



TÍTULO

**PROYECTO DE SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO A
DEPÓSITO, PARA CONSUMO HUMANO Y ABREVADERO,
EN GURMUDELE, ETIOPIA**

AUTOR

Alfonso Carlos Domínguez-Palacios Gómez

Director
Curso

ISBN

©

©

Esta edición electrónica ha sido realizada en 2011

Miguel Alonso Abella

**POP Tecnología de los Sistemas de Energía Solar
Fotovoltaica (2009)**

978-84-7993-947-2

Alfonso Carlos Domínguez-Palacios Gómez

Para esta edición, la Universidad Internacional de Andalucía



Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas 2.5 España.

Usted es libre de:

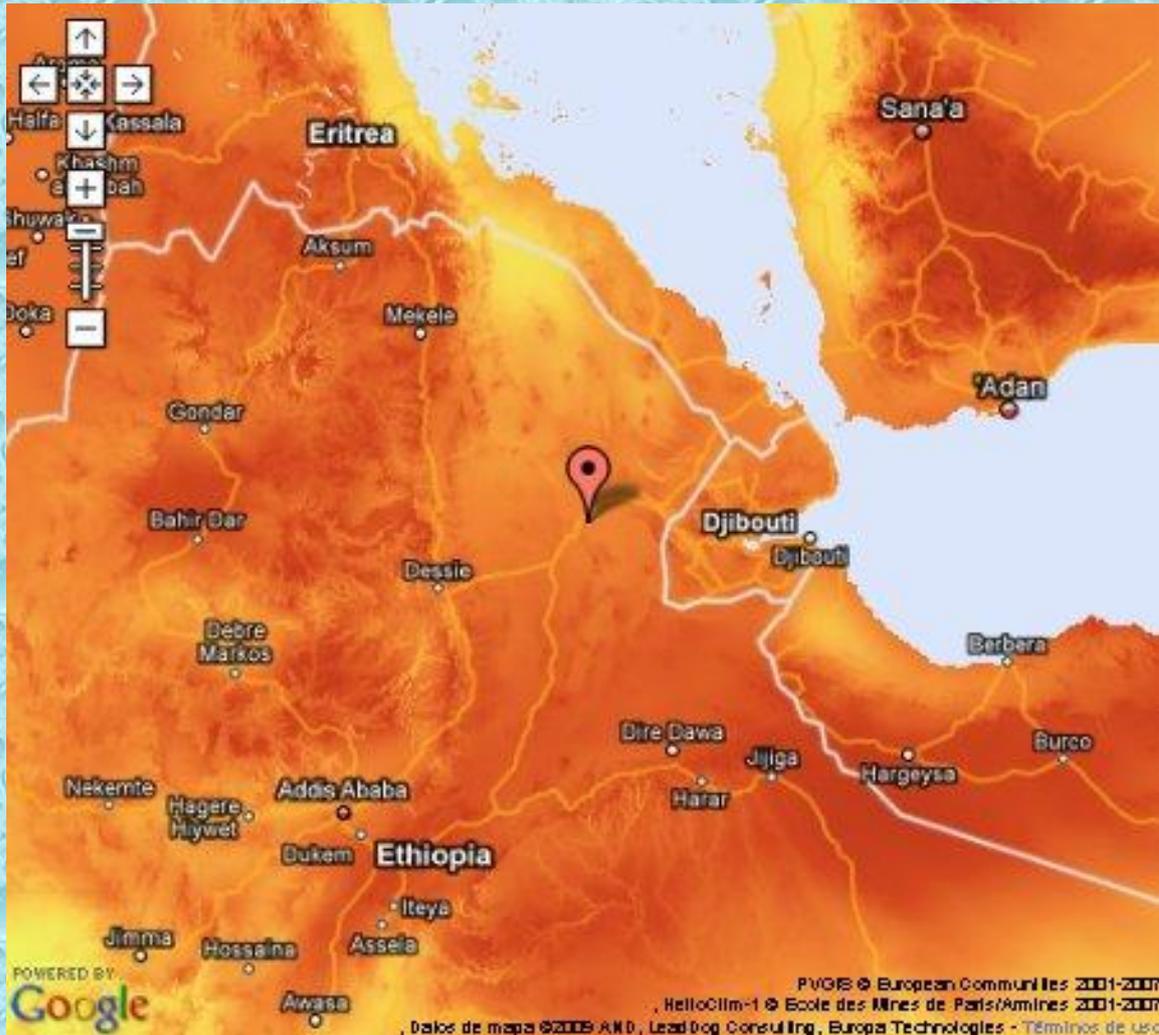
- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
- **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
- *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
- *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

Proyecto de Sistema de Bombeo Fotovoltaico a depósito, para consumo humano y abrevadero, en Gurmudele, Etiopía



Trabajo final del máster en “Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica”, curso 08/09

Alumno: Alfonso-Carlos Domínguez-Palacios Gómez

Profesor tutor: Miguel Alonso Abella

Proyecto de Sistema de Bombeo Fotovoltaico a depósito para consumo humano y abrevadero, en Gurmudele, Etiopía

Hoja de identificación

- ✓ Título del proyecto: "Proyecto de Sistema de Bombeo Fotovoltaico a depósito para consumo humano y abrevadero, en Gurmudele, Etiopía"
- ✓ Cliente u Organismo para el que se redacta el proyecto:

ONG Española: "Amigos de Silva", inscrita en el Registro Nacional de Asociaciones del Ministerio del Interior, Grupo 1, Sección 1, número nacional 586.328, en la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo con el número 1.289, y en el Registro de Organizaciones Internacionales del Ministerio de Justicia de Etiopía con el número 3.029.
- ✓ Datos del autor del proyecto:
Alfonso-Carlos Domínguez-Palacios Gómez, Ingeniero Técnico Industrial

ÍNDICE PAGINADO DE LA MEMORIA

1. Objeto del proyecto (pág. 4).
2. Alcance (pág. 4).
3. Antecedentes (pág. 6).
4. Normas y referencias (pág. 6).
 - 4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas (pág. 6).
 - 4.2 Bibliografía (pág. 6).
 - 4.3 Programas de cálculo (pág. 6).
 - 4.4 Plan de gestión de la calidad durante la redacción del Proyecto (pág. 7).
 - 4.5 Otras referencias (pág. 7)
5. Definiciones y abreviaturas (pág. 8).
6. Requisitos de diseño (pág. 8).
7. Análisis de las soluciones (pág. 8).
 - 7.1. Elección de la ubicación del pozo (pág. 9)
8. Resultados finales (pág. 10).
9. Planificación (pág. 11).
10. Orden de prioridad entre los documentos básicos

Anexos

Anexo1: Estudio del Dr. Ignacio Marzán Blas, basado en el Arreglo Wenner-Schlumberger, que justifica la elección de la ubicación de nuestro pozo en Gurmudele. (pág. 13)

Anexo 2: Cálculos justificativos (pág. 20).

- A2.1. Datos de radiación global sobre superficie horizontal (media mensuales diarias) (pág.20).
- A2.2. Estimación de la radiación solar disponible (pág. 21).
- A2.3. Cálculo de la energía hidráulica (pág. 21).
 - A2.3.1 Necesidades hídricas (pág. 21).
 - A.2.3.2 Energía hidráulica necesaria (pág. 26).
- A2.4. Dimensionado de la instalación y sus equipos (pág. 27).
 - A2.4.1. Dimensionado del generador (pág. 27).
 - A2.4.1.1 Relación entre la energía hidráulica y la radiación solar incidente. Ángulo óptimo del generador (pág. 27).
 - A2.4.1.2 Potencia pico del generador (pág. 28).
 - A2.4.1.3 Cálculo de la configuración del generador fotovoltaico (pág. 29).
 - A2.4.1.3.1 Curvas características del módulo de Isotón IS 170 (pág. 31).
 - A2.4.2 Dimensionamiento del motor (pág. 31).
 - A2.4.3 Potencia de la bomba y caudal pico (pág. 31).
 - A2.4.4 Dimensionado de las tuberías de PE (pág. 31).
 - A2.4.4.1 Cálculo de la tubería de PEAD. Pérdidas de Darcy (pág. 32).
 - A2.4.4.2 Elección de la tubería de PE (pág. 35).
 - A2.4.5 Satisfacción de las necesidades hídricas. Cálculo del excedente hídrico diario (pág. 38).
 - A2.4.6 Separación entre soportes (pág. 39).
 - A2.4.7 Elección de la bomba (pág. 40).
 - A2.4.7.1 Comprobación con el programa Grundfos WebCaps (pág. 41).
 - A2.4.7.1.1 Configuración del generador que propone Grundfos, con su programa de dimensionado (pág. 46).
 - A2.4.7.1.2 Esquema de la instalación que propone Grundfos (pág. 46).
 - A2.4.7.1.3 Unidad de control CU 200 (pág. 47).
 - A2.4.8 Estructura soporte de los módulos (pág. 48).
 - A2.4.9 Depósito de acumulación (pág. 48).
- A2.5 Características del pozo. Técnica de perforación (pág. 50).
- A2.6 Protección de generador FV. Esquema de conexión (pág. 52).

A.2.6.1 Características del descargador de sobretensión y su ubicación, en la red de continua (pág. 52).

A2.7. Cálculo de Sección y protecciones en las líneas de corriente continua (pág. 53).

A2.7.1 Red de continua: Cálculo de sección de los Strings (los dos son iguales) (pág. 54).

A2.7.2 Dimensionado de los fusibles de cada uno de los 2 strings, instalados en las cajas de continua de los subgeneradores (pág. 57).

A2.8 Cálculo de la sección de la línea de unión de la Caja Principal de Continua -CU200 a motobomba sumergible SQF. Cálculo de la protección (pág. 59).

A2.8.1 Cálculo de la sección de la línea de unión de la Caja Principal de Continua -CU200 a motobomba sumergible SQF (pág. 59).

A2.8.2 Dimensionado del interruptor magnetotérmico de continua a ubicar en el cuadro principal de continua de nuestro generador FV, para protección línea motobomba (pág. 67).

A2.9. Línea de la CU-200, al interruptor de nivel en la parte superior del tanque de agua (pág. 69).

A2.10 Simulación con Pvsyst (pág. 70).

A2.11 Circuitos de tomas de agua potable (pág. 77).

A2.11.1 Circuito para el consumo de las personas. Descripción y dimensionado (pág. 77).

A2.11.2 Circuitos para los abrevaderos de los animales. Descripción y dimensionado (pág. 86).

A2.12 Red de desagües. Descripción y dimensionado (pág. 91).

A2.12.1 Línea de desagüe nº 1 ó LD1, descripción y dimensionado (pág. 94).

A2.12.2 Línea de desagüe nº 2 ó LD2, descripción y dimensionado (pág. 97).

A2.12.3 Línea de desagüe nº 3 ó LD3, descripción y dimensionado (pág. 98).

A2.12.4 Línea de desagüe nº 4 ó LD4, descripción y dimensionado (pág. 99).

A2.12.5 Línea de desagüe nº 5 ó LD5, descripción y dimensionado (pág. 100).

A2.12.6 Línea de desagüe nº 6 ó LD6, descripción y dimensionado (pág. 101).

A2.12.7 Línea de desagüe nº 7 ó LD7, descripción y dimensionado (pág. 102).

A2.12.8 Línea de desagüe nº 8 ó LD8, descripción y dimensionado (pág. 103).

A2.13 Instalación de la bomba y del sistema de impulsión (pág. 104)

A2.14 Cálculo de la puesta a tierra (pág. 106).

A2.15 Cuadro principal de continua (pág. 110).

A2.16 Conexión de la Unidad de Control CU-200 (pág. 111).

A2.17 Contador a instalar en el circuito de impulsión de la bomba (pág. 112).

A2.18 Conclusiones finales (pág. 114).

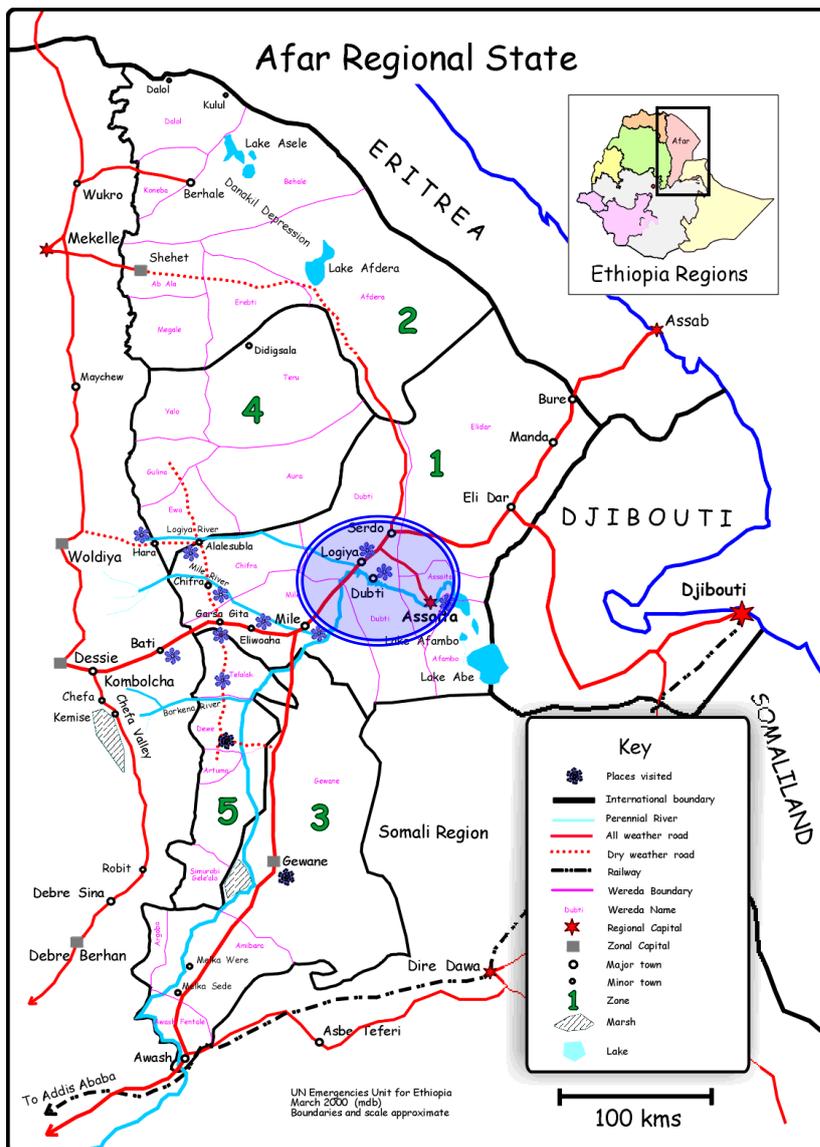
1. Objeto del proyecto

Se redacta el presente proyecto de "Abastecimiento de agua a depósito y abrevadero para Gurmudele" a petición de la [ONG Amigos de Silva](http://www.amigosdesilva.org/) (<http://www.amigosdesilva.org/>), con domicilio social en Madrid, c/ Lagasta nº 130, entreplanta.

El objeto es exponer ante los Organismos Etiópes competentes que la instalación de bombeo fotovoltaico que nos ocupa según detallamos en el apartado 8 y justificamos en anexo de cálculos y planos, reúne las condiciones y las garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización administrativa y la ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

La ubicación del pozo, que luego expondremos, se entiende dentro de la colaboración entre las ONG's Amigos de Silva y Acción Contra el Hambre (ACF), que utiliza a la primera como ente local, por estar así registrada. Acción Contra el Hambre, aporta el estudio hidrológico efectuado en la zona por el Dr. Ignacio Marzán, que justifica técnicamente la viabilidad de nuestro proyecto. La ubicación de nuestro proyecto, cuenta con la aprobación del gobierno de Afar (Wáter Bureau), y el beneplácito del Consejo del Agua de la zona. Llevará además parejo la formación del personal necesario para el mantenimiento de la instalación, y asegurar de esta forma su viabilidad futura, siendo la propia ONG con sede en la localidad de Asayta, con la encargada de las revisiones anuales, y de la asistencia en caso de averías cuando el mantenimiento rutinario no pueda subsanar las mismas.

2. Alcance.



La región de Afar, con una extensión de 100.086 Km², que supera a la de Andalucía y una población de millón y medio de habitantes, está situada al noreste del país, y es una de las más pobres de Etiopía.

Administrativamente, Afar se divide en 5 zonas y una woreda especial, con un total de 29 distritos o woredas. Afar, junto con Tigray y la región Somalí, están dentro de las zonas de Etiopía más afectadas por la sequía.

Afar es una de las regiones más pobres y desérticas del planeta. Geográficamente forma parte de una depresión llamada de Afar o Danakil, que se extiende en el cuerno de África ocupando parte de Eritrea, Yibuti y Etiopía, en lo que se llama el valle del Rift, zona geológicamente muy activa, por lo que en el pasado, ha sido ocupada en ocasiones en parte por el mar Rojo, por lo que a vista

Figura 1: Región de Afar

Obtenida de: <http://www.hartford-hwp.com/archives/33/044.html>

de satélite, se distinguen de forma fácil grandes estepas saladas. El clima en esta zona del planeta es muy extremo, ya que la temperatura media oscila de los 25° en la temporada de lluvia (de Junio a Septiembre, lluvia que en periodos de sequía ni llega a veces) a los 40 ó 45° grados de la estación seca (el resto del año). Danakil es un desierto de estériles arenas cruzado por lechos de grava más estériles aún, con coladas de grava, volcanes activos, ardientes llanuras salobres, y torbellinos de polvo que apenas dejan respirar.



Figura 2: La zona rayada es la Woreda de Dubti en la Región de Afar. El punto azul ubica a Garmudele, localización de nuestro sistema de bombeo

Garmudele, pertenece a la woreda de Dubti (figura 2), una de las seis que conforman la zona 1 (figura 1). En concreto nos fijamos que dentro de la zona 1, [la woreda de Dubti, ocupa la franja central, como vemos en la siguiente figura:](#)

La localidad de Garmudele, que no viene a ser más que una pequeña aldea de agro pastores, se encuentra entre las ciudades de Dubti y Logia (a 4 Km de Logia y a 3 Km de Dubti, capital de la woreda). Se accede a ella desde la carretera que une Kombolcha (Etiopía) con Aseb (Yibuti), desviándose a la altura de Logia.

La población es de etnia mayoritaria Afar. Tras la guerra con Eritrea que empobreció el país, le siguieron varias sequías y hambrunas. Este proyecto se enmarca en un ambicioso programa de mejoramiento del acceso al agua, que se lleva a cabo en la zona por distintas ONG's con el beneplácito gubernamental.

Garmudele aglutina, 8 familias, con una población de 110 personas, que subsisten gracias a su ganadería y a pequeños cultivos de subsistencia. Si los animales mueren de sed, ellos van detrás, y la sequía de 2.008 les ha llevado al límite. El presente proyecto busca afianzar el asentamiento de muchas familias, que de otras formas se verían avocadas al nomadismo. Se pretende en segundo término, la escolarización de los niños, que quedan liberados de la búsqueda diaria de la tan necesaria agua, y la mejora de la salud, ya que se evita que se recoja agua en ocasiones contaminada por las heces de animales y personas.

Como inicialmente, el presupuesto impide acometer un proyecto integral, se pondrá en marcha un Comité para el justo reparto del agua, que deberá afrontar el justiprecio, para llevar a cabo

La grave falta de agua potable y alimentos en la Región obliga al pueblo Afar a llevar un modo de vida nómada, en busca de pastos para su ganado, que es casi su único medio de vida, y obliga también a las mujeres y las niñas a recorrer a diario grandes distancias por el desierto bajo esas temperaturas para conseguir agua para la familia, siendo desgraciadamente comunes los fallecimientos por deshidratación y/o desnutrición.

La práctica en el terreno ha sugerido que la relación entre Salud y Agua es especialmente importante en esta Región. Este proyecto es de vital importancia y tiene carácter urgente ante la grave carencia de agua, y evitará en el futuro la repetición de situaciones de extrema necesidad, mejorando el estado y nivel de salud de toda la población de la zona. Es por tanto un proyecto paralelo y complementario al proyecto sanitario que la ONG lleva en la zona.

su mantenimiento, siendo imprescindible medidas de racionamiento, en tanto y cuanto las necesidades hídricas de la población y ganadería de la zona afectada, no puedan ser cubiertas al 100%. Este proyecto pretende tan solo en una primera etapa cubrir las necesidades equivalentes de 8 familias (110 personas) y las cabezas de ganado de dichas familias y otras de la localidad de Dubti, pero desgraciadamente no cubre las necesidades de agua de las poblaciones limítrofes, por lo que deberán acometerse otras acciones posteriores, tratándose pues de un primer paso.

3. Antecedentes.

No hay antecedentes de sistemas de bombeo fotovoltaico en esta desolada zona. La ONG hizo un primer intento de perforación de pozo, llamado ACFwell, muy cerca de donde acometeremos el nuestro, pero que resultó seco, al ir a parar a una capa de arcilla exenta de agua, al ser de muy baja porosidad, como demostró el estudio en el cual se apoya nuestro proyecto del Dr. Ignacio Marzán.

Nuestro proyecto de bombeo fotovoltaico, con acumulación en depósito, supone un salto cualitativo en el acceso al agua para la población beneficiada, ya que, utilizando una fuente de energía renovable, se mejora la calidad de vida de parte de la población, y de su ganadería, pues este proyecto cuenta con un abrevadero.

Conforme se vayan consiguiendo los fondos financieros necesarios, se irán posteriormente llevando a cabo otras actuaciones de características similares en la zona.

El terreno, que se espera encontrar durante la perforación está formado mayoritariamente por gravas y arena. En esto ha incidido la deforestación, doblemente intensa ocasionada por la sequía y las necesidades humanas de leña, para subsistencia. Esto se puede observar en este enlace que habla de la geomorfología de las tierras altas etíopes.

[http://tierra.rediris.es/CuaternarioyGeomorfologia/images/vol15/Cuaternario15\(3-4\)_13.pdf](http://tierra.rediris.es/CuaternarioyGeomorfologia/images/vol15/Cuaternario15(3-4)_13.pdf)

La naturaleza suelta y degradada del terreno y la profundidad a alcanzar, aconsejan que la perforación se realice pues con medios mecánicos, evitándose el riesgo de accidentes, a la par que se elimina la contaminación del acuífero por las bacterias presentes en tierras superficiales.

4. Normas y referencias

4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.

En el Pliego de Condiciones, apartado 2.1, hemos dado un listado de materiales, por orden alfabético, donde figuran las normas que son de aplicación.

Ha sido muy útil el Código Técnico de la Edificación, en particular la EHE08, y el Reglamento de Baja Tensión, para el diseño de las distintas partes de la instalación eléctrica.

4.2 Bibliografía

Sistemas Fotovoltaicos, autor Miguel Alonso Abella, editorial Era Solar
 Guía Completa de la Energía Solar Fotovoltaica y Termoeléctrica, autor José María Fernández Salgado, editorial A. Madrid Vicente, Ediciones
 Energía Solar Fotovoltaica, autor Miguel Pareja Aparicio, editorial Marcombo
 Energía Solar Fotovoltaica, autores Javier María Méndez Muñiz y Rafael Cuervo García, editorial FC Editorial.
 Apuntes de sistemas fotovoltaicos conectados a red, de Gustavo Nofuentes Garrido

4.3 Programas de cálculos

- PvGis de JRE, on line.

- Swera de la Nasa y NRL, on line.
- Comprobación del dimensionado mediante los programas de la empresa de bombas Grundfos: WebCaps, WinCaps
- Simulación mediante el programa PvSyst.
- Cálculo de la puesta a tierra con CieBTWIN de Dmelect.
- Auxilio al cálculo manual mediante hoja de cálculo adjunta, con las siguientes pestañas:
 - Cálculos de bombeo: se han automatizado las ecuaciones utilizadas, y añadido notas informativas para su uso.
 - Datos del programa Swera, para Gurmudele
 - Gráfica de la línea de abastecimiento humano.
 - Auxilio para la línea de mediciones de la partida 5.6
 - Coeficientes de fricción del polietileno (sólo a modo de comprobación)
 - Listado de materiales, fabricantes y normas de aplicación.
- Cálculo de la planificación del proyecto, con el Microsoft Project.
- Cálculo del estado de mediciones-presupuesto y sus anexos, con el programa Presto
- Manejo de las bases de datos CYPE Ingenieros on-line de la Comunidad de Murcia.

4.4 Plan de gestión de la calidad durante la redacción del proyecto

Todo proyecto para que sea factible y logre sus fines, debe de ser concebido, buscando su utilidad real y aceptación social, y mirando a lo largo de su vida útil, que las condiciones de explotación y mantenimiento sean las adecuadas.

El hecho de que este proyecto tenga un planteamiento que parte de un estudio real de la zona, y cuente con el asesoramiento y beneplácito de los que realmente se van a beneficiar de él, la Comunidad de Gurmudele, cuyos intereses están representados por el Comité de Aguas del Río Awash, responsable de fijar el coste de explotación y las condiciones de uso, que favorecen a las familias económicamente más desprotegidas, es la manera de establecer el aprovisionamiento de recursos propios, con los que poder acometer durante el tiempo de explotación el funcionamiento adecuado de la instalación y sus medidas de mantenimiento.

En la redacción de este proyecto, ha sido muy importante el acopio de información. Son muchas, las páginas webs consultadas, ONG's que trabajan en la zona, fabricantes de los distintos materiales utilizados, y consultas de códigos, normas y reglamentos. Creo que en sí, dicho trabajo de consulta, ha sido el motor que ha ido dando forma al proyecto.

4.5 Otras referencias

Indicamos en este apartado diferentes enlaces a páginas Webs consultadas para la confección del trabajo.

