactancia	$I_{m\acute{a}x}$ (A)	I_N (A)	P_N	
		I_{IN} (A)	I_{IN} (A)			(kW)	(CV)
ACQ80-04-0KW75-4	R0	4,2	2,6	3,2	2,6	0,75	1
ACQ80-04-01KW1-4	R0	5,3	3,3	4,7	3,3	1,1	1,5
ACQ80-04-01KW5-4	R0	6,4	4,0	5,9	4,0	1,5	2
ACQ80-04-02KW2-4	R0	9,0	5,6	7,2	5,6	2,2	3
ACQ80-04-03KW0-4	R0	11,5	7,2	10,1	7,2	3,0	4
ACQ80-04-04KW0-4	R0	25,0	9,4	13,0	9,4	4,0	5
ACQ80-04-05KW5-4	R1	20,2	12,6	16,9	12,6	5,5	7,5
ACQ80-04-07KW5-4	R2	27,2	17	22,7	17	7,5	10
ACQ80-04-011KW-4	R2	40,0	25	30,6	25	11	15
ACQ80-04-015KW-4	R3	45,0	32	45,0	32	15	20
ACQ80-04-18KW5-4	R3	50,0	38	57,6	38	18,5	25
ACQ80-04-022KW-4	R3	60,0	50	81	50	22	30

Especificaciones	
I_{IN}	Intensidad nominal de entrada a 40 °C con y sin reactancias. Consulte la tabla de selección de reactancias de entrada, página 17.
I_N	Intensidad nominal disponible continuamente sin capacidad de sobrecarga a 50 °C.
P_N	Potencia típica del motor en uso sin sobrecarga.
$I_{m\acute{a}x}$	Intensidad de salida máxima disponible durante 2 segundos en el arranque.

FIGURA 86.ESPECIFICACIONES TÉCNICAS VARIADOR.

14. Estudio de sombras en helios cope

Simulamos la ubicación exacta de los 26 módulos fotovoltaicos con la inclinación de 10 grados para estudiar las sombras generadas y como afectan a nuestra instalación.

Al ser una ubicación en medio del capo, todas las sombras de árboles o elementos que nos molesten se eliminaran o talaran para obtener el máximo rendimiento posible.

Agrupando los 26 módulos en dos bloques de 13 solo queda saberla sombra que genera cada uno de estos sobre el otro.



FIGURA 87. SIMULACIÓN SOMBRAS EN HELIOSCOPE.

Colocamos las placas en el punto de la parcela en el que se ubicaran y estudiamos las sombras generadas.

Cada fila de módulos fotovoltaicos produce una sombra, por lo que hay que colocar las 2 filas separadas una distancia L mínima para que las sombras de una fila no tapen a la siguiente.

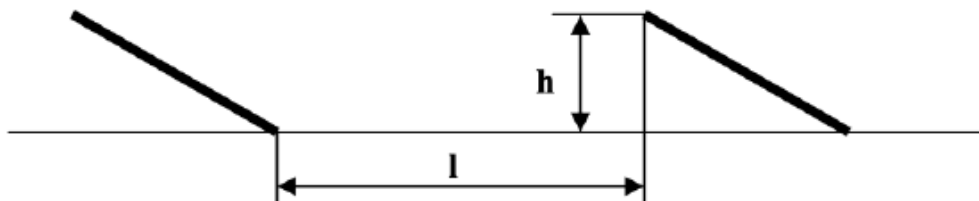


FIGURA 88. VISTA LATERAL FILAS DE PLACAS.

Tras la simulación se decide que los dos bloques de placas orientados hacia el sur e inclinados 10 grados provocan una inclinación sobre el otro banco de placas de 2.1 metros en algún momento del día.

El espacio no es un problema en este proyecto, por lo que se decide separar cada fila de módulos 3 metros entre sí.

15. Esquema instalación

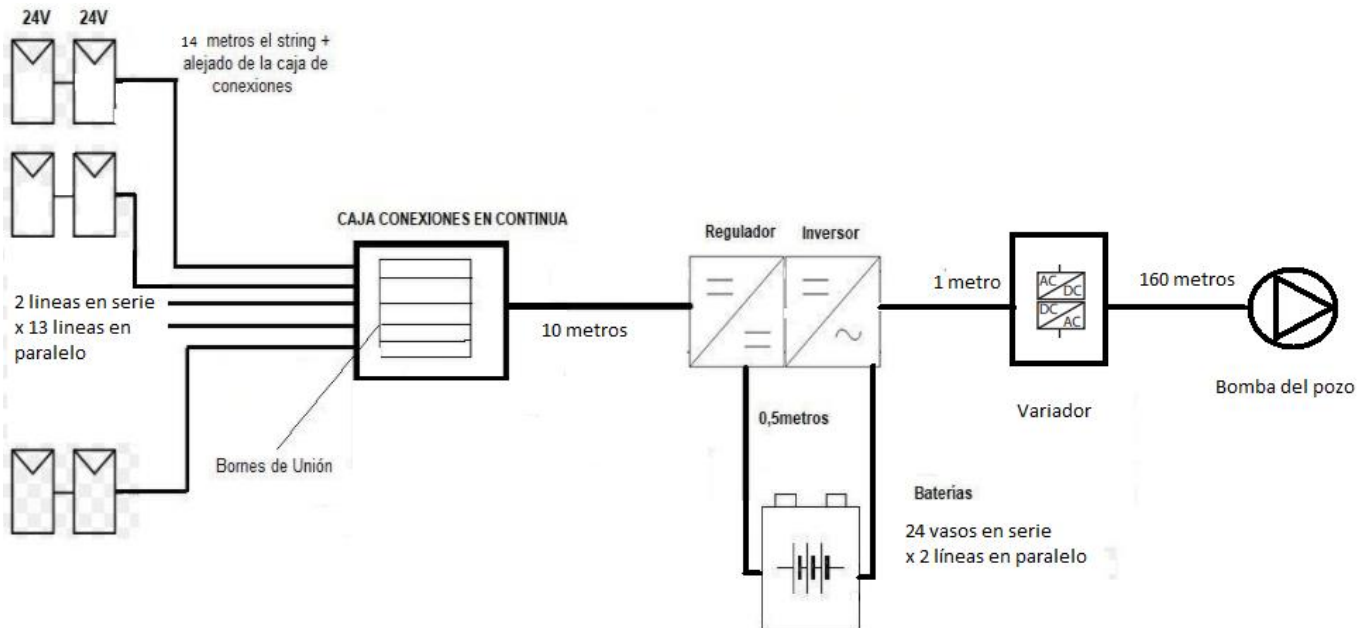


FIGURA 89. ESQUEMA CONCRETO INSTALACIÓN PLANTEADA

En este apartado se resumen finalmente los elementos que componen la instalación y se especificará la tensión y la corriente en los puntos de interés.

En primer lugar la instalación consta de 13 string (conexiones en serie de paneles); cada String es de 2 paneles para obtener una tensión de 48V, ya que cada panel trabaja a 24V (en serie se suman las tensiones). La intensidad que circula por cada String es la intensidad que circula por un solo panel, es decir 8.84 A.

Posteriormente en la caja de conexiones se unen en paralelo mediante bornas de conexión. En el siguiente cable con una longitud de 10 metros desde la caja de conexiones hasta el regulador ubicado en la caseta, la intensidad total será la suma de todas las intensidades de cada una de las ramas a la salida de la caja de conexiones de los módulos de corriente continua, es decir $8.84 \cdot 13 = 114.92$ Amperios y tendremos un voltaje de 48 V.

A continuación en la parte de la salida del regulado/inversor hasta el banco de baterías tenemos un cable de 0.5 metros, habrá una tensión de 48 V y la intensidad que circula por el será $8000W/48V=166.7$ Amperios.

A la salida del inversor encontramos corriente alterna trifásica con un Voltaje de 230 V.

En este tramo habrá una intensidad de:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_1 \cdot \cos \varphi}$$

Tomando $\cos\Phi=0.8$ como valor estimado del factor de potencia, obtenemos que $I=8000/(\sqrt{3}*230*0.85) =25.1$ Amperios

Desde el variador en adelante el voltaje será el mismo, los 230V y la intensidad de 25.1 Amperios, el variador lo único que hace es variar la frecuencia de la corriente alterna para controlar la velocidad de giro del motor y hacer una parada o un arranque progresivo.

Una vez definido esto se procede al cálculo de las secciones de los cables teniendo en cuenta las longitudes mostradas en la anterior figura, que también pueden consultarse en el documento de planos.

16. Cálculo secciones

En este apartado contiene el cálculo de las secciones mínimas que se han de usar en cada uno de los tramos del cableado, se han establecido siguiendo 2 criterios.

1ª) No superar la intensidad máxima admisible según el REBT, reglamento electrotécnico de baja tensión, marcado según las normas UNE-HD 60364-5-52, UNE 21144-3-1 y UNE 202002 IN

Se usan las tablas de la norma donde se indica la intensidad máxima admisible de un conductor en función del tipo de instalación y del tipo de aislante utilizado para que el conductor no se caliente en exceso durante su uso (condición térmica).









			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes											
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 ¹				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre ² . Distancia a la pared no inferior a 0.3D ³					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo ² . Distancia a la pared no inferior a D ³						3x PVC				3x XLPE o EPR ²⁾	
G		Cables unipolares separados mínimo D ³								3x PVC ¹⁾		3x XLPE o EPR	
		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre		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	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
	185				268	297	317	354	386	415	464	601	
	240				315	350	374	419	455	490	552	711	
	300				360	404	423	484	524	565	640	821	

FIGURA 90. TABLA SECCIONES CRITERIO INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE SEGÚN LA NORMA.

2ª) No superar la máxima caída de tensión permitida entre 2 puntos de una instalación.

Se establece para una instalación fotovoltaica según las recomendaciones del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) diferentes caídas de tensión máximas para cada tramo de la instalación, los cuales se recogen en la siguiente figura.

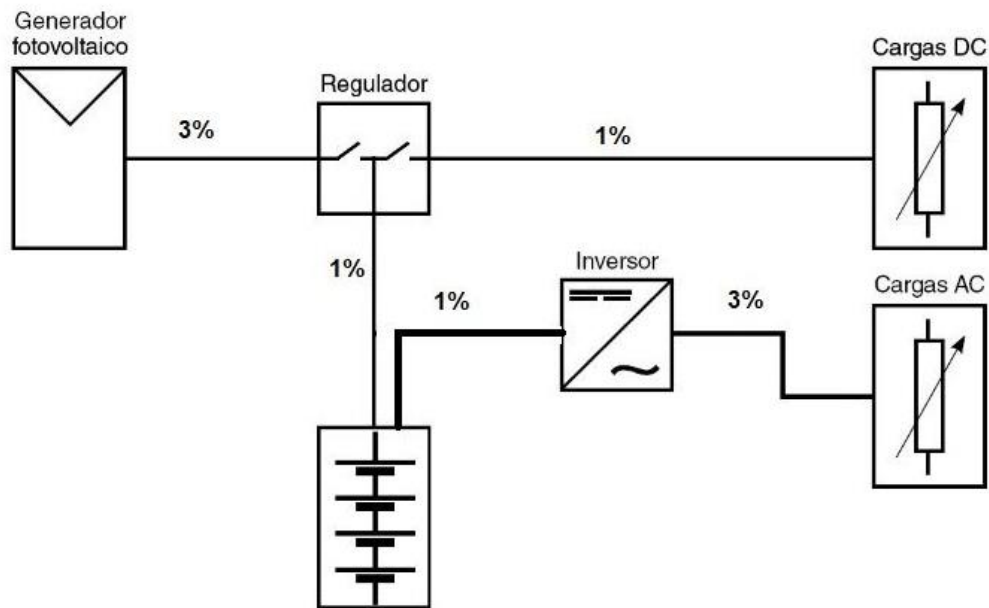


FIGURA 91. MÁXIMAS CAÍDAS DE TENSIÓN RECOMENDADAS SEGÚN IDAE

Las ecuaciones usadas para calcular la sección mínima para calcular la caída de tensión máxima de salida son las siguientes:

En corriente continua supondremos $\cos\Phi=0.8$ en corriente alterna e igual a 1 en corriente continua.

$$S = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\Delta U \cdot \sigma}$$

Donde:

S: Sección del conductor en mm^2 .

σ : Conductividad del conductor ($\text{S} \cdot \text{m} / \text{mm}^2$)

L: Longitud de la línea (m).

ΔU : Caída de tensión máxima permitida (V).

Según recomendaciones IDAE, las mínimas secciones de cables en cada una de las líneas, deberían ser al menos las siguientes, de tal forma que si según los cálculos obtenemos secciones inferiores a estas, se sustituirán.

- 2,5 mm² del generador al regulador.
- 4 mm² del regulador a las baterías.

Los cables que se usan en la instalación son para la parte de corriente continua el cable **TOPSOLAR PV H1Z222-K**, especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, desde la caja de conexiones hasta el inversor de corriente continua a alterna y al banco de baterías.

El conductor es de cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228 y el aislamiento de goma libre de halógenos (EPR).

Para la parte de corriente alterna desde el inversor al variador y después desde el variador al inversor se usará el cable **XTREM DN-K**, con conductor de cobre y aislamiento EPR, apto para motores eléctricos y bombas sumergibles en las instalaciones de aguas profundas (AD8).

El cable de corriente continua tiene un aislamiento de PVC y el cable de corriente alterna un aislamiento de EPR, podemos consultar los valores de conductividad de estos en la siguiente tabla:

Tipo de Aislante del Conductor

MATERIAL	ρ_{20°	σ_{20°	TERMOPLÁSTICOS (PVC, poliolefinas Z1 o similares)		TERMOESTABLES (tipo XLPE, EPR, poliolefinas Z, silicona...)	
			ρ_{70°	σ_{70°	ρ_{90°	σ_{90°
Cobre	0'018	56	0'021	48	0'023	44
Aluminio	0'029	35	0'033	30	0'036	28

FIGURA 92. VALOR CONDUCTIVIDAD SEGÚN TIPO DE AISLANTE Y TEMPERATURA.

-Cálculo sección cables string

El cable será de cobre con recubrimiento de PVC, usaremos un valor de conductividad de 48 según las tablas, la intensidad que recorre cada cable es de 8.84 A, se establece una caída de tensión máxima del 3% de 48V = 1,44V.

Estos cables no van enterrados, corresponde dentro de la tabla a un cable unipolar de cobre, aislamiento PVC, directamente sobre la superficie al aire libre, montaje tipo C, sabiendo que son 2 terminales 2xPVC, columna 6, por lo que la sección mínima según el criterio de intensidad máxima admisible será de 1.5mm²

Según el criterio de la caída de tensión la sección será de:

$$S = \frac{2 \cdot 14m \cdot 8.85A}{1.44 \cdot 48} = 3.58 \text{ mm}^2.$$

Usaremos la sección comercial disponible inmediatamente superior es decir 4mm.

-Cálculo sección caja conexiones a regulador/inversor/cargador

El cable será de cobre con recubrimiento de PVC, usaremos un valor de conductividad de 48 según las tablas, la intensidad que recorre cada cable es de 114.92 A, se establece una caída de tensión máxima del 3% de 48V = 1,44V.

Para cumplir el criterio de la intensidad máxima vamos a la ITC y en la tabla tenemos que para PVC de cobre, unipolares, para esas características y con esa intensidad la sección mínima es de 35mm

Según el criterio de máxima caída de tensión la sección será de:

$$S = \frac{2 \cdot 10m \cdot 114.92A}{1.44 \cdot 48} = 33.25 \text{ mm}^2.$$

Usaremos por tanto en este tramo una sección de 35 mm²

-Cálculo sección cable de baterías a regulador/inversor/cargador

El cable usado seguirá siendo el mismo, en este caso el tipo de montaje de los cables será cables aislados en tubos con montaje superficial, es decir tipo B1 y 2x PVC, sabiendo que soportará una corriente de 167 Amperios la sección necesaria según el criterio de intensidad máxima será de 95 mm.

Según el criterio de máxima caída de tensión, suponiendo un máximo de un 1%*48=0.48 la sección será de:

$$S = \frac{2 \cdot 0.5m \cdot 167A}{0.48 \cdot 48} = 7.24 \text{ mm}$$

Se selecciona una sección de 95 mm que cumplirá con ambas restricciones.

-cálculo sección de regulador/inversor/cargador a variador

En este tramo se usará el cable XTREM DN-K, con conductor de cobre y aislamiento EPR. Circulará una corriente de 25.1 Amperios, el cable irá conectado como en el anterior caso, por lo que la instalación será tipo B1, y la sección mínima necesaria según el criterio de intensidad máxima es de 10mm²

Según el criterio de máxima caída de tensión, suponiendo una caída de tensión máxima del 3% de 230V=6.9V la sección mínima necesaria será:

$$S = \frac{2 \cdot 1m \cdot 25.1A}{6.9 \cdot 44} = 0.17 \text{ mm}^2$$

Por lo que se usará una sección de 10 mm² de este cable en esta sección

-Cálculo sección cable de variador a bomba

En este tramo se usará el cable XTREM DN-K, con conductor de cobre y aislamiento EPR. Circulará una corriente de 25.1 Amperios, en este caso el cable irá bajo tierra ya que tiene que bajar por dentro del pozo pegado a la pared de la entubación de este hasta llegar a la bomba.

No se considera que esté enterrado sino que irá protegido entubados y pegados a la pared de la superficie de la entubación por lo que es un montaje del tipo B, luego la sección mínima necesaria según el criterio de intensidad máxima es de 6 mm²

Según el criterio de máxima caída de tensión, suponiendo una caída de tensión máxima del 3% de 230V=6.9V la sección mínima necesaria será:

$$S = \frac{2 \cdot 160m \cdot 25.1A}{6.9 \cdot 44} = 26.45 \text{ mm}^2$$

Por lo que se usará una sección comercial de 35 mm² de este cable en esta sección, ya que es la sección normalizada inmediatamente superior.

17. Elementos de protección

Los elementos de protección usados en esta instalación serán los que lleva integrados el propio regulador y además una toma de tierra, debido a que es una instalación aislada de la red, no es posible que se produzcan sobretensiones que puedan dañar la instalación.

-Protecciones inversor:

PROTECCIÓN Y BYPASS	Onda de entrada	Senoidal (red o generador)			
	Frecuencia nominal entrada	50Hz o 60Hz			
	Protección sobrecarga	Térmico			
	Protección cortocircuito salida	Térmico			
	Potencia térmica de bypass	40A	80A	80A	80A

FIGURA 93. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN INTEGRADOS EN EL REGULADOR.

-Sistema de toma de tierra.

Se instalará un sistema de puesta a tierra al que se conectarán también todas las partes metálicas expuestas como carcasas de protección de los elementos incluido los propios módulos fotovoltaicos ya que el marco de un panel solar se debe considerar como una parte metálica expuesta.

El objetivo de esta derivación es conseguir que en nuestra instalación no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que se permita el paso a tierra de las corrientes de defecto.

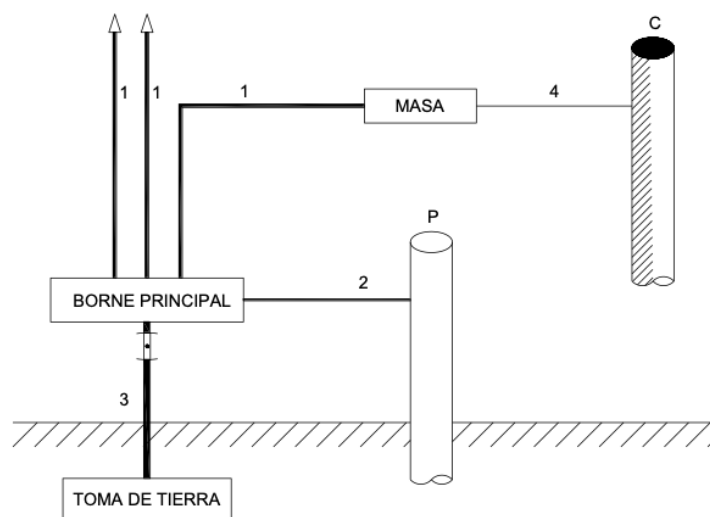


FIGURA 94. ESQUEMA PUESTA A TIERRA



El diseño se deberá realizar siguiendo la guía ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

De esta forma se tendrá en cuenta la resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece.

Los electrodos de puesta a tierra estarán formados por barras de acero-cobre de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, hincadas verticalmente en el terreno con golpes cortos y no muy fuertes de forma que se garantice una penetración sin roturas. La separación entre las barras, en caso de que hubiera que colocar más de una, será de 4 m como mínimo. Las barras se unirán entre sí por medio de conductor de cobre desnudo de 35 mm² de sección. La línea de enlace con tierra estará formada por conductor de cobre desnudo de igual sección.

El código de la figura según las tablas de configuraciones de tipo de electrodos de tierra será 8/86, de donde deducimos que tenemos una profundidad de 0,8 metros, 8 picas y que la longitud de la pica será de 6 metros. Tenemos un cuadrado de 2,5 x 2,5 metros, donde los valores de dicha configuración serán.

Dado que parte de la instalación se encuentra a la intemperie se considera como un local húmedo, por ello la puesta a tierra tiene que garantizar una tensión de contacto inferior a los 24 V.

Se supone una resistividad del terreno de 1000 $\Omega \cdot m$, valor desfavorable en zonas con cultivos poco fértiles.

Con la configuración 8/82 se obtiene Diseño de una instalación de bombeo con suministro mediante energía solar fotovoltaica Anexo 47 una Kr de 0,0556 $\Omega/\Omega \cdot m$, valor obtenido de las tablas del método UNESA para el cálculo de puesta a tierra.

$$R_{pat} = Kr \times \rho_{terreno} = 0,0556 \times 1000 = 55,6 \Omega$$

Utilizando un diferencial con una sensibilidad de 300 mA se cumple que:

$$V = R_{pat} \times I_d = 55,6 \times 0,3 = 16,68 V < 24 V$$

18. Bibliografía

- Artículos científicos y documentación técnica

-C. Palazón, I. Delgado, J. Barriuso, S. Sánchez, C. Asensio. (2008). Obtención de trufa negra (*Tuber melanosporum* Vitt.) a partir de plantación cultivada, en terreno tradicional de regadío. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria. Gobierno de Aragón. Apartado 727, 50080 Zaragoza, España. VOL. 104 N.º 4 (472-481).

-C. Ruiz, tutores: J. Ondategui , L.M. Fernandez Toiran. (2017). Trabajo fin de grado. Plantación de 1,28 ha de encina micorrizada con *tuber. melanosporum* en valverde de los ajos, t.m debayubas de arriba (soria). Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales, Universidad de Valladolid, campus de Soria.

-J. A. Domingo, tutores: J. J. Mazón, J. A. Oria de Rueda. (2019). Trabajo fin de grado. Plantación de encina micorrizada (*T.melanosporum*) para la obtención de trufa negra y construcción de una caseta en Palacios de la Sierra (Burgos). Universidad de Valladolid, campus de Palencia.

-M. Hinarejos, tutor: S. Reyna. (2016). Trabajo fin de grado ingeniería forestal y del medio natural. Plantación trufera en el TM de Campillos-Paravientos (Cuenca). Universidad politécnica de Valencia.

-M. A. Abella, F. Chenlo, J. Blanco.(2003) «Optimización del uso de convertidores de frecuencia con bombas centrífugas y motores trifásicos en sistemas de bombeo fotovoltaico», A. U. L. L. T. España.

- Informaciones riego en función tipos de terreno, (información agronómica)

(10 de marzo de 2021).*Agronomía del riego*.

http://www.inforiego.org/opencms/opencms/info_tecnica/6_agronomia/index.html

- Catálogo aspersores:

(15 marzo de 2021). *Catálogo Microaspersor Gyronet*.

https://www.agriver.es/udecontrol_datos/FileManager/File/2.Horticultura%20y%20Fruticultura/Materiales_de_riego/Gyronet_AGR.pdf

(15 de marzo de 2021). *Aspersores Gyronet Netafim*. <https://www.netafim.com/es-bynder/92887BF3-6894-4BCC-A30E8CA7C773D18C-gyronet-sr--srd-data-sheet.pdf>

- Catálogo bombas generales

(5 de abril de 2021). *Calpeda*. <https://es.calpeda.com/>

(10 de Abril de 2021). *Catálogo Calpeda*.

https://es.calpeda.com/system/pdf/catalogue_es.pdf

- Catálogo bombas sumergibles:

(10 de abril de 2021). *Especificaciones modelo SD*.

https://es.calpeda.com/system/product/catalogue_50hz/58/es/SD_SPA2020.pdf?1602755674

- Catálogos tuberías y material:

(13 de abril de 2021). Tuberías y accesorios Pvc Plastigama. <https://plastigama.com/wp-content/uploads/2018/09/Tuberi%C3%81as-y-accesorios-de-PVC-y-PE-BD-uso-agri%C3%81cola.pdf>

(15 de abril de 2021). *Hydromatic*. <https://hydromatic.es/>

- Web satélite Google Earth:

(12 de marzo de 2021). *Google Earth*. <https://earth.google.com/web/>



- Web climatología Weather Spark
(5 de marzo de 2021). *Weather Spark*. <https://es.weatherspark.com/>

- Web información cálculo secciones:
(20 de Mayo de 2021). *Cálculo sección cables instalación fotovoltaica*.
<https://www.areatecnologia.com/electricidad/cables-fotovoltaica.html>

- Catálogo material instalación solar
(10 de mayo de 2021). *Autosolar*. <https://autosolar.es/>

- Estudio de sombras en HelioScope
(12 de mayo de 2021). <https://www.helioscope.com/>

- Pliego de condiciones técnicas IDAE:

(20 de mayo de 2021). *Pliego de condiciones técnicas IDAE*.
https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5654_FV_Pliego_aisladas_de_red_09_d5e0a327.pdf



Documento Nº 2 Pliego de condiciones técnicas.