<http://www.geoelectrical.com/Articulo.pdf>
<http://www.trxconsulting.com/DocTecnicos-Download/Aplicaciones/TRX%20Geofisica-Agua.pdf>
<http://www.trxconsulting.com/DocTecnicos-Download/Metodos/TRX%20Metodo%20Resistividad%20Electrica.pdf>
http://www.iris-instruments.com/Pdf%20file/3-Groundwater_%26_Geophysics/Groundwater_text.pdf
http://www.iris-instruments.com/Pdf%20file/3-Groundwater_%26_Geophysics/Groundwater_slides.pdf
[http://en.wikipedia.org/wiki/Dubti_\(woreda\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Dubti_(woreda))
http://en.wikipedia.org/wiki/Awash_River
http://aguas.igme.es/igme/publica/libros1_HR/libro110/Pdf/lib110/in_12.pdf
http://www.criba.edu.ar/agronomia/carreras/ia/archivos/Materias/579/archivos/aguassubterraneas/presenta_sistemas_captacion.pdf
<http://geosciences.geol.u-psud.fr/geochrono/fr/proj/Afar/Afar.html>
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php?lang=en&map=africa#>
<http://www.oya-es.net/reportajes/camelidos.htm>
http://www.infocarne.com/noticias/2008/12/818_estres_calorico_pautas_mejorar_confort_productivid.asp

<http://www.uco.es/zootecniaygestion/menu.php?tema=145>
<http://www.insacan.org/racvao/anales/2007/01%20anales%20carlos%20sanchez.pdf>
<http://translate.google.es/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.usatoday.com/weather/wheat3.htm&ei=fWtwSr2hKZXsJAEJwoGiBQ&sa=X&oi=translate&resnum=7&ct=result&prev=/search%3Fq%3Dheat%2Bindex%26hl%3Des%26safe%3Dactive%26sa%3DG>
<http://www.nws.noaa.gov/om/heat/index.shtml>
<http://www.floridadisaster.org/KIDS/Spain/temperatures.htm>
<http://www.elregante2.galeon.com/tubospe.html>
[http://www.tubo-de-polietileno.unidelta.it/index_es.asp?note1=link%20da%20swf%20\(es\)](http://www.tubo-de-polietileno.unidelta.it/index_es.asp?note1=link%20da%20swf%20(es))
http://www.tubo-de-polietileno.unidelta.it/32_scheda_download_es.asp?id=1&id_categ=1
http://www.tubo-de-polietileno.unidelta.it/32_scheda_download_es.asp?id=4
<http://www.tadipol.com/castella/diposits/dipframes.htm>
http://dl.getdropbox.com/u/445369/jpg/IS_210-230_esp.pdf
http://www.suevia.com/uploads/media/Bovino_equino_ovino_y_otros_2006_ES.pdf
<http://www.mzgtuberias.com/catalogo/valvulas/valvulasdet.php?id=32>
<http://www.genebre.es/>
<http://www.scribd.com/doc/8472866/Abastecimiento-de-Agua-Par-Gravedad>
http://www.suevia.com/uploads/media/Bovino_equino_ovino_y_otros_2006_ES.pdf
<http://clima.meteored.com/clima-en-bahar+dar-633320-2009-Mayo.html>
<http://www.ferroplast.es/castellano/catalogo.htm>
<http://www.aguasdejerez.com/fileadmin/pdf/autorizados/RGS.PDF>
http://www.benito.com/es/tapas_y_rejas/rejas_de_imbornal.html
http://www.benito.com/es/tapas_y_rejas/tapas_hidraulicas.html
<http://www.liftingtackle.com/rope/rope.php?id=1>
<http://www.controlydosificacion.com/contador-para-agua-embridado-serie-wolmann-emisor-p-154.html>
<http://www.regaber.com/>
<http://www.zenner.es/>
<http://www.munasa.es/>
<http://carm.generadordeprecios.info/>
<http://www.construmatica.com/bedec/>

5. Definiciones y abreviaturas

En las ecuaciones y a lo largo del desarrollo se incluyen los significados de las mismas.

6. Requisitos de diseño

Se ha buscado la simplicidad en el diseño de la instalación, dentro de lo que es un sistema de bombeo fotovoltaico, para facilitar su explotación y posterior mantenimiento.

7. Análisis de las opciones posibles.

Las opciones planteadas eran realizar un pozo con sistema de bombeo manual, como los ya existentes, diesel o de bombeo fotovoltaico.

Si nos fijamos en el siguiente diagrama, perteneciente a la “Guía para el desarrollo de proyectos de Bombeo de Agua con Energía Fotovoltaica”, de Sandia National Laboratories”, para nuestro caso, en que como veremos en el apartado A2.3.1 tenemos la necesidad de bombear un caudal medio diario anual de 12,46 m³/d a 29,33m (altura de impulsión total), la solución más viable y finalmente adoptada como la más idónea, es la de bombeo fotovoltaico:

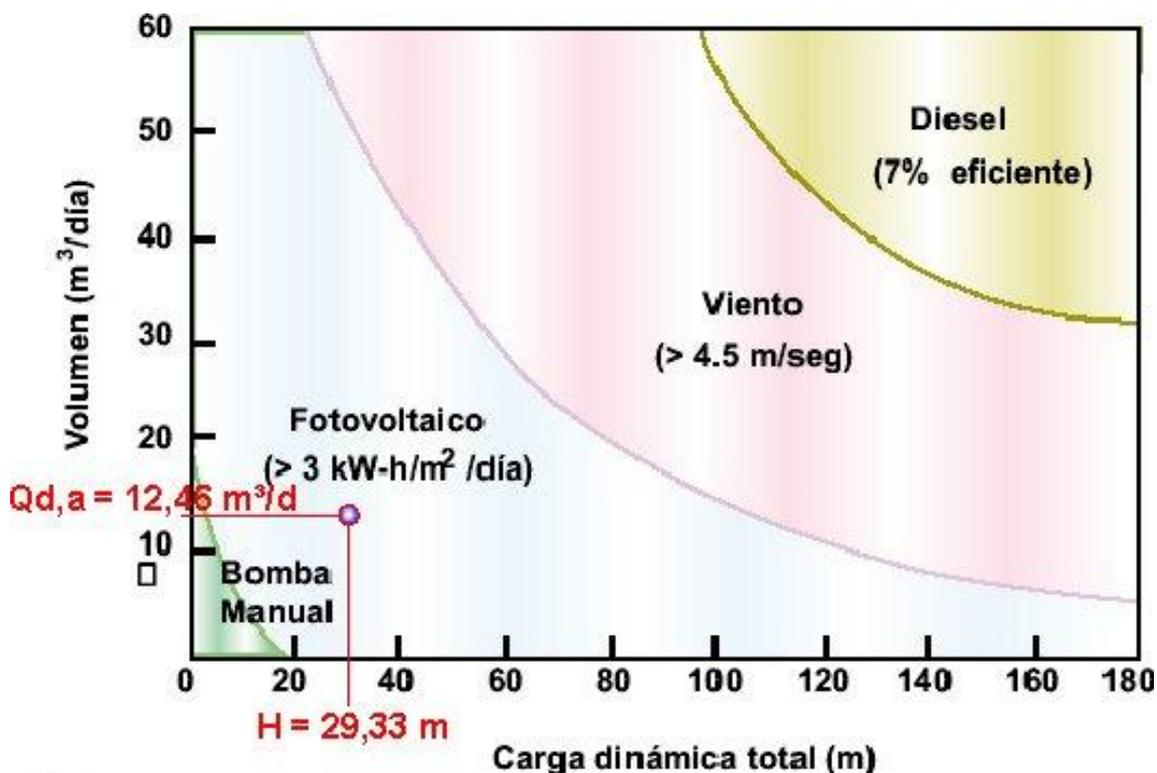


Figura 3: Comparativa de los distintos tipos de bombeo: manual, fotovoltaico (para más de 3 KWh/(m²d)), eólica y diesel. En nuestra ubicación, la radiación global media a anual es de 6,5 KWh/(m²d), datos de PvGis expuestos en A2.2. Para una altura de impulsión total de 29,33 m, y un caudal medio diario de 12,46 m³/d, la elección de la opción fotovoltaica se muestra como la más viable frente a las demás.

Fuente: Sandia National Laboratories.

Además se libera de trabajo a niños y mujeres, frente al bombeo manual, que puede resultar penoso, y dicho tiempo ahorrado se emplea en educación o tareas domésticas. El sistema de bombeo fotovoltaico, que vamos a proponer, proporciona un aprovechamiento de los recursos de forma más óptima, ya que se instalará un depósito, que hará posible el acceso más rápido al recurso hídrico, incluso en ausencia de radiación solar, al evitarse el lento bombeo manual, así como un mejor control de la salubridad del agua de consumo, pues podrá plantearse, con dicho depósito, el análisis y tratamiento del agua acumulada, caso que fuese necesario.

Además la opción diesel se prevé más compleja y costosa en cuestiones tales como el mantenimiento (más dada a fallos), durabilidad del equipo (no llega a los 25 años mínimo de la fotovoltaica) y propicia la dependencia de un combustible que a largo plazo encarece la explotación de la instalación, resultando poco ecológico, además del problema de abastecimiento, que resulta más incierto. El grupo diesel contamina la atmósfera con sus gases de efecto invernadero, sin menospreciar su efecto de contaminación acústica, que genera estrés en personas y animales.

Así mismo el abrevadero para animales que vamos a instalar, ofrece una clara separación entre las necesidades humanas y la del ganado (vacuno, lanar, caprino, asnos, caballos y camellos fundamentalmente). En los planos 3 y 4, detallaremos dichas instalaciones hidráulicas.

7.1. Elección de la ubicación del pozo.

La ubicación del pozo, es un tema muy importante, y está ligado con la sostenibilidad del proyecto.

- Por un lado, hay que tener en cuenta los condicionantes sociales.
- Por otro, el estudio geofísico de la zona, y las limitaciones tecnológicas.

Veamos estas cuestiones:

➤ Condicionantes sociales:

Es cierto que vamos a beneficiar a una parte de la población, pero debemos de hacerlo, obteniendo su aprobación y colaboración, tras escuchar sus propios intereses, y dialogar con ellos la posible solución, y siempre con la aprobación de la autoridad de la zona. En Etiopía que sabemos se organiza en regiones autónomas, y luego en cada región en zonas y a su vez en cada zona en distritos o woredas, la autoridad local competente en materia del agua, es el Consejo del Agua, cuyos miembros se eligen de forma democrática, y representa los intereses de la Comunidad para el justo reparto del agua y la resolución de conflictos. Conseguir la colaboración y su implicación en nuestro proyecto, es la base del éxito de esta acción.

➤ Estudio geofísico y limitaciones tecnológicas:

Salvo que se tenga constancia de la presencia de agua en la zona, habitualmente se hace necesario de algún estudio que apoye dicha existencia. También es necesario conocer la naturaleza de las capas a perforar, para asumir la técnica de perforación, su coste y disponer de los medios oportunos.

Encontrar un acuífero en la zona de Gurmudele, no fue tarea fácil. Nuestro proyecto, cuenta con la dificultad, de un fracaso previo (pozo ACFwell) ya citado. Por ello, se requirió la necesidad de un estudio hidrogeológico de la zona, y fue gracias a la colaboración con la ONG Acción Contra el Hambre, la que nos aportó esta información mediante el trabajo "[Geophysical Survey for water perspectives in an arid pastoral-agropastoral context: zone 1 Afar región Ethiopia](http://www.geoelectrical.com/Afar2005.pdf) (<http://www.geoelectrical.com/Afar2005.pdf>)" del Dr. Ignacio Marzán Blas, utilizando la técnica de tomografía eléctrica, valiéndose para ello del arreglo Wenner-Schlumberger utilizándose un resistivímetro Syscal de Irish Instruments capaz de controlar un máximo de 72 electrodos, y el software adecuado para generar la frecuencia, recoger datos y el método de inversión 2D para reproducir la sección real.

Vamos a explicar en el anexo 1.1 que dicho estudio, basado en el análisis de la zona mediante la tomografía eléctrica 2D, nos establece con bastante fiabilidad la ubicación del pozo en las coordenadas de Gurmudele (N11,73736, E41,03542), al situar agua de buena calidad, entre los 12 y los 24 metros de profundidad.

La naturaleza del terreno a perforar es de tipo sedimentario, y el acuífero de arena y grava, presenta muy buenas perspectivas, de ahí que lo elijamos para nuestro proyecto de bombeo fotovoltaico.

8. Resultados finales

En el anexo 2 de cálculos justificamos para Gurmudele (N11, 73736; E41,03542), nuestro sistema de bombeo fotovoltaico. Veremos como utilizando una bomba Sqflex 2.5-2-N, podremos extraer agua a 17 m de profundidad, de un acuífero detrítico realimentado por el río Awash, e impulsarla a una altura de 10,30 m sobre el terreno, de forma que la podamos acumular en un depósito de Tankeros de 282 m³ (*). Conseguiremos atender nuestras necesidades hídricas, es decir, obtener una media diaria anual de 12,46 m³/d, para satisfacer las necesidades del consumo humano de 8 familias, además de un abrevadero para ganado.

El generador fotovoltaico de 680 Wp, estará formado por cuatro módulos de silicio monocristalino de la firma isofotón modelo IS-170, quedando ubicado en una estructura sobre el tejado de un pequeño cuarto de equipos, con orientación sur e inclinación 5°, merced a unos soportes de Atersa.

Los soportes son dos estructuras tipo V capaces de soportar cada una de ellas, el peso de dos módulos de gran tamaño y los esfuerzos complementarios, como la presión del viento.

Estas estructuras, facilitan la superposición arquitectónica sobre un tejado de diferente inclinación.

(*Nota): Capacidad real del tanque para el almacenamiento de agua es de 282 metros cúbicos, pero como tiene una solera interna de hormigón que se eleva 15 cm sobre la base de cimentación del depósito, contando dicho volumen, sería 286,5 m³, ya que con 282 el nivel de lleno se da a 9,66 m, desde la base exterior, y contando la losa es a 9,81 m. Este dato es importante sólo para la situación del interruptor de nivel que utiliza la unidad de control CU-200 para controlar el llenado del depósito, que ira ubicado medido desde fuera a 9,81 m. También en la simulación con Pvsyst lo tendremos en cuenta.

9. Planificación.

A la hora de planificar los trabajos de ejecución, hay que pensar en tratar de evitar las dos temporadas de lluvias que se dan en Etiopía, dado que las carreteras para acceder al lugar no son muy buenas, además de procurar con ello la continuidad de los trabajos y la mejor facilidad de ejecución, que se produce con el tiempo seco.

La zona de actuación según observamos en las imágenes de satélite, está bastante degradada y la erosión se hace patente a primera vista. El terreno superficial es bastante arcilloso y lógicamente, si evitamos las lluvias, no se nos presentará el problema de tener que trabajar sobre un lodazal o algo peor, con sobrecostes añadidos que suponen los paros en la construcción, la limpieza de maquinarias y equipos.

Estas dos estaciones más proclives a la lluvia son la Belg (estación corta que va de mediados de abril a principios de mayo), y la Meher (que discurre entre junio y septiembre). El cambio climático provoca alteraciones en ellas, como podemos constatar en numerosos informes surgidos de diversas fuentes (ONG's y UNICEF), de los cuales destaco los dos siguientes:

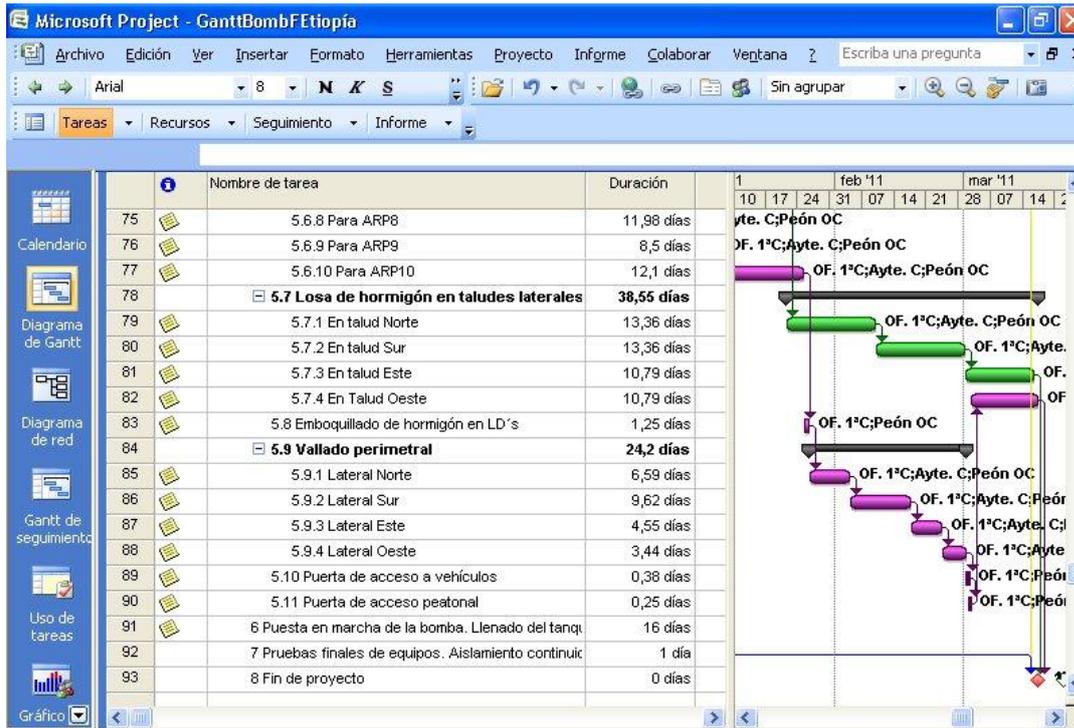
-“Informe Etiopía, sequía y hambruna 2.002 y 2.003” de la ONG Ayuda en Acción (http://www.ayudaenaccion.org/contenidos/documentos/Dossier_Etiopia_Sequia_Agosto_03.pdf), y más recientemente,

-“Unicef Humanitarian Action Ethiopia, 7 August 2009” (<http://www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/db900sid/EGUA-7Q3PTM?OpenDocument>) y puede ser igual que la Belg no aparezca y la Meher sea algo más corta y menos abundante, o todo lo contrario. Aún así, es mejor prevenir y planificar si es posible fuera de estas dos temporadas. Una fecha ideal para comenzar nuestro proyecto, sería pues a mediados de octubre de 2.010. Entiendo que lo más difícil será lograr los equipos necesarios. Aún así, numerosas compañías Indias y China, actúan en este país africano, con sedes en Addis Abeba, donde contrataríamos los equipos. Una buena referencia para encontrar la empresa de perforación adecuada y ajustar el coste de la perforación, es este informe del Ministerio de los Recursos del Agua Etíope: “Drilling for Water in Ethiopia, A Country Case-Study by the Cost-Effective Boreholes Flagship of the Rural Water Supply Network”.

Un posible [plan de obras](#) para acometer nuestras instalaciones, se ha realizado utilizando el programa Project de Microsoft, que se adjunta con este proyecto.

Sobre el supuesto de comenzar las obras el 13 de Octubre de 2.010, tras el posible periodo de lluvias, podrían estar terminadas el 17 de marzo, prácticamente con tan solo dos equipos de trabajos simultáneos, aparte de la mano de obra especialista en unidades de obra puntuales de la instalación (especialistas de Tankeros, electricistas, pintores, yeseros, alicatadores y cerrajeros). Es también posible que la realidad sobre el terreno no permita dicha especialización, si bien, salvo la complejidad de la instalación del tanque, tampoco se hace estrictamente necesaria.

La elección de las dos líneas de trabajo (color púrpura y verde), simplifica el alquiler de equipos necesarios en la obra (retrocargadora, dumper, camión volquete, etc.) a la vez que evita en parte el riesgo de accidentes de trabajo, ya que el espacio en sí no es muy amplio.



En cada línea de trabajo habrá un Oficial de 1ª de la C. y un Peón, y según el tipo de obra el Ayudante de la Construcción que a veces se une o sustituye al Peón. Lógicamente en las unidades de obra de electricidad habrá un Oficial de 1ª y un Especialista, con la ayuda caso de ser necesario del peón de la construcción. De todas formas, en la hoja de recursos se detallan los mismos, así como en cada unidad de obra.

Aunque es cierto que en recursos humanos en la planificación no hay coincidencia plena con mediciones presupuestos, si se ha utilizado esta fuente para razonar los tiempos de las unidades de obra, cosa que en una situación práctica real la experiencia, suele ser la mejor base de la planificación, y si además se conoce la forma de trabajo de la empresa, todavía se podría afinar más. La mano de obra asignada parte pues, del supuesto peor, y no trata de ir más lejos de establecer un referente en lo que a planificación se refiere. Por ello, en notas de cada tarea, se ha incluido el razonamiento seguido en cada caso.

10. Orden de prioridad entre los documentos básicos

Será el siguiente:

- Memoria y sus anexos.
- Planos
- Mediciones-presupuesto.
- Pliego de Condiciones

DOCUMENTO 01: ANEXOS

Anexo1 (documento de partida): Estudio del Dr. Ignacio Marzán Blas, basado en el Arreglo Wenner-Schlumberger, que justifica elección de Gurmudele

El Dr. Ignacio Marzán Blas, utilizó la técnica de tomografía eléctrica ó Sondeo Eléctrico Vertical ó SEV, valiéndose para ello del arreglo Wenner-Schlumberger. Interesa pues comprender la esencia de dicha técnica y la parte de su estudio realizado "[Geophysical Survey for water perspectives in an arid pastoral-agropastoral context: zone 1 Afar región Ethiopia](#)", que nos justifica la ubicación del pozo y la profundidad del sondeo a efectuar.

Explicaremos primero que son los SEV, el arreglo escogido para Gurmudele (Wenner-Schlumberger), y los resultados obtenidos en el lugar de ubicación de nuestro bombeo.

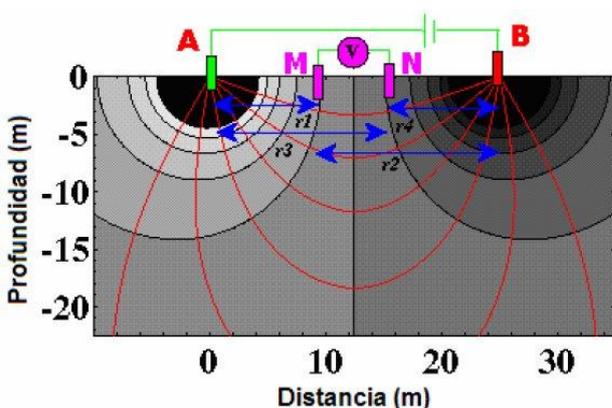


Figura 4: Sondeo eléctrico vertical ó SEV
Fuente: TRX Consulting

Básicamente, los diferentes métodos de sondeos eléctricos verticales ó "SEV", lo que hacen es estudiar la variación de la resistividad en profundidad de los materiales del subsuelo, valiéndonos de electrodos dispuestos en superficie (<http://www.trxconsulting.com/DocTecnicoS-Download/Metodos/TRX%20Metodo%20Resistividad%20Electrica.pdf>).

Habitualmente, como vemos en la figura 4, usaremos dos de ellos, para inducir una corriente eléctrica de baja frecuencia en el terreno (electrodos de corriente C1=A y C2=B), y otros dos para medir la tensión eléctrica generada (electrodos de potencial P1=M, y P2=N). Cuanto más separados esté los electrodos que inducen la corriente, la misma viajará a mayor profundidad, estableciéndose una correlación entre la corriente inyectada, la diferencia de potencial medida y un coeficiente "K" relativo a la disposición de los electrodos, en función del arreglo utilizado (<http://www.trxconsulting.com/DocTecnicoS-Download/Aplicaciones/TRX%20Geofisica-Agua.pdf>):

La finalidad del SEV es averiguar la distribución vertical de las resistividades bajo el punto sondeado, ya que conociendo las mismas se puede tener una idea

Material	Resistividad (Ωm)
Rocas Ígneas y metamórficas	
Granito	5×10^3 a 10^6
Basalto	10^3 a 10^6
Pizarra	6×10^3 a 4×10^6
Mármol	10^2 a $2,5 \times 10^8$
Rocas sedimentarias	
Arenisca	8 a 4×10^3
Esquisto	20 a 2×10^3
Limonita	50 a 4×10^2
Suelos y agua	
Arcilla	1 a 100
Aluvión	10 a 800
Agua fresca	10 a 100
Agua de mar	0,2
Contaminantes químicos	
Hierro	$9,074 \times 10^{-8}$
Cloruro potásico 0,01 M	0,708
Cloruro sódico 0,01 M	0,843
Ácido acético 0,01 M	6,13
Xileno	$6,998 \times 10^{16}$

Tabla 1: Resistividades de los distintos materiales.
Fuente: <http://www.geoelectrical.com/Articulo.pdf>

muy aproximada de los materiales que forman el subsuelo y de la presencia de agua en los mismos, dulce o salada.

Como se recoge en el estudio “Técnicas prácticas para investigaciones de resistividades en dos y tres dimensiones (estudio de varios autores: Andrés Antonio López Hidalgo, Meng Heng Loke, Gerardo Óscar Fantón y Enrique Cara Rubí (<http://www.geoelectrical.com/Articulo.pdf>) de varias Universidades de ASrgentina y Malasia), (tomografía 2D y 3D), teniendo conocimiento de cómo varía el parámetro de la resistividad en los diferentes materiales que forman el subsuelo y en las estructuras geológicas del área bajo estudio, podemos con los algoritmos matemáticos adecuados implementados con programas informáticos, obtener una imagen de la distribución de la resistividad en el subsuelo convertible en estructura geológica, mediante técnicas de inversión.

Se han elaborado tablas de resistividades de diferentes materiales y sustancias químicas (ver tabla 1), pero en la práctica, la interpretación de los resultados es compleja, ya que se da una superposición de los diferentes materiales y las resistividades de las diferentes clases de rocas y suelos, debido a numerosos factores tales como la porosidad, el grado de saturación de agua, y el contenido de sales disueltas (concentración). Caso de tratarse de materiales rocosos, su grado de fracturación y el porcentaje de agua que rellena dichas fracturas. La concentración de la sal, hace variar la resistividad, y de esta forma se pueden discriminar capas con contenidos de agua fresca (10 a 100 Ωm) y salobres (0,2 a 10 Ωm), como vemos en la figura 5.