Índice

1. Objeto del pliego de condiciones técnicas	4
2. Normas de carácter general	4
2.1. Normativa de obligado cumplimiento	4
2.2. Jurisdicción competente.	5
2.3. Ejecución de las obras y responsabilidad del contratista	5
2.4. Accidentes de trabajo	5
2.5. Daños y perjuicios a terceros	6
2.6. Copia de documentos.....	6
2.7. Suministro y recepción de materiales.	6
2.8. Causas de rescisión del contrato del proyecto por parte del contratista.	6
2.9. Replanteo	7
2.10. Orden y ritmo del desarrollo de los trabajos	7
2.11. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto	7
2.12. Limpieza de las obras.	8
2.13. Medición definitiva y liquidación provisional de la obra.....	8
2.14. Garantía	8
3. Preparación del terreno	9
3.1. Descripción	9
3.2. Generalidades.....	9
3.3. Desbroce y limpieza del terreno	9
3.4. Transporte de tierras.....	10
3.5. Talado de arboles	10
3.6. Drenaje	10
3.7. Depósito.....	10
3.8. Zanjas.....	11
3.9. Empleo de los productos de excavación.....	11
3.10. Condiciones de ejecución.....	11
4. Instalación hidráulica	11
4.1. Materiales.....	11



4.1.1.	Tubería captación.....	11
4.1.2.	Tubería impulsión.....	11
4.1.3	Tubería principal sector A.....	12
4.1.4	Tubería principal sector B.....	12
4.1.5	Tuberías secundarias sector A.....	12
4.1.6	Tuberías secundarias sector B.....	13
4.1.7	Microaspersores.....	13
4.1.8	Grupo electrobomba sumergible multicelular de pozo.....	13
4.1.9	Bomba usada para el riego.....	13
4.1.10	Válvula de retención.....	14
4.1.11	Válvulas de regulación de caudal.....	14
4.1.12	Manómetro.....	14
4.1.13	Ventosa.....	14
4.2.	Condiciones de suministro.....	14
4.2.1	Condiciones generales.....	14
4.2.2.	Documentación de los suministros.....	15
4.3.	Condiciones de la ejecución.....	15
4.3.1.	Tuberías.....	15
4.3.2.	Unión tuberías secundarias con tuberías principales.....	15
4.3.3.	Válvula de retención.....	16
4.3.5.	Válvulas de regulación de caudal.....	16
4.3.6.	Grupo electrobomba sumergible multicelular de pozo.....	16
4.4.	Pruebas previas a la puesta en servicio.....	16
4.5.	Condiciones de mantenimiento, uso y seguridad.....	17
5.	Instalación solar fotovoltaica.....	17
5.1.	Materiales.....	17
5.1.1.	Módulos fotovoltaicos.....	17
5.1.2.	Soporte estructural.....	18
5.1.4.	Inversor y regulador.....	19
5.1.6.	Caja protección inversor.....	19
5.1.7.	Cableado.....	20
5.1.8.	Aparatos de protección.....	21
5.1.9.	Puesta a tierra.....	21
5.2.	Condiciones de la ejecución.....	22
5.3.	Pruebas previas a la puesta en servicio.....	22



5.4.	Condiciones de mantenimiento, uso y seguridad	23
5.4.1.	Plan de mantenimiento preventivo	23
5.4.2.	Plan de mantenimiento correctivo	23



1. Objeto del pliego de condiciones técnicas

La presente especificación se refiere a la puesta en marcha de una instalación hidráulica combinada con una instalación solar para generar la energía necesaria para el grupo de bombeo.

El presente Pliego de Condiciones establece las condiciones técnicas, administrativas y legales para llevar a término el desarrollo, puesta en marcha y ejecución de este proyecto.

La comprobación del cumplimiento de las exigencias básicas en materia de control, establecidas en el Código Técnico de la Edificación, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad, se regulará mediante la determinación de una serie de controles: control de la recepción en obra, control de la ejecución de obra y control de la obra terminada.

En los apartados en los que se hacen las especificaciones sobre los materiales se indican: las características técnicas que deben reunir los productos, equipos y sistemas, sus condiciones de suministro, recepción y conservación, almacenamiento y manipulación, garantías de calidad y el control de recepción que debe realizarse, incluyendo el muestreo del producto, los ensayos a realizar, y los criterios de aceptación y rechazo, (control de la recepción en obra de los productos).

Pretende servir de guía para los instaladores, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

El ámbito de aplicación de este, se aplica a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones. Constituyen las especificaciones contenidas en este el conjunto de normas que habrán de regir en las obras objeto del proyecto y que serán de aplicación.

2. Normas de carácter general

2.1. Normativa de obligado cumplimiento

Se hace constar la aplicación de los siguientes reglamentos y normativa, tanto de obligado cumplimiento como de simple recomendación, para esta instalación: Real Decreto-ley 23/2020 por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
- Instrucciones técnicas complementarias ITC BT, que se aplican en cada caso y en especial la ITC BT- 40.
- Normas UNE de aplicación.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Código Técnico de la Edificación (CTE), cuando sea aplicable



- Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética
- Normativa autonómica de aplicación y las ordenanzas municipales.
- Cualquier otra disposición legal que resulte de aplicación.

2.2 Jurisdicción competente.

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

2.3. Ejecución de las obras y responsabilidad del contratista

- Las obras se ejecutarán con estricta sujeción a las estipulaciones contenidas en el pliego de condiciones técnicas y al propio proyecto que sirve de base al contrato y conforme a las instrucciones que la Dirección Facultativa de las obras diere al contratista.
- Cuando las instrucciones fueren de carácter verbal, deberán ser ratificadas por escrito en el más breve plazo posible, para que sean vinculantes para las partes.
- El contratista es responsable de la ejecución de las obras y de todos los defectos que en la construcción puedan advertirse durante el desarrollo de las obras y hasta que se cumpla el plazo de garantía, en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.
- En consecuencia, quedará obligado a la demolición o retirada de todas las unidades de obra o instalaciones de elementos con deficiencias a lo establecido o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra.

2.4. Accidentes de trabajo

- Es de obligado cumplimiento el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción" y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.
- Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el contratista.

2.5. Daños y perjuicios a terceros

- El contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en las propias instalaciones del proyecto como en las colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.
- Será responsable también el contratista de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.
- Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el promotor, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

2.6. Copia de documentos

El contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto y distribuirlos bajo su criterio según las necesidades existentes.

2.7. Suministro y recepción de materiales.

- Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.
- Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el director de obra, a instancias del director de ejecución de la obra, dará la orden al contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.
- Si, a los 15 días de recibir el contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el promotor a cuenta de contratista.

2.8. Causas de rescisión del contrato del proyecto por parte del contratista.

- La muerte o incapacitación del contratista.
- La quiebra del contratista.
- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:



- La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del director de obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.
- Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la ejecución del proyecto.
- El desistimiento o el abandono de la obra sin causas justificadas.

2.9. Replanteo

El contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del contratista e incluidos en su oferta económica.

2.10. Orden y ritmo del desarrollo de los trabajos

La determinación del orden de los trabajos es, facultad del contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

2.11. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto

El contratista podrá requerir del director de obra o del director de ejecución de la obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del director de ejecución de la obra, como del director de obra.



En caso de hacer alguna modificación sobre lo especificado en el pliego, deberá quedar debidamente justificado y explicado dentro de las normas citadas de obligado cumplimiento y deberá añadirse en un anexo a este documento.

2.12 Limpieza de las obras.

Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

2.13 Medición definitiva y liquidación provisional de la obra.

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el director de ejecución de la obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el director de obra con su firma, servirá para el abono por el promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

2.14 Garantía

- El plazo de garantía deberá ser de 1 año.
- Dentro del plazo de quince días anteriores al cumplimiento del plazo de garantía, la Dirección Facultativa, de oficio o a instancia del contratista, redactará un informe sobre el estado de las instalaciones.
- Si el informe fuera favorable, el contratista quedará exonerado de toda responsabilidad, procediéndose a la devolución o cancelación de la garantía y a la liquidación del contrato.

3. Preparación del terreno

3.1.Descripción

Sobre el terreno solo se van a llevar a cabo las acciones de excavación de la balsa para el almacenamiento del agua, una limpieza del terreno en la zona donde se van a instalar las placas solares y las labores necesarias para enterrar las tuberías necesarias ya explicadas en el anterior documento. El resto de acciones sobre el terreno que se hagan en la instalación quedan fuera del estudio del proyecto.

Inicialmente se procederá a la adecuación del terreno para el posterior montaje de la instalación de la planta fotovoltaica y construcción de vial de acceso para el traslado de los equipos, desplazamiento y mantenimiento de las instalaciones.

3.2.Generalidades

Los depósitos de tierra que se formen, deberán tener forma regular, superficie lisa que favorezca la escorrentía de las aguas y taludes estables que eviten cualquier derrumbamiento.

Línea de nivel: Se señalará finalmente una línea de nivel invariable, que marca el plano horizontal de referencia para las obras del movimiento de las tierras y la apertura de zanjas.

3.3.Desbroce y limpieza del terreno

- Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.
- Normativa de aplicación de esta operación del terreno será la NTE-ADE. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones.
- El criterio de medición es la superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.



3.4. Transporte de tierras

- Transporte de tierras con camión de 12 t de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno dentro de la obra, de aquellos que sea necesario mover.
- El criterio de medición será el volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado.

3.5. Talado de arboles

- Talado de árbol de hasta 5 m de altura, de 15 a 30 cm de diámetro de tronco y copa poco frondosa, con motosierra, con extracción del tocón, y carga manual a camión.
- Corte del tronco del árbol cerca de la base. Extracción del tocón y las raíces. Troceado del tronco, las ramas y las raíces. Retirada de restos y desechos. Carga a camión. Relleno y compactación del hueco con tierra de la propia excavación.
- Número de unidades previstas, según documentación gráfica de proyecto en función de la superficie necesaria a acondicionar.
- La superficie deberá quedar limpia

3.6. Drenaje

Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje.

3.7. Depósito

- Se realizará en el terreno en la ubicación indicada por los planos una excavación de dimensiones indicadas en los planos con una capacidad de 525 m³.
- Se seguirá la norma NTE-ADV. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Vaciados. Y la - CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.
- El criterio de medición serán los metros cúbicos, volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.



3.8.Zanjas

- Se realizarán zanjas excavadas en el terreno de las dimensiones establecidas en los planos para enterrar las tuberías necesarias y los elementos de la instalación solar necesarios.
- Se realizarán siguiendo la norma NTE-ADZ. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos.
- Las dimensiones serán de 0,2 metros de ancho x 0,3 metros de profundidad y una longitud igual al del elemento que entierre en cada caso.

3.9. Empleo de los productos de excavación

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos que señale la Dirección Técnica.

3.10.Condiciones de ejecución.

Las operaciones de renovación se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes con la intención de evitar daños. Los trabajos correspondientes se ajustarán a lo que sobre el particular ordena la Dirección Facultativa.

4. Instalación hidráulica

4.1.Materiales

4.1.1. Tubería captación

Se utilizará una tubería de PVC de diámetro nominal de 75 mm de 4 atm de presión, estas tendrán un diámetro interior de 71,4.Su longitud total será de 177 metros.

4.1.2. Tubería impulsión

Se utilizará una tubería de Polietileno de 90 mm de diámetro de 4 atm de presión, esta tendrá una longitud total de 74.3 metros.

4.1.3 Tubería principal sector A

Se utilizará una tubería de Polietileno de 90 mm de diámetro de 4 atm de presión, esta tendrá una longitud total de 137.4 metros.

4.1.4 Tubería principal sector B

Se utilizará una tubería de Polietileno de 90 mm de diámetro de 4 atm de presión, esta tendrá una longitud total de 190.85 metros

4.1.5 Tuberías secundarias sector A.

Este sector cuenta con un total de 22 tuberías secundarias, conectadas a la correspondiente tubería principal. Las 22 son de polietileno y de 4 atm. Sus longitudes y diámetros se resumen en la siguiente tabla.

Nº tubería	Longitud(m)	Diámetro(mm)
1	76	20
2	65	20
3	64	20
4	62.6	20
5	60	20
6	61.2	20
7	61.7	20
8	68.5	20
9	59.9	20
10	57.5	20
11	49.1	20
12	48.3	20
13	55.7	20
14	57	20
15	58.3	20
16	65.6	20
17	67	20
18	68.4	20
19	74.8	20
20	81.9	20
21	88.6	20
22	89.2	20

4.1.6 Tuberías secundarias sector B.

Este sector cuenta con un total de 15 tuberías secundarias, conectadas a la correspondiente tubería principal, Las 15 son de polietileno y de 4 atm. Sus longitudes y diámetros se resumen en la siguiente tabla.

Nº tubería	Longitud(m)	Diámetro(mm)
1	96	25
2	102	20
3	146	20
4	142.3	20
5	144.1	20
6	132.3	20
7	132.6	20
8	114.7	20
9	95.6	25
10	89	25
11	89.8	25
12	96.4	25
13	91	25
14	89.2	15
15	157.5	25

4.1.7 Microaspersores

Los microaspersores utilizados serán los del modelo 120 dentro de la gama elegida (LR Y LRD) del microaspersor Gyronet. Se usarán exactamente 490 emisores de este tipo.

4.1.8 Grupo electrobomba sumergible multicelular de pozo.

Se usará el modelo el modelo 6 SDN 12/19 que consta de 19 rodetes en serie, de la gama que ofrece Calpeda de bombas multicelulares, potencia nominal 7,5 kw.

4.1.9 Bomba usada para el riego.

La bomba usada para llevar a cabo el riego desde el depósito será el modelo N 40-200 A/B modelo elegido entre las bombas centrífugas axiales del fabricante Calpeda, potencia nominal 5,5 KW.



4.1.10 Válvula de retención.

Se usará un válvula de retención en la tubería de captación, esta tendrá un diámetro igual al diámetro interior de la tubería de PVC (71.4 mm).

4.1.11 Válvulas de regulación de caudal.

Se usarán 2 válvulas reguladoras de caudal de diámetro igual a las tuberías principales en las que van conectadas (90mm).

4.1.12 Manómetro

Se colocará un manómetro al final de la tubería de captación.

4.1.13 Ventosa

Se usará una ventosa en la tubería de captación.

4.2. Condiciones de suministro

4.2.1 Condiciones generales

- Las tuberías se deben suministrar a pie de obra en camiones, sin paletizar, y los accesorios en cajas adecuadas para ellos.
- Las tuberías se deben colocar sobre los camiones de forma que no se produzcan deformaciones por contacto con aristas vivas, cadenas, etc.
- Los tubos y accesorios se deben cargar de forma que no se produzca ningún deterioro durante el transporte. Los tubos se deben apilar a una altura máxima de 1,5 m.
- Se debe evitar la colocación de peso excesivo encima de los tubos, colocando las cajas de accesorios en la base del camión.
- Cuando los tubos se suministren en rollos, se deben colocar de forma horizontal en la base del camión, o encima de los tubos suministrados en barras si los hubiera, cuidando de evitar su aplastamiento.
- Los rollos de gran diámetro que, por sus dimensiones, la plataforma del vehículo no admita en posición horizontal, deben colocarse verticalmente, teniendo la precaución de que permanezcan el menor tiempo posible en esta posición.

4.2.2. Documentación de los suministros

Los tubos y accesorios deben estar marcados, a intervalos máximos de 1 m para tubos y al menos una vez por tubo o accesorio, con:

- Los caracteres correspondientes a la designación normalizada.
- La trazabilidad del tubo (información facilitada por el fabricante que indique la fecha de fabricación, en cifras o en código, y un número o código indicativo de la factoría de fabricación en caso de existir más de una).
- Los caracteres de marcado deben estar etiquetados, impresos o grabados directamente sobre el tubo o accesorio de forma que sean legibles después de su almacenamiento, exposición a la intemperie, instalación y puesta en obra.
- El marcado no debe producir fisuras u otro tipo de defecto que influya desfavorablemente sobre la aptitud al uso del elemento.
- Los accesorios deben estar embalados a granel o protegerse individualmente, cuando sea necesario, con el fin de evitar deterioros y contaminación; el embalaje debe llevar al menos una etiqueta con el nombre del fabricante, el tipo y dimensiones del artículo, el número de unidades y cualquier condición especial de almacenamiento.

4.3. Condiciones de la ejecución

Todas las tuberías y elementos se colocarán en la ubicación exacta que se describe en el documento de planos.

4.3.1. Tuberías

Se enterrarán las tuberías de captación las de impulsión y las tuberías principales A y B a 30 cm bajo tierra en su ubicación exacta. El resto de tuberías secundarias de ambos sectores se dejarán al descubierto.

4.3.2. Unión tuberías secundarias con tuberías principales.

Las uniones se realizarán mediante collarines, realizando una perforación en la tubería principal mediante un taladrado, ya que las tuberías son de goma y existen brocas para ello.

Estas perforaciones tendrán un diámetro igual al diámetro de la tubería secundaria que se va a conectar en cada caso.

El sistema de collarines tendrá un diámetro mayor de 90 mm en la parte en la que abraza la tubería principal y un diámetro igual al de la tubería secundaria que se conecta en la zona de salida.

Una vez ubicado en el sitio correcto y colocado las tuberías necesarias se apretaran los tornillos de los que dispone para dejar la unión fija.

No se establece ni definen los tornillos usados, ya que se usarán los que vienen hechos para el propio collarín. Pero si se definen los diferentes modelos de collarín que se usaran.

7x Collarín PP \varnothing 90mm toma simple reforzada, salida 20 mm

29x Collarín PP \varnothing 90mm toma simple reforzada, salida 25 mm

1x Collarín PP \varnothing 90mm toma simple reforzada, salida 15 mm

4.3.3. Válvula de retención.

Esta válvula de retención se ubicará exactamente al final de la tubería de captación.

4.3.4. Ventosa y manómetro

Se ubicarán justo antes de la válvula de retención colocada al final de la tubería de captación

4.3.5. Válvulas de regulación de caudal.

Se usarán 2 válvulas reguladoras de caudal, cada una de ellas estará situada al comienzo de las tuberías principales de cada sector A y B.

4.3.6. Grupo electrobomba sumergible multicelular de pozo.

Se ubicará exactamente a una profundidad de 100 metros bajo la superficie en el la perforación entubada, deberá ir sujeto a la superficie mediante una cuerda o correa de seguridad tal como se especifica en su esquema de montaje.

4.4. Pruebas previas a la puesta en servicio

La primera puesta en marcha en el primer riego de ambos sectores se deberá supervisar minuciosamente, la puesta en marcha de la bomba deberá ser lenta y se deberá revisar si hay algún tipo de fuga.

Si se encontrase algún tipo de fuga o algún emisor no funcionará correctamente se deberá parar inmediatamente el riego y solucionar el problema.

4.5. Condiciones de mantenimiento, uso y seguridad

Se realizará una inspección visual por un técnico cualificado anualmente de toda la instalación, además el usuario durante cada riego deberá estar presente al inicio de este y comprobar que se desarrolla con normalidad y que no ha aparecido ningún problema desde la última vez que se llevó a cabo un riego, ni ha habido ninguna obstrucción de los microaspersores o las tuberías.

5. Instalación solar fotovoltaica

5.1. Materiales

La instalación deberá cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, y entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o legislación posterior vigente. Se utilizarán los componentes que se ajusten a las características técnicas descritas en la memoria técnica.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.

5.1.1. Módulos fotovoltaicos

- Se usarán paneles solares de 340W 24V policristalino ERA de medidas 1996x992x40mm. Con marco de cámara hueca de aluminio en cada lado aleación de aluminio anodizado. El peso del módulo será de 20,9 Kg compuesto por 72 células.
- Se colocarán, un total de 26 placas colocadas con una asociación 13 líneas en paralelo de 2 líneas en serie cada una.
- Para que el módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen $\pm 5\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Los módulos deberán cumplir las especificaciones indicadas según la norma UNE-EN 61215.
- El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células, o burbujas en el encapsulante.

5.1.2. Soporte estructural.

- Se utilizará una estructura estándar para módulos fotovoltaicos de este tipo capaz de proporcionar una inclinación de 10 grados.
- Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen
- Aunque el cálculo de la estructura queda fuera de este proyecto, cualquier sistema que se utilice para fijar las placas solares y darle la inclinación requerida deberá cumplir con lo establecido en el CTE (código técnico de la edificación) concretamente según la normativa *EAE, instrucción de acero estructural*.
- La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante
- La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma.
- La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea 12 galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- Se deberá usar una estructura de sujeción similar a la descrita en el documento de planos

5.1.3. Baterías

- Se recomienda que los acumuladores sean de plomo-ácido, preferentemente estacionarias y de placa tubular. No se permitirá el uso de baterías de arranque, a poder ser se usará el modelo descrito en la memoria 2V/420Ah Elemento estacionario 2V | 474Ah C10 | 651Ah C100 | 6 OPzS 420 | BATVOLT
- La máxima profundidad de descarga (referida a la capacidad nominal del acumulador) no excederá el 70 %
- La capacidad inicial del acumulador será superior al 90 % de la capacidad nominal. En cualquier caso, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante para aquellas baterías que requieran una carga inicial
- La vida del acumulador, definida como la correspondiente hasta que su capacidad residual caiga por debajo del 80 % de su capacidad nominal, debe ser superior a 1000 ciclos

- Cada batería, o vaso, deberá estar etiquetado, al menos, con la siguiente información:
 - Tensión nominal (V)
 - Polaridad de los terminales
 - Capacidad nominal (Ah)
 - Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie.

5.1.4. Inversor y regulador.

- El Inversor regulador usado deberá ser el Must solar inversor y regulador de 8Kw, 48V, con MPPT 120A Must Solar, deberá ser un inversor trifásico, que sea compatible con instalaciones aisladas y que proporcione una potencia de salida de 8kw, como el modelo elegido.
- El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.
- El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante (-20°C a +60 °C).
- El inversor estará protegido frente a las siguientes situaciones:
 - Tensión de entrada fuera del margen de operación.
 - Desconexión del acumulador.
 - Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
 - Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.
- El inversor deberá estar etiquetados con, al menos la siguiente información: potencia nominal, tensión nominal de entrada, tensión y frecuencia nominales de salida, fabricante y número de serie, y polaridad y terminales.

5.1.5. Variador.

- Se utilizará el modelo de variador ACQ80-04-011KW-4, siguiendo las condiciones de instalación especificadas por el fabricante.
- Deberá tener un rango de tensión de entrada que contenga el valor de los 230 V de salida del inversor.

5.1.6. Caja protección inversor

Contenedores prefabricados o en exterior protegidos con un material resistente a la intemperie con el grado de protección IP54. Irán ubicados en los lugares indicados en el documento de planos.

5.1.7. Cableado

Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.

Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1% o al 3% dependiendo de la parte de la instalación.

Se incluirá toda la longitud de cables necesaria para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente.

5.1.7.1. Placas-inversor

Se utilizará un cable fotovoltaico TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K El conductor es de cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228 y el aislamiento de goma libre de halógenos (EPRT). Tendrá resistencia medioambiental y resistencia a ensayos mecánico, eléctricos y de refuerzo.

En la parte de continua se utilizará el siguiente código de colores:

- Polo positivo: rojo.
- Polo negativo: negro.
- Protección: amarillo-verde

La máxima caída de tensión admisible será con respecto a la nominal de servicio de 3% hasta el inversor (CC)

5.1.7.2. Inversor-Baterías

Se utilizará un cable fotovoltaico TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K El conductor es de cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228 y el aislamiento de goma libre de halógenos (EPRT). Tendrá resistencia medioambiental y resistencia a ensayos mecánico, eléctricos y de refuerzo.

En la parte de continua se utilizará el siguiente código de colores:

- Polo positivo: rojo.
- Polo negativo: negro.
- Protección: amarillo-verde

La máxima caída de tensión admisible será con respecto a la nominal de servicio de 1% hasta el inversor (CC)

5.1.7.3. Variador-motor del grupo electrobomba

Se utilizará el cable XTREM DN-K, multipolar con conductor de cobre y aislamiento EPR multipolar UNE 21123-4

En la parte de alterna, se utilizará el siguiente código de colores:

- Neutro: Azul claro.
- Fase: marrón.
- Protección: amarillo-verde

La máxima caída de tensión admisible será con respecto a la nominal de servicio de 3% a partir del inversor (CA)

5.1.8. Aparatos de protección

La protección de la instalación frente a sobre intensidades seguirá la ITC-BT 22 y la norma UNE HD 60364 partes 4-43 y 4-473. Para la protección frente a sobretensiones, nos atenderemos a la ITC-BT 23.

El elemento encargado de la protección será el inversor/regulador seleccionado.

5.1.9. Puesta a tierra

Los electrodos de puesta a tierra estarán formados por barras de acero-cobre de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, hincadas verticalmente en el terreno con golpes cortos y no muy fuertes de forma que se garantice una penetración sin roturas. La separación entre las barras, en caso de que hubiera que colocar más de una, será de 4 m como mínimo. Las barras se unirán entre sí por medio de conductor de cobre desnudo de 35 mm² de sección. La línea de enlace con tierra estará formada por conductor de cobre desnudo de igual sección.

El código de la figura según las tablas de configuraciones de tipo de electrodos de tierra será 8/86, de donde deducimos que tenemos una profundidad de 0,8 metros, 8 picas y que la longitud de la pica será de 6 metros. Tenemos un cuadrado de 2,5 x 2,5 metros, donde los valores de dicha configuración serán.

5.2. Condiciones de la ejecución

La instalación solar fotovoltaica y todos los elementos que la componen se ubicarán en los espacios indicados en los planos.

El director de la obra tendrá que indicar todos los puntos necesarios para la ejecución de la obra en presencia del encargado por la empresa instaladora.

A continuación, se van a relatar por orden los pasos que habría que seguir para realizar la correcta ejecución de la obra.

- En primer lugar, se instalan la hilera de picas y el cable de tierra que conforman la puesta a tierra de nuestra instalación.
- Se procede ahora al montaje de las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos y a continuación se ubicarán los módulos sobre estos.
- Acondicionamiento de la caseta donde se encuentran los equipos.
- Montaje de los equipos, cajas de protección e inversor.
- Cableado entre paneles y hasta los equipos electrónicos.
- Montaje del sistema de control.
- Puesta en marcha los equipos.
- Puesta en marcha del sistema de control.

Al finalizar la obra pues, el instalador entregará al propietario de la instalación un documento o albarán donde consta el suministro de los componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación.

5.3. Pruebas previas a la puesta en servicio

Una vez terminada la obra, se procederá a una recepción de obra provisional, la cual no se hará del todo efectiva hasta pasar una serie de pruebas técnicas que indiquen tanto el buen funcionamiento de la misma, como el cumplimiento de los aspectos de seguridad y salud necesarios para evitar accidentes que pongan en peligro la integridad de los usuarios de la misma.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (paneles, inversores, contadores) deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación.
- Entrega de toda la documentación requerida como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

5.4. Condiciones de mantenimiento, uso y seguridad

5.4.1. Plan de mantenimiento preventivo

Operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

5.4.2. Plan de mantenimiento correctivo

Todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil.

- La visita a la instalación en los plazos definidos y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

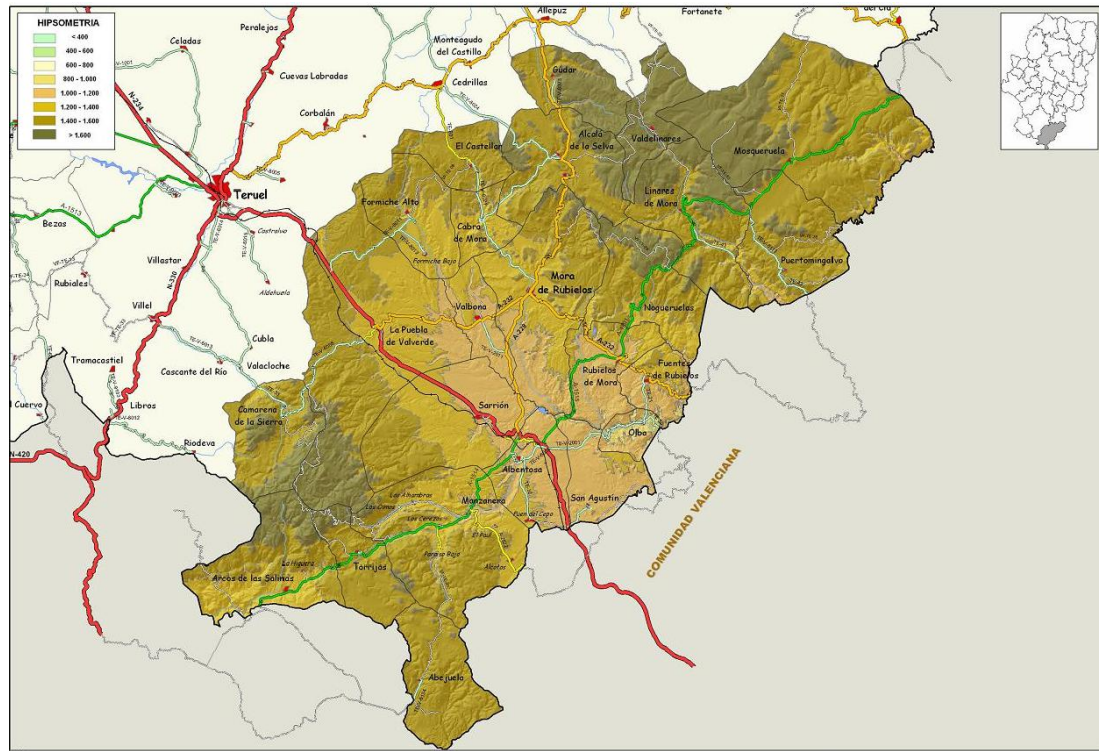
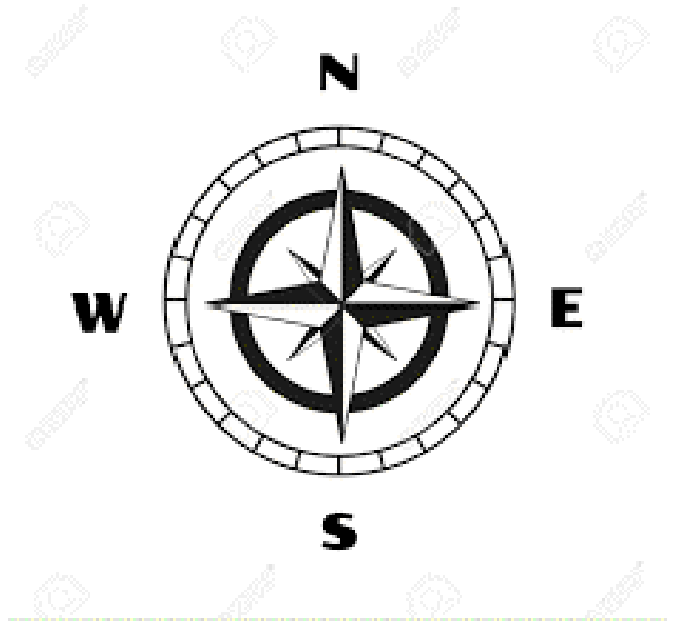
El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una revisión de las protecciones eléctricas, el estado de los módulos, el estado del inversor el estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza. Además, se realizará un informe técnico de cada una de las visitas, en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

- Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa)


Documento N° 3. Planos

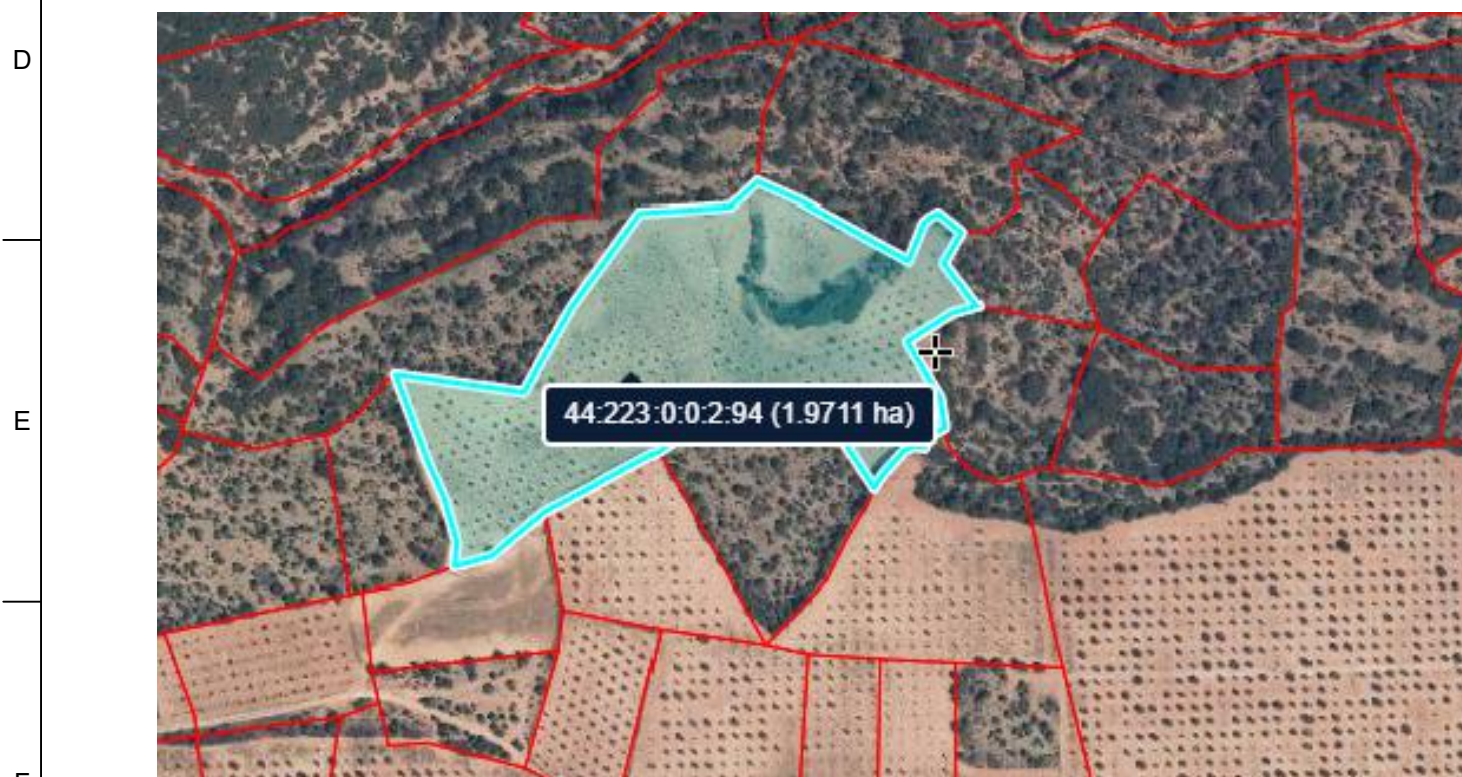
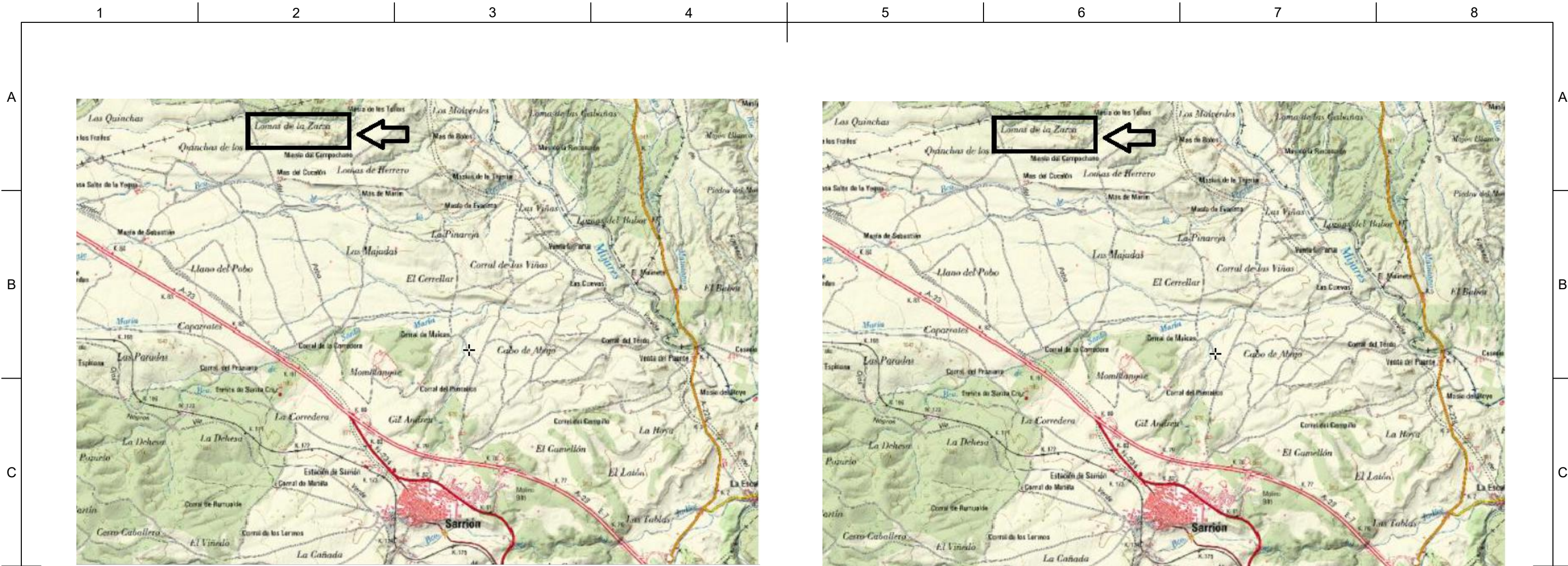
Índice planos:


1. Ubicación general
 - 1.1. Plano ubicación termino de Sarrión donde se encuentra la parcela
 - 1.2. Plano ubicación concreta de la parcela
 - 1.3. Plano ubicación elementos en la parcela
 - 1.4. Plano ubicación encinas en la parcela
2. Instalación hidráulica
 - 2.1. Ubicación tuberías sector A, indicados diámetros y longitudes
 - 2.2. Ubicación tuberías sector B, indicados diámetros y longitudes
 - 2.3. Plano constructivo depósito
 - 2.4. Detalle bomba hidráulica axial
3. Instalación solar fotovoltaica
 - 3.1. Plano identificación elementos.
 - 3.2. Plano ubicación general elementos instalación solar.
 - 3.3. Plano detalle elementos en parcela.
 - 3.4. Plano concreto de la estructura estándar propuesta inclinación 10°.
 - 3.5. Detalles pieza unión.
 - 3.6. Detalle módulos fotovoltaicos elegidos.
 - 3.7. Esquema conexiones módulos
 - 3.8. Esquema conexiones con baterías
4. Detalle elementos interior caseta de protección

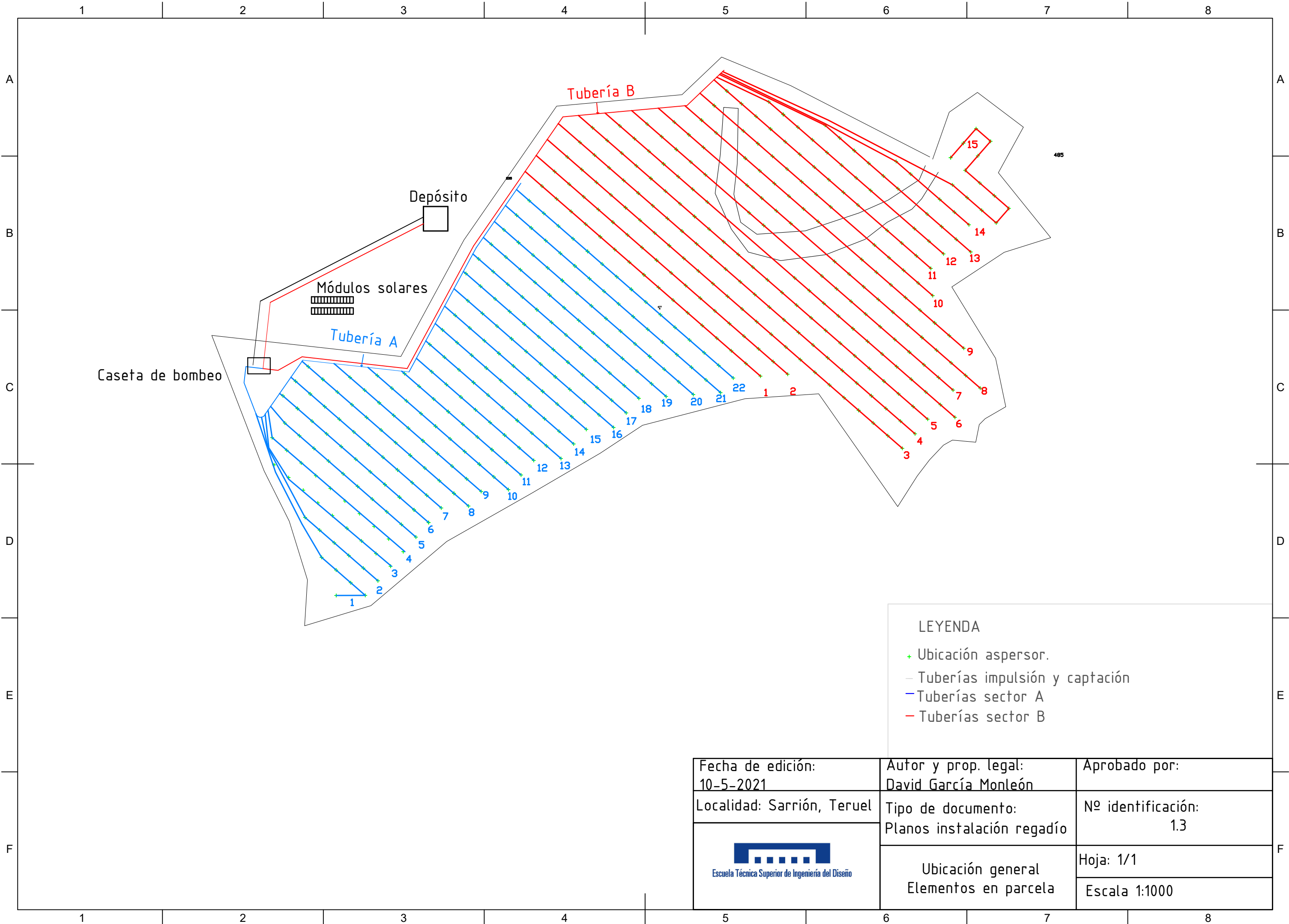


Sarrión en la comarca de Gudar-Javalambre (Teruel)

Fecha de edición: 10-5-2021	Autor y prop. legal: David García Monleón	Aprobado por:
Localidad: Sarrión, Teruel	Tipo de documento: Planos instalación regadío	Nº identificación: 1.1
	Ubicación general Ubicación Sarrión	Hoja: 1/1
		Escala: Varias




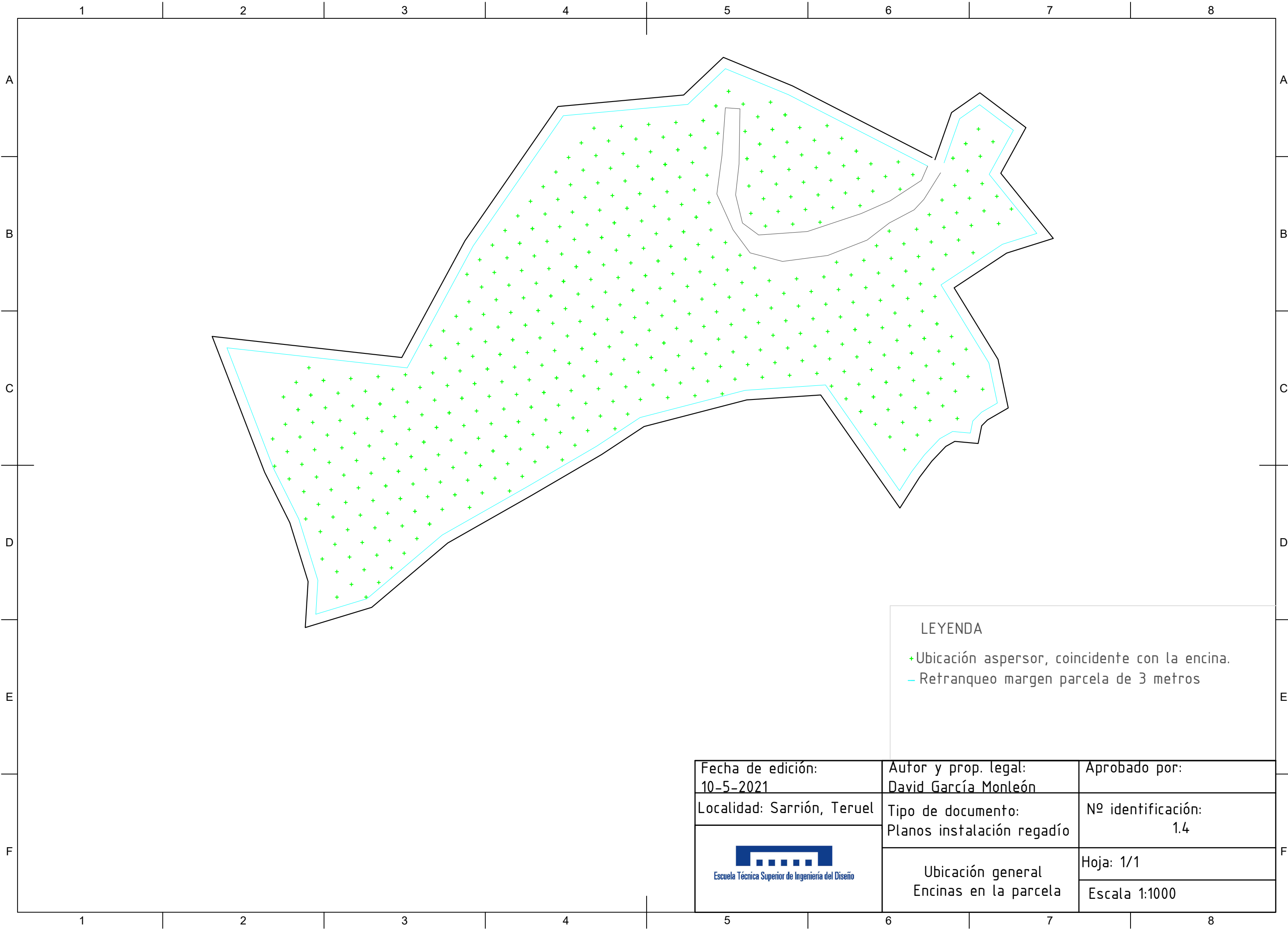
Fecha de edición: 10-5-2021	Autor y prop. legal: David García Monleón	Aprobado por:
Localidad: Sarrion, Teruel	Tipo de documento: Planos instalacion regadio	Nº identificación: 1.2
	Ubicación general Ubicación parcela	Hoja: 1/1
		Escala: Varias




LEYENDA

- + Ubicación aspersor.
- Tuberías impulsión y captación
- Tuberías sector A
- Tuberías sector B