Las rocas ígneas y metamórficas tienen un alto valor de resistividad, que baja si hay presencia de agua en rocas muy fracturadas. Por el contrario, las rocas sedimentarias al ser porosas y contener agua reducen su resistividad.

En la siguiente figura, representamos una idea de la evolución de la resistividad en los diferentes materiales:

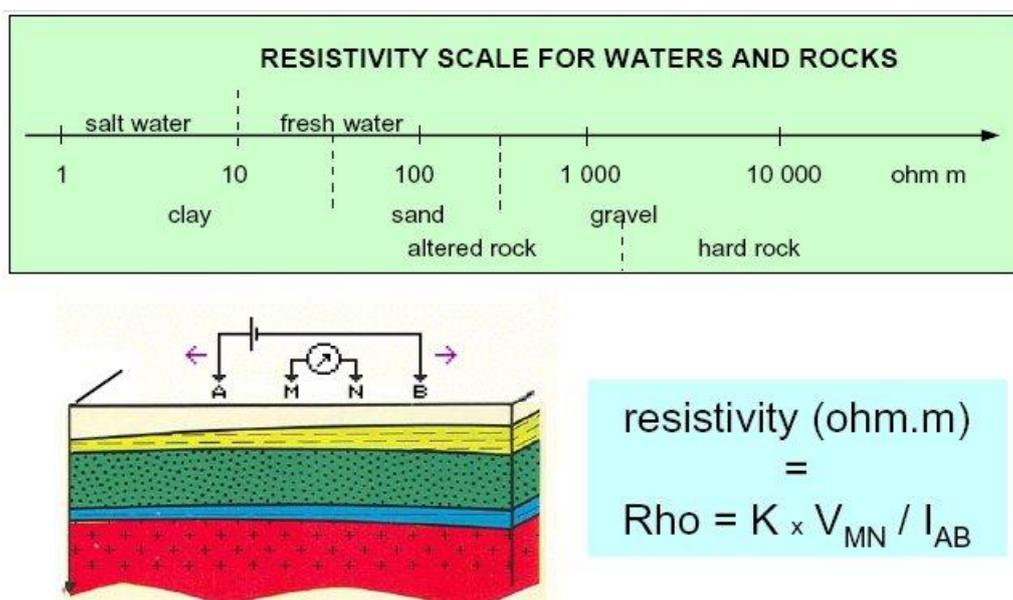


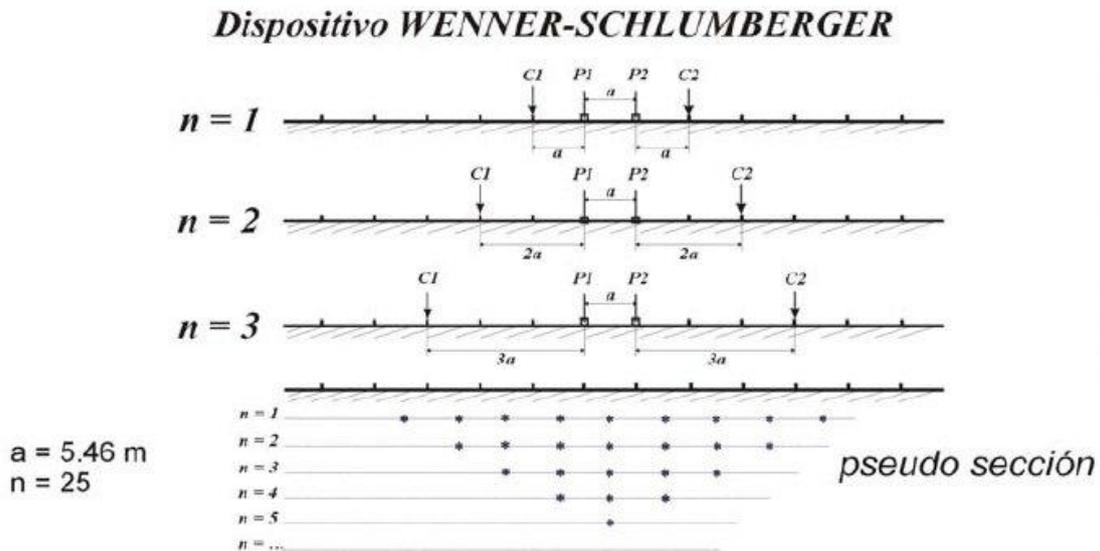
Figura 5: Sondeo eléctrico vertical ó SEV. Escala de resistividad de los materiales en función de la salinidad del agua contenida y/o del tipo de roca.

Fuente: Irish Instruments

Observamos como los suelos arcillosos, tienen una resistividad baja (que igual se presenta en rocas sedimentarias con agua salobre). Los suelos arenosos tienen una resistividad superior a los arcillosos, tanto más si contienen agua dulce. La grava y la roca dura tienen

resistividades mayores.

El arreglo Wenner-Schlumberger se basa en utilizar un número grande de electrodos conectados a un cable multinúcleo, de forma que mediante un ordenador con el software adecuado y un conector electrónico, se van seleccionando, los 4 electrodos correspondientes a cada medida. El espaciamiento de los electrodos en el primer nivel de profundidad es a , en el segundo $2a$, en el tercero $3a$, y así hasta completar los niveles de estudio deseados. En la siguiente figura exponemos un ejemplo de cómo sería este método con 20 electrodos:



Dispositivo WENNER-SCHLUMBERGER; donde: a = separación entre electrodos, n = nivel de medición, C1 C2 = Electrodos de Corriente, P1 P2 = Electrodos de Potencial.

Figura 6: Arreglo Wenner-Schlumberger

Fuente: <http://www.geoelectrical.com/Articulo.pdf>

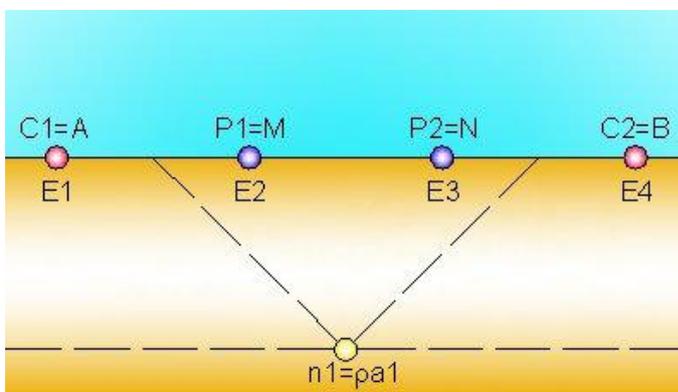


Figura 7: Arreglo Wenner-Schlumberger

Si estuviésemos en el nivel 1, como vemos en la figura 7, y cogiésemos los 4 electrodos de la izquierda usaríamos los electrodos 1 y 4 como electrodos de corriente (C1=A, y C2=B), y los electrodos 2 y 3 como electrodos de potencial (P1=M y P2=N). El punto con el valor de resistividad aparente, se podría dibujar trazando rectas a 45° desde el centro de las posiciones definidas, de manera que en el punto donde se corten dichas rectas, se le asignará el valor de la resistividad aparente, como vemos en la siguiente figura:

El valor de resistividad aparente de cada punto en este arreglo, se determina por la expresión:

$$\rho_a = K \frac{V_{MN}}{I_{AC}} = \pi a n (n+1)$$

De la misma forma para el siguiente punto del nivel 1 escogeríamos los electrodos 2 (C1), 3 (P1), 4 (P2) y 5 (C2). Si disponemos de 72 electrodos, en total en el primer nivel n_1 de profundidad determinaremos $(72-3)=69$ resistividades aparentes. En la figura del arreglo, mostramos 12 electrodos con lo que en el primer nivel tendremos 9 resistividades aparentes. Para el segundo nivel el proceso es similar salvo que la separación entre los electrodos será

2a, obteniéndose 2 valores de resistencia a la profundidad $n2$. En el tercer nivel, el espaciamiento será 3a, y así sucesivamente.

De todas formas debemos recordar que los valores de los distintos niveles son de pseudosección, lo cual nos da una idea deformada del suelo. Su aspecto variará con el tipo de arreglo que se utilice. Luego habrá que proceder a lo llamada inversión de la imagen, para obtener la sección real, que nos da en una escala de colores la resistividad en función de la profundidad, y luego procederemos a su interpretación. En nuestro caso de Gurmudele, el estudio del Dr. Ignacio Marzán, utilizó el software "Res2Dinv 3.5" (Geotomo software + el tutorial Doctor Loke).

Los arreglos más usados para las imágenes de resistividad eléctrica 2D son dipolo-dipolo, Wenner-Schlumberger, Wenner, polo-polo y polo-dipolo.

Se escogió el Wenner-Schlumberger, porque en su conjunto, es moderadamente sensible a estructuras horizontales y verticales, y presenta para la misma distancia entre electrodos un mayor alcance en profundidad que el arreglo Wenner.

El equipo utilizado en Gurmudele es un resistímetro Syscal de 72 electrodos, del fabricante Iris Instruments, como el que aparece en la siguiente señalado en la figura 8.

SYSCAL type	power W	voltage V	channel number	electrode number (imaging mode)	electrode spacing (imaging mode)
Kid	25	200	1	24	3m
Junior	100	400	1	48, 72	5m
R1 Plus	200	600	1	48, 72	5, 10m
Pro	250	800	10	48, 72, 96	5, 10m

SYSCAL Kid
SYSCAL Junior / R1 Plus
SYSCAL Pro

Figura 8: Diversos tipos de Resistímetros, señalando el modelo elegido para el estudio de Gurmudele.

Fuente: Irish Instruments

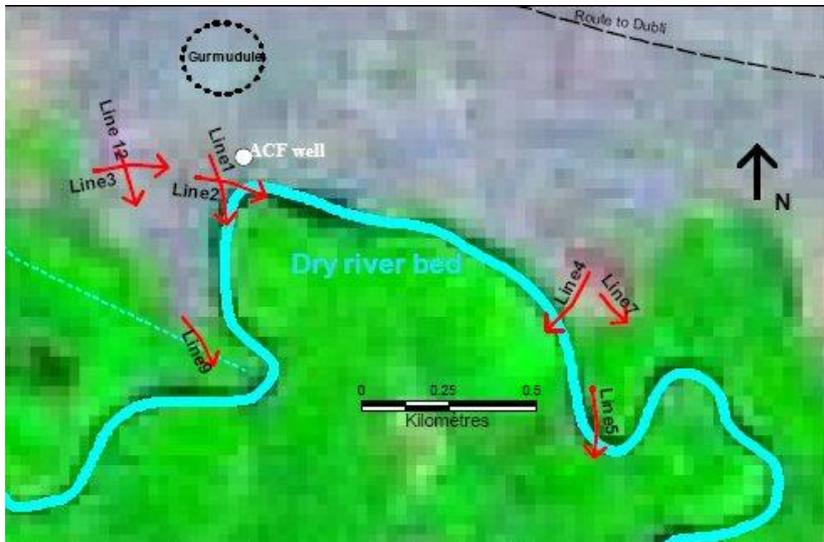
En la zona de estudio, las resistividades de las rocas y suelos pueden variar por varios órdenes de magnitud, por lo que hay que calibrar el equipo para que tenga el rango de sensibilidad adecuado, y el resultado sea legible. Por ejemplo en nuestra zona de Gurmudele el valor de ajuste de la sensibilidad se establece en el orden de 5 a 10.000 Ωm , al ser terreno de tipo sedimentario de porosidad variable.



Figura 9: Detalle de la figura 5.

Fuente: Irish Instruments

En dicho trabajo, con la técnica explicada, se abordaron una serie de líneas o zonas de trabajo, en el entorno del pozo fallido ACFwell, tal y como apreciamos en el mapa de la figura 10.



Se acordó con el Comité del Agua que la ubicación que proporciona la línea 4 del estudio de tomografía eléctrica, fuese la elegida, ya que es la que ofrece mejores expectativas, por interpretarse que el acuífero conecta con el cauce nuevo del río, que abandonó el brazo que aparece en la imagen, que habitualmente salvo crecidas excepcionales en periodos de lluvias, está seco.

Figura 10: Líneas de trabajo. La elegida para el bombeo fue finalmente la 4, con el beneplácito del Comité Local del Agua.
Fuente: Dr. D. Ignacio Marzán

Además es la que presenta mejor acceso que la otra opción posible situada en la línea 9, donde a una profundidad entre 17 y 20 metros se localizaba un acuífero prometedor. El inconveniente era que la zona estaba cubierta de arbustos espinosos, por lo que fue rechazado por la comunidad del río Awash.



Figura 11: Río Awash
Fotografía de Björd Sandbjerg

Así pues, centrándonos en nuestro punto elegido de la línea 4 de Gurmudela (N11, 73736, E41, 03542), la tomografía eléctrica nos muestra el siguiente modelo inverso de resistividad:

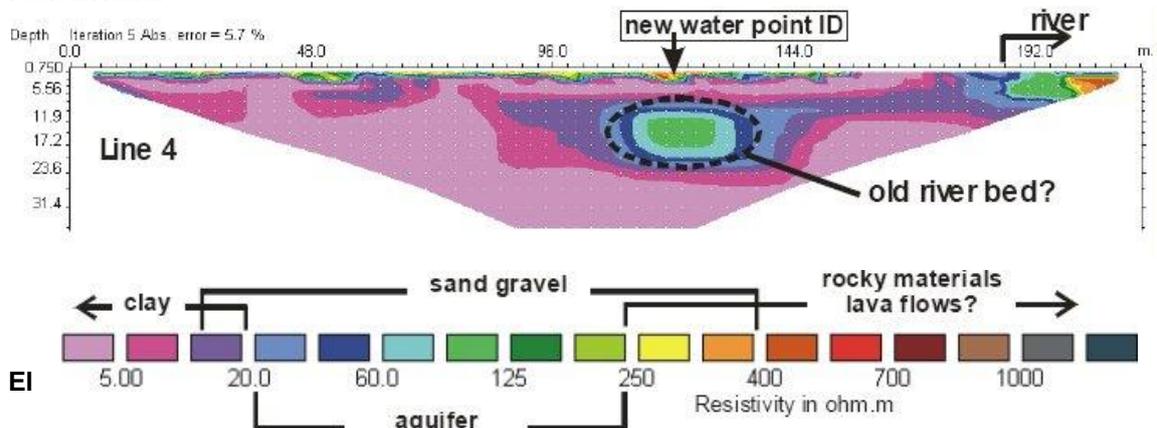


Figura 12: Modelo inverso de la resistividad para la línea 4 obtenido mediante tomografía eléctrica, resistímetro Syscal de 72 electrodos y software Res2DInv.
Fuente: Dr. D. Ignacio Marzán.

estudio sitúa agua de buena calidad, entre los 12 y los 24 metros de profundidad.

La naturaleza del terreno a perforar es de tipo sedimentario, y el acuífero de arena y grava, presenta muy buenas perspectivas, de ahí que lo elijamos para nuestro proyecto de bombeo fotovoltaico.



Figura 13: Ubicación de la perforación. Sobre ella tenemos la aldea de Gurmudele, y a la derecha la ciudad de Dubti. En la parte inferior el río Awash, del cual se deriva el brazo semiabandonado que corre hacia la ubicación de nuestra perforación. Las aguas del río corren hacia la izquierda de la imagen.

Fuente: Google Earth



Figura 14: Detalle de la zona de actuación.

Fuente: Google Earth

Como curiosidad, mostrar que el estudio en la línea 2 demuestra que el fracaso del pozo ACF se debe a perforar sobre una capa de arcilla de baja porosidad, y aunque se hubiese perforado a más profundidad, hubiese sido una pérdida de tiempo y dinero.

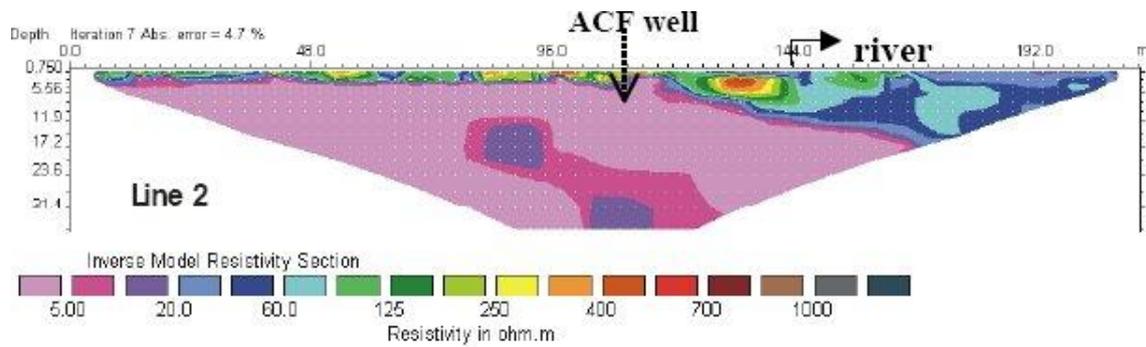


Figura 15: Modelo inverso de la resistividad para la línea 2 obtenido mediante tomografía eléctrica, resistímetro Syscal de 72 electrodos y software Res2DInv.
Fuente: Dr. D. Ignacio Marzán.

Anexo 2: Cálculos justificativos.

A2.1. Datos de radiación global sobre superficie horizontal (media mensuales diarias).

Dada la falta de estaciones en la zona, he preferido optar por los datos que facilita PVGIS, de JRE, localizando el punto en cuestión:

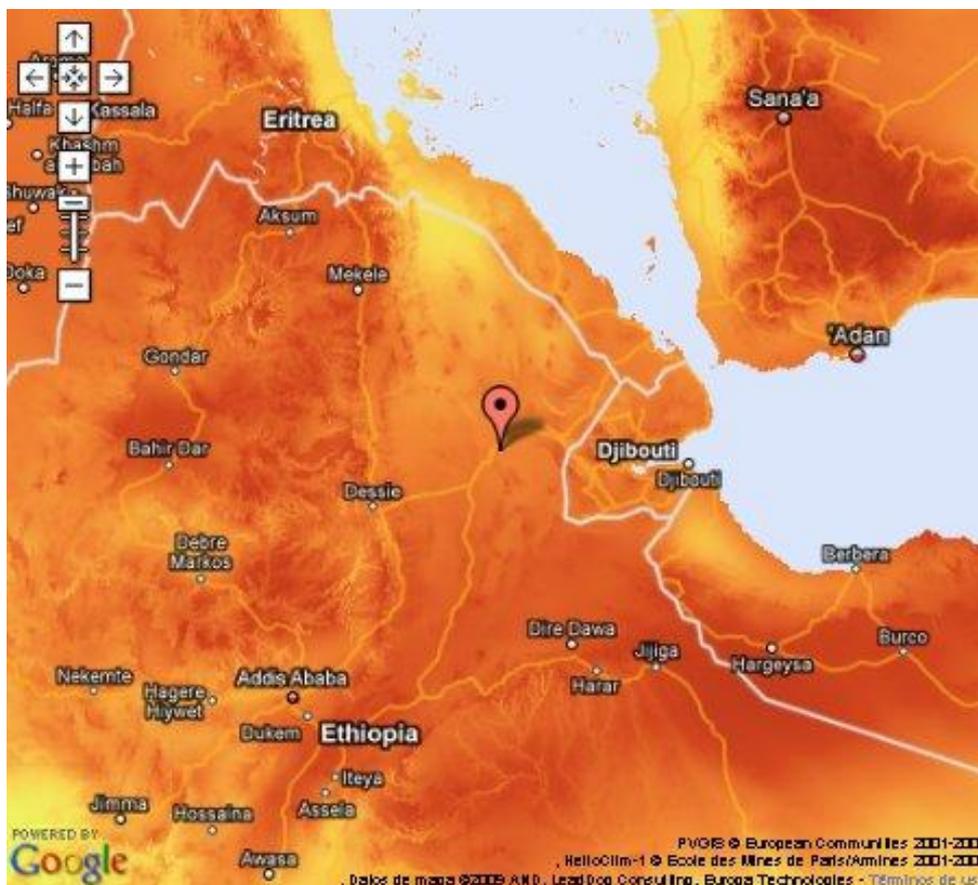


Figura 16: Localización del lugar de actuación
Fuente: PVGIS, JRE.

En la tabla 2, vemos algunos datos que para esta localización PVGIS nos proporciona: irradiación sobre superficie horizontal " H_h " (0°) e inclinada óptimamente " H_{opt} " para la generación solar (13°), con orientación sur (0°) en (Wh/m^2), además de la inclinación óptima en cada mes del año " I_{opt} " en grados

Tabla 2: Datos de PVGIS para las coordenadas citadas

Location: 11°44'14" North, 41°27" East, Elevation: 395 m a.s.l.			
Nearest city: Dese, Ethiopia (80 km away)			
Optimal inclination angle is: 13 degrees			
Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.0 %			
Month	Hh	Hopt	Iopt
Jan	5680	6440	41
Feb	5990	6490	31
Mar	6460	6640	16
Apr	6870	6700	-2
May	7040	6570	-16
Jun	6900	6300	-23
Jul	6440	5950	-20
Aug	6310	6050	-8
Sep	6580	6630	9
Oct	6760	7210	26
Nov	6400	7190	38
Dec	5850	6740	43
Year	6440	6580	13

A2.2. Estimación de la radiación solar disponible.

Necesitamos los datos de Radiación. Para ello con la base PVGis de JRC (European Commission), hemos ido calculando la radiación global sobre superficie primero en horizontal (0°) y luego inclinada, para 10°, 20°, ..., hasta 90°. Llevamos estos datos a excel y obtenemos la siguiente tabla (nº -3):

Datos radiación global sobre superficie, según inclinación FV (media mensual diaria); Datos de PVgis, para Gurmudele, Región de Afar (Etiopía) en KWh/(m ² d)										
	Gdm(0)	Gdm(10)	Gdm(20)	Gdm(30)	Gdm(40)	Gdm(50)	Gdm(60)	Gdm(70)	GDI(80)	Gdm(90)
Enero	5,68	6,28	6,74	7,02	7,13	7,05	6,78	6,32	5,70	4,93
Febre.	5,99	6,40	6,66	6,76	6,69	6,45	6,04	5,47	4,77	3,94
Marzo	6,46	6,62	6,63	6,49	6,18	5,72	5,12	4,39	3,55	2,64
Abril	6,87	6,76	6,50	6,08	5,52	4,84	4,03	3,14	2,18	1,17
Mayo	7,04	6,70	6,22	5,59	4,84	3,99	3,08	2,13	1,23	0,81
Junio	6,90	6,46	5,88	5,18	4,38	3,50	2,59	1,69	0,95	0,80
Julio	6,44	6,08	5,60	5,00	4,29	3,51	2,68	1,85	1,06	0,82
Agosto	6,31	6,13	5,81	5,37	4,80	4,13	3,37	2,55	1,70	0,84
Sept.	6,58	6,64	6,55	6,30	5,90	5,35	4,68	3,89	3,00	2,05
Octub.	6,76	7,13	7,33	7,34	7,17	6,81	6,27	5,56	4,72	3,75
Nov.	6,40	7,04	7,50	7,77	7,83	7,69	7,34	6,79	6,05	5,15
Dic.	5,85	6,55	7,10	7,47	7,63	7,60	7,36	6,91	6,28	5,48

Tabla 3: Datos de radiación global sobre superficie, según inclinación, para las coordenadas citadas.

Fuente: PVGIS para las coordenadas citadas.

Necesidades de los animales (23,50°C, 74,30% de HR)			
Gurmudele	nº animales	l/(dpersonas)	Q _d (m ³ /d)
Ganado vacuno	60,00	50,00	3,00
Ganado lanar	30,00	5,00	0,15
Cabras	90,00	5,00	0,45
Aves de corral	60,00	0,10	0,01
Caballos y asnos	40,00	40,00	1,60
Camellos	40,00	30,00	1,20
Necesidades consumo humano			
Gurmudele	nº personas	l/(dpersonas)	Q _d (m ³ /d)
Número de personas	110,00	30,00	3,30
Consumo de referencia:			9,71

Tabla 4: Necesidades hídricas de personas y animales

A2.3. Cálculo de la energía hidráulica

El proceso de cálculo se basa en su mayor parte, en el método descrito por M. Alonso Abella en su libro "Sistemas Fotovoltaicos", del cual se obtienen también los datos de necesidades hídricas de personas y animales, que exponemos en la tabla 4 del siguiente apartado.

A2.3.1 Necesidades hídricas

Para ello y con información del proyecto precedente del sistema de bombeo manual, de nuestro Peticionario, y nuestros

datos de consumo promedio (diario anual por animal o persona, hemos estimado como vemos en la tabla 4 el consumo de referencia para unas condiciones de temperatura y humedad indicadas en 9,71 m³/d.