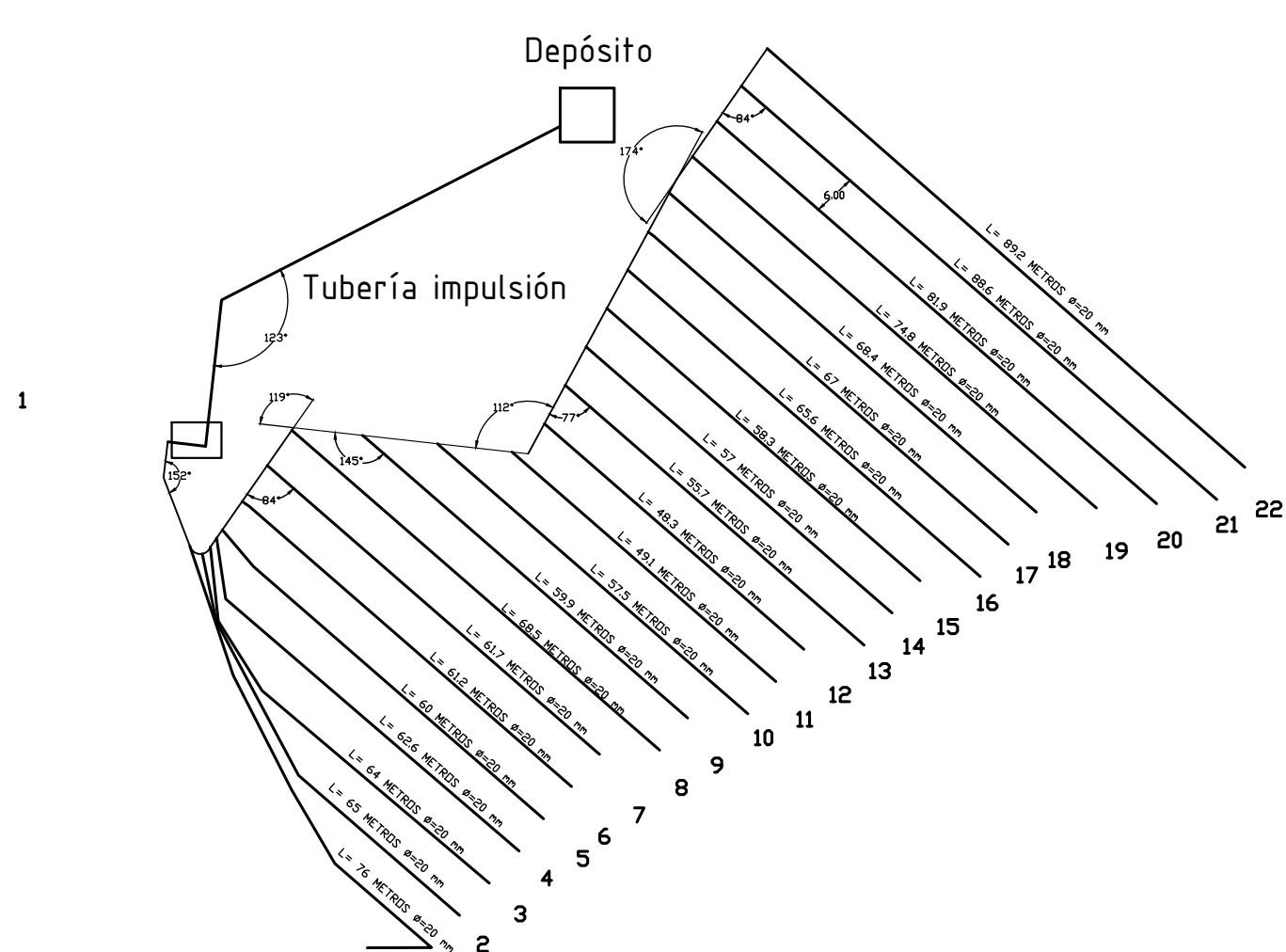
Fecha de edición: 10-5-2021	Autor y prop. legal: David García Monleón	Aprobado por:
Localidad: Sarrión, Teruel	Tipo de documento: Planos instalación regadío	Nº identificación: 1.3
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	Ubicación general Elementos en parcela	Hoja: 1/1
		Escala 1:1000



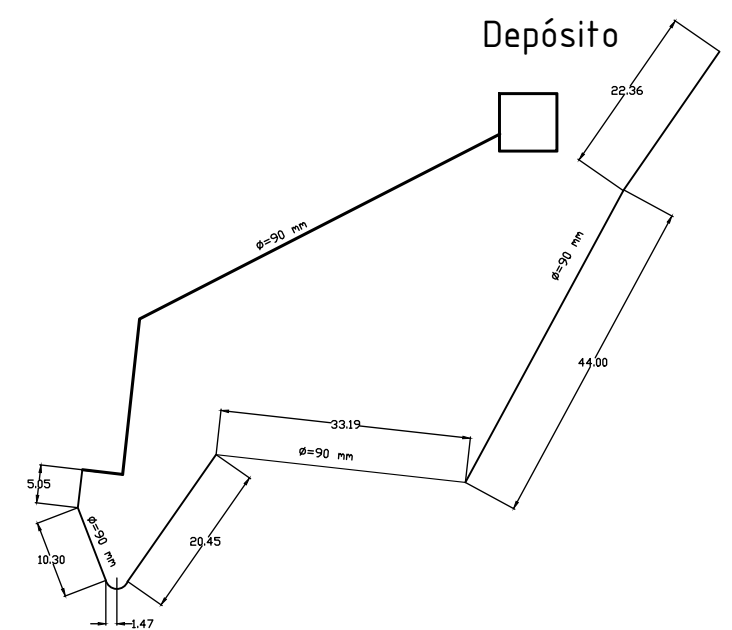
LEYENDA		
+	Ubicación aspersor, coincidente con la encina.	
—	Retranqueo margen parcela de 3 metros	


Fecha de edición: 10-5-2021	Autor y prop. legal: David García Monleón	Aprobado por:
Localidad: Sarrión, Teruel	Tipo de documento: Planos instalación regadío	Nº identificación: 1.4
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	Ubicación general Encinas en la parcela	Hoja: 1/1
		Escala 1:1000

Plano tuberías sector A

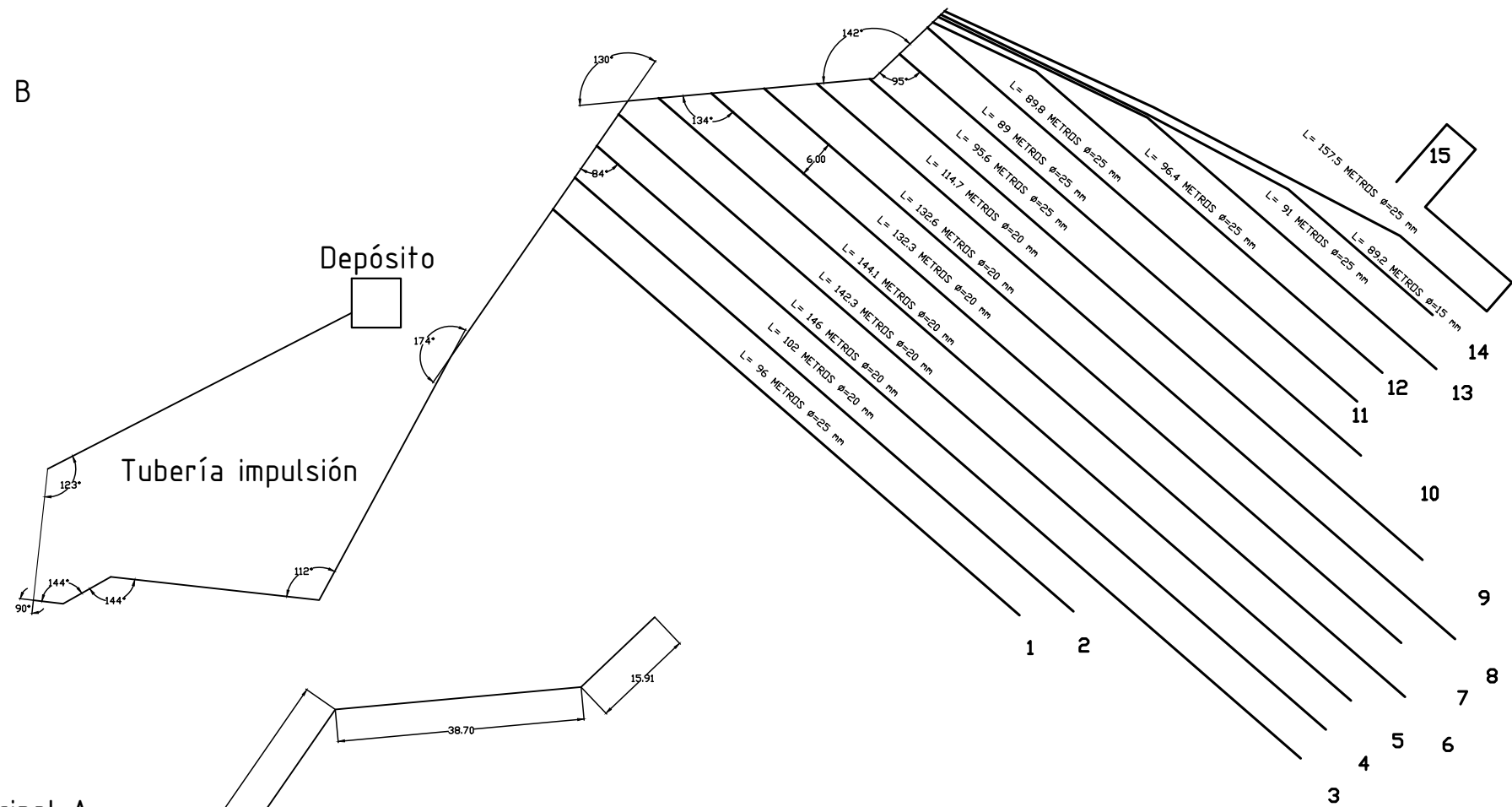


Detalle tubería principal A.



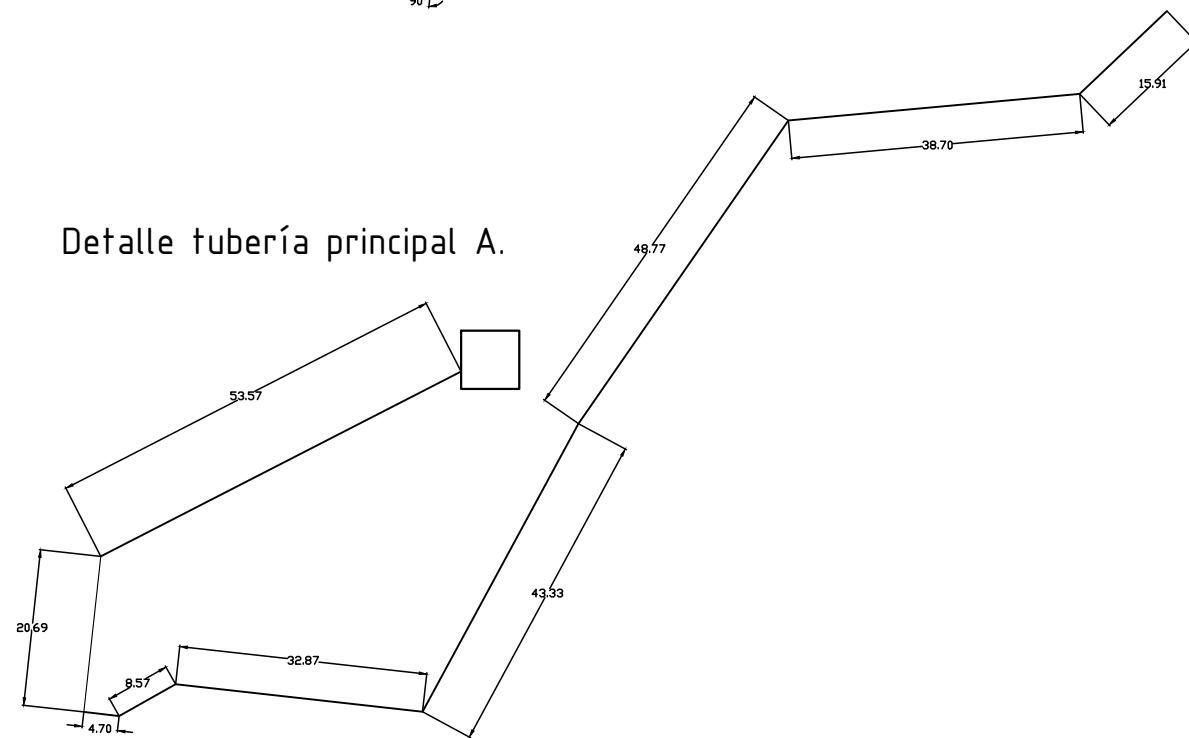
Fecha de edición: 10-5-2021	Autor y prop. legal: David García Monleón	Aprobado por:
Localidad: Sarrión, Teruel	Tipo de documento: Planos instalación regadío	Nº identificación: 2.1
 <p>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</p>	Instalación hidráulica Tuberías sector A	Hoja: 1/1
		Escala 1:1000


Plano tuberías sector B

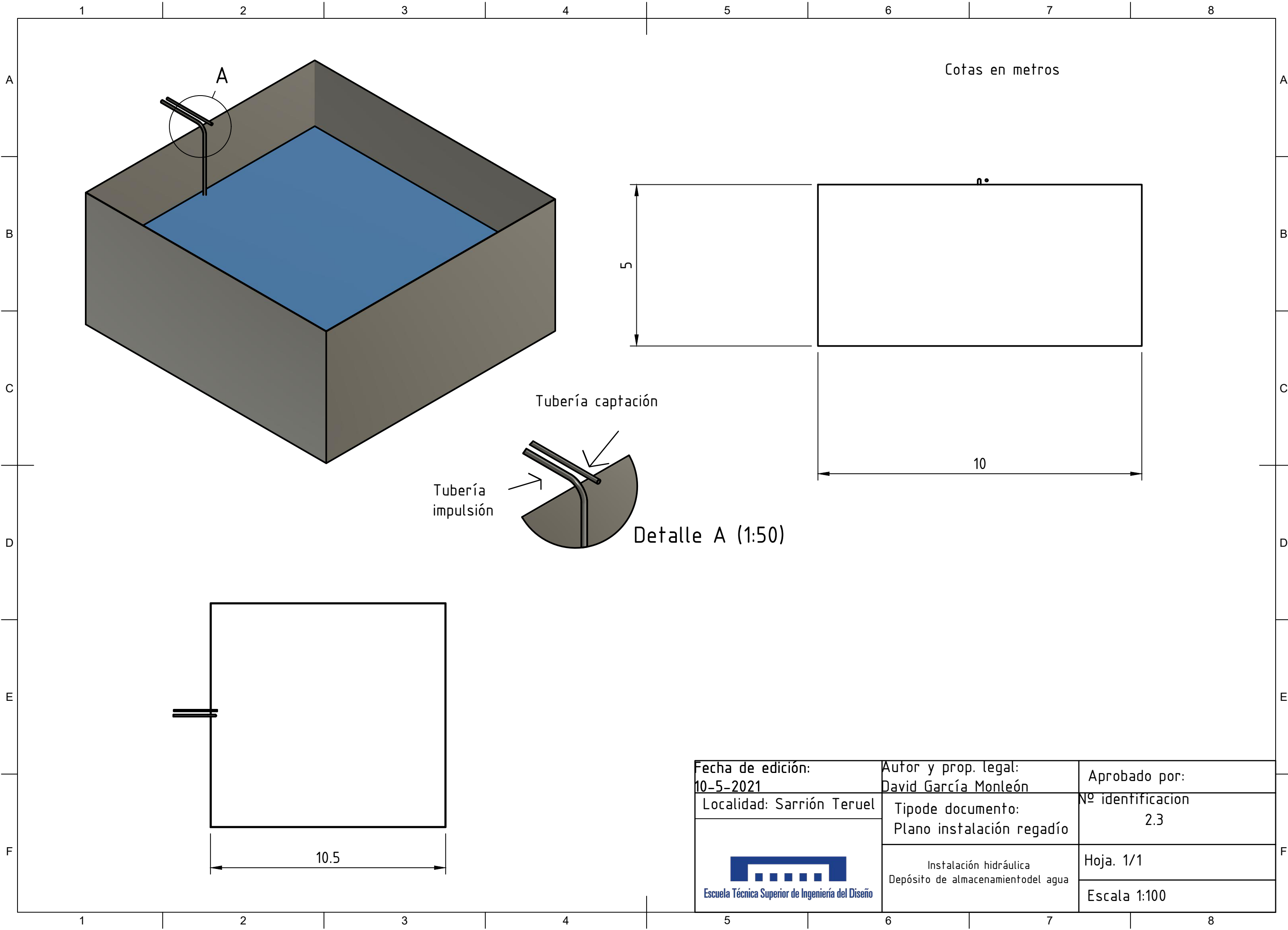


Tubería impulsión

Detalle tubería principal A.



Fecha de edición: 10-5-2021	Autor y prop. legal: David García Monleón	Aprobado por:
Localidad: Sarrión, Teruel	Tipo de documento: Planos instalación regadío	Nº identificación: 2.2
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	Instalación hidráulica Tuberías sector B	Hoja: 1/1
		Escala 1:1000



Cotas en metros

5


10

Tubería captación

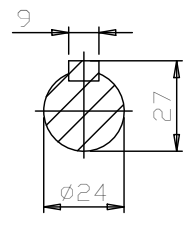
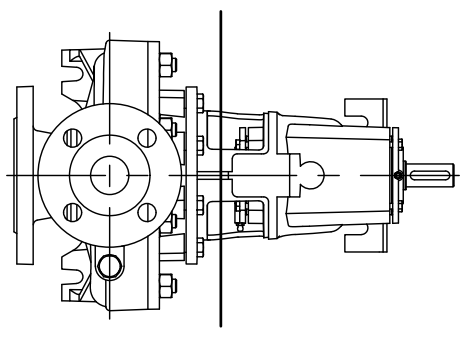
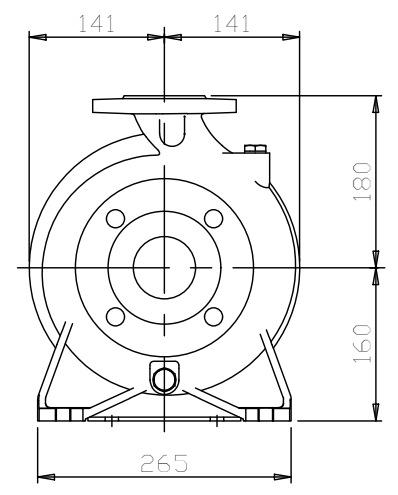
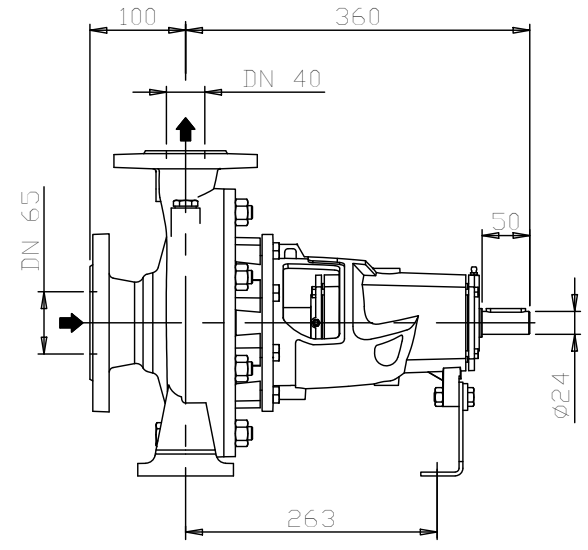
Tubería impulsión


Detalle A (1:50)

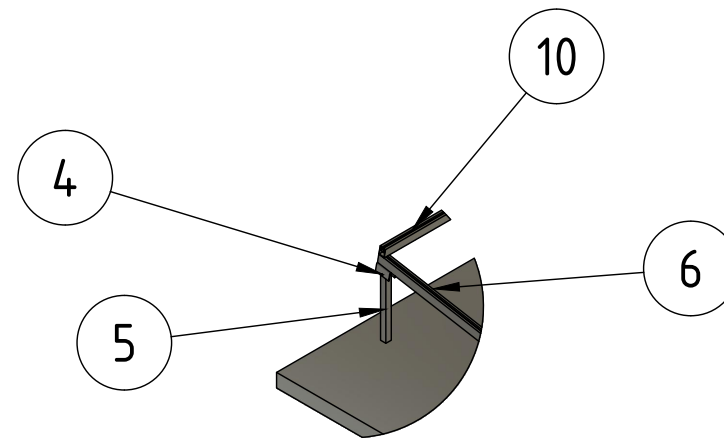
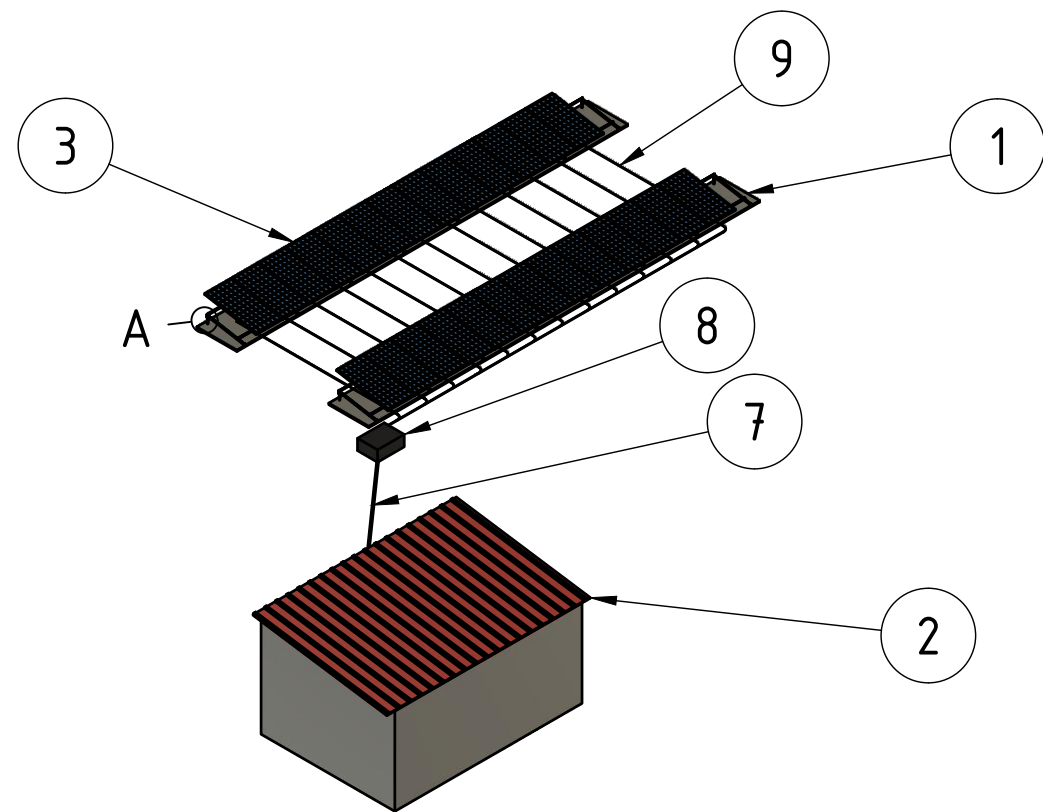
10.5

Fecha de edición: 10-5-2021	Autor y prop. legal: David García Monleón	Aprobado por:
Localidad: Sarrión Teruel	Tipode documento: Plano instalación regadío	Nº identificación 2.3
	Instalación hidráulica Depósito de almacenamientodel agua	Hoja. 1/1
		Escala 1:100

N40 200 B/A
Cotas en mm




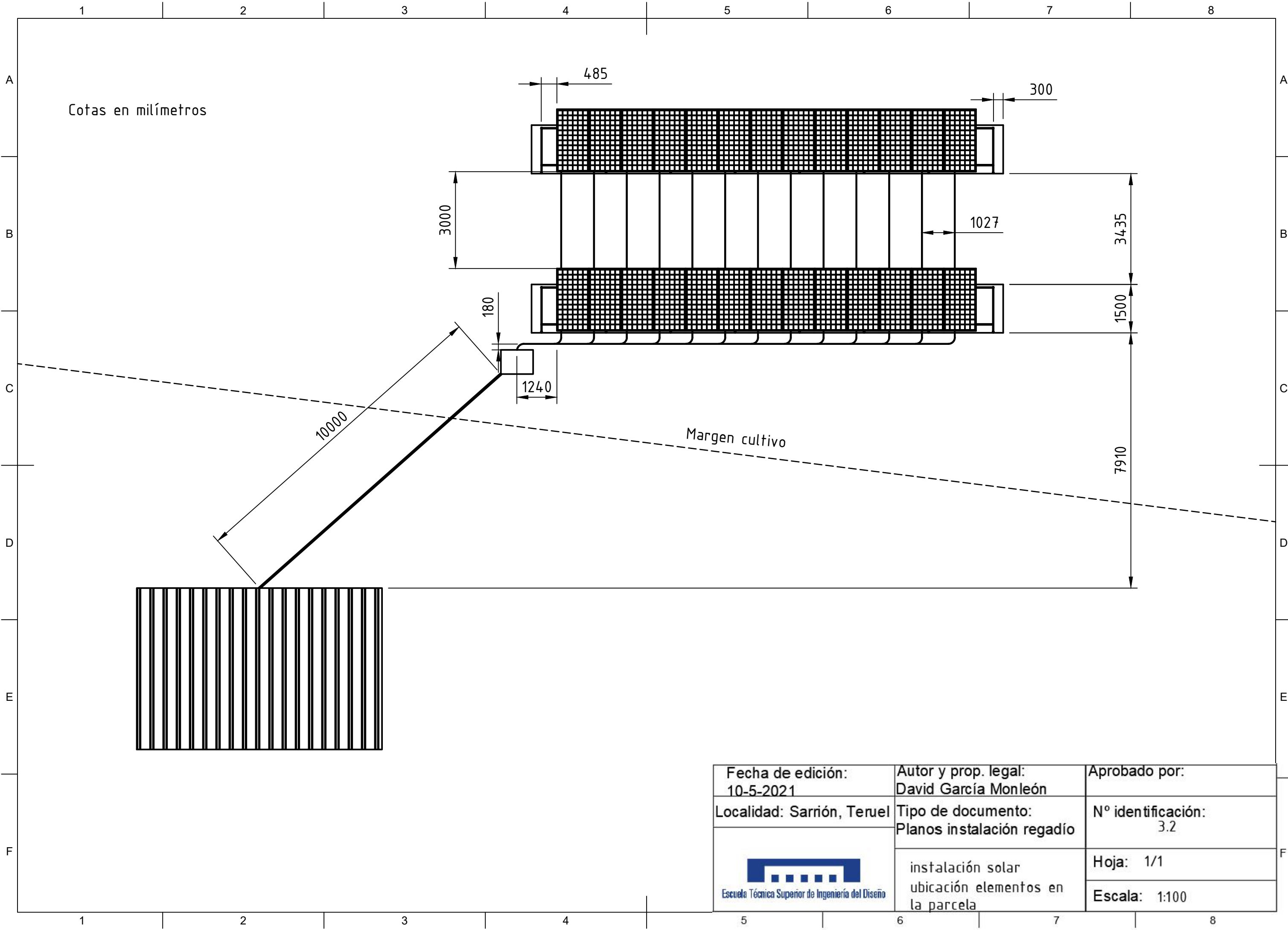
Fecha de edición: 10-5-2021	Autor y prop. legal David García Monleón	Aprobado por:
Localidad: Sarrión (Teruel)	Tipo de documento: Planos instalación regadío	Nº identificación: 2.4
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	Instalación hidráulica Detalle bomba axial	Hoja: 1/1
		Escala 1:10




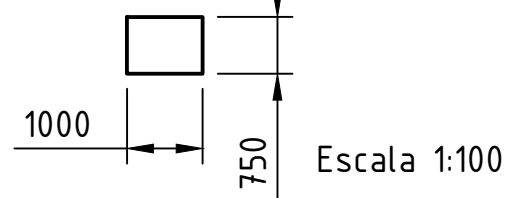
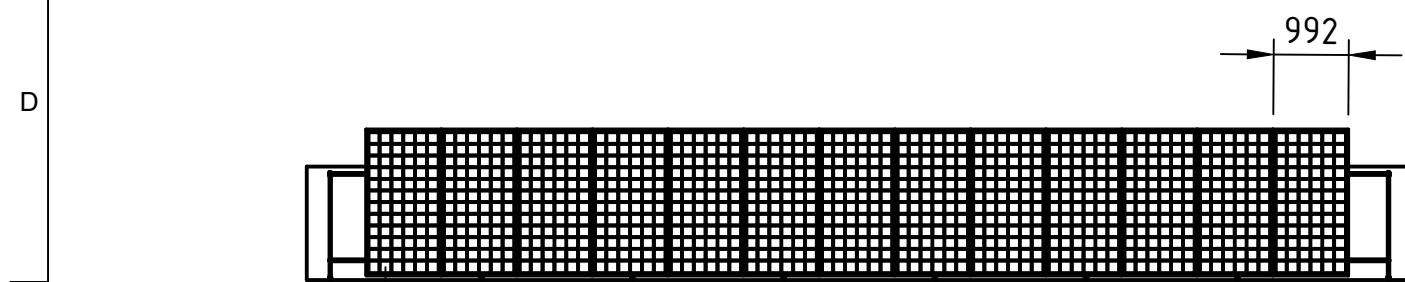
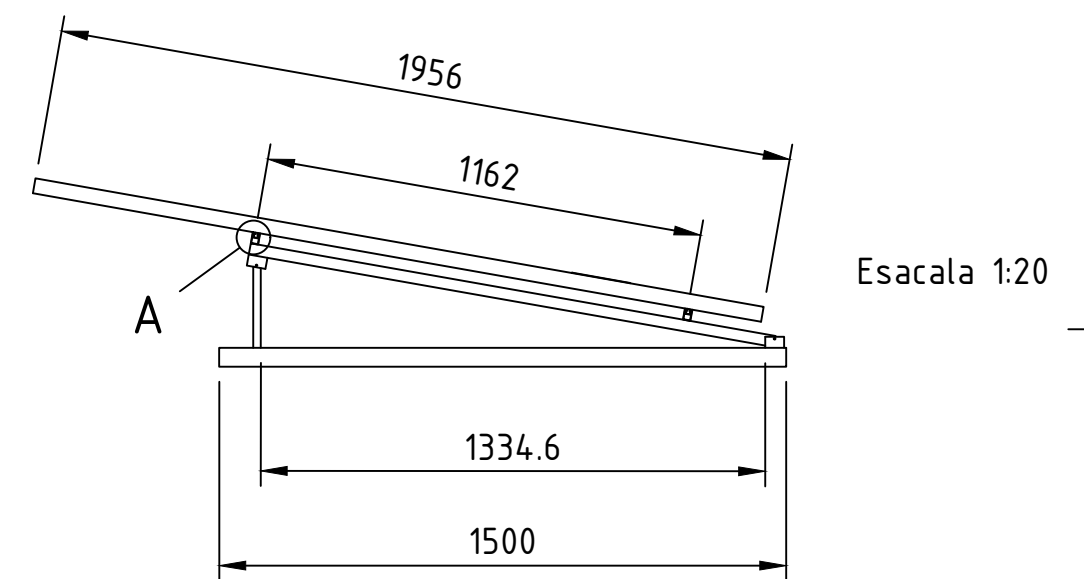
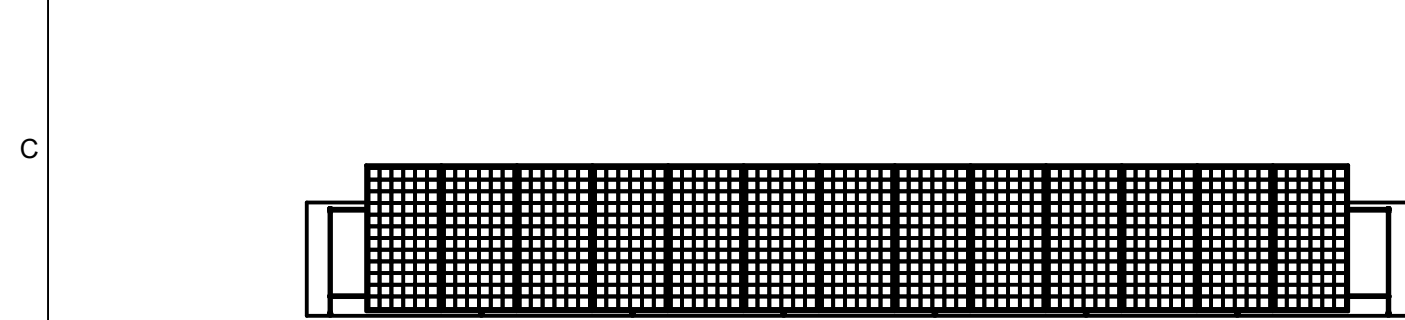
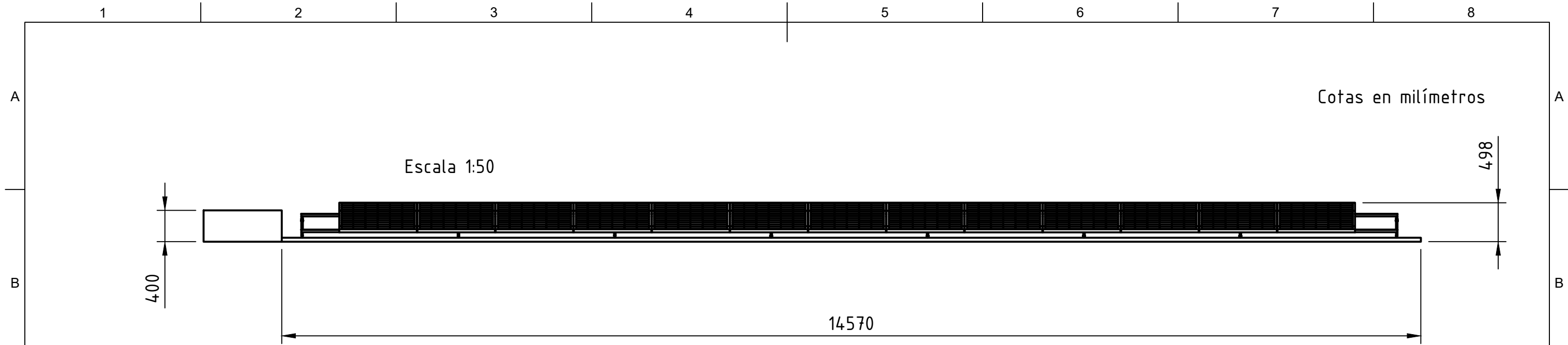
Detalle A Escala(1:20)

Parts List		
Item	Qty	Part Number
1	2	Hormigón limpieza
2	1	Caseta de protección
3	1	Placas solares
4	1	Piezas de unión
5	1	Pilares estructura
6	1	Vigas estructura
7	1	Cable conexiones-regulador
8	1	Caja de conexiones
9	1	String
10	1	Correas esructura

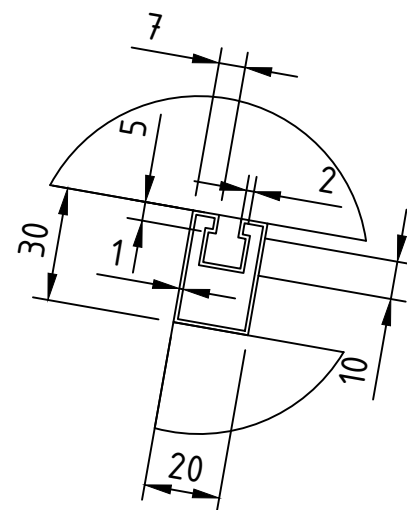
Fecha de edición: 10-5-2021	Autor y prop. legal: David García Monleón	Aprobado por:
Localidad: Sarrión Teruel	Tipode documento: Plano instalación regadío	Nº identificación 3.1
	Instalación solar Identificación elementos	Hoja. 1/1
		Escala 1:200




Fecha de edición: 10-5-2021	Autor y prop. legal: David García Monleón	Aprobado por:
Localidad: Sarrión, Teruel	Tipo de documento: Planos instalación regadío	Nº identificación: 3.2
	instalación solar ubicación elementos en la parcela	Hoja: 1/1
		Escala: 1:100



Detalle
A, perfil
estructural
Escala (1:2)

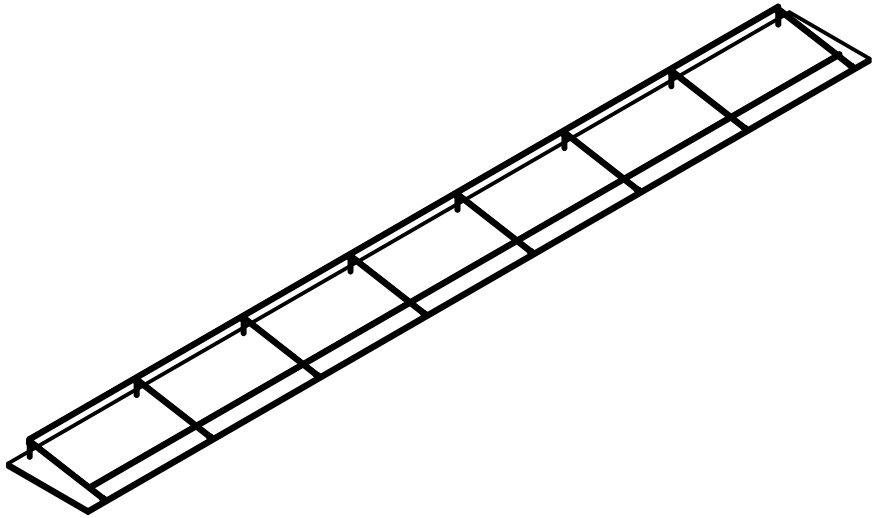


Fecha de edición: 10-5-2021	Autor y prop. legal: David García Monleón	Aprobado por:
Localidad: Sarrión, Teruel	Tipo de documento: Planos instalación regadío	Nº identificación: 3.3
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	Instalación solar Detalle módulos solares en la estructura	Hoja: 1/1
		Escala: Varias

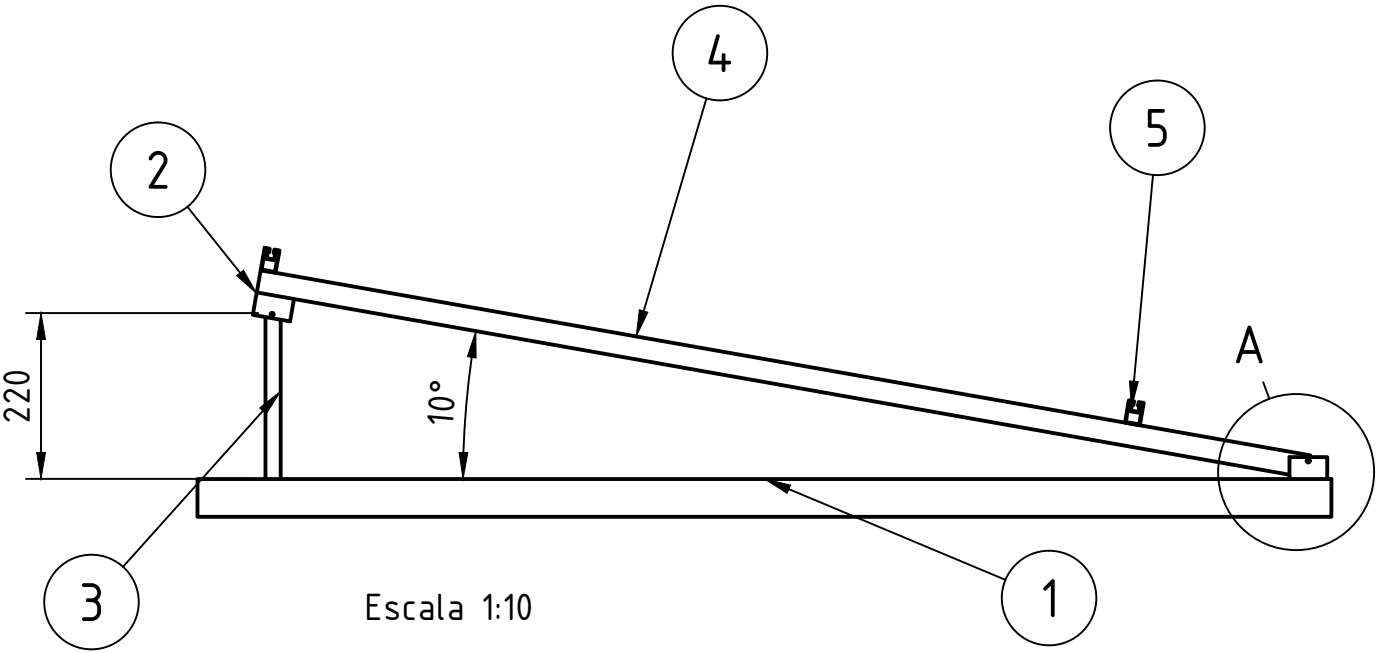
1 2 3 4 5 6 7 8

A
B
C
D
E
F

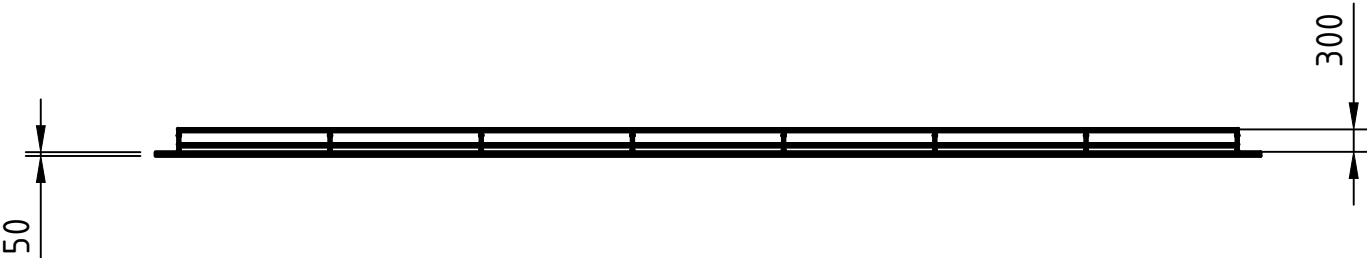
Cotas en mm



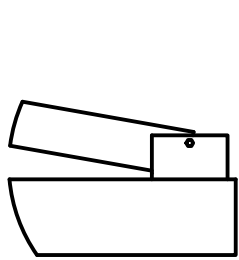
Escala 1:100



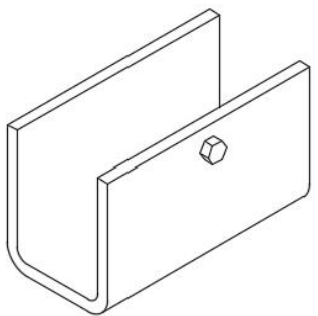
Escala 1:10



Escala 1:100




Detalle union A (1:5)

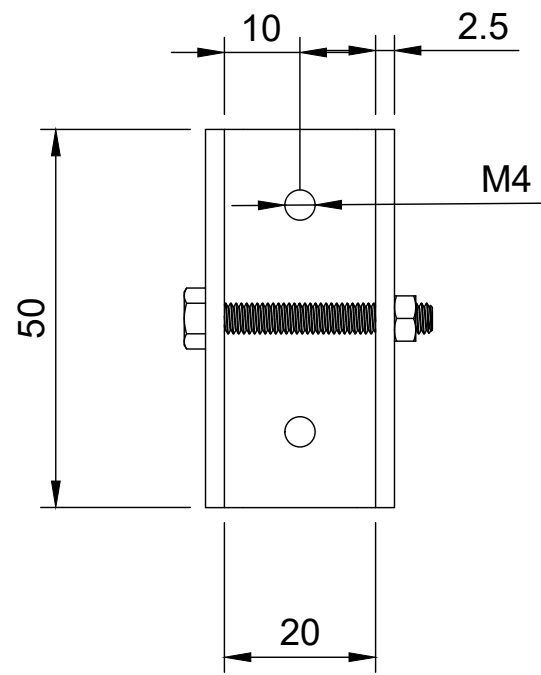
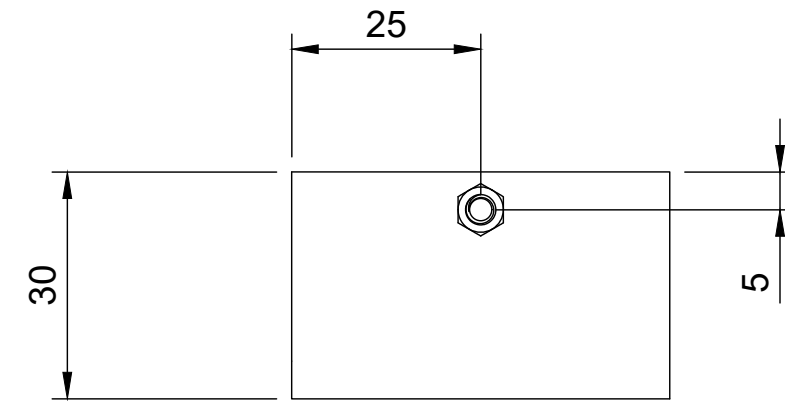
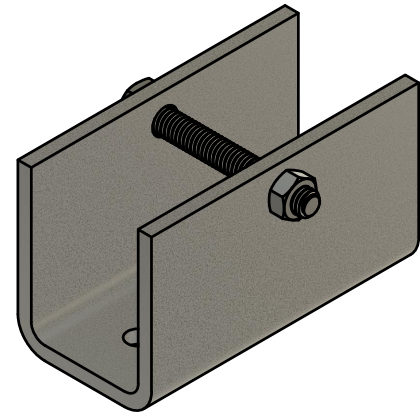



Detalle pieza de unión propuesta

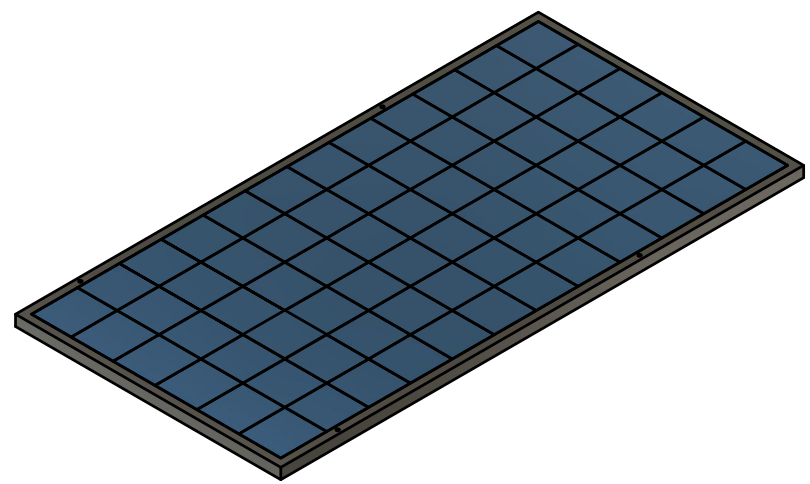
Parts List		
Item	Qty	Part Number
1	2	Hormigón limpieza
2	1	Piezas de unión
3	1	Pilares estructura
4	1	Vigas estructura
5	1	Correas esructura

Fecha de edición: 10-5-2021	Autor y prop. legal: David García Monleón	Aprbado por:
Localidad: Sarrión, Teruel	Tipo de documento: Planos instalación regadío	Nº identificación 3.4
	Instalación solar Estructura de 10º de inclinación	Hoja: 1/1
		Escala

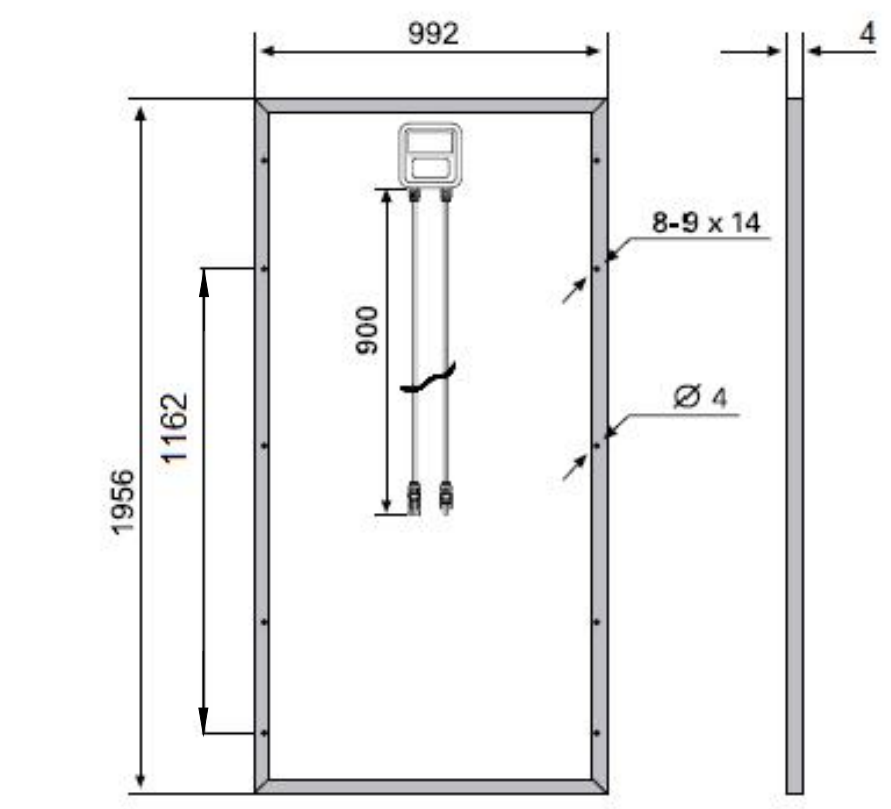
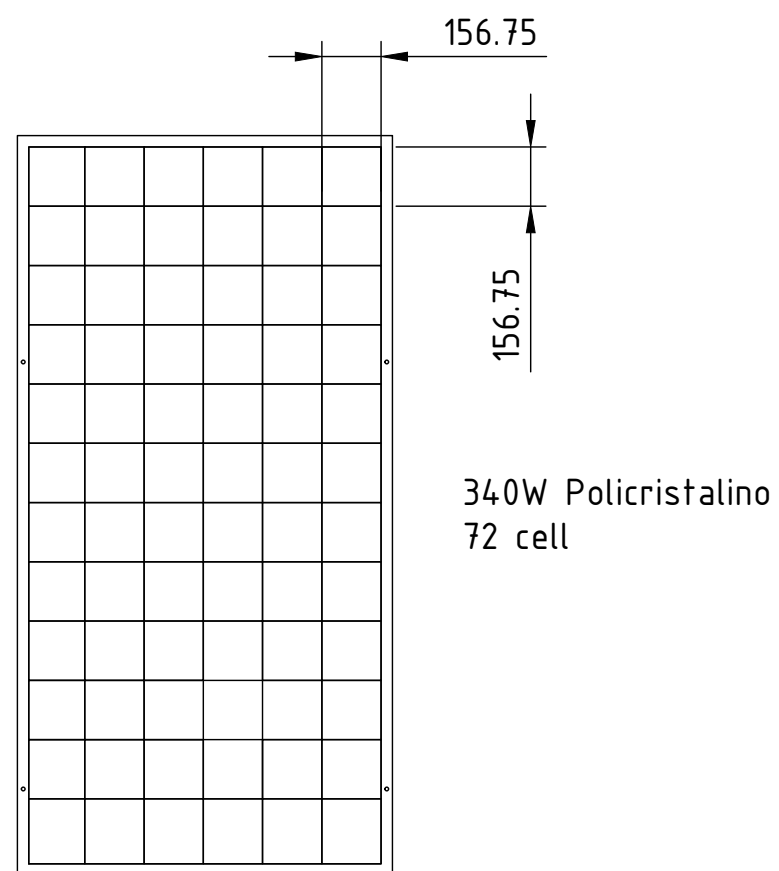
1 2 3 4 5 6 7 8