A partir del consumo de referencia (9,71 m³/d), hemos obtenidos los datos de humedad relativa y temperatura en la zona (http://na.unep.net/swera_ims/graph/Graph.php?coords=41.02960862358078,11.733358162665954) para estimar un factor de corrección con el que modular el consumo medio mensual diario del agua, a partir del caudal de referencia. La fuente nos la proporciona el programa Swera de las Naciones Unidas (<http://swera.unep.net/index.php?id=7>), que es un explorador de recursos de energías renovables en nuestro planeta, al cual colaboran organismos como NREL y la NASA (información de satélites):

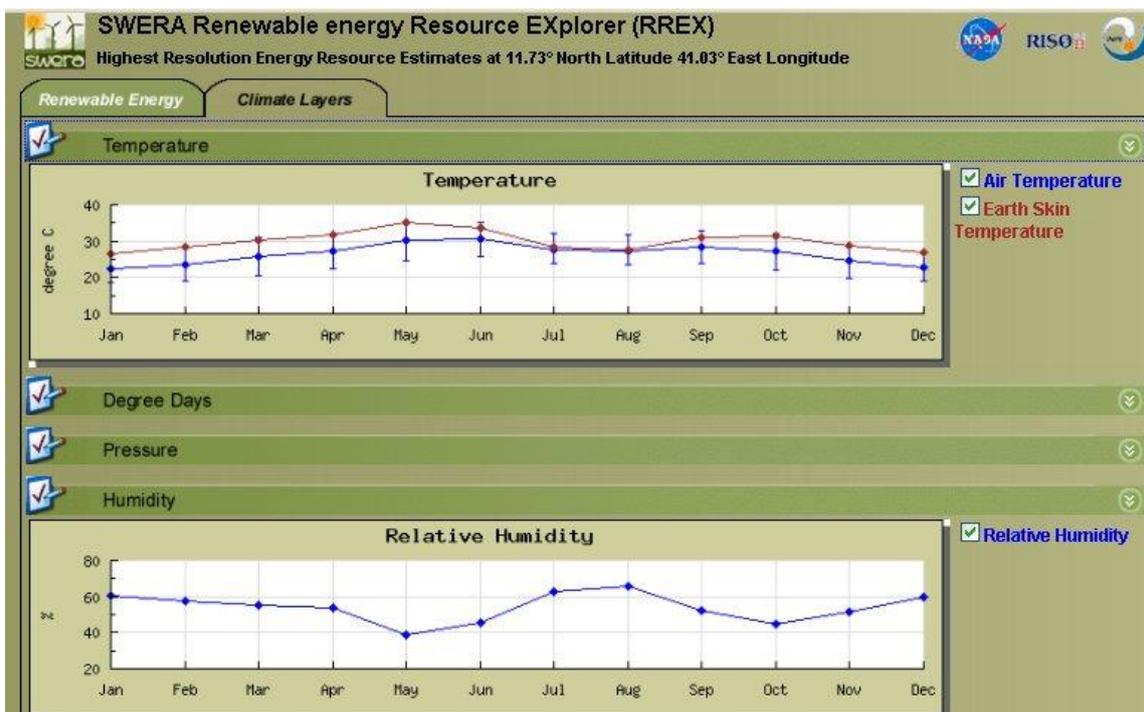


Figura 17: Temperatura del suelo y del aire para las coordenadas del proyecto.

Fuente: Swera, UN

(http://na.unep.net/swera_ims/graph/Graph.php?coords=41.02960862358078,11.733358162665954)

Los datos de temperatura y humedad, lo usaremos para estimar un coeficiente de corrección sobre el caudal en cada mes del año.

La temperatura del aire a 10 metros del suelo, oscila entre los 22,42°C del mes de enero, y los 30,49 °C del mes de Junio. La temperatura de la tierra, que es junto con la humedad, la que induce la sensación de calor en personas y animales, oscila entre los 26,65°C del mes de enero y los 35,07°C del mes de Junio, siendo bastante cálida, si tenemos en cuenta que la altitud del lugar está entorno a los 400 metros. Además las puntas de temperatura (mayo y junio), coinciden con humedades relativas bajas, por debajo del 50% (39,12% en mayo y 45,37% en junio).

En la hoja de excel que se adjunta justificativa de los cálculos hemos estimado unos factores de corrección del caudal de agua de referencia para cada mes del año, teniendo en cuenta el índice de calor, hallado a partir de las temperaturas máximas y la humedad relativa del aire. El agua, es indispensable para los seres vivos. Personas y animales son más sensibles a la falta de agua que de alimento. Su elevado calor específico sirve de amortiguador frente a los cambios de temperatura, mientras que su elevado calor de vaporización permite disminuir la temperatura corporal ya sea por evaporación en los pulmones, o por el sudor a través de la

piel. Además interviene en el proceso de nutrición al ser buen disolvente de sales minerales y compuestos orgánicos. Suponemos que el estrés térmico sufrido por personas y animales, similar al concepto de evotranspiración de las plantas, propiciado en días calurosos con mayor humedad relativa, incidirán en un mayor consumo de agua, dado que cuando la cantidad de calor que reciben personas y animales, superan su capacidad de disiparlo, entran en una situación de estrés térmico, que tiene como consecuencia el aumento del ritmo respiratorio, del consumo de agua y de la transpiración, lo que ocasiona un menor consumo de alimentos, y en caso de los animales y plantas, una bajada de la productividad (http://www.infocarne.com/noticias/2008/12/818_estres_calorico_pautas_mejorar_confort_prod_actividad.asp).

El IC (índice de calor) ó HI (heat index) (http://en.wikipedia.org/wiki/Heat_index), es un índice que combina la temperatura del aire con la humedad relativa, en un intento de determinar como el ser humano percibe la temperatura equivalente o temperatura sentida del aire.

El cálculo del IC, se realizará por la siguiente expresión:

$$HI = IC = -42,379 + 2,04901523 T + 10,14333127 H - 0,22475541 T H - 6,83783 \times 10^{-3} T^2 +$$

$$- 5,481717 \times 10^{-2} H^2 + 1,22874 \times 10^{-3} T^2 H + 8,5282 \times 10^{-4} H^2 - 1,99 \times 10^{-6} T^2 H^2$$

$T = \text{Temperatura del aire en } ^\circ F$
 $H = \text{humedad relativa en } (^\circ / 1)$

Considero que las personas y los animales adaptados a su climatología empiezan a sufrir estrés térmico, cuando la temperatura aparente IC alcanza supera los 24,49 °C. Para esta condición, de temperatura aparente hemos supuesto nuestras necesidades hídricas (temperatura del aire de 23,50 °C y humedad relativa del 74,30%).

En base a esto, establecemos los factores de corrección para otras condiciones, y modulamos así las necesidades hídricas.

Por ejemplo, en el mes de enero hemos supuesto que el aire en contacto con el suelo, toma la temperatura del terreno de 26,65°C (79,97 °F). La HR de dicho mes es del 60,72 % (0,6072 /1). Por tanto el índice de calor IC, valdrá:

$$HI = IC = -42,379 + 2,04901523 \times 79,97 + 10,14333127 \times 0,6072 - 0,22475541 \times 79,97 \times 0,6072 - 6,83783 \times 10^{-3} (79,97)^2 +$$

$$- 5,481717 \times 10^{-2} (0,6072)^2 + 1,22874 \times 10^{-3} (79,97)^2 (0,6072) + 8,5282 \times 10^{-4} (0,6072)^2 - 1,99 \times 10^{-6} (79,97)^2 (0,6072)^2 =$$

$$HI = IC = 81,85^\circ F \times (5/9) = 27,70^\circ C$$

$T = 79,97^\circ F$
 $H = 60,72\% = 0,6072 / 1$

Como nuestro IC de referencia vale 24,49°C, nuestro factor de corrección valdrá:

$$FC = \frac{IC_{\text{enero}}}{IC_{\text{Referencia}}} = \frac{27,70^\circ C}{24,49^\circ C} = 1,13(^\circ / 1) = 113,11\%$$

Es decir aumentaremos el caudal diario previsto un 13,11% más, al ser mayor la sensación de calor en dicho mes.

De esta forma, se han determinado los Índice de Calor IC, los factores de corrección FC y las necesidades hídricas diarias de agua de cada mes, que mostramos en las siguientes tablas (5 y 6), a partir del caudal de referencia diario:

- Tabla con el cálculo de los IC y factores de corrección de cada mes del año.

	T _{máx} (°C)	T _{máx} (°F)	HR (%)	IC (°F)	IC (°C)	FC
Enero	26,65	79,97	60,72%	81,85	27,70	1,13
Febrero	28,31	82,958	57,56%	85,32	29,62	1,21
Marzo	30,39	86,702	55,49%	90,78	32,65	1,33
Abril	31,58	88,844	53,37%	93,90	34,39	1,40
Mayo	35,07	95,126	39,12%	98,75	37,08	1,51
Junio	33,53	92,354	45,37%	96,83	36,02	1,47
Julio	28,4	83,12	62,90%	86,79	30,44	1,24
Agosto	27,74	81,932	65,80%	85,44	29,69	1,21
Septiembre	28,9	84,02	52,62%	85,73	29,85	1,22
Octubre	31,38	88,484	45,10%	90,11	32,29	1,32
Noviembre	28,64	83,552	51,69%	84,91	29,39	1,20
Diciembre	26,91	80,438	59,94%	82,34	27,96	1,14
Estrés Calórico:	23,5	74,3	70,00%	76,07	24,49	1,00

Tabla 5: Factor de corrección “FC” a aplicar cada mes al caudal de referencia, para hallar el caudal medio diario mensual, estimado a partir del índice de Calor “IC”, que a su vez depende de la temperatura máxima del aire “T_{máx}” y su humedad relativa “HR”. Los cálculos están efectuados en la hoja Excel que se adjunta.

Consumo medio mensual diario		
Mes	FC _{T_{máx};HR}	Q _{d,m} (m ³ /d)
Enero	1,13	10,98
Febrero	1,21	11,74
Marzo	1,33	12,94
Abril	1,40	13,63
Mayo	1,51	14,70
Junio	1,47	14,28
Julio	1,24	12,07
Agosto	1,21	11,77
Septiembre	1,22	11,83
Octubre	1,32	12,80
Noviembre	1,20	11,65
Diciembre	1,14	11,09
Media diaria anual (m ³ /d)	Q _{d,a} (m ³ /d):	12,46
Necesidad anual (m ³)		4.546,43

Tabla 6: Caudales medios diarios mensuales Q_{dm}, obtenidos al multiplicar el de referencia por el factor de corrección FC de cada mes que tiene en cuenta el índice de calor.

Nota: El factor FC valdría 1 para el caudal de referencia que coincide con las necesidades hídricas a una temperatura de 23,50°C y HR del 74,30% (IC= 76,07°F ó 24,49°C). Lógicamente si el IC supera la condición de partida (24,49°C), el factor de cada mes será mayor que la unidad, como sucede en nuestro caso, al tratarse de un país de clima muy cálido.

- Tabla con las necesidades hídricas diarias de cada mes del año:

Esto nos lleva a un consumo promedio diario de 12,46 m³/d.

Procedemos ahora a justificar que la altura total de bombeo es de 29,33 m:

Según el estudio realizado, el agua de calidad recordamos que debería estar entre los 12 y los 20 metros de profundidad. La cota natural del terreno, se encuentra a 1266 pies (385,88 m) sobre el nivel del mar, pero tras las labores de preparación, la base del depósito quedará ubicada a 1.269,28 pies, es decir, una elevación de 1 metro sobre la cota natural del terreno, Todos los datos que vamos a dar se refieren a la cota de terreno ya preparado (1.268,30 pies ó 386,58 m sobre el nivel del mar):

- Tomando como referencia la cota natural del terreno (1.266 pies), la bomba irá instalada a 17,50 metros de profundidad. No obstante, el sondeo, llegará hasta los 21,75 metros de profundidad, para evitar en lo posible la absorción del lodo y arena al comenzar la aspiración. Llevará un interruptor de nivel a 17 m bajo la cota natural del terreno, y se prevé que mientras que en condiciones de reposo la capa libre del acuífero (static level) se sitúe a 14 metros de profundidad, 3 por encima de la bomba, en condiciones de funcionamiento la capa libre de agua se sitúe a 1,5 metros sobre la bomba debido al abatimiento provocado por la succión, al tratarse de un acuífero en lecho de arena y grava, realimentado por las aguas del río Awash, lo que facilita la recuperación del nivel estático tras el bombeo, salvo en situaciones de extrema sequía. Para no desviarnos del cálculo hidráulico los detalles de medidas del pozo y técnica de perforación, los exponemos en el apartado A2.10.

Se procederá a la instalación de un depósito para el almacenamiento de agua (apartado A2.4.5) cuyo nivel de agua equivalente se encuentra 10,30 metros sobre el terreno ya preparado, por lo que la altura geométrica o estática, será de 14+10,30+1 = 25,30 metros, teniéndose en cuenta que la base del depósito se encuentra a 1 metro sobre la cota natural del terreno, para solucionar los problemas de la red de desagüe (ver plano N° 4). Si le sumamos el abatimiento (1,5 m) y las pérdidas dinámicas (2,43 m), calculadas como el 10% de la altura estática (25,30x0,10 = 2,53 m), tendremos la altura total 29,33 m (25,30 m+1,50 m+2,53 m), que nos servirá para el cálculo de la energía hidráulica.

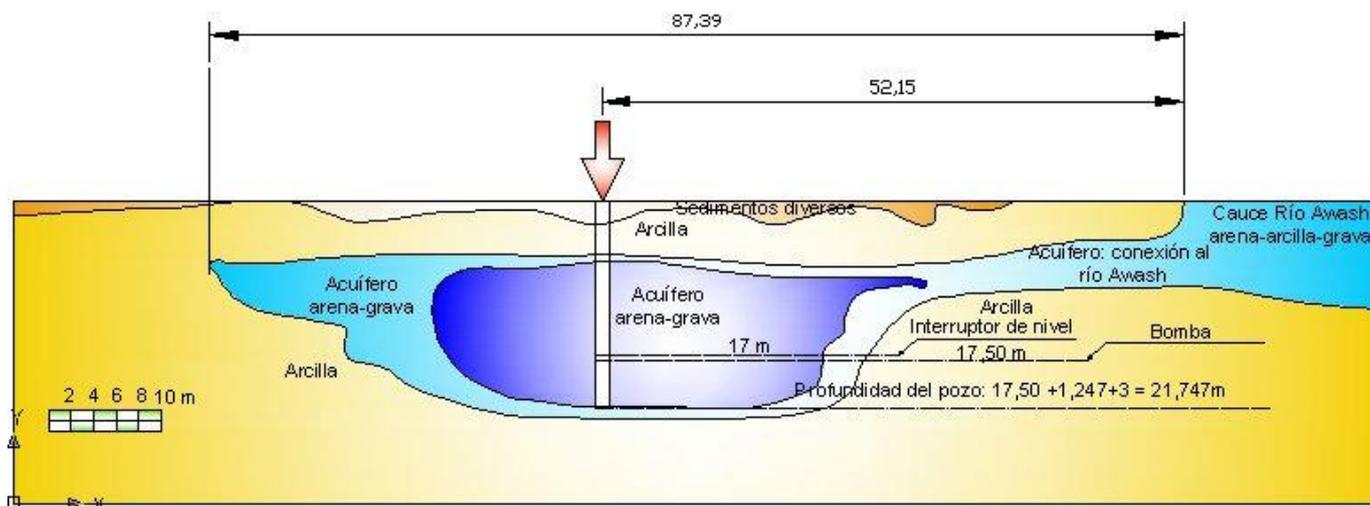


Figura 18: Detalle del pozo en el acuífero formado en el lecho sedimentario detrítico. El diámetro del pozo, se ha exagerado en la figura, para hacerlo visible.

En la tabla siguiente mostramos los datos de las distintas alturas, que nos servirán de base para el cálculo de las energías:

Consumo medio mensual diario		Altura estática. (m)	Abatimiento (m)	Altura dinámica (m)	Altura total (m)	
Mes	FC _{Tmáx;HR}					Q _{d,m} (m ³ /d)
Enero	1,13	10,98	25,30	1,50	2,53	29,33
Febrero	1,21	11,74	25,30	1,50	2,53	29,33
Marzo	1,33	12,94	25,30	1,50	2,53	29,33
Abril	1,40	13,63	25,30	1,50	2,53	29,33
Mayo	1,51	14,70	25,30	1,50	2,53	29,33
Junio	1,47	14,28	25,30	1,50	2,53	29,33
Julio	1,24	12,07	25,30	1,50	2,53	29,33
Agosto	1,21	11,77	25,30	1,50	2,53	29,33
Septiembre	1,22	11,83	25,30	1,50	2,53	29,33
Octubre	1,32	12,80	25,30	1,50	2,53	29,33
Noviembre	1,20	11,65	25,30	1,50	2,53	29,33
Diciembre	1,14	11,09	25,30	1,50	2,53	29,33
Media diaria Q		12,46				
anual (m ³ /d) Q _{d,a} (m ³ /d):						
Necesidad anual (m ³)		4.546,43				

Tabla 8: Distintas alturas medias diarias mensuales (estática, abatimiento, dinámica y total), base para el cálculo de las energías hidráulicas medias diarias mensuales. Se muestran también los caudales diarios medios mensuales, el caudal diario medio anual y la necesidad anual de agua.

A.2.3.2 Energía hidráulica necesaria.

A partir del consumo medio mensual diario de cada mes, suponemos que nuestra instalación debe satisfacer una altura total de impulsión de 29,33 metros, por lo que, como ejemplo, aplicamos esta expresión para hallar el consumo mensual diario de energía para enero, para luego presentar en Excel el resultado para los restantes meses del año:

$$E_h(KWh/d) = \frac{P}{t} = \frac{\rho(Kg/m^3)g(m/s^2)Q(m^3/h)h(m) \times \frac{1KWh}{3.600.000J}}{t(1d)} =$$

$$E_{h,d,enero}(KWh/d) = \frac{1000(Kg/m^3) \times 9,81(m/s^2) \times 10,98(m^3/d) \times 29,33(m) \times \frac{1KWh}{3.600.000J}}{1d} =$$

$$E_{h,d,enero}(KWh/d) = 0,877 (KWh/d)$$

Donde:

P_p (KW) = Potencia necesaria para desarrollar la energía hidráulica

E_{h,d} (KWh) = Energía hidráulica diaria del sistema, a determinar.

ρ (Kg/m³) = densidad del agua (1000 Kg/m³)

g (m/s²) = aceleración gravitatoria terrestre = 9,81 (m/s²)

Q (m³/d) = Caudal de fluido a impulsar, diario = 10,98 m³ cada día de enero.

h (m) = altura manométrica de impulsión (geométrica, más pérdidas de carga primarias y secundarias, más abatimiento) = 29,33m.

Llevado este método de cálculo ejemplarizado con cada día del mes de enero, al Excel, mostramos los resultados obtenidos para cada mes del año, con las siguientes necesidades de energía hidráulica, como media mensual diaria:

Consumo medio mensual diario	Energ. Hidr.	
	Mes	$Q_{d,m}(m^3/d)$
Enero	10,98	0,877
Febrero	11,74	0,939
Marzo	12,94	1,035
Abril	13,63	1,089
Mayo	14,70	1,175
Junio	14,28	1,141
Julio	12,07	0,964
Agosto	11,77	0,941
Septiembre	11,83	0,946
Octubre	12,80	1,023
Noviembre	11,65	0,931
Diciembre	11,09	0,886

Tabla 9: Caudales y energías hidráulicas diarias medias mensuales para atender nuestras necesidades de consumo de agua.

A2.4. Dimensionado de la instalación y sus equipos.

A2.4.1. Dimensionado del generador

A2.4.1.1 Relación entre la energía hidráulica y la radiación solar incidente. Ángulo óptimo del generador

Para ello dividimos la energía hidráulica (KWh/día), entre la radiación global media mensual diaria (KWh/(m²día)), para cada mes de cada inclinación FV comprendida entre 0° y 90°, tomada de 10° en 10°, obteniéndose la tabla 10:

Energía hidráulica E_H (Kwh/d) / Radiación global incidente G (KWh/(m ² d))										
	Gdm(0)	Gdm(10)	Gdm(20)	Gdm(30)	Gdm(40)	Gdm(50)	Gdm(60)	Gdm(70)	Gdm(80)	Gdm(90)
Enero	0,154	0,140	0,130	0,125	0,123	0,124	0,129	0,139	0,154	0,178
Febrero	0,157	0,147	0,141	0,139	0,140	0,146	0,155	0,172	0,197	0,238
Marzo	0,160	0,156	0,156	0,159	0,167	0,181	0,202	0,236	0,291	0,392
Abril	0,159	0,161	0,168	0,179	0,197	0,225	0,270	0,347	0,500	0,931
Mayo	0,167	0,175	0,189	0,210	0,243	0,294	0,381	0,552	0,955	1,447
Junio	0,165	0,177	0,194	0,220	0,261	0,326	0,441	0,675	1,204	1,421
Julio	0,150	0,159	0,172	0,193	0,225	0,275	0,360	0,521	0,910	1,172
Agosto	0,149	0,153	0,162	0,175	0,196	0,228	0,279	0,369	0,553	1,126
Sept.	0,144	0,142	0,144	0,150	0,160	0,177	0,202	0,243	0,315	0,461
Octubre	0,151	0,143	0,140	0,139	0,143	0,150	0,163	0,184	0,217	0,273
Nov.	0,145	0,132	0,124	0,120	0,119	0,121	0,127	0,137	0,154	0,181
Dic.	0,151	0,135	0,125	0,119	0,116	0,117	0,120	0,128	0,141	0,162
Valor máximo	0,167	0,177	0,194	0,220	0,261	0,326	0,441	0,675	1,204	1,447

Tabla 10: Cocientes de las energías hidráulicas diarias medias mensuales y la radiación global a diferente inclinación y orientación sur.

Después, como se puede apreciar, marcamos en rojo los valores máximos de dicha comparativa, para cada inclinación, que nos expresa el mes de cada inclinación donde obtenemos mayor energía hidráulica frente a la radiación solar que recibe el generador FV.

Luego escogemos de entre ellos, el valor mínimo (mes crítico), que se corresponde con 0,161 que se da en mayo con inclinación de 0°, ya que dicho valor mínimo de entre los máximos, nos proporciona la inclinación óptima que debemos dar a nuestro generador FV para satisfacer de la mejor forma posible nuestras necesidades de energía.

En estas latitudes, si se tratase simplemente de generar la máxima energía, la inclinación estaría entorno a 13°. Como aquí, tenemos que tener en cuenta además las necesidades hídricas dicho ángulo se ve modificado a 0°, como acabamos de justificar.

Luego nuestra solución es que la inclinación de 0° para el mes de mayo, ángulo que mejor satisface nuestras necesidades más críticas de energía. Aún así, por tema de limpieza inclinaremos el módulo 5°. La inclinación máxima permitida en todo caso no será mayor de la latitud del lugar, 11°.

A2.4.1.2 Potencia pico del generador.

La energía hidráulica necesaria, la calculamos para el mes de mayo, nuestro mes de dimensionado, y será:

$$E_h(KWh/d) = \frac{P}{t} = \frac{\rho(Kg/m^3)g(m/s^2)Q(m^3/h)h(m) \times \frac{1KWh}{3.600.000J}}{t(1d)} =$$

$$E_{h,d,enero}(KWh/d) = \frac{1000(Kg/m^3) \times 9,81(m/s^2) \times 14,70(m^3/d) \times 29,33(m) \times \frac{1KWh}{3.600.000J}}{1d} =$$

$$E_{h,d,enero}(KWh/d) = 1,175 (KWh/d)$$

La potencia pico del generador, necesaria para desarrollar dicha energía hidráulica, la podemos estimar, en dicho mes peor:

$$P_p(KWp) = \frac{E_h(KWh/d)}{\eta_{mb}} \frac{G_{STC}(KW/m^2)}{F_m F_t G_{d,mayo}} = \frac{1,175(KWh/d) \times 1(KW/m^2)}{0,4(^{\circ}/1) \times 0,95(^{\circ}/1) \times 0,775(^{\circ}/1) \times 7,04(KWh/(m^2d))} = 0,567KWp = 567 Wp$$

Siendo:

P_p (KWp) = Potencia necesaria para desarrollar la energía hidráulica

$E_{h,mayo}$ (KWh/d) = 1,175 = Energía hidráulica del sistema en mayo (ver página anterior)

$G_{0,40^{\circ},julio}$ (KWh/(m²d)) = 7,04 = irradiación media mensual diaria, sobre el plano FV, mirando al sur, e inclinada 0°, mes de mayo

η_{mb} (°/1) = 0,4 = eficiencia o rendimiento medio diario del conjunto motobomba = 0,40 (°/1)

F_m (°/1) = 0,95 = factor de acoplo medio o cociente entre la energía generada en condiciones de operación y la que se generaría trabajando en PMP (suele estar entre 0,8 (volumétricas), 0,9 (centrífugas) y 0,95 en sistemas con seguimiento del punto de máxima potencia), pero entiendo no son valores rígidos, dada la gran variedad de bombas disponibles en el mercado. Nuestra bomba es de tipo volumétrico, con seguimiento del punto de máxima potencia. Por tanto, tomamos por ello 0,95.

F_t (°/1) = 0,775 = Factor de corrección de la temperatura, que hemos calculado con la expresión:

$$F_t(^{\circ}/1) = 1 - \delta(T_C - 25) = 1 - \gamma(T_C - 25) = 1 - 0,005(70 - 25) = 0,775$$

Se corresponde a módulos de silicio cristalino, ya que $\gamma = \delta = 0,005^{\circ}\text{C}^{-1}$ es su valor típico, trabajando a una temperatura de célula de 70°C , (no tomamos 40° , porque se trata de un mes cálido en nuestro dimensionado para Gumurdele, Etiopía).

A2.4.1.3 Cálculo de la configuración del generador fotovoltaico.

El módulo que elegiremos para nuestra instalación es de silicio monocristalino, del fabricante Isofotón, en concreto el modelo IS-170, que presenta las siguientes características en condiciones STC, obtenidas de su página web (<http://www.isofoon.com/soluciones-energeticas/productos/fotovoltaica/modulos/>):

COMPORTAMIENTO BAJO CONDICIONES ESTÁNDAR DE PRUEBA	IS-160	IS-165	IS-170	IS-175
POTENCIA ELÉCTRICA MÁXIMA (P_{\max})	160	165	170	175
TENSIÓN EN CIRCUITO ABIERTO (V_{oc})	44,4	44,4	44,4	44,4
TENSIÓN EN EL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA (V_{mpp})	36,0	36,0	36,0	36,0
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (I_{sc})	4,80	4,95	5,10	5,25
CORRIENTE EN EL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA (I_{mpp})	4,45	4,59	4,73	4,87
EFICIENCIA (%)	12,7%	13,1%	13,4%	13,8%
TOLERANCIA DE POTENCIA (% P_{\max})	$\pm 3\%$	$\pm 3\%$	$\pm 3\%$	$\pm 3\%$

Datos medidos en simuladores solares Clase A, según IEC-60904-9 Ed.2, certificado por TÜV Rheinland



PARÁMETROS DE TEMPERATURA

TONC	$47^{\circ}\text{C} + / - 2^{\circ}\text{C}$
CCT I_{sc}	$0,0294 \% / \text{K}$
CCT V_{oc}	$-0,387 \% / \text{K}$
CCT P_{\max}	$-0,48 \% / \text{K}$

Figura 19: características del módulo Isofotón IS-170

- El número mínimo de módulos a conectar en serie, tendrá que ser de 2, para garantizar que a 70°C la tensión no caiga por debajo de la mínima que necesita, el acondicionador de potencia que lleva la bomba, que es de 30 Vdc. El rango de entrada del acondicionador de potencia, va de 30 a 300 V. La tensión a la entrada del acondicionador mínima en la que puede buscar el punto de máxima potencia (30V), se compara con la tensión mínima que tendría el generador FV en el punto de máxima potencia, cosa que sucede a 70°C :

$$\text{mín}(N_{mS}) = \text{Int} \left[\frac{V_{SQlexDC, \text{mín}}}{V_{Mód, m, (T_c=70^{\circ}\text{C})}} \right] + 1 = \text{int} \left[\frac{30\text{V}}{28,27\text{V}} \right] + 1 = 1 + 1 = 2 \text{ módulos en serie}$$

$$V_{Mód, m, (T_c=70^{\circ}\text{C})} = V_{Mód, M, STC} + 45\beta_{Mód, Voc} = 36(\text{V}) + 45(^{\circ}\text{C}) \times (-0,1718(\text{V}/^{\circ}\text{C})) =$$

$$V_{Mód, m, (T_c=70^{\circ}\text{C})} = 36 - 7,73 = 28,27\text{V}$$

Siendo:

$$\text{Int} [X] = \text{Parte entera del valor } X$$

$$V_{Mód, M, (T_c=70^{\circ}\text{C})} = \text{Tensión del módulo a potencia máxima y } 70^{\circ}\text{C}$$

$$V_{SQlexDC} = \text{Tensión mínima, elegida del rango DC (30 a 300V)}$$

$$V_{Mód, M, STC} = 36\text{V} = \text{Tensión a máxima potencia del módulo, STC}$$

$$\beta_{Mód, Voc} = \text{Coeficiente de temperatura de } Voc = 0,387 (\% / \text{K})$$

$$\Rightarrow \beta_{Mód, Voc} (\text{V}/^{\circ}\text{C}) = -0,387 \frac{V_{OC}}{100} = -0,387 \times \frac{44,40(\text{V})}{100} = -0,1718 \text{ V}/^{\circ}\text{C}$$

- El número máximo de módulos a conectar en serie (para que no se sobrepase la tensión más alta que puede soportar el acondicionador de potencia a la entrada en cc, que es de 300 V, cuando el módulo FV a -10°C alcanza su tensión máxima estando a circuito abierto):

$$\text{máx}(N_{mS}) = \text{Int} \left[\frac{V_{SQlexDC, \text{máx}}}{V_{Mód, OC, (T_c = -10^{\circ}\text{C})}} \right] = \left[\frac{300\text{V}}{50,413\text{V}} \right] = 5 \text{ módulos en serie}$$

$$V_{Mód, OC, (T_c = -10^{\circ}\text{C})} = V_{Mód, OC, STC} - 35\beta_{Mód, Voc} = 44,40(\text{V}) - 35(^{\circ}\text{C}) \times (-0,1718(\text{V} / ^{\circ}\text{C})) =$$

$$V_{Mód, OC, (T_c = -10^{\circ}\text{C})} = 44,40 + 6,013 = 50,413 \text{ V}$$

Siendo:

$$\text{Int} \left[X \right] = \text{Parte entera del valor } X$$

$$V_{Mód, OC, (T_c = -10^{\circ}\text{C})} = \text{Tensión máxima del módulo a circuito abierto y } -10^{\circ}\text{C}$$

$$V_{SQlexDC, \text{máx}} = \text{Tensión máxima del acondicionador a la entrada de CC}$$

$$V_{Mód, OC, STC} = 30\text{V} = \text{Tensión a circuito abierto del módulo, STC} = 44,40\text{V}$$

$$\beta_{Mód, Voc} = \text{Coeficiente de temperatura de Voc} = 0,387\% / \text{K} = 0,1718\text{V} / ^{\circ}\text{C}$$

- Cálculo del número de módulos en paralelo:

Debemos de asegurar los 8,4 A que precisa el motor MSF 3. Interesa poner 2 módulos en paralelo ($I_{\text{máx, motor}} / I_{\text{máx, STC}} = 8,4 / 4,73 = 1,77$ módulos).

$$N_{mp} = \text{Redondear mas} \left[\frac{I_{\text{máx, motor}}}{I_{\text{máx, STC}}} \right] = \text{Redondear mas} \left[\frac{8,4\text{A}}{4,73\text{A}} \right] = 2$$

Siendo:

$$N_{mp} = \text{N}^{\circ} \text{ de módulos en paralelo}$$

$$I_{\text{máx, motor}} = \text{Intensidad máxima del motor}$$

$$I_{\text{máx, STC}} = \text{Intensidad máxima del módulo}$$

$$\text{Redondear mas} \left[X \right] = \text{redondear hacia arriba con 0 decimales}$$

- Interesa poner 2 módulos en paralelo como mínimo.

Habitualmente los sistemas de acondicionamiento de potencia son capaces de disminuir los umbrales de irradiancia a partir del cual se bombea agua, como sucede en nuestro caso al tratarse de un convertidor DC/DC que integrado en la bomba, trabaja con unos umbrales de entrada de 30 a 300 V, accionando el motor que mueve a nuestra bomba de desplazamiento positivo, siendo capaz de transformar el exceso de tensión en mayor corriente. Por ello disponemos de cierto margen para articular la configuración de nuestro generador.

Solución: Tengo que elegir entre 2 y 5 módulos a poner en serie, y un mínimo aconsejable de 2 módulos en paralelo. Si situamos 2 módulos en serie, y 2 en paralelo, nuestra configuración será 2Sx2P, y conseguiríamos una potencia pico de 680 Wp (170Wpx4), algo por encima de la estimada en el apartado anterior de 567 Wp, y de la estimada por Grundfos WebCaps de 560 Wp, como veremos. **Luego nuestro generador FV estará formado por una configuración 2Sx2P de módulos ISF 170, totalizando 680 Wp.**

A2.4.1.3.1 Curvas características del módulo de Isofotón IS 170

VARIACIÓN I-V DEL IS-170 EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA DE LA CÉLULA

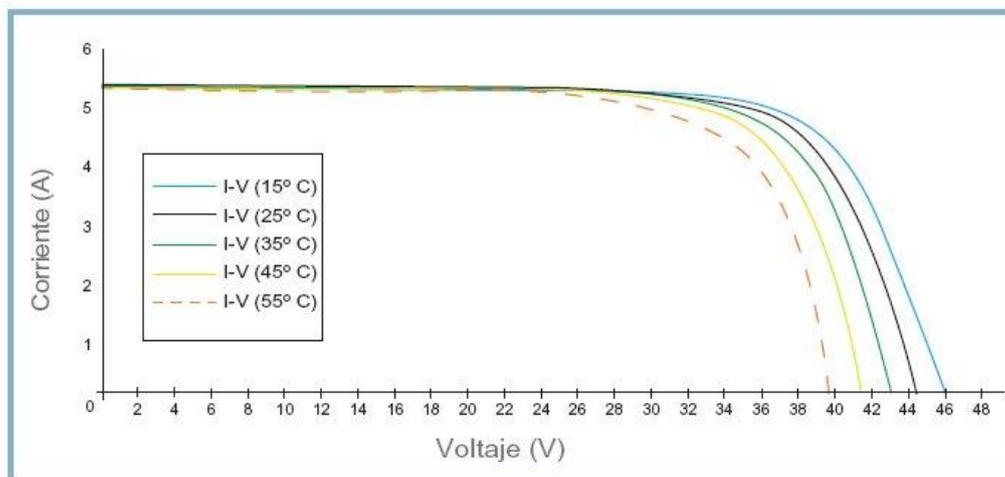


Figura 20: Curvas I-V, módulo Isofotón IS-170

A2.4.2 Dimensionamiento del motor.

El motor deberá de tener una potencia mínima de 546 W, que es en principio la potencia pico del generador.

A2.4.3 Potencia de la bomba y caudal pico.

El caudal pico de la bomba lo estimaremos por la siguiente expresión:

$$P_{p,bomba} (W) = P_p(W) \times \eta_{m,b} = 567(W) \times 0,60 = 340,20W$$

$$Q(l/s) = \frac{P_p(W)}{\rho(Kg/dm^3) \times g(m/s^2) \times h(m)} = \frac{340,20(W)}{1(Kg/l) \times 9,81(m/s^2) \times 29,33(m)} = 1,18 (litros/s)$$

$P_{p,bomba} (W)$ = Potencia pico de la bomba.

$P_p (W)$ = Potencia pico del generador.

$\eta_{mb} (0/1)$ = 0,6 = eficiencia pico del conjunto motor-bomba (*)

$\rho (Kg/m^3)$ = densidad del agua ($1 Kg/dm^3$)

$G (m/s^2)$ = aceleración gravitatoria terrestre = $9,81 (m/s^2)$

$h (m)$ = 29,33 altura manométrica de impulsión (geométrica, más pérdidas de carga primarias y secundarias, más abatimiento)

Nota (*): No debemos confundir el rendimiento medio diario de la motobomba, que estimamos en 0,4, con el pico de valor 0,6.

A2.4.4 Dimensionado de las tuberías de PE.

Como material seleccionamos el polietileno de alta densidad, que se está generalizando en proyectos de ingeniería para redes de agua (EN-UNE-12.201-2), por sus excelentes propiedades, poco peso, gran variedad de accesorios, y fácil manejo, y si se hace una correcta elección, robustez y durabilidad.

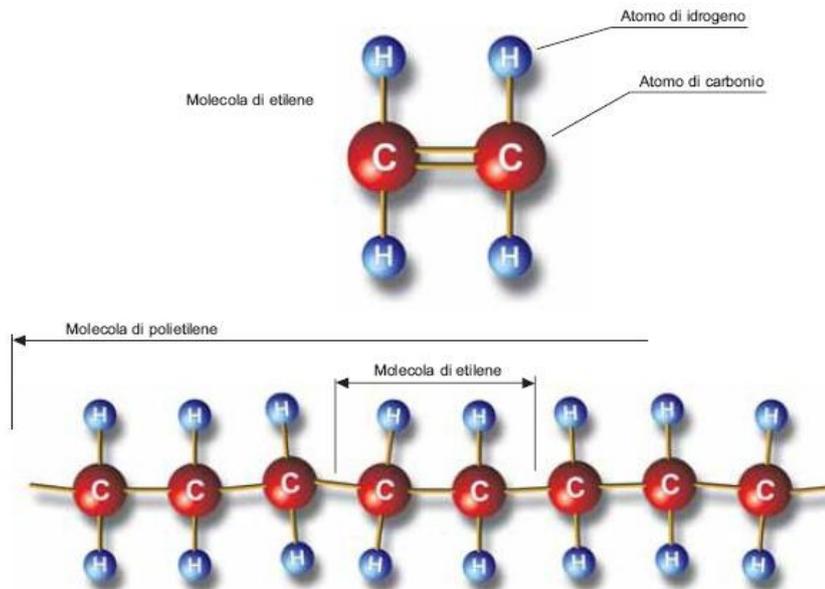


Figura 21: Moléculas de etileno y de pilietileno

Fuente: fabricante italiano de tubos Unidelta.

Realizaremos primero el cálculo, y luego justificaremos la elección de nuestra tubería.

A2.4.4.1 Cálculo de la tubería de PEAD. Pérdidas de Darcy.

Para ello utilizamos el siguiente ábaco, que nos permite partiendo del caudal y de la velocidad del fluido, para tubo PE 100, PN16-SDR 11, calcular el diámetro y la pérdida de carga para 100 metros de tubería, en mca, a 10°C:

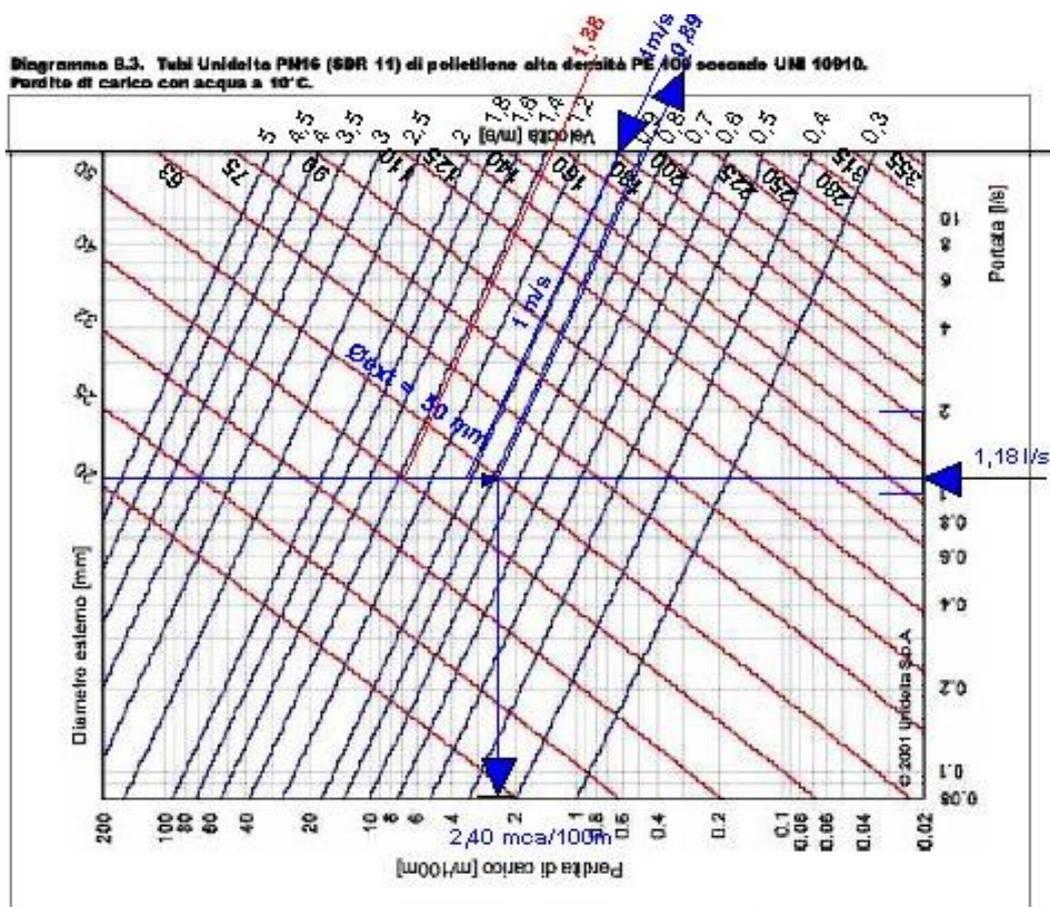


Figura 22: Moléculas de etileno y de pilietileno
Fuente: fabricante italiano de tubos Unidelta.

Entramos con 1 m/s de velocidad y 1,18 l/s de caudal. De los dos posibles diámetros

exteriores 40 mm, y 50 mm, **hemos optado por 50 mm**, el más cercano, pues como vemos en la figura para una velocidad de 1m/s, y un caudal de 1,18 l/s, la tubería debería de tener 46 mm de diámetro exterior, que no se fabrica. **Escogemos pues, 50 mm de diámetro exterior, que para una SDR de 11, que luego explicaremos, obtendríamos un diámetro interior de 40,8 mm, con una velocidad de 0,89 m/s y una pérdida de carga a 10°C de 2,40 mca/100m):**

Corregiremos ahora la pérdida de carga de 10°C a 20°C, que es posiblemente la del acuífero, cuando en superficie se da la temperatura mínima del lugar (26,65 °C). Para ello el fabricante Unidelta, nos permite mediante un diagrama, corregir de 10 a 40°C. Luego corregiremos a 20°C.

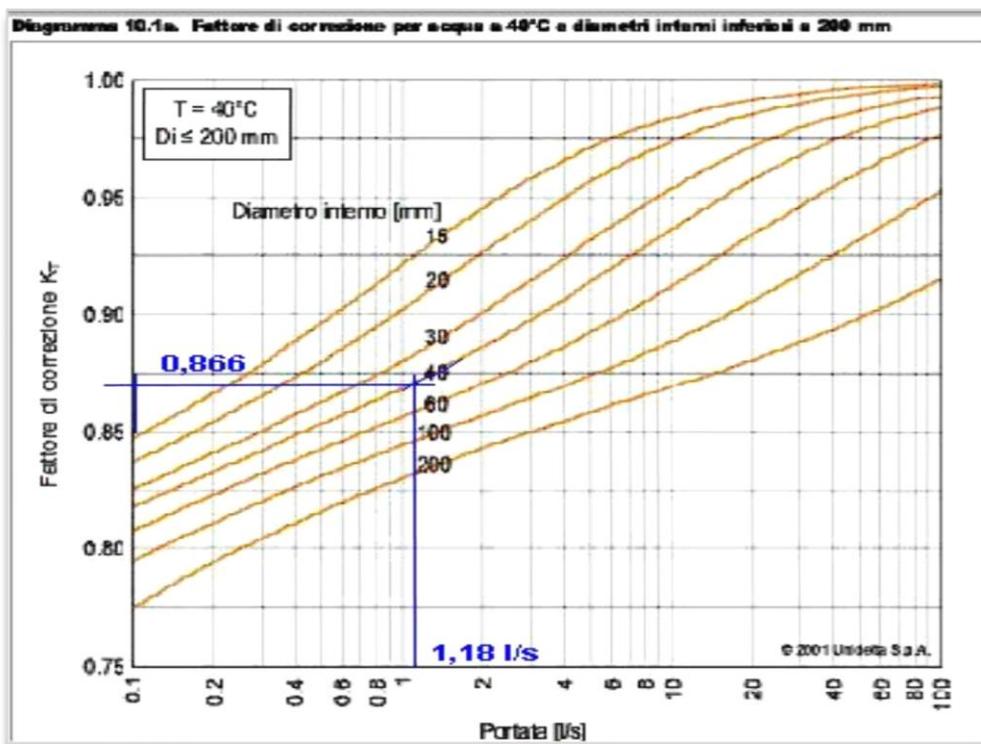


Figura 23: factor de corrección para agua a 40°C, y diámetro interno inferior a 20 mm.

Fuente: fabricante italiano de tubos Unidelta.

Tenemos pues que el factor de corrección a 40°C vale 0,866.

Calculamos ahora el factor de corrección a 20°C, aplicando una regla de tres, suponiendo que la variación se aproxima a una forma lineal:

$$K_{40^{\circ}\text{C}} = 0,866.$$

$$K_{10^{\circ}\text{C}} = 1 \Rightarrow \text{Si } \Delta T_{30^{\circ}\text{C}} \rightarrow \Delta K = -0,134$$

$$\Delta T_{10^{\circ}\text{C}} \rightarrow \Delta K = X$$

$$X = \frac{10 \times 0,134}{30} = -0,0446 \Rightarrow K_{20^{\circ}\text{C}} = 1 - 0,0446 = 0,955$$

Conocido el factor de corrección, podemos calcular a 20°C, la pérdida de carga:

$$J_{20^{\circ}\text{C}} = K_{20^{\circ}\text{C}} \times J_{10^{\circ}\text{C}} = 0,955 \times 2,40 = 2,292 \text{ mca} / 100\text{m}$$

$$J_{T(^{\circ}\text{C})} = \text{Pérdida de carga en mca} / 100\text{m, a la temperatura } T$$

Podemos también comprobar que calculada la velocidad a partir del caudal, su resultado es parecido a la obtenida del ábaco del fabricante italiano de tubos Unidelta (0,89 m/s):

$$v(m/s) = \frac{4.000 Q}{3,14(D_{ext} - 2xe)^2} = \frac{4000 \times 1,18(l/s)}{3,14 \times (50 - 4,6 \times 2)mm)^2} = 0,90 m/s$$

Siendo:

$V =$ velocidad del agua en m/s

$Q =$ caudal del agua en litros/seg

$D_{ext} =$ Diámetro exterior de la tubería en mm

$e =$ espesor en mm

Para una tubería de 50 mm de diámetro exterior, SDR = 11, por la que circula un caudal de 1,18 l/s de agua a una velocidad de 0,89 m/s tendremos una caída de presión, de 2,292 mca/100 m de tubería, es decir, de 0,0223 mca/m. Llevado al Excel con las ecuaciones de Darcy, hemos obtenido los siguientes resultados para las pérdidas de carga primarias y secundarias:

Pérdidas Darcy 1ª, en las tuberías			L(m)	H _{du} (m)	H _{dt 1as} (mte)
$H_d = f \frac{Lv^2}{2Dg}$			35,00	0,022	0,78
Pérdidas Darcy 2ª, en los accesorios		K	H _{du} (m)	número accesorios	H _{dt} (mte)
Codo de 90º		2,50	0,13	3,00	0,38
Curva suave de 90:		2,00	0,10	1,00	0,10
Válvula de pie con colador		5,00	0,25	1,00	0,25
Válvulas de esfera		2,00	0,10	2,00	0,20
Válvula antirretorno de disco		5,00	0,25	1,00	0,25
Tés		2,00	0,10	1,00	0,10
Turbina contador		6,00	0,31	1,00	0,31
Unión tubería a ras pared		0,50	0,03	1,00	0,03
Velocidad del fluido: 1,00 m/s Diámetro tubo PE: 50 mm; SRD = 11,00			$H_d = K \frac{v^2}{2g}$		H _{t2as} = 1,63
Pérdidas Dinámicas, 1ªs y 2ªs:			H _{dt1as} (mte)	H _{dt2as} (mte)	H _{dt} (mte)
			0,78	1,631	2,41

Tabla 11: Pérdidas de carga s primarias y secundarias, obtenidas en la hoja Excel que se adjunta.

Es decir:

$$H_{td} = H_{td1as} + H_{dt2as} = 0,78 + 1,63 = 2,41 \text{ mca}$$

Observamos que las pérdidas de Darcy están valoradas en 2,41 mte, siendo recomendable que se encuentren entorno al 10% de la altura estática ($24,30 \times 0,10 = 2,43$ m), por lo que lo damos por válido.

A2.4.4.2 Elección de la tubería de PE.

Necesitamos una tubería de material plástico que reúna las siguientes condiciones, a fin de asegurarnos su perdurabilidad, en un plazo superior a 25 años:

- Que cumpla con las mismas exigencias que se les pide a las redes de abastecimiento de aguas, en cuanto al transporte de fluidos a presión.
- Altamente resistente a la rotura y a la fisuración, que permita instalarse directamente en zanja sin cama de arena.
- Tratamiento antibacteriano
- Resistentes a la radiación UV. Aún así se recomienda cubrirlas para impedir su antiestética decoloración. Para conseguir su resistencia a la intemperie, deberá de contener un mínimo de 2% de contenido de carbono negro, que absorbe los rayos UV potencialmente dañinos, y mantiene las propiedades de la tubería.

El material elegido como idóneo, debe de cumplir, con la norma EN-UNE-12201-2, y el RD 140/2003, que garantiza que cumple con las condiciones higiénico-sanitarias para el transporte de fluidos para el consumo humano (la elección del diámetro se justifica en el siguiente apartado):

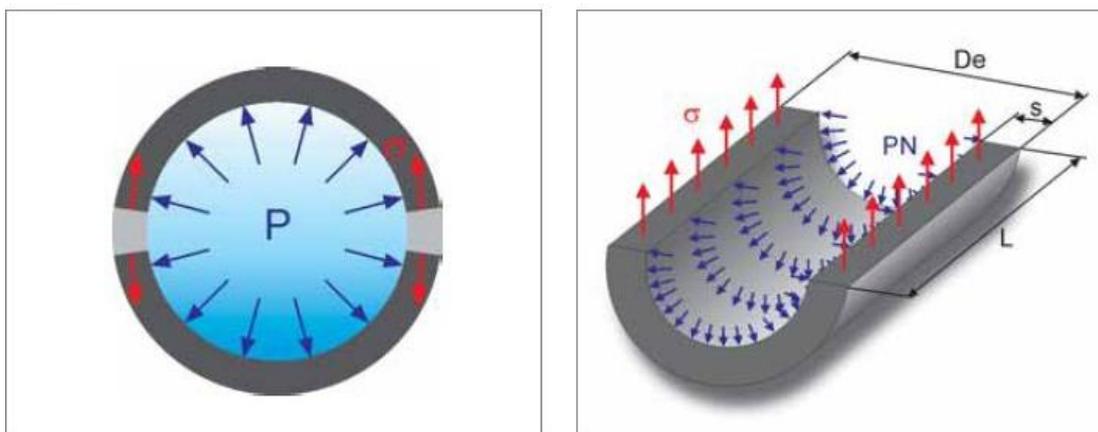
Tabla de dimensiones de tubería PE 80 y PE 100 según EN 12201

DN	PE 80						PE 100							
	SDR 22		SDR 13,6		SDR 9		SDR 17		SDR 13,6		SDR 11		SDR 9	
	PN-6		PN-10		PN-16		PN-10		PN-12,5		PN-16		PN-20	
	e	Peso	e	Peso	e	Peso	e	Peso	e	Peso	e	Peso	e	Peso
mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	
20	-	-	1,8	0,11	2,0	0,13	-	-	-	-	2,0	-	2,3	0,14
25	-	-	1,9	0,15	3,0	0,21	-	-	2,0	-	2,3	0,17	3,0	0,20
32	-	-	2,4	0,23	3,6	0,33	2,0	0,23	2,4	0,24	3,0	0,28	3,6	0,33
40	1,9	0,24	3,0	0,36	4,5	0,51	2,4	0,30	3,0	0,36	3,7	0,44	4,5	0,52
50	2,3	0,36	3,7	0,55	5,6	0,80	3,0	0,46	3,7	0,56	4,6	0,68	5,6	0,81
63	2,9	0,57	4,7	0,88	7,1	1,27	3,8	0,73	4,7	0,89	5,8	1,07	7,1	1,28
75	3,5	0,82	5,5	1,22	8,4	1,78	4,5	1,03	5,6	1,26	6,8	1,51	8,4	1,81

Tabla 12: Dimensiones de tuberías s/EN 12.201. Para un diámetro exterior de 50 mm, siendo la proporción entre diámetro exterior e interior ó SDR de 11, el espesor de la tubería será de 4,6 mm y su peso por metro de 0,60 Kgf.