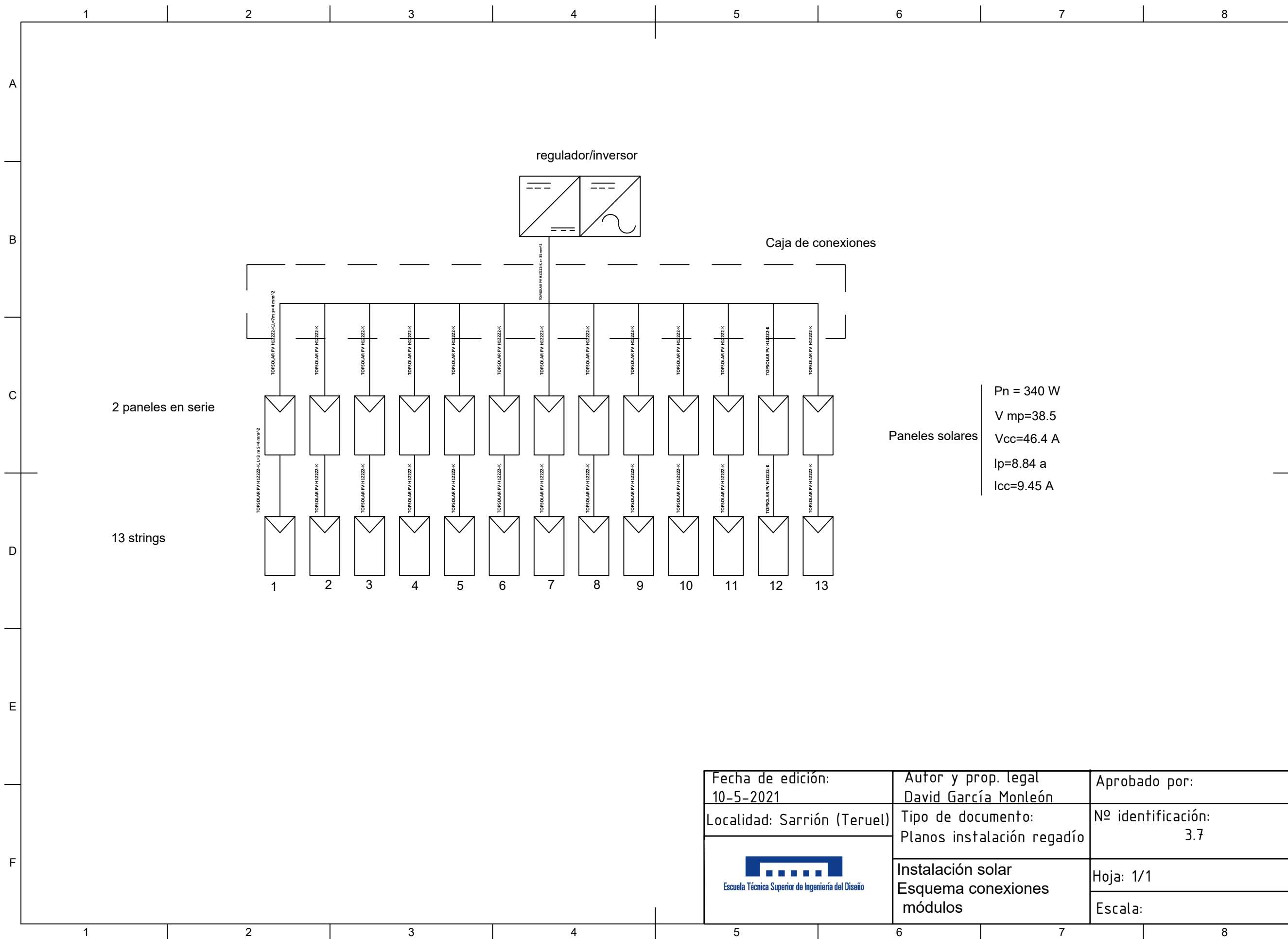
Fecha de edición: 10-5-2021	Autor y prop. legal: David García Monleón	Aprobado por:
Localidad: Sarrión Teruel	Tipode documento: Plano instalación regadío	Nº identificación 3.5
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	Instalación solar Detalle elementos de unión	Hoja. 1/1
		Escala 1:20

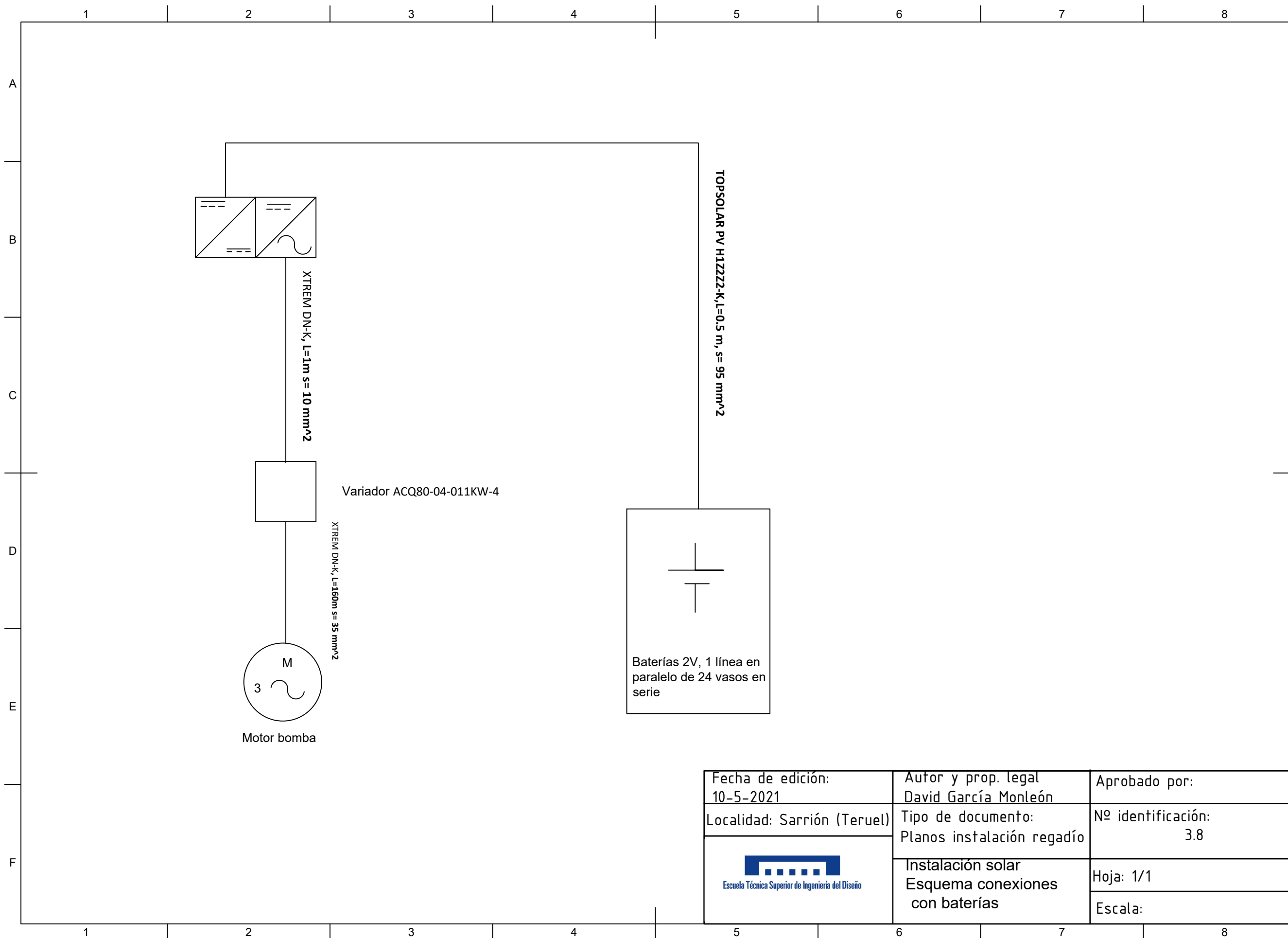



Cotas en mm

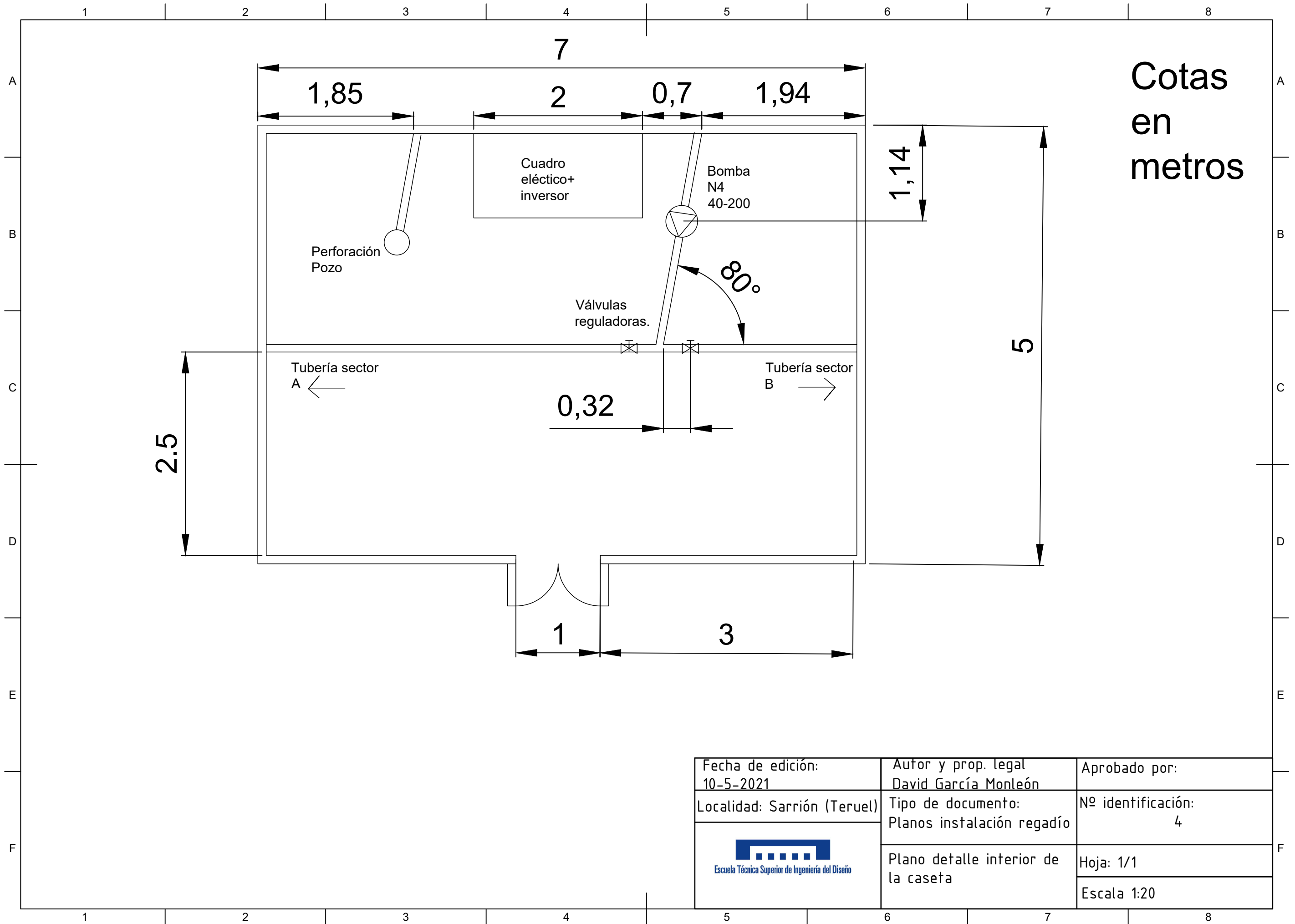



Fecha de edición: 10-5-2021	Autor y prop. legal: David García Monleón	Aprobado por:
Localidad: Sarrión Teruel	Tipode documento: Plano instalación regadío	Nº identificación 3.6
	Instalación solar Módulo fotovoltaico 340 W	Hoja. 1/1
		Escala 1:20





Fecha de edición: 10-5-2021	Autor y prop. legal David García Monleón	Aprobado por:
Localidad: Sarrión (Teruel)	Tipo de documento: Planos instalación regadío	Nº identificación: 3.8
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	Instalación solar Esquema conexiones con baterías	Hoja: 1/1
		Escala:



Fecha de edición: 10-5-2021	Autor y prop. legal David García Monleón	Aprobado por:
Localidad: Sarrión (Teruel)	Tipo de documento: Planos instalación regadío	Nº identificación: 4
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	Plano detalle interior de la caseta	Hoja: 1/1
		Escala 1:20

Documento N°4. Presupuesto de cuadros en valoración de precios descompuestos

Índice presupuesto desarrollado en el programa Arquímedes.

1. Cuadro de precios elementales
 - 1.1. Cuadro de mano de obra
 - 1.2. Cuadro de maquinaria
 - 1.3. Cuadro de materiales
2. Cuadro de precios descompuestos. Anejo justificación de precios
 - 2.1. Movimiento de tierras
 - 2.2. Red de tuberías
 - 2.3. Grupo de bombeo
 - 2.4. Válvulas instaladas y elementos de control
 - 2.5. Microaspersores
 - 2.6. Paneles solares
 - 2.7. Conjunto inversor/regulador
 - 2.8. Variador
 - 2.9. Banco de baterías
 - 2.10. Cableado
 - 2.11. Toma de tierra
3. Cuadro de precios unitarios
4. Estado de mediciones
5. Valoración del presupuesto

1.1. Cuadro de mano de obra

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad (Horas)	Total (Euros)
1	Oficial 1ª construcción	20,810	47,000 h	978,12
2	Oficial 1ª electricista.	19,420	14,711 h	284,94
3	Oficial 1ª fontanero.	19,420	31,793 h	617,97
4	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	19,420	9,022 h	175,24
5	Oficial 1ª jardinero.	18,890	19,766 h	373,29
6	Oficial 1ª construcción de obra civil.	18,890	178,531 h	3.375,43
7	Ayudante jardinero.	17,900	38,903 h	696,23
8	Ayudante construcción de obra civil.	17,900	178,531 h	3.200,36
9	Ayudante electricista.	17,860	11,823 h	211,21
10	Ayudante fontanero.	17,860	85,693 h	1.527,95
11	Ayudante instalador de captadores solares.	17,860	9,022 h	161,20
12	Peón ordinario construcción.	17,670	39,777 h	702,68
			Importe total:	12.304,62
	Sarrión (Teruel), en mayo de 2021. ingeniero mecánico			
	David García Monleón			

1.2. Cuadro de maquinaria

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad	Total (Euros)
1	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 105 kW.	46,350	3,462h	160,52
2	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	48,540	0,232h	11,27
3	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m ³ .	40,230	42,000h	1.680,00
4	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	32,970	59,850h	1.974,00
5	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 kg, anchura de trabajo 70 cm.	8,460	9,631h	81,21
6	Camión basculante de 12 t de carga, de 162 kW.	40,170	11,671h	466,85
7	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW de potencia.	3,000	14,982h	44,69
			Importe total:	4.418,54
	Sarrión (Teruel), en mayo de 2021. ingeniero mecánico			
	David García Monleón			

1.3. Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
1	cable XTREM DN-K, con conductor de cobre y aislamiento EPR	9,000	162,000 ud	1.458,00
2	caja prefabricados protegidos con un material resistente a la intemperie con el grado de protección IP54.	112,780	1,000 Ud	112,78
3	Bomba centrífuga de aspiración axial bomba en hierro N-40 200 B/A	1.581,000	1,000 ud	1.581,00
4	Estructura para panel solar regulable entre 20 y 35 grados. La estructura regulable en inclinación para suelo esta compuesta por perfiles de aluminio y soportes tipo pata para anclar a superficies como pueden ser suelos de hormigón, terrazas planas y en general cualquier soporte adecuado para soportar la estructura regulable en inclinación. Disponible desde 1 hasta 6 paneles solares	95,500	26,000 ud	2.483,00
5	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	12,020	44,275 m³	531,30
6	ACU0519 2V/700Ah Elemento estacionario 2V 836Ah C10 1207Ah C100 7 OPzS 700 BATVOLT profundidad de descarga del 70%, más de 5000 ciclo, incluye material complementario para instalación	215,000	24,000 Ud	5.160,00
7	Cable unipolar TOPSOLAR PV H1Z2Z2-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termo.	1,550	252,000 m	390,60
8	Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 10kW, voltaje de entrada máximo 1000 Vcc, rango de voltaje de entrada de 370 a 800 Vcc, potencia nominal de salida 8 kW, , eficiencia máxima 98,2%, dimensiones 435x176x470 mm,	2.150,560	1,000 Ud	2.150,56
9	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio policristalino, potencia máxima (Wp) 325 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 37,7 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8,63 A, tensión en circuito abierto (Voc) 45,9 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 8,98 A, eficiencia 16,77%, 72 células de 156x156 mm, vidrio exterior templado de 4 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1954x982x45 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m², resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m², peso 29 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores.	102,200	26,000 Ud	2.657,20
10	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	55,770	1,000 Ud	55,77
11	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	34,670	1,000 Ud	34,67
12	Grapa abarcón para conexión de pica.	0,750	1,000 Ud	0,75
13	Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a tierra.	2,640	0,333 Ud	0,88
14	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm².	2,120	0,250 m	0,53
15	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.	13,560	1,000 Ud	13,56
16	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	0,870	1,000 Ud	0,87

1.3. Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
17	Accesorios para instalación de bomba centrífuga de aspiración axial	22,450	1,000 Ud	22,45
18	Motor trifásico frankine de 7.5 kW para electrobomba sumergible.	1.616,990	1,000 Ud	1.616,99
19	Sonda indicadora nivel en el pozo.	22,310	1,000 Ud	22,31
20	Kit de descenso y anclaje automático para electrobomba sumergible, de hierro fundido.	274,950	1,000 Ud	274,95
21	Electrobomba sumergible 6SDN 12/19 pn=7.5 kw n=2900 rev/min sin motor	3.156,000	1,000 Ud	3.156,00
22	Válvula de retención 75 mm PVC.	30,000	1,000 Ud	30,00
23	Tubo de polietileno PE 20 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 20 mm de diámetro exterior , PN=4 atm, según UNE-EN 12201-2, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	0,321	2.294,400 m	734,21
24	Tubo de polietileno PE 20 de bajadensidad de color negro con bandas de color azul, de 15 mm de diámetro exterior , PN=4 atm, según UNE-EN 12201-2.	0,210	89,200 m	18,73
25	Tubo de polietileno PE 20 de baja densidadde color negro con bandas de color azul, de 25 mm de diámetro exterior , PN=4 atm, según UNE-EN 12201-2, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	0,420	715,300 m	300,43
26	Tubo de polietileno PE 32 DE baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 90 mm de diámetro exterior PN=4 ATM atm, según UNE-EN 12201-2.	3,850	402,500 m	1.549,63
27	Conector dentado-dentado espiga 5x3mm para conexión tubería microaspersor con tubería secundaria de polietileno	0,120	490,000 Ud	58,80
28	Tubo de policloruro de vinilo clorado (PVC), de 75 mm de diámetro exterior, PN=4 atm , según UNE-EN ISO 15877-2, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	2,000	277,000 m	554,00
29	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de policloruro de vinilo clorado (PVC), de 75 mm de diámetro exterior.	0,150	277,000 Ud	41,55
30	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.	1,060	1,000 Ud	1,06
31	microaspersor Gyronet LR y LRD 120 l/h	0,640	490,000 Ud	313,60
32	Tubería conectada al microaspersor de polietileno diámetro 1/2''	0,150	1.470,000 m	220,50
33	motor s2 potencia nominal 5.5 kw acople para bomba aspiración axial	3.156,000	1,000 ud	3.156,00
34	ventosa trifuncionaldinámicas D-070 plásticas de 2" a 12" PN-0,2 A PN-16 de ARI, es una ventosa única en su género, que funciona sin flotador y se basa en el principio del diafragma plegable y desplegable	156,000	1,000 ud	156,00
35	Valvula plástica regulación de caudal diámetro Ø =90 mm acopable a tubería de polietileno	71,000	2,000 ud	142,00
36	Variador ACQ80 para bombeo solar ACQ80 de compatibilidad total mejoran la metodología de bombeo de agua, modelo ACQ80-04-011KW-4, con MPPT integrado, monitor remoto y panel de control, ofrece potencia de salida nominal de hasta 11 KW	1.456,500	1,000 ud	1.456,50
			Importe total:	30.457,18
	Sarrión (Teruel), en mayo de 2021. ingeniero mecánico			

Cuadro de materiales

David García Monleón

2. Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total	
1 Movimiento de tierras					
1.1	1.1	m ²	Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. Se relizará en la zonade instalación de placas solares y alrededores.		
	mq01pan010a	0,021 h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m ³ .	40,230	0,84
	mo113	0,008 h	Peón ordinario construcción.	17,670	0,14
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	0,980	0,02
Precio total por m²					1,00
1.2	1.2	Ud	Talado de árbol de hasta 5 m de altura, de 15 a 30 cm de diámetro de tronco y copa poco frondosa, con motosierra, con extracción del tocón, y carga manual a camión.		
	mq09sie010	0,238 h	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW de potencia.	3,000	0,71
	mq01exn020a	0,055 h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 105 kW.	46,350	2,55
	mq02roa010a	0,153 h	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 kg, anchura de trabajo 70 cm.	8,460	1,29
	mo040	0,314 h	Oficial 1ª jardinero.	18,890	5,93
	mo086	0,618 h	Ayudante jardinero.	17,900	11,06
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	21,540	0,43
Precio total por Ud					21,97
1.3	1.2	Ud	Talado de árbol de hasta 5 m de altura, de 15 a 30 cm de diámetro de tronco y copa poco frondosa, con motosierra, con extracción del tocón, y carga manual a camión.		
	mq09sie010	0,238 h	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW de potencia.	3,000	0,71
	mq01exn020a	0,055 h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 105 kW.	46,350	2,55
	mq02roa010a	0,153 h	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 kg, anchura de trabajo 70 cm.	8,460	1,29
	mo040	0,314 h	Oficial 1ª jardinero.	18,890	5,93
	mo086	0,618 h	Ayudante jardinero.	17,900	11,06
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	21,540	0,43
Precio total por Ud					21,97
1.4	1.3	m ³	Excavación de zanjas para las tuberías que van enterradas hasta hasta una profundidad de 50 cm, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.		
	mq01exn020b	0,387 h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	48,540	18,78
	mo113	0,251 h	Peón ordinario construcción.	17,670	4,44
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	23,220	0,46
Precio total por m³					23,68
1.5	1.4	m ³	Excavación a cielo abierto, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.		
	mq01ret020b	0,114 h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	32,970	3,76
	mo113	0,045 h	Peón ordinario construcción.	17,670	0,80
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	4,560	0,09
Precio total por m³					4,65

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.6 1.5		m ³	Transporte de tierras con camión de 12 t de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno dentro de la obra.	
	mq04cab010c	0,020 h	Camión basculante de 12 t de carga, de 162 kW.	40,170 0,80
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	<u>0,800</u> 0,02
			Precio total por m³	0,82