Fuente: ABN pipeSystems (www.abnpipesystems.com)

Escogemos PE100, siglas que corresponden al polietileno de alta densidad (958 Kg/m^3 a 23°C), por ser el más aconsejable en redes de agua potable. El número que acompaña a las siglas PE, es decir, 100 en nuestro caso, es el valor de la tensión mínima requerida ó MRS (minimum required strength), que sería de 100 bares o 10 Mpa. La MRS expresa el valor máximo de la tensión circunferencial admisible " σ ", extrapolado mediante regresión a una duración de 50 años de la instalación, en ejercicio continuo a temperatura de 20°C .



$$\underbrace{10}_{\text{Fattore di conversione dai MPa ai bar}} \cdot \underbrace{2 \cdot \sigma \cdot s \cdot L}_{\text{Forza resistente agente su entrambi i lati della parete del tubo}} = \underbrace{P \cdot (De - s) \cdot L}_{\text{Forza resistente agente sulla superficie del tubo dovuta alla pressione}} \quad [6.1]$$

Figura 24: A la izquierda y derecha (flechas azules), están representados los esfuerzos generados por la presión hidrostática interna. A la derecha se añaden en corte axial los esfuerzos o tensiones tangenciales (flechas rojas),
Fuente: fabricante italiano de tubos Unidelta.

En el cálculo de redes de agua, se estima una “ σ ” de trabajo resultado de dividir el valor de MRS entre 1,25 (coeficiente de seguridad). Es decir para PE100, sería “ $\sigma = 10\text{MPa}/1,25 = 8\text{MPa} = 80\text{ bar}$ ”.

MRS [MPa]	Designazione	Tensione di progetto $\sigma_D = \text{MRS}/1.25$ [MPa]	Altra designazione comune
4.0	PE 40	3.2	Sigma 32
6.3	PE 63	5.0	Sigma 50
8.0	PE 80	6.3	Sigma 63
10.0	PE 100	8.0	Sigma 80

Tabla 13: Designación de la tubería de polietileno de alta densidad (PEAD)

Fuente: ABN pipeSystems (www.abnpipesystems.com)

Nuestro tubo elegido puede ser identificado tanto por su mínima tensión requerida ó MRS de valor 10 Pa, ó por su designación común, que sería Sigma 80 (8MPa de tensión “ σ ” de proyecto equivalente a 80 bares).

Cuando escogemos una tubería de polietileno, debemos fijarnos que cuanto mayor sea su densidad, mejor tensión tangencial “ σ ” presentará. El tubo será más resistente, y tendrá un mayor módulo de elasticidad.

Se llama SDR (ratio de dimensión estándar ó standard dimension ratio) a la comparación del diámetro exterior con el espesor de la tubería. Nuestra tubería de 50 mm de diámetro exterior (ver apartado 8.5.1) tiene un espesor $e = 4,6\text{ mm}$. Por tanto:

Temperatura del fluido	Pressione massima di esercizio [bar]			
	PN 6.3	PN 10	PN 16	PN 25
≤20	6.3	10.0	16.0	25.0
30	5.4	8.7	13.9	21.7
40	4.6	7.4	11.8	18.5

Tabla 14: Presión máxima de trabajo en función de la temperatura del fluido
Fuente: ABN pipeSystems (www.abnpipesystems.com)

PN = 16, significa que la tubería posee una presión de trabajo a 20 grados centígrados de 16 bar. 1 bar son 10,20 mca, por lo que 16 bar son 163,20 mca, presión más que suficiente para garantizar la durabilidad de nuestra instalación.

$$SDR = \frac{\phi_{ext(mm)}}{e(mm)} = \frac{50mm}{4,6mm} = 10,87 \Rightarrow SDR = 11$$

e = espesor en mm

Existe una relación entre la presión nominal de trabajo “PN” y la tensión tangencial “σ”, y la ratio de dimensión estándar “SDR”, que comprobamos a continuación, aplicándola a nuestra tubería de 50 mm de diámetro exterior, 4,6 mm de espesor y tensión tangencial σ = 80 bares (8MPa):

$$PN = \frac{2x\sigma(Mpa)}{SDR-1} = \frac{2x8}{10} = 1,6MPa = 16bar = 163,09mca$$

$$SDR = D_{ext(mm)} / e(mm) = 50 / 4,6 \approx 11$$

$$\sigma(bar)_{PE100} = 8MPa$$

$$1MPa = 10bar$$

$$1bar = 10,193mca$$

Nuestra tubería elegida será de polietileno de alta densidad PE100, de uso alimentario, con presión nominal PN 16 bar, de diámetro 50 mm con SDR 11, adecuado para soportar el caudal con una velocidad como veremos, entorno a 1 m/s.

Los accesorios deberán de asegurar la continuidad de las características exigidas a los tubos, en cuanto a las normas citadas.

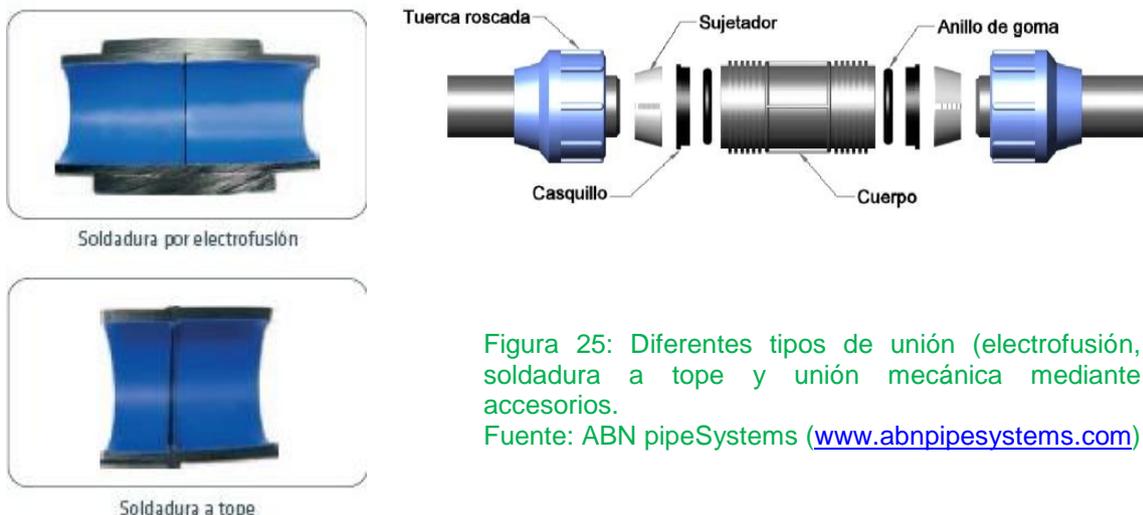


Figura 25: Diferentes tipos de unión (electrofusión, soldadura a tope y unión mecánica mediante accesorios).
Fuente: ABN pipeSystems (www.abnpipesystems.com)

La unión de los tubos, se efectuará preferiblemente por electrofusión en las zonas enterradas, para evitar fugas de agua, y posibilidad de contaminación bacteriana, y por accesorio mecánico en el resto. Los accesorios serán compatibles con las normativas antes citadas.

A2.4.5 Satisfacción de las necesidades hídricas. Cálculo del excedente hídrico diario.

Pasamos a comprobar el exceso de energía hidráulica diaria, para lo cual calculamos el caudal bombeado.

Como ejemplo lo calculamos enero, para luego en la tabla de Excel exponer los resultados que de forma análoga se han obtenido para los caudales diarios bombeados para el resto de los meses del año, así como el excedente hídrico.

- Caudal necesario para cubrir nuestras necesidades hídricas diarias en enero:

Se calcula a partir de la energía hidráulica (ver apartado 7.1) que cubre nuestras necesidades diarias en dicho mes:

$$Q_{d,N}(m^3/d) = \frac{3,6 \times 10^3 E_h(*) (Kwh/d)}{g(m/s^2) \times h(m)} = \frac{3.600 \times 0,877}{9,81 \times 29,33} = 10,98 \text{ m}^3 / \text{de enero}$$

(Nota*): E_h es la energía hidráulica necesaria en función de nuestras necesidades hídricas).

- Energía hidráulica disponible a partir de la generación FV en enero:

Sabemos que la potencia pico FV es de 647,68 Wp. Entonces, la energía hidráulica disponible a partir de la generación FV será:

$$E_{hdisp}(**) (Kwh/d) = \frac{Pp(kW) \eta_{mb} F_m F_t G_{d,0^\circ, \text{enero}} (Kwh/(m^2 d))}{G_{STC} (Kw/m^2)} = \frac{0,567(Kw) \times 0,4 \times 0,95 \times 0,775 \times 5,68}{1(Kw/(m^2 d))} = 0,948 Kw h/d$$

(Nota**): E_{hdisp} es la energía hidráulica que proporciona nuestro generador y que debe ser mayor o igual a la de nuestras necesidades hídricas).

- El caudal bombeado, con la energía hidráulica FV, en enero:

Lo calculamos mediante la siguiente expresión:

$$Q_{d,FV}(m^3/d) = \frac{3,6 \times 10^3 E_h(Kwh/d)}{g(m/s^2) \times h(m)} = \frac{3.600 \times 0,948}{9,81 \times 29,33} = 11,86 \text{ m}^3 / \text{de enero}$$

- Excedente de caudal para enero:

Será de $0,87 \text{ m}^3$, que es la diferencia entre el caudal diario que en dicho mes cubre nuestras necesidades hídricas y el bombeado:

$$Q_{d,Excedente}(m^3/d) = Q_{d,FV}(m^3/d) - Q_{d,N}(m^3/d) = 11,86 - 10,98 = 0,88 = \text{m}^3 / \text{de enero}$$

En la siguiente tabla, mostramos los resultados obtenidos para los restantes meses del año:

Excedente H.	Energ. Hidr.	Energ. Hidr. Disp.	Caudal neces.	Caudal bombeado	Excedente
	(Kwh/d)	(Kwh/d)	(m ³ /d)	(m ³ /d)	(m ³ /d)
Enero	0,877	0,948	10,98	11,86	0,88
Febrero	0,939	1,000	11,74	12,51	0,76
Marzo	1,035	1,078	12,94	13,49	0,54
Abril	1,089	1,146	13,63	14,34	0,71
Mayo	1,175	1,175	14,70	14,70	0,00
Junio	1,141	1,151	14,28	14,41	0,13
Julio	0,964	1,075	12,07	13,45	1,38
Agosto	0,941	1,053	11,77	13,18	1,41
Septiembre	0,946	1,098	11,83	13,74	1,91
Octubre	1,023	1,128	12,80	14,12	1,32
Noviembre	0,931	1,068	11,65	13,36	1,71
Diciembre	0,886	0,976	11,09	12,21	1,13

Tabla 15: Se muestran los excedentes hídricos diarios medio mensuales para cada mes del año, calculados a partir de la energía hidráulica como diferencia entre los caudales medios diarios mensuales bombeados y los necesarios que satisfacen nuestras necesidades hídricas.

Como era lógico de esperar, sucederá que justo en Mayo, mes de nuestro dimensionado crítico, el caudal necesario y el bombeado serán idénticos, por lo que el excedente valdrá 0 m³. Esto viene a corroborar que el cálculo de los caudales bombeados es correcto.

A.2.4.6 Separación entre soportes.

En los tramos donde la tubería no va enterrada, como es el caso de la subida hasta la parte superior del depósito de agua, deberá ir sujeta con soportes especiales. La separación entre los soportes seguirán las recomendaciones del fabricante de tubos italianos Unitube, para el tramo aéreo, tanto si la disposición del tubo es horizontal como vertical.

Hay que tener en cuenta la dilatación que sufre la tubería, la depende de la temperatura que ésta pueda alcanzar. La situación más desfavorable, se nos daría en un día caluroso, en la que por circunstancias especiales, el sistema no estuviese bombeando. Si suponemos que la tubería alcanza los 40°C, y aplicamos el ábaco de la tabla 16 del fabricante italiano Unitube, llegamos a la conclusión de que la separación entre los soportes aconsejable es de 1,10 m.

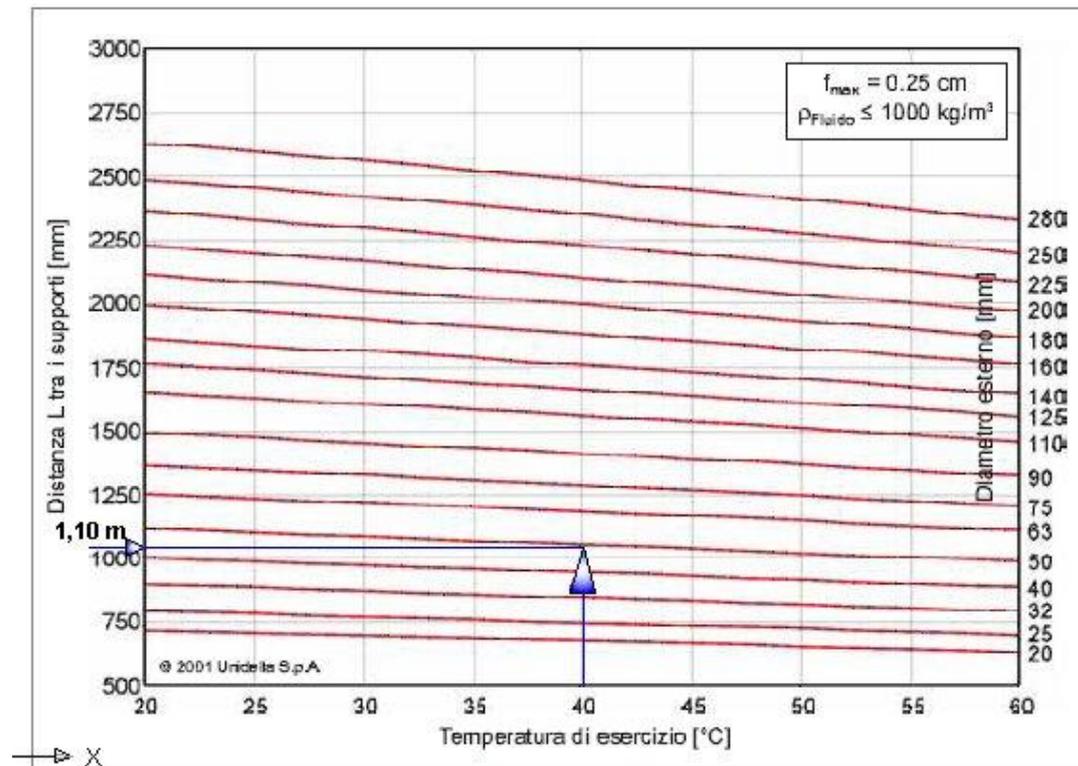


Figura 26: Determinación de la distancia de separación entre soportes.
Fuente: Fabricante italiano de tubos Unitube

A2.4.7 Elección de la bomba.

A la hora de elegir la bomba, preferimos la gama SQFlex de Grundfos.

Veamos el siguiente diagrama:

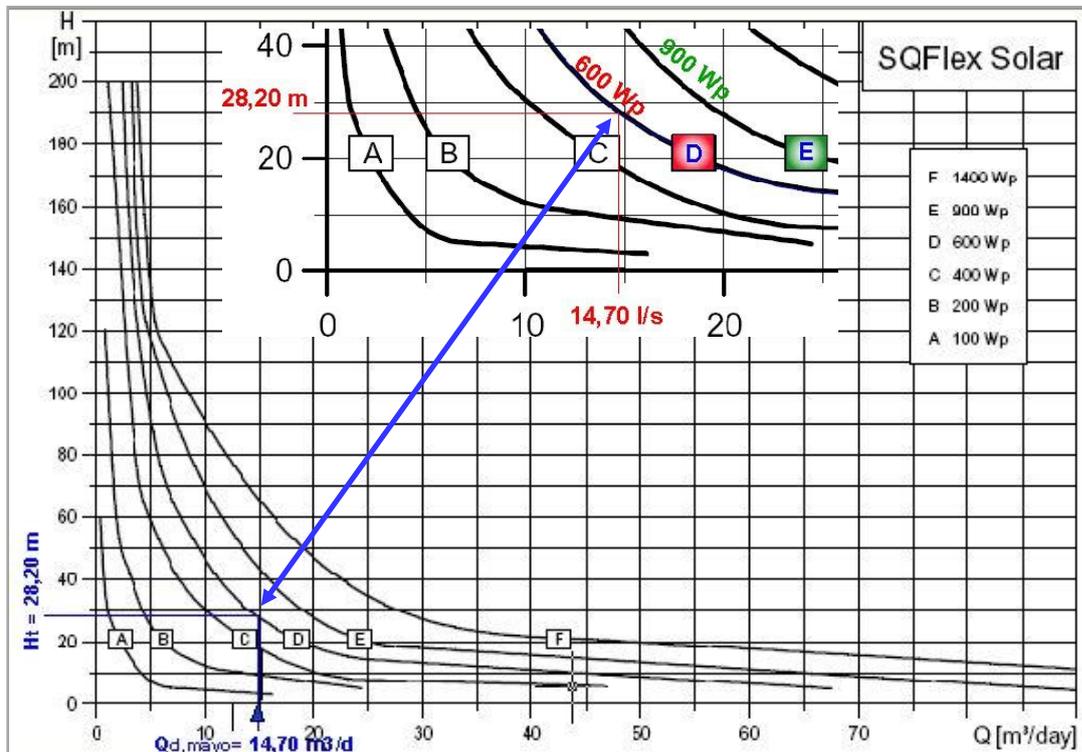


Figura 27: Gráfica caudal-alta, de curvas no garantizadas, para la estimación inicial de la bomba SQflex, a inclinación FV de 20°N, temperatura ambiente de 20°C y 6 Kwh/m², por lo que la elección es aproximada, al variar nuestras condiciones de trabajo. Fuente: Catálogo SQflex de Grundfos.

La potencia necesaria de la bomba estará como mínimo en 600 Wp (curva D), para atender el caudal crítico más desfavorable. Como dicho diagrama no debe ser utilizado como curva garantizada, veremos que el dimensionado con WEBCAPS nos lleva a un conjunto motobomba de 900 W de potencia de entrada (curva F). Sin embargo de forma inicial la gráfica es útil para detectar algún error de bulto en el manejo del programa, si la solución obtenida es muy dispar.

A2.4.7.1 Comprobación con el programa Grundfos WebCaps.

La elección del sistema Sqflex, se realiza en base a que se trata de una aplicación desarrollada para sistemas fotovoltaicos o eólico fotovoltaicos, de gran fiabilidad, donde el conjunto motobomba es de tipo sumergible, en cuerpo de acero inoxidable, y va equipado con sistema electrónico con algoritmo matemático, para realizar el seguimiento del punto de máxima potencia. El dimensionado, nos lleva como vamos a ver, a una bomba volumétrica con rotor de hélice sumergible, modelo Grundfos SQF 2.5-2, que tiene una potencia de entrada de 900 W (motor MSF3). Para ello se han efectuado los siguientes pasos:

- Introducimos localidad, caudal medio diario anual, altura de bombeo incluyendo pérdidas, mes crítico de dimensionado, el módulo por defecto, lectura solar (no fijado, significa inclinación fija, sin seguimiento), el sistema de descarga de la bomba, y la norma que cumple el acero):

Sistemas de energía renovable > Sistema solar



Sus requisitos	
Ubicación	Addis Ababa
Volumen de agua (máx)	14.7 m ³ /día
Altura	29.3 m
Mes de intensidad máxima	Mayo
Módulos solares	GF 80
"Lectura" solar	No (fijado)
Número de módulos solares	
Descarga de la bomba	Rp
Material de la bomba	1.4301/AISI 304

Figura 28: Dimensionado con Grundfos WebCaps, sistema SQflex.

- Haciendo clic en la ventana anterior junto en altura, procedemos a detallar la parte hidráulica y eléctrica. Escogemos la tubería de 2" con diámetro interior de 40 mm, acorde con el espesor elegido. Como altura geométrica desde el suelo, el programa entiende la altura total de impulsión medida desde el nivel freático más bajo, lo que en nuestro caso son: 14 (nivel freático)+1(base del depósito)+10,30 (altura de vertido)+2,53 (pérdidas de carga) =27,83 m. Luego el programa sumará el abatimiento (1,5 m), y así llegaremos al cerra la pestaña a la altura de impulsión de 29,33 estimada en nuestro cálculo. Otros datos son 35 metros de longitud de la tubería, 6 mm² del cable de la bomba, y 2% de caída de tensión.

Altura

Nivel dinámico del agua m

Altura geométrica desde el suelo m

Longitud de la tubería m

Dimensión de la tubería

Tamaño cable (bomba) mm²

Longitud cable (bomba) m

Pérdidas en cable (bomba) %

Diferencia de altura entre nivel de agua (más bajo) y suelo.
(Parte nivel de agua Dinámico Total)

Figura 29: Dimensionado con Grundfos WebCaps, sistema SQflex.

- En lectura solar de la ventana anterior, hacemos clic en calculadora, y fijamos la inclinación del panel a 5°, para tratar de evitar la acumulación de suciedad, y facilitar el autolavado con el agua de lluvia. Señalamos a mayo como mes crítico de cálculo.

Ubicación

"Lectura" solar

Angulo de inclinación ° 90°

Orientación básica

Reflección (superficie)

Fuente datos U Lowell : ETH7A, type P

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Temperatura	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Radiación horizontal	5.32	5.82	5.91	5.66	5.36	4.6	3.79	3.9	4.74
Angulo de radiación	6.13	6.6	6.56	6.15	5.74	4.87	3.97	4.12	5.15
Angulo de inclinación	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Irradiación horizontal / inclinación (mens)

— Irradiación hztl — Inclinación de irradiación

kWh/m² day

Mes

Radiación (horiz. y ángulo inclinación) diario para

— Estándar — Actual

Figura 30: Dimensionado con Grundfos WebCaps, sistema SQflex.

- Escogemos el cuadro de control CU-200 (la tensión FV en el PMP ronda los 118,30 V), para un mejor control de la motobomba, así como el interruptor de nivel, que corta caso de llenarse el depósito, con la finalidad de no derrochar el recurso hídrico. Observamos que los valores medios de irradiación diaria sobre superficie horizontal, para el mes de

mayo, son menores que los obtenidos de Pvgis, pese a que nuestra localidad está más al norte, cosa que suele suceder cuando se escogen los datos de los satélites.

- En la ventana siguiente, no señalamos nada para que el cálculo se efectúe al mes peor, y no a un día concreto señalado por el usuario.
- En la siguiente ventana, no seleccionamos límite de búsqueda, para que nos ofrezca todas las soluciones SQflex posibles.



Figura 31: Dimensionado con Grundfos WebCaps, sistema Sqflex.

- Damos a dimensionado, y se nos ofrece la primera solución, la bomba SQF 2.5-2 entre las posibles que satisface nuestras exigencias de proyecto, que es la que escogemos.

GRUNDFOS WEBCAPS

GR

Inicio | Catálogo | Literatura | Servicio | **Dimensionamiento** | Sustitución | Planos CAD | Ayuda

Sistemas de energía renovable > Sistema solar

Resumen de los datos:

Seleccione Aplicación	
Modo descrip.	Sistemas de energía renovable
Seleccione la aplicación	No
Sus requisitos	Sistema solar
"Lectura" solar	No (fijado)
Altura	28.2 m
Descarga de la bomba	Rp
Material de la bomba	1.4301/AISI 304
Mes de intensidad máxima	Mayo
Módulos solares	GF 80
Volumen de agua (máx)	14.7 m ³ /día
Configuración del sistema	
"Lectura" solar	No (fijado)
Cierres y kit metálico	Sí

95027330+... | SQF 2.5-2 | Alternativas

Grundfos recomienda:

SQF 2.5-2
Cantidad: 1
Código prod.: 95027330

SQF 2.5-2
La bomba SQF 3" rotor de hélice es para grandes alturas y caudales bajos.
Características y beneficios:
-Protección contra la marcha en seco.
-Alto rendimiento del motor de imán permanente
-Protección sobrevoltaje y bajo voltaje
-Protección contra sobrecarga
-Máximo Punto de Rastreo de Potencia (MPPT)
-Amplia gama de voltaje
Líquido:
Temperatura máxima del líquido: 40 °C
Técnico:
Homologaciones en placa del motor: CE
Homologaciones en placa de la bomba: CE, CTIC
Materiales:
Bomba: Acero inoxidable

Figura 32: Dimensionado con Grundfos WebCaps, sistema Sqflex.