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2 Red de tuberías				
2.1 2.1		m	Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 20 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 15 mm de diámetro exterior, PN=4 atm	
	mt37tpa030ba	1,000 m	Tubo de polietileno PE 20 de bajadensidad de color negro con bandas de color azul, de 15 mm de diámetro exterior , PN=4 atm, según UNE-EN 12201-2.	0,210 0,21
	mo041	0,050 h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	18,890 0,94
	mo087	0,050 h	Ayudante construcción de obra civil.	17,900 0,90
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	2,050 0,04
			Precio total por m	2,09
2.2 2.2		m	Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 20 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 20 mm de diámetro exterior , PN=4 atm.	
	mt37tpa030ac	1,000 m	Tubo de polietileno PE 20 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 20 mm de diámetro exterior , PN=4 atm, según UNE-EN 12201-2, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	0,321 0,32
	mo041	0,048 h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	18,890 0,91
	mo087	0,048 h	Ayudante construcción de obra civil.	17,900 0,86
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	2,090 0,04
			Precio total por m	2,13
2.3 2.3		m	Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 20 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 25 mm de diámetro exterior PN=4 atm.	
	mt37tpa030bc	1,000 m	Tubo de polietileno PE 20 de baja densidadde color negro con bandas de color azul, de 25 mm de diámetro exterior , PN=4 atm, según UNE-EN 12201-2, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	0,420 0,42
	mo041	0,050 h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	18,890 0,94
	mo087	0,050 h	Ayudante construcción de obra civil.	17,900 0,90
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	2,260 0,05
			Precio total por m	2,31
2.4 2.4		m	Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 32 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 90 mm de diámetro exterior ye 90 mm de diámetro exterior Pn=4atm, enterrada.	
	mt01ara010	0,110 m³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	12,020 1,32
	mt37tpa030ha	1,000 m	Tubo de polietileno PE 32 DE baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 90 mm de diámetro exterior PN=4 ATM atm, según UNE-EN 12201-2.	3,850 3,85
	mo041	0,070 h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	18,890 1,32
	mo087	0,070 h	Ayudante construcción de obra civil.	17,900 1,25
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	7,740 0,15
			Precio total por m	7,89

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
2.5.2.5		m	Tubería de policloruro de vinilo clorado (PVC), de 90 mm de diámetro exterior, PN=4 atm. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas.		
	mt37tvg400g	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de policloruro de vinilo clorado (PVC), de 75 mm de diámetro exterior.	0,150	0,15
	mt37tvg010gc	1,000 m	Tubo de policloruro de vinilo clorado (PVC), de 75 mm de diámetro exterior, PN=4 atm , según UNE-EN ISO 15877-2, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	2,000	2,00
	mo008	0,107 h	Oficial 1ª fontanero.	19,420	2,08
	mo107	0,107 h	Ayudante fontanero.	17,860	1,91
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	6,140	0,12
			Precio total por m		6,26

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3 Grupo de bombeo				
3.1 3.1		UD	Electrobombas sumergibles para pozos profundos 4" (DN 100 mm), 6" (DN 150 mm), con camisa externa en acero inoxidable AISI 304 y Rodete en NORYL® . Rodetes: radiales Conexión: Boca roscada ISO 228 Válvula de retención incorporada en el cuerpo de impulsión. Aplicaciones Para suministros de agua. Para aplicaciones civiles e industriales. Para abastecimientos a medias y grade poblaciones. Para riegos en general. Limites de empleo Temperatura del agua: - hasta 35 °C con motores de 4" - hasta 25 °C con motores de 6". Máxima cantidad de arena en el agua: 150 g/m3 (300 g/m3 alta porcentaje de sólidos y arena). Servicio continuo. Motor rebobinable serie CS-R Motor a inducción 2 polos, 50 Hz (n = 2900 1/min). Dimensiones para el acoplamiento a la bomba según NEMA Standard. Tensiones de alimentación: - trifásicos 400 V; 400/690 V, para motores 6".	
	mt36bse150oc	1,000 Ud	Electrobomba sumergible 6SDN 12/19	3.156,000
	mt36bse007a	1,000 Ud	Kit de descenso y anclaje automático para electrobomba sumergible, de hierro fundido.	274,950
	mt36bse006a	1,000 Ud	Sonda indicadora nivel en el pozo.	22,310
	mt36bse005ag	1,000 Ud	Motor trifásico frankine de 7.5 kW para electrobomba sumergible.	1.616,990
	mo008	0,808 h	Oficial 1ª fontanero.	19,420
	mo107	0,808 h	Ayudante fontanero.	17,860
	mo003	1,444 h	Oficial 1ª electricista.	19,420
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	5.128,410
Precio total por UD				5.230,98
3.2 3.2		Ud.	Bombas centrifugas con un solo rodete de aspiracion axial, PN 10, con soporte y eje libre. Prestaciones nominales y dimensiones principales segun EN 733.Construccion "Back Pull-Out", (sistema constructivo de la bomba de proceso), para un facil y rapido desmontaje y montaje.Las bombas en bronce se suministran totalmente pintadas. Velocidad de rotacion nominal (50 Hz): N = 2900 1/min N4 = 1450 1/min. Brida: Brida PN 10, EN 1092-2. cierre sobre el eje - Sello mecánico normalizado segun ISO 3069. - Prensa estopa (baja demanda). Aplicaciones - Para líquidos limpios sin partes abrasivas, no agresivas para los materiales de la bomba (con partes soldadas hasta 0,2% max.).- Para aprovisionamiento de agua.- Para instalaciones de calefacción, acondicionamiento, refrigeración y circulación.- Para aplicaciones civiles, industriales y agrícolas.- Para instalaciones contra incendios.- Para irrigación.	
	mt36bom020	1,000 Ud	Accesorios para instalación de bomba centrífuga de aspiración axial	22,450
	mto2	1,000 ud	motor s2 potencia nominal 5.5 kw acople para bomba aspiración axial	3.156,000
	bombt02	1,000 ud	Bomba en hierro N-40 200 B/A	1.581,000
	mo008	0,808 h	Oficial 1ª fontanero.	19,420
	mo107	0,808 h	Ayudante fontanero.	17,860
	mo003	1,444 h	Oficial 1ª electricista.	19,420
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	4.817,610

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
			Precio total por Ud.	4.913,96

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
4 Válvulas instaladas y elementos de control				
4.1	4.1	Ud	Válvula retención anti-retorno PVC encolar ø75mm juntas en EPDM serie muelle	
			<ul style="list-style-type: none"> • Fácil instalación y mantenimiento. • Se pueden usar indistintamente verticalmente o horizontalmente. • Resistencia a múltiples sustancias químicas inorgánicas. • Excelentes características de conducción. • Cuerpo en PVC-U • Anillos tóricos disponibles en EPDM • Presión de servicio PN10 	
	mt37svr010a	1,000 Ud	Válvula de retención 75 mm PVC.	30,000
	mt37www010	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.	1,060
	mo008	0,147 h	Oficial 1ª fontanero.	19,420
	mo107	0,147 h	Ayudante fontanero.	17,860
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	36,540
			Precio total por Ud	37,27
4.2	4.2	Ud	Valvula plástica regulación de caudal diámetro Ø =90 mm acopable a tubería de polietileno	
	valvulareg	1,000 ud	Valvula plástica regulación de caudal diámetro Ø =90 mm acopable a tubería de polietileno	71,000
	mo008	0,147 h	Oficial 1ª fontanero.	19,420
	mo107	0,147 h	Ayudante fontanero.	17,860
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	76,480
			Precio total por Ud	78,01
4.4	4.4	ud	Válvula ventosa	
	mtventosa	1,000 ud	Válvula ventosa	156,000
	mo008	0,097 h	Oficial 1ª fontanero.	19,420
	mo107	0,097 h	Ayudante fontanero.	17,860
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	159,610
			Precio total por ud	162,80

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
5 Microaspersores				
5.1 5.1		ud	Micro GyroNet™ de la gama LR & LRD con este modelo regaremos un área de diámetro de 2 metrose usando la pestaña deflectora (LRD) y a un área de un diámetro de 8 metros (LR). el modelo emite 120 litros de agua por hora. GyroNET están indicados para riego sub arbóreo, estos microaspersores han sido diseñados para proporcionar un amplio rango de aspersion y una mayor resistencia a la obturación (tienen protección contra insectos). GyroNET está fabricado con materiales plásticos resistentes a las inclemencias del tiempo y a todos los productos químicos usados habitualmente en la agricultura.	
	mt48asp010a	1,000 Ud	microaspersor Gyronet LR y LRD 120 l/h	0,640
	mt37tpj023ba	1,000 Ud	Conector dentado-dentado espiga 5x3mm para conexión tubería microaspersor con tubería secundaria de polietileno	0,120
	mt48wwg200a	3,000 m	Tubería conectada al microaspersor de polietileno diámetro 1/2"	0,150
	mo107	0,110 h	Ayudante fontanero.	17,860
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	3,170
			Precio total por ud	3,23

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
6 Paneles solares				
6.1.6.1		Ud	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio policristalino, potencia máxima (Wp) 340 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 38.5 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8,84 A, tensión en circuito abierto (Voc) 46.4 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 9.45 A, eficiencia 17.5%, 72 células de 156x156 mm, vidrio exterior templado de 4 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1954x982x45 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m², resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m², peso 20.09 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico.	
	mt35sol045aDI	1,000 Ud	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio policristalino, potencia máxima (Wp) 325 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 37,7 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8,63 A, tensión en circuito abierto (Voc) 45,9 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 8,98 A, eficiencia 16,77%, 72 células de 156x156 mm, vidrio exterior templado de 4 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1954x982x45 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m², resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m², peso 29 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores.	102,200
				102,20
	mo009	0,347 h	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	19,420
				6,74
	mo108	0,347 h	Ayudante instalador de captadores solares.	17,860
				6,20
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	115,140
				2,30
			Precio total por Ud	117,44
6.2.6.2		ud	Estructura para panel solar regulable entre 20 y 35 grados. La estructura regulable en inclinación para suelo esta compuesta por perfiles de aluminio y soportes tipo pata para anclar a superficies como pueden ser suelos de hormigón, terrazas planas y en general cualquier soporte adecuado para soportar la estructura regulable en inclinación. Disponible desde 1 hasta 6 paneles solares	
	estructsol120	1,000 ud	estructura soporte solar fotovoltaico inclinación 20 °	95,500
				95,50
	MOOA.8a	1,800 h	Oficial 1ª construcción	20,810
				37,46
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	132,960
				2,66
			Precio total por ud	135,62

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
7 Conjunto inversor/regulador				
7.1	7.1	Ud	Inversor regulador usado Must solar inversor y regulador de 8Kw, 48V, con MPPT 120A , rango tensión entrada 64-147V, eficiencia máxima 98,2%, dimensiones 435x176x470 mm.	
	mt35ifg040a	1,000 Ud	Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 10kW, voltaje de entrada máximo 1000 Vcc, rango de voltaje de entrada de 370 a 800 Vcc, potencia nominal de salida 8 kW, , eficiencia máxima 98,2%, dimensiones 435x176x470 mm,	2.150,560 2.150,56
	mo003	0,578 h	Oficial 1ª electricista.	19,420 11,22
	mo102	0,578 h	Ayudante electricista.	17,860 10,32
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	2.172,100 43,44
Precio total por Ud				2.215,54
7.2	7.2	Ud	Caja proteccion inversor	
	MOOA.8a	0,200 h	Oficial 1ª construcción	20,810 4,16
	aaaa	1,000 Ud	Caja proteccion inversor	112,780 112,78
	%	1,000 %	Costes directos complementarios	116,940 1,17
Precio total por Ud				118,11

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
8 Variador				
8.1 8.1		ud	Variador ACQ80 para bombeo solar ACQ80 de compatibilidad total mejoran la metodología de bombeo de agua, modelo ACQ80-04-011KW-4, con MPPT integrado, monitor remoto y panel de control, ofrece potencia de salida nominal de hasta 11 KW	
	variador	1,000 ud	Variador ACQ80 para bombeo solar.	1.456,50
	mo003	0,578 h	Oficial 1ª electricista.	11,22
	mo102	0,578 h	Ayudante electricista.	10,32
Precio total por ud				1.478,04

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
9 Banco de baterías				
9.1	IEF030	Ud	2V/420Ah Elemento estacionario 2V 474Ah C10 651Ah C100 6 OPzS 420 BATVOLT.OPzS	
	mt35afg010ca	1,000 Ud	ACU0519 2V/700Ah Elemento estacionario 2V 836Ah C10 1207Ah C100 7 OPzS 700 BATVOLT profundidad de descarga del 70%, más de 5000 ciclo,incluye material complementario pra instalación	215,000 215,00
	mo003	0,193 h	Oficial 1ª electricista.	19,420 3,75
	mo102	0,193 h	Ayudante electricista.	17,860 3,45
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	222,200 4,44
Precio total por Ud				226,64

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total	
10 Cableado					
10.1	10.1	m	Cable unipolar TOPSOLAR PV H1Z2Z2-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termo.		
	mt35cun050a	1,000 m	Cable unipolar TOPSOLAR PV H1Z2Z2-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termo.	1,550	1,55
	mo003	0,014 h	Oficial 1ª electricista.	19,420	0,27
	mo102	0,014 h	Ayudante electricista.	17,860	0,25
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	2,070	0,04
Precio total por m					2,11
10.2	10.2	m	Cableado al aire desde la salida del inversor hasta el variador XTREM DN-K, con conductor de cobre y aislamiento EPR 06/1Kv		
	Cableinversvar	1,000 ud	cable XTREM DN-K, con conductor de cobre y aislamiento EPR	9,000	9,00
	mo003	0,014 h	Oficial 1ª electricista.	19,420	0,27
	mo102	0,014 h	Ayudante electricista.	17,860	0,25
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	9,520	0,19
Precio total por m					9,71

Anejo de justificación de precios

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
11 Toma de tierra				
11.1 IEP021		Ud	Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.	
	mt35tte010b	1,000 Ud	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.	13,560
	mt35ttc010b	0,250 m	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm².	2,120
	mt35tta040	1,000 Ud	Grapa abarcón para conexión de pica.	0,750
	mt35tta010	1,000 Ud	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	55,770
	mt35tta030	1,000 Ud	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	34,670
	mt35tta060	0,333 Ud	Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a tierra.	2,640
	mt35www020	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	0,870
	mo003	0,239 h	Oficial 1ª electricista.	19,420
	mo102	0,239 h	Ayudante electricista.	17,860
	mo113	0,001 h	Peón ordinario construcción.	17,670
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	115,960
Precio total por Ud				118,28

3. Cuadro de precios unitarios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1.1	1 Movimiento de tierras m² Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. Se realizará en la zona de instalación de placas solares y alrededores.	1,00	UN EURO
1.2	Ud Talado de árbol de hasta 5 m de altura, de 15 a 30 cm de diámetro de tronco y copa poco frondosa, con motosierra, con extracción del tocón, y carga manual a camión.	21,97	VEINTIUN EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.3	Ud Talado de árbol de hasta 5 m de altura, de 15 a 30 cm de diámetro de tronco y copa poco frondosa, con motosierra, con extracción del tocón, y carga manual a camión.	21,97	VEINTIUN EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.4	m³ Excavación de zanjas para las tuberías que van enterradas hasta una profundidad de 50 cm, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.	23,68	VEINTITRES EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS
1.5	m³ Excavación a cielo abierto, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.	4,65	CUATRO EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
1.6	m³ Transporte de tierras con camión de 12 t de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno dentro de la obra.	0,82	OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS
	2 Red de tuberías		
2.1	m Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 20 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 15 mm de diámetro exterior, PN=4 atm	2,09	DOS EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS
2.2	m Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 20 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 20 mm de diámetro exterior, PN=4 atm.	2,13	DOS EUROS CON TRECE CÉNTIMOS
2.3	m Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 20 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 25 mm de diámetro exterior PN=4 atm.	2,31	DOS EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS
2.4	m Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 32 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 90 mm de diámetro exterior y 90 mm de diámetro exterior Pn=4atm, enterrada.	7,89	SIETE EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
2.5	m Tubería de policloruro de vinilo clorado (PVC), de 90 mm de diámetro exterior, PN=4 atm. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas.	6,26	SEIS EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
3.1	<p>3 Grupo de bombeo</p> <p>UD Electrobombas sumergibles para pozos profundos 4" (DN 100 mm), 6" (DN 150 mm), con camisa externa en acero inoxidable AISI 304 y Rodete en NORYL® .</p> <p>Rodetes: radiales</p> <p>Conexión: Boca roscada ISO 228</p> <p>Válvula de retención incorporada en el cuerpo de impulsión.</p> <p>Aplicaciones</p> <p>Para suministros de agua.</p> <p>Para aplicaciones civiles e industriales.</p> <p>Para abastecimientos a medias y grade poblaciones.</p> <p>Para riegos en general.</p> <p>Limites de empleo</p> <p>Temperatura del agua: - hasta 35 °C con motores de 4"</p> <p>- hasta 25 °C con motores de 6".</p> <p>Máxima cantidad de arena en el agua: 150 g/m3 (300 g/m3 alta porcentaje de sólidos y arena).</p> <p>Servicio continuo.</p> <p>Motor rebobinable serie CS-R</p> <p>Motor a inducción 2 polos, 50 Hz (n = 2900 1/min).</p> <p>Dimensiones para el acoplamiento a la bomba según NEMA Standard.</p> <p>Tensiones de alimentación:</p> <p>- trifásicos 400 V; 400/690 V, para motores 6".</p>	5.230,98	CINCO MIL DOSCIENTOS TREINTA EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS
3.2	<p>Ud. Bombas centrifugas con un solo rodete de aspiracion axial, PN 10, con soporte y eje libre. Prestaciones nominales y dimensiones principales segun EN 733. Construcción "Back Pull-Out", (sistema constructivo de la bomba de proceso), para un facil y rapido desmontaje y montaje. Las bombas en bronce se suministran totalmente pintadas.</p> <p>Velocidad de rotación nominal (50 Hz):</p> <p>N = 2900 1/min N4 = 1450 1/min.</p> <p>Brida: Brida PN 10, EN 1092-2.</p> <p>cierre sobre el eje</p> <p>- Sello mecánico normalizado según ISO 3069.</p> <p>- Prensa estopa (baje demanda).</p> <p>Aplicaciones</p> <p>- Para líquidos limpios sin partes abrasivas, no agresivos para los materiales de la bomba (con partes soldadas hasta 0,2% max.).- Para aprovisionamiento de agua.- Para instalaciones de calefacción, acondicionamiento, refrigeración y circulación.- Para aplicaciones civiles, industriales y agrícolas.- Para instalaciones contra incendios.- Para irrigación.</p> <p>4 Válvulas instaladas y elementos de control</p>	4.913,96	CUATRO MIL NOVECIENTOS TRECE EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
4.1	Ud Válvula retención anti-retorno PVC encolar ø75mm juntas en EPDM serie muelle <ul style="list-style-type: none"> • Fácil instalación y mantenimiento. • Se pueden usar indistintamente verticalmente o horizontalmente. • Resistencia a múltiples sustancias químicas inorgánicas. • Excelentes características de conducción. • Cuerpo en PVC-U • Anillos tóricos disponibles en EPDM • Presión de servicio PN10 	37,27	TREINTA Y SIETE EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS
4.2	Ud Valvula plástica regulación de caudal diámetro Ø =90 mm acopable a tubería de polietileno	78,01	SETENTA Y OCHO EUROS CON UN CÉNTIMO
4.3	Ud Manómetro con baño de glicerina, para montaje roscado, escala de presión de 0 a 10 bar.	32,00	TREINTA Y DOS EUROS
4.4	ud Válvula ventosa	162,80	CIENTO SESENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
5 Microaspersores			
5.1	ud Micro GyroNet™ de la gama LR & LRD con este modelo regaremos un área de diámetro de 2 metrose usando la pestaña deflectora (LRD) y a un área de un diámetro de 8 metros (LR). el modelo emite 120 litros de agua por hora. GyroNET están indicados para riego sub arbóreo, estos microaspersores han sido diseñados para proporcionar un amplio rango de aspersion y una mayor resistencia a la obturación (tienen protección contra insectos). GyroNET está fabricado con materiales plásticos resistentes a las inclemencias del tiempo y a todos los productos químicos usados habitualmente en la agricultura.	3,23	TRES EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS
6 Paneles solares			
6.1	Ud Módulo solar fotovoltaico de células de silicio policristalino, potencia máxima (Wp) 340 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 38.5 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8,84 A, tensión en circuito abierto (Voc) 46.4 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 9.45 A, eficiencia 17.5%, 72 células de 156x156 mm, vidrio exterior templado de 4 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1954x982x45 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m², resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m², peso 20.09 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico.	117,44	CIENTO DIECISIETE EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
6.2	ud Estructura para panel solar regulable entre 20 y 35 grados. La estructura regulable en inclinación para suelo esta compuesta por perfiles de aluminio y soportes tipo pata para anclar a superficies como pueden ser suelos de hormigón, terrazas planas y en general cualquier soporte adecuado para soportar la estructura regulable en inclinación. Disponible desde 1 hasta 6 paneles solares	135,62	CIENTO TREINTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
7.1	7 Conjunto inversor/regulador Ud Inversor regulador usado Must solar inversor y regulador de 8Kw, 48V, con MPPT 120A , rango tensión entrada 64-147V, eficiencia máxima 98,2%, dimensiones 435x176x470 mm.	2.215,54	DOS MIL DOSCIENTOS QUINCE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
7.2	Ud Caja proteccion inversor	118,11	CIENTO DIECIOCHO EUROS CON ONCE CÉNTIMOS
8.1	8 Variador ud Variador ACQ80 para bombeo solar ACQ80 de compatibilidad total mejoran la metodología de bombeo de agua, modelo ACQ80-04-011KW-4, con MPPT integrado, monitor remoto y panel de control, ofrece potencia de salida nominal de hasta 11 KW	1.478,04	MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS
9.1	9 Banco de baterías Ud 2V/420Ah Elemento estacionario 2V 474Ah C10 651Ah C100 6 OPzS 420 BATVOLT.OPzS	226,64	DOSCIENTOS VEINTISEIS EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
10.1	10 Cableado m Cable unipolar TOPSOLAR PV H1Z2Z2-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termo.	2,11	DOS EUROS CON ONCE CÉNTIMOS
10.2	m Cableado al aire desde la salida del inversor hasta el variador XTREM DN-K, con conductor de cobre y aislamiento EPR 06/1Kv	9,71	NUEVE EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS
11.1	11 Toma de tierra Ud Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.	118,28	CIENTO DIECIOCHO EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS
Sarrión (Teruel), en mayo de 2021. ingeniero mecánico			
David García Monleón			

4. Estado de mediciones

Presupuesto parcial nº 1 Movimiento de tierras

Nº	Ud	Descripción					Medición
1.1	M ²	Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. Se relizará en la zonade instalación de placas solares y alrededores.					
Total m²						2.000,000	
1.2	Ud	Talado de árbol de hasta 5 m de altura, de 15 a 30 cm de diámetro de tronco y copa poco frondosa, con motosierra, con extracción del tocón, y carga manual a camión.					
Total Ud						5,000	
1.3	Ud	Talado de árbol de hasta 5 m de altura, de 15 a 30 cm de diámetro de tronco y copa poco frondosa, con motosierra, con extracción del tocón, y carga manual a camión.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tubería principal sector A	137,350	0,200	0,500	13,735	
		Tubería principal sector B	190,850	0,200	0,500	19,085	
		Tubería impulsión	74,300	0,200	0,500	7,430	
		Tubeía captación	177,000	0,200	0,500	17,700	
						<u>57,950</u>	<u>57,950</u>
Total Ud						57,950	
1.4	M ³	Excavación de zanjas para las tuberías que van enterradas hasta hasta una profundidad de 50 cm, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			10,000	0,200	0,300	0,600	
						<u>0,600</u>	<u>0,600</u>
Total m³						0,600	
1.5	M ³	Excavación a cielo abierto, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.					
Total m³						525,000	
1.6	M ³	Transporte de tierras con camión de 12 t de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno dentro de la obra.					
Total m³						583,560	