- La primera opción en marrón, es la recomendada y las otras 3, las opciones posibles:

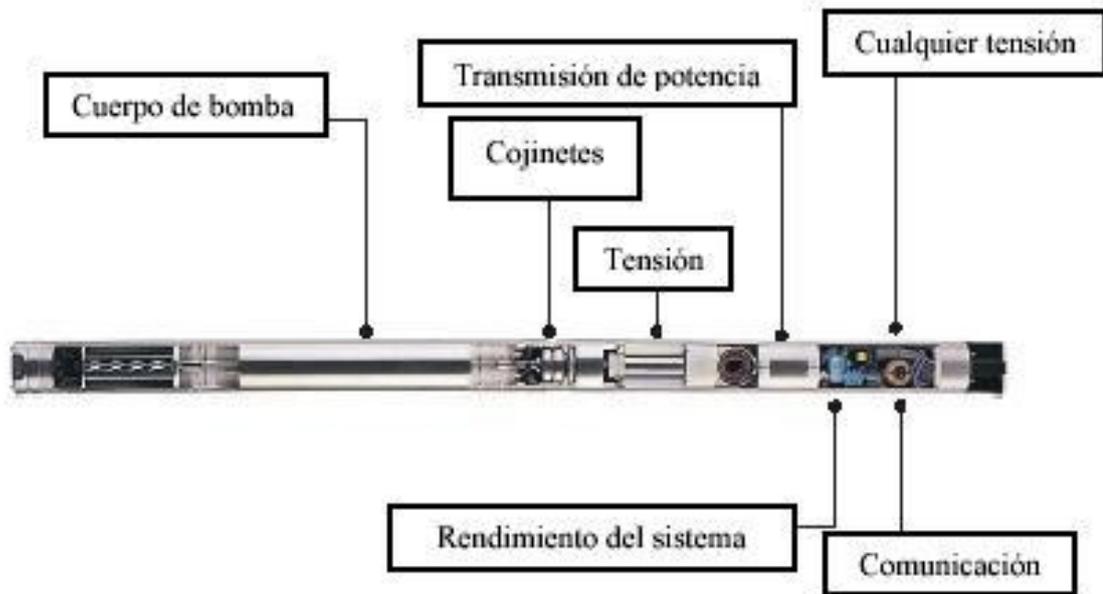


Figura 34: Elementos constitutivos de la motobomba Sqflex
Fuente: Grundfos

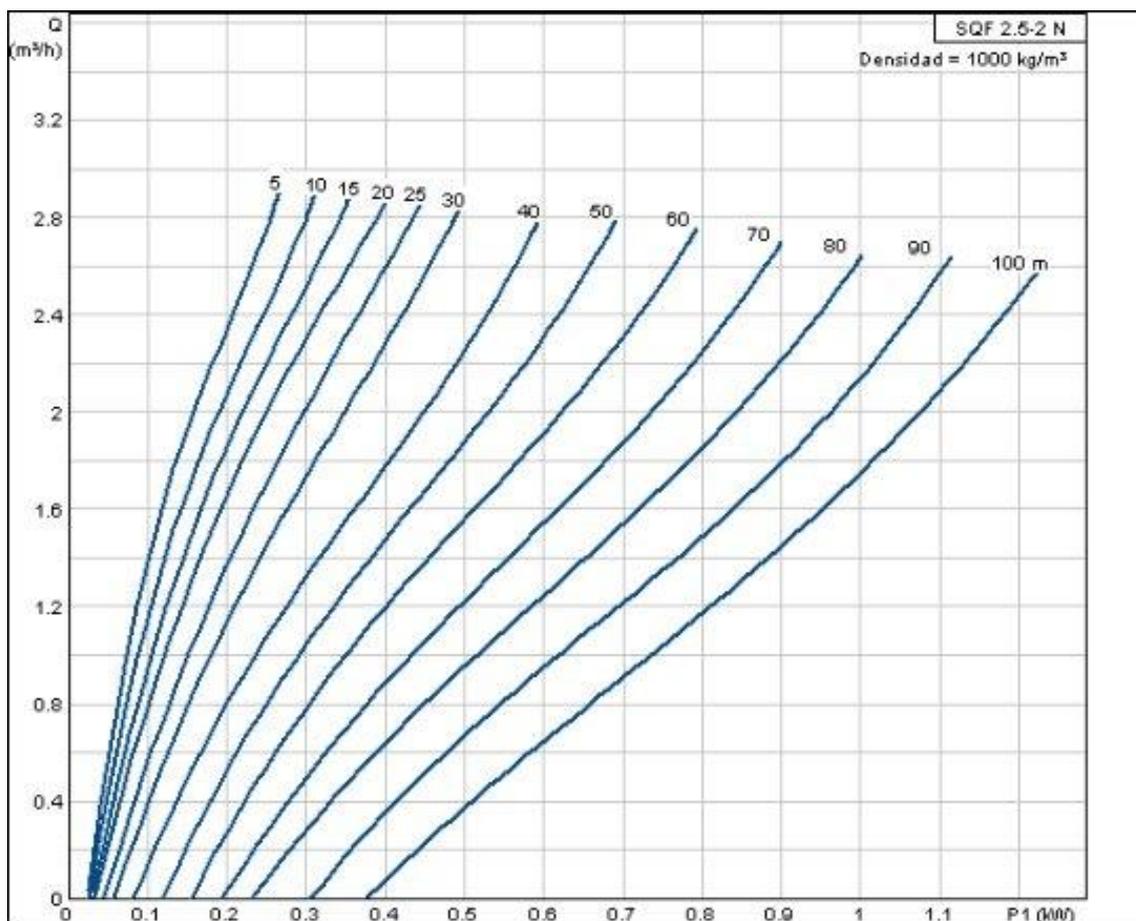


Figura 35: Curva Pdc-caudal, de la bomba Sqflex 2.5-2N
Fuente: Grundfos

A2.4.7.1.1 Configuración del generador que propone Grundfos, con su programa de dimensionado.

Grundfos, con sus módulos G80 de su firma que ofrecen 2,40 A ($I_{pmp,STC}$), nos propone conectar 7 en serie (configuración 7Sx1P), con una potencia pico de 560 Wp (7x80). Nuestro proyecto se hará, como explicamos en el apartado A2.4.1.3, con la calculada con el módulo de Isofotón IS 170 2Sx2P (4 módulos en total, de forma que 2 van en serie y 2 en paralelo totalizando 680 Wp, potencia algo superior a la propuesta por Grundfos.

Bomb:	SQF 2.5-2 N, 1 × 9502733
Módulo solar:	GF 80, 7 × 96616391
Núm. de módulos solares en serie:	7, en paralelo:1
Producción total de agua / año	5380 m ³ /Año

Figura 36: Dimensionado con Grundfos WebCaps

A2.4.7.1.2 Esquema de la instalación, que propone Grundfos

Es el siguiente (salvo el depósito que es como el indicado en al apartado 8.11):

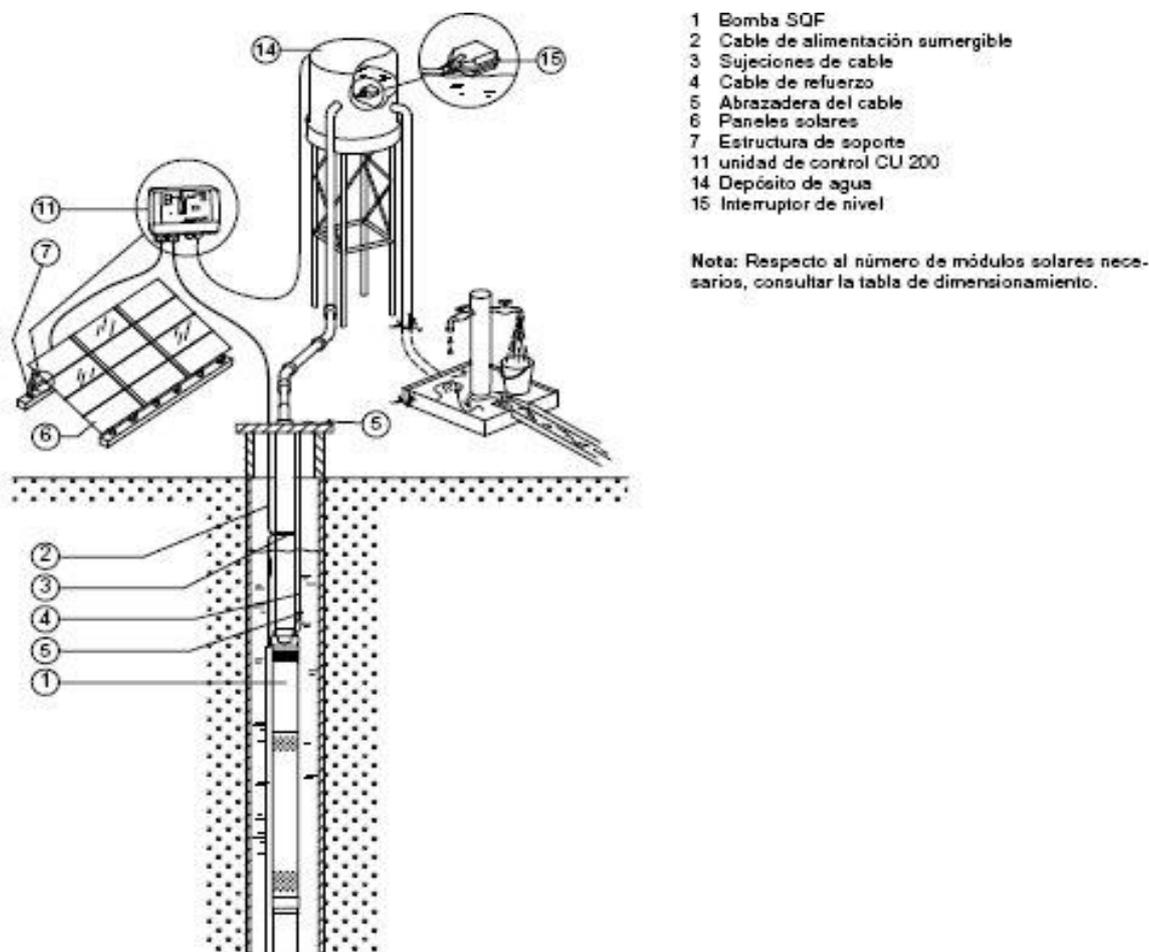


Figura 37: Configuración del generador fotovoltaico, que propone Grundfos WebCaps, pero que no tomamos como solución de nuestro cálculo, que realizaremos con módulos de Isofotón.

A2.4.7.1.3 Unidad de control CU 200

La unidad de control CU 200, cuyo esquema vemos en la figura, es una unidad combinada de estado, control y comunicación especialmente desarrollada para el sistema SQFlex. Además, dispone de una conexión para un interruptor de nivel, instalado en el depósito.

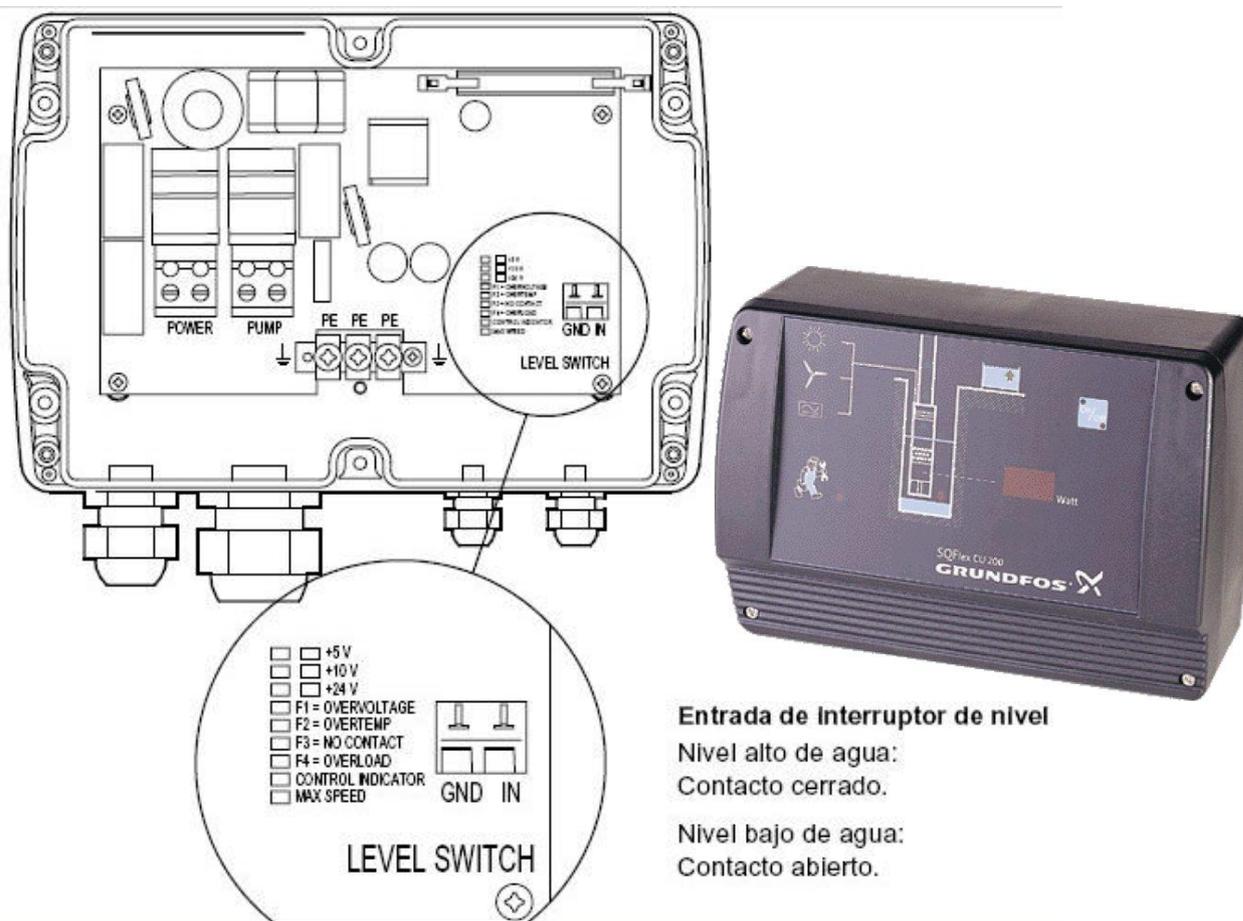


Figura 38: Unidad de control CU200
 Fuente: Grundfos

La CU 200 incorpora entradas de cable para:

- Conexión de suministro de potencia
- Conexión de bomba
- Conexión de tierra
- Conexión de interruptor de nivel

La comunicación entre el CU 200 y el acondicionador de potencia de la bomba tiene lugar vía el mismo cable de suministro de potencia de la bomba. A esto se le denomina sonido de señal principal (o Línea de Comunicación de Potencia), y significa que no se requieren cables adicionales entre la bomba y el CU 200. Hace posible el arranque, parada o reinicio de la bomba pulsando el botón arranque/parada

La unidad de control CU 200 ofrece:

Visualización en monitor del sistema del estado de operación:

- Tanque lleno
- La bomba está funcionando.

- Entrada de potencia

Indicaciones de alarmas:

- Funcionamiento en seco.
- Pérdida de contacto con la bomba.
- Sobrevoltaje
- Sobretemperatura
- Sobrecarga
- Insuficiente suministro de energía

Adicionalmente, el controlador CU 200 muestra los símbolos de las opciones de suministro de energía.

A2.4.8 Estructura soporte de los módulos.

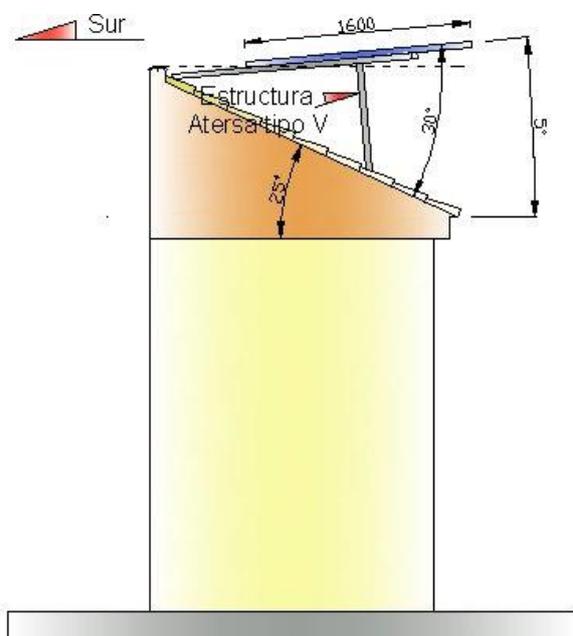


Figura 39: Vista transversal del generador FV y sus estructura sobre el tejado.

consideramos determinante en la limpieza la inclinación FV.

Esta estructura tipo V de Atersa, está confeccionada en acero galvanizado en caliente (normas UNE 37-501 y 37-508 que cumple con los espesores mínimos de la UNE-EN-ISO1.461, y es resistente a los golpes y a la abrasión. La tornillería de sujeción al tejado, deberá ser de acero inoxidable, y cumplir con la norma MV-106.

Para preservar de golpes y deterioro a nuestros módulos fotovoltaicos, se ha elegido para la estructura el modelo V de Atersa, con capacidad de 2 módulos de gran tamaño. Necesitaremos, dado que nuestro generador lo forman 4 módulos, 2 estructuras, que irán colocadas sobre el tejado de la caseta de equipos, a contrapendiente, y con orientación sur, de forma que si la caseta de equipos tiene en la inclinación del tejado una pendiente de 25°, la estructura se habilite a 30°, para que el generador FV resulte con una pendiente final de 5°, mínima necesaria para garantizar la autolimpieza con el agua de lluvia. No obstante, dado que la instalación contará con un vigilante, para la administración del agua y el cuidado de la instalación, y se habrá de articular un sistema de mantenimiento, no



Figura 40: Estructura tipo V de Atersa.

A2.4.9 Depósito de acumulación

Sabemos que el caudal media diario anual es de 12,46 m³/d. En principio, con una capacidad de acumulación 282 m³, dispondríamos de una autonomía de 22,63 días (282/12,46).

Para esta capacidad, la solución que elegimos dentro de las posibles que nos propone Tankeros nos Tankeros, la extraemos de la siguiente tabla:

Medidas y Capacidades de los Tanques Cilíndricos.																		
Altura (m):		1,250	1,790	2,438	2,978	3,626	4,166	4,814	5,354	6,002	6,542	7,190	7,730	8,378	8,918	9,566	10,106	
Altura Referencia:		01	15	02	25	03	35	04	45	05	55	06	65	07	75	08	85	
Ø (m)	Radio (m)	Ø ref.	m ³															
3,048	1,524	04	6	10	15	18	23	27	32	36	41	44	49					
3,810	1,905	05	9	15	23	29	36	42	50	56	63	69	77	83	90			
4,572	2,286	06	13	22	33	42	52	61	72	81	91	100	111	120	130	139	150	
5,334	2,667	07	18	30	44	56	71	83	98	110	124	136	151	163	177	189	204	
6,096	3,048	08	23	39	56	74	93	108	127	143	162	178	197	212	231	247	266	
6,858	3,429	09	30	49	73	93	117	137	161	181	205	225	249	269	293	313	337	

Tabla 16: Elección de diámetro, altura y configuración del depósito (chapas y virolas).

Fuente: Tankeros

Para formar este tanque, serán necesarias 8 chapas en cada una de las 8 virolas y media que forman el depósito. Las dimensiones del tanque serán:

- Diámetro: 6,096 m (Radio de 3,048 m).
- Altura: 10,106 m. Lleno internamente a 9,66 m. Desde fuera a 9,81 m.

La altura de descarga de la bomba es de 10,30 m, debido a que el depósito está formada por una doble losa, la de cimentación cuya parte superior queda enrasada con el terreno, y otra segunda losa colocada en el interior del depósito, a modo de base del mismo, de 0,15 m de espesor a la que rodea la primera virola, de las 8 y media que forman el depósito.

Si la descarga por la tapa superior del depósito, se produce como hemos dicho, a 10,30 m, sobre el nivel del terreno, y tenemos en cuenta que el depósito lleno supone una altura interna de 9,66 m sobre la losa, serían $9,66+0,15 = 9,81$ m (ubicación del interruptor de llenado), por lo que la boca de descarga estaría a 0,49 m ($10,30 - 9,81$) sobre los 9,81 del nivel de depósito lleno.

La ejecución tanto del depósito como de su cimentación se ajustará a las indicaciones de los planos de Tankeros (<http://www.tankeros.com/montaje/?lang=es>), comprobándose previamente que el terreno tenga una resistencia mínima de 1,5 Kgf/cm².

Esta seguirá las siguientes etapas a acometer tras la limpieza y preparación del terreno:

- 1) Apertura del foso circular de cimentación de 6,696 m de diámetro y 0,305 m de profundidad, y retirada de sobrantes a vertedero.
- 2) Encachado de piedras hasta completar un relleno de 8 cm. Su misión será absorber los cambios de volumen ante la presencia de arcillas expansivas.
- 3) Colocación de la ferralla de la losa de cimentación inferior, como mostramos en la figura 42. Se trata de un doble mallazo formado por tetraceros de 8 mm en cuadrículas de 15 cm. La separación entre ambas mallas será de 10 cm. El mallazo inferior irá colocado sobre tacos, de forma que quede a 5 cm sobre el encachado.
- 4) Relleno de hormigón para formar la primera losa de diámetro exterior 6,696 m, de forma que cubra la ferralla 7,5 cm. El espesor total de la losa será de 22,50 cm,



Figura 41: Depósito de Agua en Kabinda Angola, de 500 m³.

Fuente: Tankeros

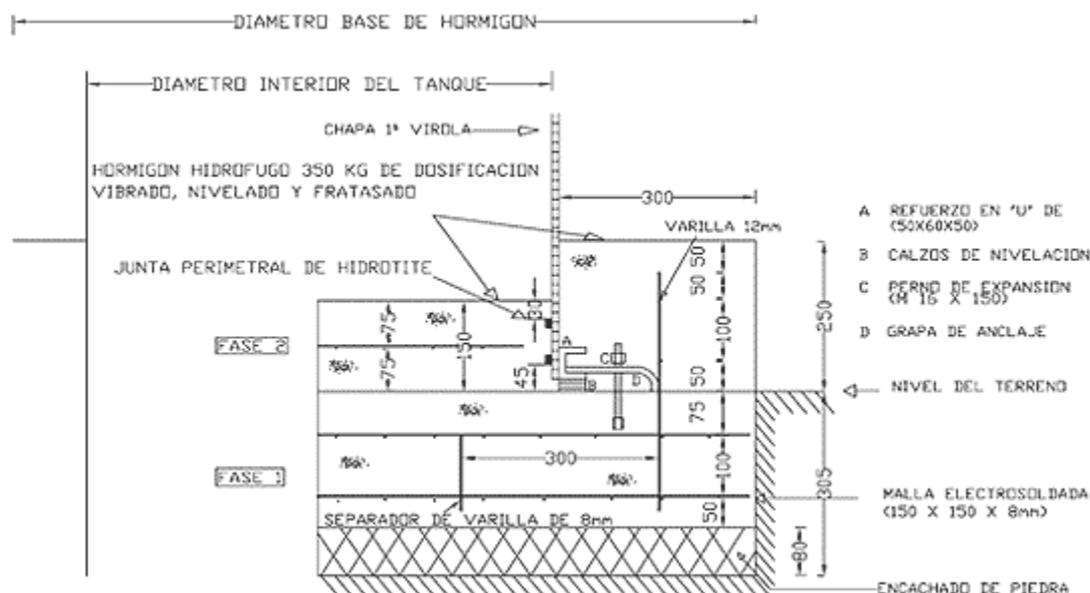
(<http://www.tankeros.com/cabinda-angola/?lang=es>)

quedando enrasada con el nivel del terreno ya preparado a 1.282,40 pies ó 390,75 m sobre el nivel del mar.

- 5) Montaje de las virolas del depósito, de chapa galvanizada.
- 6) Sellado: Consiste en la ejecución de la segunda losa de hormigón (interior), de 7 cm de espesor, y del anillo exterior de 25 cm de espesor, que rodea la primera virola, completando el diámetro de la losa inferior. La ejecución de la segunda losa, tendrá 6,096 m de diámetro por 15 cm de espesor y llevará en su seno un mallazo de idénticas características. De forma perimetral en la parte superior de la losa se dispondrá de una junta de hidrotite que complete el sello. El anillo cubre el sistema de sujeción de la primera virola y es reforzado por un sistema de varillas que parten de la primera losa.

El hormigón utilizado en ambas losas, será de tipo hidrófugo HA-30/B/IV (hormigón armado de resistencia característica 30 N/mm^2 , consistencia blanda (B), y grado de exposición IV adecuado para piscinas) fabricado en central vertido con bomba, a ser posible. Quedará nivelado y fratasado, en su terminación.

- 7) Ejecución del techo en chapa galvanizada apoyadas sobre correa radiales de acero galvanizado con forma de L invertida, quedando el techo con forma cónica de 15° de pendiente, de manera que proporcione un cierre hermético al tanque de agua. Llevará un respiradero según indicaciones del fabricante, para permitir la entrada de aire.



El pozo se efectuará preferiblemente mediante el método Odex, si atendemos al artículo Métodos de captación y aprovechamiento de aguas subterráneas en Andalucía”, del IGME (Instituto Geológico y Minero de España:

http://aguas.igme.es/igme/publica/libros1_HR/libro110/Pdf/lib110/in_12.pdf

El método Odex basado en la rotopercusión, es ideal para terrenos detríticos poco consolidados (aluviales, arenosos y dunas), como es nuestro caso. Básicamente consiste en la entubación auxiliar simultánea del sondeo, a medida que se avanza en la perforación. Según la tabla 7 obtenida de un estudio del [Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur \(Buenos Aires\)](http://www.criba.edu.ar/agronomia/carreras/ia/archivos/Materias/579/archivos/aguassubterraneas/presenta_sistemas_captacion.pdf), el método de Rotación Inversa, también podría ser factible, aunque lo consideramos menos preferible:

http://www.criba.edu.ar/agronomia/carreras/ia/archivos/Materias/579/archivos/aguassubterraneas/presenta_sistemas_captacion.pdf

DUREZA	LITOLOGÍA	DIÁMETRO (pequeño <300 mm)	CAPTACIÓN SUPERFICIAL (<100 m)	CAPTACIÓN PROFUNDA
MUY DURA Resistencia a compresión $Q > 2.000 \text{ Kp/cm}^2$	Ejemplos: Pizarras Cuarzitas Granitos Basaltos	Grande		
		Pequeño	Rotopercusión directa	
DURA $Q = 800-2.000 \text{ Kp/cm}^2$	Ejemplos: Calizas duras Areniscas duras	Grande	Percusión Rotopercusión directa	Percusión Rotopercusión inversa
		Pequeño	Rotopercusión directa	Rotopercusión directa
MEDIA $Q = 200-800 \text{ Kp/cm}^2$	Ejemplos: Calizas Areniscas	Grande	Percusión Rotopercusión directa Rotación inversa (?)	Percusión Rotopercusión inversa Rotación inversa (?)
		Pequeño	Rotopercusión directa Rotación inversa (?)	Rotopercusión directa Rotación inversa (?)
BLANDA $Q = 200 \text{ Kp/cm}^2$	Ejemplos: Arenas Limos Margas Arcillas	Grande	Pozos abiertos (?) Percusión (?) Rotación inversa	Rotación inversa Percusión (?)
		Pequeño	Rotación inversa	Rotación inversa

Tabla 17: Método de perforación en función de la naturaleza del terreno.