Presupuesto parcial nº 2 Red de tuberías

Nº	Ud	Descripción						Medición
2.1	M	Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 20 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 15 mm de diámetro exterior, PN=4 atm						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tubería secundaria 14 del sector B, Ø 15 mm		89,200			89,200	
							89,200	89,200
							Total m:	89,200
2.2	M	Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 20 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 20 mm de diámetro exterior , PN=4 atm.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tubería secundaria 1 del sector A, Ø 20 mm	76				76,000	
		Tubería secundaria 2 del sector A, Ø 20 mm	65				65,000	
		Tubería secundaria 3 del sector A, Ø 20 mm	64				64,000	
		Tubería secundaria 4 del sector A, Ø 20 mm	62,6				62,600	
		Tubería secundaria 5 del sector A, Ø 20 mm	60				60,000	
		Tubería secundaria 6 del sector A, Ø 20 mm	61,2				61,200	
		Tubería secundaria 7 del sector A, Ø 20 mm	61,7				61,700	
		Tubería secundaria 8 del sector A, Ø 20 mm	68,5				68,500	
		Tubería secundaria 9 del sector A, Ø 20 mm						
		Tubería secundaria 10 del sector A, Ø 20 mm	57,5				57,500	
		Tubería secundaria 11 del sector A, Ø 20 mm	49,1				49,100	
		Tubería secundaria 12 del sector A, Ø 20 mm	48,3				48,300	
		Tubería secundaria 13 del sector A, Ø 20 mm	55,7				55,700	
		Tubería secundaria 14 del sector A, Ø 20 mm	57				57,000	
		Tubería secundaria 15 del sector A, Ø 20 mm	58,3				58,300	
		Tubería secundaria 16 del sector A, Ø 20 mm	65,6				65,600	
		Tubería secundaria 17 del sector A, Ø 20 mm	67				67,000	
		Tubería secundaria 18 del sector A, Ø 20 mm	68,4				68,400	
		Tubería secundaria 19 del sector A, Ø 20 mm	74,8				74,800	
		Tubería secundaria 20 del sector A, Ø 20 mm	81,9				81,900	
		Tubería secundaria 21 del sector A, Ø 20 mm	88,6				88,600	
		Tubería secundaria 22 del sector A, Ø 20 mm	89,2				89,200	
		Tubería secundaria 2 del sector B, Ø 20 mm	102				102,000	
		Tubería secundaria 3 del sector B, Ø 20 mm	146				146,000	
		Tubería secundaria 4 del sector B, Ø 20 mm	142,3				142,300	
		Tubería secundaria 5 del sector B, Ø 20 mm	144,1				144,100	
		Tubería secundaria 6 del sector B, Ø 20 mm	132,3				132,300	
		Tubería secundaria 7 del sector B, Ø 20 mm	132,6				132,600	
		Tubería secundaria 8 del sector B, Ø 20 mm	114,7				114,700	
							2.294,400	2.294,400

Presupuesto parcial nº 2 Red de tuberías

Nº	Ud	Descripción					Medición	
						Total m:	2.294,400	
2.3	M	Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 20 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 25 mm de diámetro exterior PN=4 atm.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tubería número 1 del sector B , Ø 25mm		96,000			96,000	
		Tubería número 9 del sector B, Ø 25mm		95,600			95,600	
		Tubería número 10 del sector B, Ø 25mm		89,000			89,000	
		Tubería número11 del sector B, Ø 25mm		89,800			89,800	
		Tubería número 12 del sector B, Ø 25mm		96,400			96,400	
		Tubería número 13 del sector B, Ø 25mm		91,000			91,000	
		Tubería número 15 del sector B, Ø 25mm		157,500			157,500	
						715,300	715,300	
						Total m:	715,300	
2.4	M	Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 32 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 90 mm de diámetro exterior ye 90 mm de diámetro exterior Pn=4atm, enterrada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Metros tubería principal sector A		137,350			137,350	
		Metros tubería principal sector B		190,850			190,850	
		Metros tubería de impulsión		74,300			74,300	
						402,500	402,500	
						Total m:	402,500	
2.5	M	Tubería de policloruro de vinilo clorado (PVC), de 90 mm de diámetro exterior, PN=4 atm. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Metros tubería captación desde la bomba de impulsión al depósito		277,000			277,000	
						277,000	277,000	
						Total m:	277,000	

Presupuesto parcial nº 3 Grupo de bombeo

Nº	Ud	Descripción	Medición
3.1	Ud	<p>Electrobombas sumergibles para pozos profundos 4" (DN 100 mm), 6" (DN 150 mm), con camisa externa en acero inoxidable AISI 304 y Rodete en NORYL® .</p> <p>Rodetes: radiales</p> <p>Conexión: Boca roscada ISO 228</p> <p>Válvula de retención incorporada en el cuerpo de impulsión.</p> <p>Aplicaciones Para suministros de agua. Para aplicaciones civiles e industriales. Para abastecimientos a medias y grade poblaciones. Para riegos en general.</p> <p>Limites de empleo Temperatura del agua: - hasta 35 °C con motores de 4" - hasta 25 °C con motores de 6".</p> <p>Máxima cantidad de arena en el agua: 150 g/m3 (300 g/m3 alta porcentaje de sólidos y arena).</p> <p>Servicio continuo.</p> <p>Motor rebobinable serie CS-R</p> <p>Motor a inducción 2 polos, 50 Hz (n = 2900 1/min).</p> <p>Dimensiones para el acoplamiento a la bomba según NEMA Standard.</p> <p>Tensiones de alimentación: - trifásicos 400 V; 400/690 V, para motores 6".</p>	
Total UD			1,000
3.2	Ud.	<p>Bombas centrifugas con un solo rodete de aspiracion axial, PN 10, con soporte y eje libre. Prestaciones nominales y dimensio- nes principales segun EN 733.Construccio?n "Back Pull-Out", (sistema constructivo de la bomba de proceso), para un facil y rapido desmontaje y montaje.Las bombas en bronce se suministran totalmente pintadas.</p> <p>Velocidad de rotacio?n rominal (50 Hz): N = 2900 1/minN4 = 1450 1/min.</p> <p>Brida: Brida PN 10, EN 1092-2. cierre sobre el eje</p> <p>- Sello rneca?nico normalizacdo segu?n ISO 3069. - Prensa estopa (baje dernanda).</p> <p>Aplicaciones - Para liquidos limpios sin partes abrasivas, no agresivas para los materiales de la bomba (con partes so?lidas hasta 0,2% max.)- Para aprovisionamiento de agua.- Para instalaciones de calefaccio?n, acondicionamiento, refrige-racio?n y circulacio?n.- Para aplicaciones civiles, industriales y agri?colas.- Para instalaciones contra incendios.- Para irrigacio?n.</p>	
Total Ud.:			1,000

Presupuesto parcial nº 4 Válvulas instaladas y elementos de control

Nº	Ud	Descripción	Medición
4.1	Ud	Válvula retención anti-retorno PVC encolar ø75mm juntas en EPDM serie muelle <ul style="list-style-type: none"> • Fácil instalación y mantenimiento. • Se pueden usar indistintamente verticalmente o horizontalmente. • Resistencia a múltiples sustancias químicas inorgánicas. • Excelentes características de conducción. • Cuerpo en PVC-U • Anillos tóricos disponibles en EPDM • Presión de servicio PN10 	
			Total Ud: 1,000
4.2	Ud	Valvula plástica regulación de caudal diámetro Ø =90 mm acopable a tubería de polietileno	
			Total Ud: 2,000
4.4	Ud	Válvula ventosa	
			Total ud: 1,000

Presupuesto parcial nº 5 Microaspersores

Nº	Ud	Descripción						Medición
5.1	Ud	<p>Micro GyroNet™ de la gama LR & LRD con este modelo regaremos un área de diámetro de 2 metrose usando la pestaña deflectora (LRD) y a un área de un diámetro de 8 metros (LR). el modelo emite 120 litros de agua por hora. GyroNET están indicados para riego sub arbóreo, estos microaspersores han sido diseñados para proporcionar un amplio rango de aspersion y una mayor resistencia a la obturación (tienen protección contra insectos). GyroNET está fabricado con materiales plásticos resistentes a las inclemencias del tiempo y a todos los productos químicos usados habitualmente en la agricultura.</p>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Microaspersores usados en el sector A	240				240,000	
		Microaspersores usados en el sectr B	250				250,000	
							<u>490,000</u>	<u>490,000</u>
							Total ud:	490,000

Presupuesto parcial nº 6 Paneles solares

Nº	Ud	Descripción	Medición
6.1	Ud	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio policristalino, potencia máxima (Wp) 340 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 38.5 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8,84 A, tensión en circuito abierto (Voc) 46.4 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 9.45 A, eficiencia 17.5%, 72 células de 156x156 mm, vidrio exterior templado de 4 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1954x982x45 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m ² , resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m ² , peso 20.09 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico.	
Total Ud			26,000
6.2	Ud	Estructura para panel solar regulable entre 20 y 35 grados. La estructura regulable en inclinación para suelo esta compuesta por perfiles de aluminio y soportes tipo pata para anclar a superficies como pueden ser suelos de hormigón, terrazas planas y en general cualquier soporte adecuado para soportar la estructura regulable en inclinación. Disponible desde 1 hasta 6 paneles solares	
Total ud			26,000

Presupuesto parcial nº 7 Conjunto inversor/regulador

Nº	Ud	Descripción	Medición
7.1	Ud	Inversor regulador usado Must solar inversor y regulador de 8Kw, 48V, con MPPT 120A , rango tensión entrada 64-147V, eficiencia máxima 98,2%, dimensiones 435x176x470 mm.	
			Total Ud: 1,000
7.2	Ud	Caja proteccion inversor	
			Total Ud: 1,000

Presupuesto parcial nº 8 Variador

Nº	Ud	Descripción	Medición
8.1	Ud	Variador ACQ80 para bombeo solar ACQ80 de compatibilidad total mejoran la metodología de bombeo de agua, modelo ACQ80-04-011KW-4, con MPPT integrado, monitor remoto y panel de control, ofrece potencia de salida nominal de hasta 11 KW	
			Total ud: 1,000

Presupuesto parcial nº 9 Banco de baterías

Nº	Ud	Descripción	Medición
9.1	Ud	2V/420Ah Elemento estacionario 2V 474Ah C10 651Ah C100 6 OPzS 420 BATVOLT.OPzS	
			Total Ud: 24,000

Presupuesto parcial nº 10 Cableado

Nº	Ud	Descripción						Medición
10.1	M	Cable unipolar TOPSOLAR PV H1Z2Z2-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termo.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		1+7 metros de cable porplaca en la placamás alejada, strings hasta caja de conexiones	30	8,000			240,000	
		Cableado desde la caja de conexiones al regulador	1	10,000			10,000	
		Cableado baterías	1	2,000			2,000	
							<u>252,000</u>	<u>252,000</u>
							Total m:	252,000
10.2	M	Cableado al aire desde la salida del inversor hasta el variador XTREM DN-K, con conductor de cobre y aislamiento EPR 06/1Kv						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		al aire desde la salida del inversor hasta el variador	1	2,000			2,000	
		Subterráneo desde el variador al fondo del pozo	1	160,000			160,000	
							<u>162,000</u>	<u>162,000</u>
							Total m:	162,000

Presupuesto parcial nº 11 Toma de tierra

Nº	Ud	Descripción	Medición
11.1	Ud	Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.	
			Total Ud: 1,000

Sarrión (Teruel), en mayo de 2021.
ingeniero mecánico

David García Monleón

Presupuesto y medición

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1 1.1	m ²	Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. Se realizará en la zonade instalación de placas solares y alrededores.			
		Total m ²	2.000,000	1,00	2.000,00
1.2 1.2	Ud	Talado de árbol de hasta 5 m de altura, de 15 a 30 cm de diámetro de tronco y copa poco frondosa, con motosierra, con extracción del tocón, y carga manual a camión.			
		Total Ud	5,000	21,97	109,85
1.3 1.2	Ud	Talado de árbol de hasta 5 m de altura, de 15 a 30 cm de diámetro de tronco y copa poco frondosa, con motosierra, con extracción del tocón, y carga manual a camión.			
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
	Tubería principal sector A	137,350	0,200	0,500	13,735
	Tubería principal sector B	190,850	0,200	0,500	19,085
	Tubería impulsión	74,300	0,200	0,500	7,430
	Tubería captación	177,000	0,200	0,500	17,700
					0,000
					Total Ud
					57,950
					21,97
					1.273,16
1.4 1.3	m ³	Excavación de zanjas para las tuberías que van enterradas hasta hasta una profundidad de 50 cm, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.			
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
		10,000	0,200	0,300	0,600
					0,000
					0,000
					0,000
					Total m ³
					0,600
					23,68
					14,21
1.5 1.4	m ³	Excavación a cielo abierto, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.			
		Total m ³	525,000	4,65	2.441,25
1.6 1.5	m ³	Transporte de tierras con camión de 12 t de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno dentro de la obra.			
		Total m ³	583,560	0,82	478,52

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.1 2.1	m	Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 20 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 15 mm de diámetro exterior, PN=4 atm			
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Tubería secundaria 14 del sector B, Ø 15 mm		89,200			89,200
		Total m			89,200
				2,09	186,43
2.2 2.2	m	Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 20 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 20 mm de diámetro exterior , PN=4 atm.			
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Tubería secundaria 1 del sector A, Ø 20 mm	76				76,000
Tubería secundaria 2 del sector A, Ø 20 mm	65				65,000
Tubería secundaria 3 del sector A, Ø 20 mm	64				64,000
Tubería secundaria 4 del sector A, Ø 20 mm	62,6				62,600
Tubería secundaria 5 del sector A, Ø 20 mm	60				60,000
Tubería secundaria 6 del sector A, Ø 20 mm	61,2				61,200
Tubería secundaria 7 del sector A, Ø 20 mm	61,7				61,700
Tubería secundaria 8 del sector A, Ø 20 mm	68,5				68,500
Tubería secundaria 9 del sector A, Ø 20 mm					0,000
Tubería secundaria 10 del sector A, Ø 20 mm	57,5				57,500
Tubería secundaria 11 del sector A, Ø 20 mm	49,1				49,100
Tubería secundaria 12 del sector A, Ø 20 mm	48,3				48,300

(Continúa...)

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.2 2.2	M	Tubería de abastecimiento y distribución de agua de ri... (Continuación...)			
Tubería secundaria 13 del sector A, Ø 20 mm	55,7		55,700		
Tubería secundaria 14 del sector A, Ø 20 mm	57		57,000		
Tubería secundaria 15 del sector A, Ø 20 mm	58,3		58,300		
Tubería secundaria 16 del sector A, Ø 20 mm	65,6		65,600		
Tubería secundaria 17 del sector A, Ø 20 mm	67		67,000		
Tubería secundaria 18 del sector A, Ø 20 mm	68,4		68,400		
Tubería secundaria 19 del sector A, Ø 20 mm	74,8		74,800		
Tubería secundaria 20 del sector A, Ø 20 mm	81,9		81,900		
Tubería secundaria 21 del sector A, Ø 20 mm	88,6		88,600		
Tubería secundaria 22 del sector A, Ø 20 mm	89,2		89,200		
Tubería secundaria 2 del sector B, Ø 20 mm	102		102,000		
Tubería secundaria 3 del sector B, Ø 20 mm	146		146,000		
Tubería secundaria 4 del sector B, Ø 20 mm	142,3		142,300		
Tubería secundaria 5 del sector B, Ø 20 mm	144,1		144,100		
Tubería secundaria 6 del sector B, Ø 20 mm	132,3		132,300		

(Continúa...)

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.2 2.2	M	Tubería de abastecimiento y distribución de agua de ri... (Continuación...)			
Tubería secundaria 7 del sector B, Ø 20 mm	132,6		132,600		
Tubería secundaria 8 del sector B, Ø 20 mm	114,7		114,700		
			0,000		
		Total m	2.294,400	2,13	4.887,07
2.3 2.3	m	Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 20 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 25 mm de diámetro exterior PN=4 atm.			
	<u>Uds.</u>	<u>Largo</u>	<u>Ancho</u>	<u>Alto</u>	<u>Subtotal</u>
Tubería número 1 del sector B, Ø 25mm		96,000			96,000
Tubería número 9 del sector B, Ø 25mm		95,600			95,600
Tubería número 10 del sector B, Ø 25mm		89,000			89,000
Tubería número 11 del sector B, Ø 25mm		89,800			89,800
Tubería número 12 del sector B, Ø 25mm		96,400			96,400
Tubería número 13 del sector B, Ø 25mm		91,000			91,000
Tubería número 15 del sector B, Ø 25mm		157,500			157,500
		Total m			715,300
				2,31	1.652,34
2.4 2.4	m	Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego, formada por tubo de polietileno PE 32 de baja densidad de color negro con bandas de color azul, de 90 mm de diámetro exterior y 90 mm de diámetro exterior Pn=4atm, enterrada.			
	<u>Uds.</u>	<u>Largo</u>	<u>Ancho</u>	<u>Alto</u>	<u>Subtotal</u>
Metros tubería principal sector A		137,350			137,350
Metros tubería principal sector B		190,850			190,850
Metros tubería de impulsión		74,300			74,300
		Total m			402,500
				7,89	3.175,73

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.5 2.5	m	Tubería de policloruro de vinilo clorado (PVC), de 90 mm de diámetro exterior, PN=4 atm. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas.			
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Metros tubería captación desde la bomba de impulsión al depósito		277,000			277,000
		Total m			277,000
				6,26	1.734,02

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
3.1 3.1	UD	<p>Electrobombas sumergibles para pozos profundos 4" (DN 100 mm), 6" (DN 150 mm), con camisa externa en acero inoxidable AISI 304 y Rodete en NORYL® .</p> <p>Rodetes: radiales</p> <p>Conexión: Boca roscada ISO 228</p> <p>Válvula de retención incorporada en el cuerpo de impulsión.</p> <p>Aplicaciones Para suministros de agua. Para aplicaciones civiles e industriales. Para abastecimientos a medias y grade poblaciones. Para riegos en general.</p> <p>Limites de empleo Temperatura del agua: - hasta 35 °C con motores de 4" - hasta 25 °C con motores de 6".</p> <p>Máxima cantidad de arena en el agua: 150 g/m3 (300 g/m3 alta porcentaje de sólidos y arena).</p> <p>Servicio continuo.</p> <p>Motor rebobinable serie CS-R</p> <p>Motor a inducción 2 polos, 50 Hz (n = 2900 1/min).</p> <p>Dimensiones para el acoplamiento a la bomba según NEMA Standard.</p> <p>Tensiones de alimentación: - trifásicos 400 V; 400/690 V, para motores 6".</p>	1,000	5.230,98	5.230,98
3.2 3.2	Ud.	<p>Bombas centrifugas con un solo rodete de aspiracion axial, PN 10, con soporte y eje libre. Prestaciones nominales y dimensiones principales segun EN 733.Construccion "Back Pull-Out", (sistema constructivo de la bomba de proceso), para un facil y rapido desmontaje y montaje.Las bombas en bronce se suministran totalmente pintadas.</p> <p>Velocidad de rotacion nominal (50 Hz): N = 2900 1/minN4 = 1450 1/min.</p> <p>Brida: Brida PN 10, EN 1092-2. cierre sobre el eje</p> <p>- Sello rneca?nico normalizacdo segu?n ISO 3069. - Prensa estopa (baje dernanda).</p> <p>Aplicaciones - Para liquidos limpios sin partes abrasivas, no agresivas para los materiales de la bomba (con partes so?lidas hasta 0,2% max.).- Para aprovisionamiento de agua.- Para instalaciones de calefaccio?n, acondicionamiento, refrige-racio?n y circulacio?n.- Para aplicaciones civiles, industriales y agri?colas.- Para instalaciones contra incendios.- Para irrigacio?n.</p>	1,000	4.913,96	4.913,96

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
4.1 4.1	Ud	Válvula retención anti-retorno PVC encolar ø75mm juntas en EPDM serie muelle			
		<ul style="list-style-type: none"> • Fácil instalación y mantenimiento. • Se pueden usar indistintamente verticalmente o horizontalmente. • Resistencia a múltiples substancias químicas inorgánicas. • Excelentes características de conducción. • Cuerpo en PVC-U • Anillos tóricos disponibles en EPDM • Presión de servicio PN10 			
		Total Ud	1,000	37,27	37,27
4.2 4.2	Ud	Valvula plástica regulación de caudal diámetro Ø =90 mm acopable a tubería de polietileno			
		Total Ud	2,000	78,01	156,02
4.4 4.4	ud	Válvula ventosa			
		Total ud	1,000	162,80	162,80

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total	
5.1 5.1	ud	Micro GyroNet™ de la gama LR & LRD con este modelo regaremos un área de diámetro de 2 metros usando la pestaña deflectora (LRD) y a un área de un diámetro de 8 metros (LR). el modelo emite 120 litros de agua por hora. GyroNET están indicados para riego sub arbóreo, estos microaspersores han sido diseñados para proporcionar un amplio rango de aspersión y una mayor resistencia a la obturación (tienen protección contra insectos). GyroNET está fabricado con materiales plásticos resistentes a las inclemencias del tiempo y a todos los productos químicos usados habitualmente en la agricultura.				
		<u>Uds.</u>	<u>Largo</u>	<u>Ancho</u>	<u>Alto</u>	<u>Subtotal</u>
		Microaspersores usados en el sector A	240			240,000
		Microaspersores usados en el sector B	250			250,000
		Total ud				490,000
				3,23		1.582,70

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
6.1 6.1	Ud	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio policristalino, potencia máxima (Wp) 340 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 38.5 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8,84 A, tensión en circuito abierto (Voc) 46.4 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 9.45 A, eficiencia 17.5%, 72 células de 156x156 mm, vidrio exterior templado de 4 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1954x982x45 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m ² , resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m ² , peso 20.09 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico.			
		Total Ud	26,000	117,44	3.053,44
6.2 6.2	ud	Estructura para panel solar regulable entre 20 y 35 grados. La estructura regulable en inclinación para suelo esta compuesta por perfiles de aluminio y soportes tipo pata para anclar a superficies como pueden ser suelos de hormigón, terrazas planas y en general cualquier soporte adecuado para soportar la estructura regulable en inclinación. Disponible desde 1 hasta 6 paneles solares			
		Total ud	26,000	135,62	3.526,12

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
7.1 7.1	Ud	Inversor regulador usado Must solar inversor y regulador de 8Kw, 48V, con MPPT 120A , rango tensión entrada 64-147V, eficiencia máxima 98,2%, dimensiones 435x176x470 mm.			
		Total Ud	1,000	2.215,54	2.215,54
7.2 7.2	Ud	Caja proteccion inversor			
		Total Ud	1,000	118,11	118,11

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
8.1 8.1	ud	Variador ACQ80 para bombeo solar ACQ80 de compatibilidad total mejoran la metodología de bombeo de agua, modelo ACQ80-04-011KW-4, con MPPT integrado, monitor remoto y panel de control, ofrece potencia de salida nominal de hasta 11 KW			
		Total ud	1,000	1.478,04	1.478,04

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
9.1 IEF030	Ud	2V/420Ah Elemento estacionario 2V 474Ah C10 651Ah C100 6 OPzs 420 BATVOLT.OPzS			
		Total Ud	24,000	226,64	5.439,36

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
10.1 10.1	m	Cable unipolar TOPSOLAR PV H1Z2Z2-k, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,al, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termo.			
	<u>Uds.</u>	<u>Largo</u>	<u>Ancho</u>	<u>Alto</u>	<u>Subtotal</u>
1+7 metros de cable por placa en las placas alejadas, strings hasta caja de conexiones Cableado desde la caja de conexiones al regulador Cableado baterías	30	8,000			240,000
	1	10,000			10,000
	1	2,000			2,000
					0,000
					Total m: 252,000
				2,11	531,72
10.2 10.2	m	Cableado al aire desde la salida del inversor hasta el variador XTREM DN-K, con conductor de cobre y aislamiento EPR 06/1Kv			
	<u>Uds.</u>	<u>Largo</u>	<u>Ancho</u>	<u>Alto</u>	<u>Subtotal</u>
al aire desde la salida del inversor hasta el variador Subterráneo desde el variador al fondo del pozo	1	2,000			2,000
	1	160,000			160,000
					Total m: 162,000
				9,71	1.573,02

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
11.1 IEP021	Ud	Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.			
		Total Ud	1,000	118,28	118,28

5. Valoración del presupuesto

Presupuesto de ejecución material

1. Movimiento de tierras	6.316,99
2. Red de tuberías	11.635,59
3. Grupo de bombeo	10.144,94
4. Válvulas instaladas y elementosde control	356,09
5. Microaspersores	1.582,70
6. Paneles solares	6.579,56
7. Conjunto inversor/regulador	2.333,65
8. Variador	1.478,04
9. Banco de baterías	5.439,36
10. Cableado	2.104,74
11. Toma de tierra	118,28
Total:	<hr/> 48.089,94

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CUARENTA Y OCHO MIL OCHENTA Y NUEVE EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

Sarrión (Teruel), en mayo de 2021.
ingeniero mecánico

David García Monleón

Proyecto: instalación regadío parcela trufera

Capítulo	Importe
1 Movimiento de tierras	6.316,99
2 Red de tuberías	11.635,59
3 Grupo de bombeo	10.144,94
4 Válvulas instaladas y elementosde control	356,09
5 Microaspersores	1.582,70
6 Paneles solares	6.579,56
7 Conjunto inversor/regulador	2.333,65
8 Variador	1.478,04
9 Banco de baterías	5.439,36
10 Cableado	2.104,74
11 Toma de tierra	118,28
Presupuesto de ejecución material	48.089,94
13% de gastos generales	6.251,69
6% de beneficio industrial	2.885,40
Suma	57.227,03
21%	12.017,68
Presupuesto de ejecución por contrata	69.244,71

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de SESENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS.

Sarrión (Teruel), en mayo de 2021.
ingeniero mecánico

David García Monleón