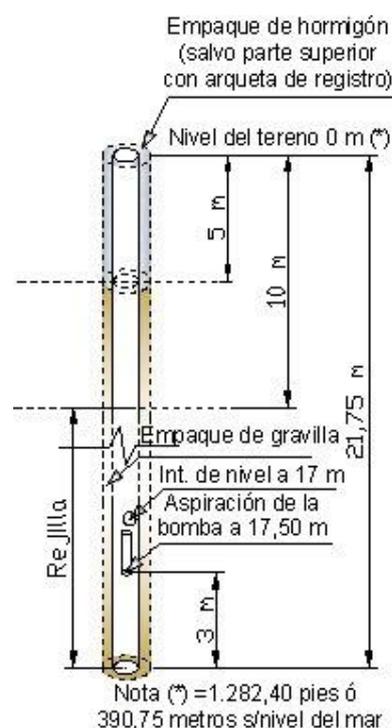
Fuente: Universidad Nacional del Sur, “Máster Universitario en Ingeniería del Agua”.

Figura 43: Detalle de la ejecución del pozo

Se aconseja que el diámetro del pozo supere en 100 mm al de la bomba. En nuestro caso lo cumplimos al ser la camisa de 200 mm y el diámetro de la bomba de 74 mm. Así mismo se indica que el macizo de grava que rodea de forma anular la camisa del pozo, sea de 100 mm de espesor. Esto nos lleva a un diámetro de la perforación de 400 mm.

La misión del empaque de gravilla, es impedir en lo posible la aspiración de arena por la bomba.

Desde los 10 metros de profundidad hasta el final del pozo, se dispondrá de una rejilla adecuada a acuíferos detríticos, como lo son los filtros de puentecillo. La camisa será preferiblemente de acero inoxidable, y en todo caso apta para el consumo de agua



potable. Cuando se desarrolle el macizo de gravilla, se detendrá este a una profundidad de 5 metros. En su lugar como vemos en la figura 18, se utilizará relleno de hormigón HM-30/B/IIb+Qb para el sellado del pozo, y evitar la filtración de agua superficial por la boca que podría arrastrar contaminación bacteriana.

Normalmente, la perforación mediante la técnica Odex, implica un sondeo previo, que se suele realizar con un diámetro de 220 mm, para si los resultados son los esperados, proceder al taladrado del pozo y su entubación simultánea. Este tendrá el diámetro de 400 mm, aunque puede ser que la tecnología en cuestión tenga en broca los 450 mm de diámetro.

El rendimiento medio diario suele ser de 80 m/días. Es un método que se empezó aplicando para rocas duras, pero que evolucionó para aplicarse de forma idónea en terrenos blandos o detríticos, como es nuestro caso.

A2.6 Protección de generador FV. Esquema de conexión.

El esquema de conexión el que considero más seguro es el de generador flotante y masas a tierra (carcasa de módulos, estructura soporte, armarios metálicos, y como luego veremos el dispositivo de protección frente a sobretensiones, ya que la altitud del lugar y las frecuentes tormentas secas, acompañadas de aparato eléctrico, así lo aconsejan. Todas estas masas, irían a para a una barra de equipotencialidad, que estaría puesta a tierra.

La ventaja de sistema flotante, frente al otro posible (generador y masas puesto a tierra en el mismo electrodo), es que en el sistema flotante, en caso de que se produjera un contacto directo, la corriente de defecto que circularía por la persona sería despreciable, al ser elevada la resistencia de aislamiento, valor que oscila de $k\Omega$ a $M\Omega$, en función del tamaño y estado de envejecimiento de la instalación. Sin embargo en la configuración con generador y masas puesto a tierra en el mismo electrodo, el contacto directo queda solo limitado por tres resistencias en serie, la de la persona que sufre el contacto, la de su pisada y la de la puesta a tierra. La tensión del generador FV en vacío, y a -10°C se sitúa en 100,83 V ($2 \times 50,413 = 100,826$ V, ya que según vimos en A2.4.1.3 $V_{MódOC,-10,STC} = 50,413$ V). Como el generador fotovoltaico va situado a la intemperie, su emplazamiento se considera según el reglamento de baja tensión, mojado, y superándose por tanto la tensión de seguridad de 60 V, pues nuestra tensión de vacío puede llegar a ser de 100,83 V a -10°C y de 88,80 V en condiciones STC. No es descabellado pensar que la corriente de fuga puede fácilmente superar los 100 mA. No existiendo a día de hoy un diferencial de corriente continua que corte ante este contacto directo, o fuga de corriente que se pudiera presentar, consideramos el sistema de generador y masas puesto a tierra en el mismo electrodo, peligroso, y lo deseamos por tanto a favor del flotante, esto sin menoscabar las medidas de seguridad por alejamiento de las partes activas, que quedarán cubiertas de la forma debida.

Además como en el sistema flotante la red de continua está aislada de tierra, el camino para la corriente de defecto debe pasar por la resistencia elevada de aislamiento, en serie con la resistencia del cuerpo de la persona en cuestión y de su pisada, lo que posibilita que al ser despreciable su valor, el sistema pueda seguir funcionando incluso si dicho fallo obedece a un defecto franco (por ejemplo positivo a tierra directamente). El segundo defecto que se pudiera producir, cortocircuitaría al generador, pero sabemos que la corriente de cortocircuito no toma valores elevados.

El generador en configuración flotante, no protege de la descarga a una persona que toca el positivo y el negativo del generador FV, ya que trabaja a una tensión que supera la tensión de seguridad de 60 V. En nuestro caso, como hemos dicho, hay que recurrir a medidas de protección contra contactos directos, tales como el recubrimiento de las partes activas con material aislante, interposición de barreras envolventes u obstáculos, o la puesta fuera del alcance de dichas partes activas por alejamiento.

A.2.6.1 Características del descargador de sobretensión y su ubicación, en la red de continua.

Para realizar una correcta elección de la protección contra sobretensiones en la parte de continua, debemos tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La tensión $V_{ocm\acute{a}x}$ que se nos puede presentar, debe de ser menor que la tensión de régimen permanente máxima U_c que soporta la protección elegida

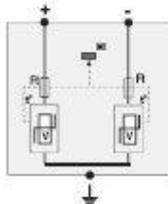
El modelo elegido es el siguiente de SolarTec: PST45 PV, apto para 550Vdc, suficiente al estar por encima de la V_{oc} máxima prevista de 100,83 V.

Clase I + II

Los protectores contra sobretensiones de Clase I están destinados a ser instalados en las extremidades de líneas exteriores de una instalación fotovoltaica. Por su muy elevada capacidad de descarga se recomienda el uso de esta protección en localizaciones donde el riesgo de impacto directo por un rayo sea máximo.

La protección está diseñada con tecnología «Multi-varistor» que permite un nivel de protección elevado y una ausencia de corriente de continuación.

Conexión



V : Red de Varistores alta energía
Ft : Fusible térmico
T : Sistema de desconexión térmica
MI : Indicador de desconexión

Características técnicas

		PST45PV	PST41PV
tensión de régimen perm. máx.	U_c	550VDC	1000VDC
corriente de descarga nominal 15 Impulsos 8/20 μ s	I_n	40 kA	40 kA
corriente de rayo máx. por polo 1 Impulso 10/350 μ s	I_{imp}	12,5 kA	12,5 kA
tensión residual (a I_{imp})	U_{res}	1,6 kV	1,9 kV
nivel de protección (a I_n)	U_p	1,7 kV	2,4 kV
teleseñalización (opcional)		por contacto seco	



Dimensiones

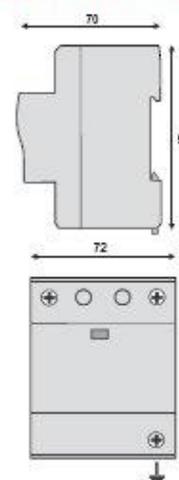


Figura 44: Características del descargador de sobretensión PST45 PV.

Fuente: Gave. http://www.solartec.gave.com/PDF/cgeq_small.pdf

Como vemos, se trata de un Clase I+II, que combina una red de varistores de alta energía con fusibles térmicos, siendo sus características más importantes:

- ✓ Tensión de régimen permanente máxima $U_c = 550$ V en corriente continua, superior a la V_{oc} más desfavorable que se nos pueda presentar ($V_{OC,-10,STC} = 100,83$ V de los 2 mód serie).
- ✓ Corriente de descarga nominal $I_N = 40$ KA. Esta corriente de 40 KA sería el valor de cresta que es capaz de descargar 15 veces con la forma de onda 8/20 μ s.
- ✓ Corriente de descarga máxima $I_{m\acute{a}x} = 12,5$ KA, que sería el valor de cresta que el dispositivo es capaz de descargar en una sola ocasión veces con la forma de onda 10/350 μ s, dejando tensión residual de 1,6 KV
- ✓ Nivel de protección $U_p = 1,7$ KV, o nivel de tensión residual que quedaría tras la actuación del dispositivo, frente a descargas 8/20 μ s.

A2.7. Cálculo de Sección y protecciones en las líneas de corriente continua.

La protección de cada uno de los dos Strings o ramas, la llevaré a cabo mediante fusibles, ya que es un elemento que aporta buen poder de cortocircuito, a buen precio. Luego para proteger la línea de alimentación al motor, instalaremos un magnetotérmico que proporciona la rápida maniobrabilidad deseable a la par de servir de interruptor principal de

continua. Mi generador fotovoltaico, está formado por dos ramas idénticas con dos módulos en serie IS 170. Las dos líneas son de idéntica longitud y finalizan en un pequeño cuarto de 2x3 metros (ancho y largo) donde van instalado el cuadro principal de continua junto a la unidad de control CU200. Dicho cuarto, protege de las inclemencias meteorológicas a estos equipos, a la par que sirve de pequeño almacén de mantenimiento, con los repuestos más necesarios, y lugar de cobijo de la persona encargada por el Comité del Agua, que dispondrá de la formación adecuada para resolver las pequeñas incidencias que se puedan presentar.

A2.7.1 Red de continua: Cálculo de sección de los Strings (los dos son iguales).

Las 2 ramas, tienen 2 módulos conectados en serie cada una, lo que ocasiona que la intensidad circulante sea la del módulo. El montaje es mixto: al aire con protección contra daños mecánicos o bandeja no perforada (montaje tipo C) en la parte que sale de la estructura fotovoltaica y empotrado bajo tubo en pared de mampostería (montaje B1), en la que discurre desde el tejado a cuadro principal. Lo calcularemos a intensidad máxima admisible y caída de tensión.

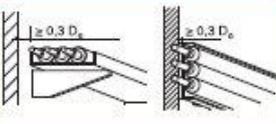
30		Cables unipolares o multipolares sobre bandejas de cables no perforadas.	C
59		Conductores aislados o cables unipolares en conductos empotrados en una pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...).	B1

Figura 45: Montajes elegidos de la norma UNE 20.460-5-523, tabla 52 B2, referencias de instalación 30 (al aire) y 59 (empotrado) e instalaciones tipos C (al aire) y B1 (empotrado). Fuente: Catálogo Prysmian de cables y accesorios de BT.

En la norma UNE citada al cobre con su aislamiento se le llama conductor. Si además del aislamiento lleva cubierta, se le llama cable, independientemente de que sea unipolar o multiconductor. En este proyecto, las soluciones técnicas serán siempre con aislamiento y cubierta, es decir, “cables” s/UNE 20.460-5-523, aunque los denominemos por costumbre, conductores. Una vez dimensionada la protección verificaremos si la solución adoptada, cumple la condición de sobrecarga:

- Cálculo de sección, por intensidad admisible de los Strings (todas las ramas):

Debemos saber que s/IEC 60.364-7-712, a su temperatura de trabajo, el conductor debe de soportar el 125% de la intensidad de cortocircuito del string o rama, en condiciones STC, que coincide con la del módulo:

$$I_{Cstring} = 1,25 \times I_{SC,M,STC} = 1,25 \times 5,10(A) = 6,371A$$

Parte aérea:

$$I_{m\acute{a}x,adms}(1,5mm^2, s/UNE20.460-5-523, B1, XLPE2) = 20A \times F_t = 20 \times 0,9 = 18A \geq 6,37A \Rightarrow$$

Vale $1,5mm^2$, por $I_{m\acute{a}x,adms}$, en aéreo

Siendo:

$$F_t(50^\circ C) = 0,90 \quad s/UNE20460-5-523$$

Parte empotrada bajo tubo:

$$I_{m\acute{a}x,adms}(1,5mm^2, s/UNE20.460-5-523, C, XLPE2) = 21A \geq 6,37A$$

Vale $1,5mm^2$, por $I_{m\acute{a}x,adms}$, en empotrado

Nota: El factor de corrección 0,9 se debe a que la temperatura del aire considerada para el cálculo es de 50°C, frente a los 40°C para los cuales se da la $I_{máxadm}$ en la citada norma UNE, en el tramo aéreo. En el empotrado bajo tubo, calculamos a 40°C. La sección es válida en ambos tramos, viéndose que el tramo aéreo al tener menor intensidad máxima admisible, es el más desfavorable de los dos.

Conclusión: Vale $1,5 \text{ mm}^2$ por cumplimiento de la intensidad máxima admisible en las 2 ramas del generador FV.

Tabla utilizada para la búsqueda de la intensidad máximo admisible:

TABLA A. 52-1 bis:
INTENSIDADES ADMISIBLES EN AMPERIOS AL AIRE (40 °C)

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento														
A1			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
A2		PVC3	PVC2			XLPE3	XLPE2							
B1					PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2				
B2				PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
C						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2			
D*		VER SIGUIENTE TABLA												
E							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
F								PVC3		PVC2	XLPE3	XLPE2		
Cobre		1,5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	34
		4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	46
		6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	59
		10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	82
		16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	110
		25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
		35	72	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
		50	86	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
		70	109	118	130	149	160	171	185	199	214	224	244	269
		95	130	143	156	180	194	207	224	241	259	271	296	327
		120	150	164	188	208	225	240	260	280	301	314	348	390
		150	171	188	205	236	260	278	299	322	343	363	404	438
	185	194	213	233	268	297	317	341	368	391	415	464	500	
	240	227	249	272	315	350	374	401	435	468	490	552	590	
	300	259	285	311	360	396	423	481	525	565	630	674	713	

TABLA 52-D1:

Aislamiento	Temperatura ambiente (θ_a) (°C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Tipo PVC (termoplástico)	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78

Tabla 18: Intensidad máxima admisible, norma UNE20460-5-523 tabla A 52.1 bis, para cobre, y tabla del factor de corrección de la temperatura ambiente (tabla 52 D1 de dicha norma).

Fuente: Prvsmian.

La tabla anterior es una reproducción de la norma UNE20460-5-523 de noviembre de 2.004, y ha sido extraída del catálogo de Prysmian. Como se trata de un clima cálido corregimos la temperatura ambiente del aire que rodea al conductor a 50°C, teniendo en cuenta que el aislamiento es de polietileno reticulado, aguantando una temperatura de régimen permanente de 90°C, frente al PVC que sólo aguenta 70°C.

- Cálculo de sección por caída de tensión en los Strings:

Suponiéndolo del tipo RZ1-K(As), es decir aislamiento "R" de polietileno reticulado, y cubierta "Z1" de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y

gases corrosivos (libre de halógenos), a la par de ser "AS", es decir de alta seguridad, en el sentido de no propagar el fuego y autoextinguirse si la llama se retira o se apaga:

Datos:

L = 6 m

Conductor: Cu, RZ1-K(As)

Montaje: Al aire, Tamb. = 50°C

cdt = 1%

$$S_{m,rama} = \frac{2L_{rama} I_{Mod,M,STC}}{\Delta V_{rama} N_{ms} V_{Mod,M,STC} \sigma} = \frac{2 \times 6(m) \times 4,73(A)}{0,01 \times 2 \times 36(V) \times 48(m / (\Omega \times mm^2))} = \frac{56,76}{34,56} mm^2 = 1,64 mm^2 \Rightarrow$$

$$S_{m,rama} = 2,5 mm^2$$

$$V_{Mod,M,STC} = 17,30V$$

$$N_{ms} = N^{\circ} \text{módulos en serie} = 2$$

$$\Delta V_{rama} (^{\circ} / 1) = 0,01$$

Nota: Tomo la conductividad σ del cobre a 70°C, por seguridad

Por tanto:

Sección por intensidad máxima admisible, 1,5 mm².

Sección por caída de tensión: 2,5 mm².

Solución:

Instalamos en cada uno de los 2 Strings de 6 m, de los dos subgeneradores, dos cables (rojo para el positivo y negro para el negativo), de 2,5 mm² de sección RZ1-K(AS), por ser la sección que cumple con la cdt (criterio más exigente) y con la Imáx admisible.

Un cable muy adecuado para este uso sería el modelo Exzhelent Solar ZZ-F (AS) 1,8 KV DC-0,6/1KV AC de la firma General Cable, porque resisten temperaturas mínimas de 40°C bajo cero (no es nuestro caso), y soportan el efecto de los rayos ultravioletas (importante en el tramo aéreo), además de ser resistentes a la abrasión y al desgarro.

Son cables de Alta Seguridad (AS), puesto que están libres de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), tienen una baja emisión de gases ácidos y corrosivos (UNE-EN 50267-2-2), son no propagadores de incendios (UNE-EN 50266-2-4) y se caracterizan por la baja opacidad de los humos (UNE-EN 61034-2). Aguantan 1,8 KV en continua y 0,6/1KV en alterna.

PANELES FOTOVOLTAICOS



Figura 46: Cables Exzhelent Solar y Prysmian Tecsun ideal para String (rojo + y negro -)
Fuentes: General Cable y Prysmian

(<http://www.generalcable.es/Home/tabid/345/ctl/Details/mid/2450/ItemID/818/Default.aspx>)

(http://www.prysmian.es/export/sites/prysmian-esES/attach/Cables_BT/TECSUN.pdf)

Otra opción muy adecuada también, serían los cables Tecsun PV1-F, de similares características de la firma Prysmian. Ambos son de cobre electrolítico estañado, lo que aumenta su durabilidad.

Para la bajada hasta el cuadro principal de continua, desde los subgeneradores, y del cuadro principal a la unidad de control CU200, utilizaremos tubos corrugados forrados de diámetro exterior 20 mm apto para ir tanto empotrado como en intemperie, cumpliéndose con la ITC BT 21 tablas 5, 6 y 7. Dichos tubos, (uno por cada string) atravesara el forjado y el tejado, saliendo bajo los paneles, procurándose formar un codo para evitar la entrada de agua en el mismo. Una vez los cables alcancen la estructura, discurrirán por una canaleta especial, adosada a la estructura, bajo los módulos, hacia las cajas de conexión de los módulos.

CORRUGADO FORRADO

Doble capa de material PVC. Autoextinguible, de aplicación en instalaciones de intemperie, empotrado de suelos y uso en módulos prefabricados. Resistencia a la compresión 320 Nw. y al impacto 2J. a -5°C .



080500016	16	100	Negro	003917
080500020	20	100		003924
080500025	25	75		003931
080500032	32	50		003948
080500040	40	25		003955
080500050	50	25		003962

Figura 47: Tubo corrugado forrado
Fuentes: Tupsa

A2.7.2 Dimensionado de los fusibles de cada uno de los 2 strings, instalados en las cajas de continua de los subgeneradores.

Cada uno de nuestros dos Strings tiene 2 módulos conectados en serie.

Tanto el positivo como el negativo de cada rama llevarán fusibles, que cumplirán las siguientes condiciones:



Figura 48: Fusible y portafusible dFelectric, de aplicación fotovoltaica, hasta 900 Vcc.
Fuente: [dfelectric.](http://www.dfelectric.es/es/novedades/index.html) (<http://www.dfelectric.es/es/novedades/index.html>)

- 1ª Elección de la Intensidad nominal del fusible:

$$1,5xI_{MOD,SC,STC} \leq I_{Nfusible} \leq 2xI_{MOD,SC,STC} \Rightarrow$$

$$1,5x5,10 \leq I_{Nfusible} \leq 2x5,10 \Rightarrow$$

$$7,65A \leq 12A \leq 15,30 \Rightarrow I_{fusible} = 12A$$

La I_N del fusible será de 12 A para cada String. Irán protegidos los dos polos de cada String.

○ 2ª Protección contra sobrecargas:

$$C_{FF} \times I_{Nfusable} \leq 1,45 \times I_{máxadm} \Rightarrow$$

$$1,6 \times 12 \leq 1,45 \times 21 \Rightarrow$$

$$19,20A, \leq 26,10A \Rightarrow \text{Cumple la segunda condición}$$

Siendo:

$C_{FF} = 1,6 =$ Coeficiente de fusión del fusible a tiempo convencional

Tramo aéreo: $I_{máx,adm} (2,5mm^2, s/UNE20.460-5-523,B1, XLPE2) = 26,5A \times F_t = 26,5 \times 0,9 = 23,85A (+desfavorable)$

Tramo empotrado: $I_{máx,adm} (2,5mm^2, s/UNE20.460-5-5231,C, XLPE2) = 29A$

Nota: Los dos Strings, llevan $2 \times 2,5 mm^2$, y cumplen a sobrecargas. Caso de no haberse cumplido esta condición, se solucionaría elevando la sección, cosa que no ha hecho falta. Los valores de intensidad máximo admisible se han sacado de la tabla 18, de forma similar.

○ 3ª Poder de corte:

El generador en cortocircuito tiene una intensidad pequeña ($1,25 \times 2 \times 5,10 = 12,75 A$), Por otro lado, el fusible con 30 KA de poder de corte asignado a constante L/R de 2 ms, va más que holgado, cumpliendo cierta labor frente a sobreintensidades de origen atmosférico.

FUSIBLES

Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos lo que permite un alto poder de corte en un reducido espacio.

Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tamaño	10x38
Tensión asignada	900V DC
Corriente asignada	4A → 20A
Poder de corte asignado	30 kA (L/R = 2 ms)
Clase	gR*

* protección de sobrecargas y cortocircuitos

CORRIENTE ASIGNADA (A)	REFERENCIA	POTENCIA DISIPADA (W@20h)	POTENCIA DISIPADA (W@1h)	Pt PREARCO (A ² s)	Pt TOTAL 900V (A ² s)
4	491605	1,10	1,85	4	15
6	491610	1,45	2,50	9	42
8	491615	0,95	1,60	12	49
10	491620	1,25	2,15	18	69
12	491625	1,40	2,40	28	97
16	491630	1,80	3,10	48	178
20	491635	2,20	3,80	69	248

NORMAS

2002/95/EC RoHS

BASES PORTAFUSIBLES

Material de carcasa y tirador: termoplástico de alta resistencia a la temperatura, Grado de inflamabilidad UL 94= V0 a 1,6mm
Hilo Incandescente: (IEC 60695)=960°C
Color: = RAL 7035
Material de contactos: cobre electrolítico con baño de plata.
Todos los materiales cumplen la Directiva Europea 2002/95/EC RoHS

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Intensidad máxima de funcionamiento	32A-690V AC / 1000V DC
Índice de protección	IP20
Categoría de empleo	AC-21B 690V y DC20B 1000V DC
Potencia disipable máxima	4W
Temperatura de servicio	-20 °C 70 °C
Temperatura de almacenado	-40 °C 80 °C
Corrección de corriente admisible en función de la temperatura	20 °C → 1 30 °C → 0,95 40 °C → 0,90 50 °C → 0,80
Conexión de 1 cable	RÍGIDO → 0,75...25 mm ² (MWG 18...4) FLEXIBLE → 0,75...16 mm ² (MWG 18...6)
Par de apriete máximo aconsejado en bomes	2,5 Nm
Tornillos de borne con cabeza combinada	RANURA + DIN 7962 (h)
Fijación sobre rail simétrico de 35mm (EN 50022)	
Peso	REF. 481033 - BASE UNIPOLAR 62 gr REF. 481233 - BASE BIPOLAR 124 gr

NORMAS

IEC/EN 60269 | IEC/EN 60947 | 2002/95/EC RoHS

Figura 49: Características de los fusibles y portafusibles dfelectric, gama fotovoltaica.

Fuente: dfelectric. (<http://www.df-sa.es/es/novedades/index.html>)

Algunas de las principales características de este fusible de aplicación fotovoltaica, son:

- Curva de respuesta G_R .
 - Tensión asignada: 900V cc. (muy por encima de los fusibles habituales para corriente alterna).
 - Portafusibles con grado IP 20: Montaje carril DIN, con tensión asignada de 1000 V cc.
 - Irán ubicados en el cuadro de continua del generador, junto a la unidad de control.
- Solución adoptada para cada String:

Instalaremos en cada caja de continua del generador, para cada rama, 2 fusibles cilíndricos de marca dF electric 12 A curva Gr, equipados con base porta fusible de 32 A/1000Vdc, grado IP 20.

A2.8 Cálculo de la sección de la línea de unión de la Caja Principal de Continua - CU200 a motobomba sumergible SQF. Cálculo de la protección

A2.8.1 Cálculo de la sección de la línea de unión de la Caja Principal de Continua - CU200 a motobomba sumergible SQF.

Recordamos que la caja principal de continua donde se alojan los fusibles de los strings, la protección contra las sobretensiones y el interruptor principal de continua, está junto a la unidad de control CU-200, en el cuarto de equipos, cuyo tejado soporta al generador fotovoltaico.

De la CU200, parte la línea de alimentación a la motobomba, que discurre bajo tubo en superficie en la bajada al terreno (1,50 m), luego enterrada bajo tubo a 0,80 m desde el cuarto de equipos a la camisa de la motobomba (2,50 m), bajando por ella hasta la misma que se encuentra a 17,50 metros de profundidad, estando el dispositivo que protege de la marcha en seco a 17 metros de profundidad.

Se nos dan tres modos de instalación:

- Tramo1 (1,50 metros de longitud): baja de la CU200 al terreno, y discurrirá empotrado bajo tubo en mampostería. La referencia de instalación será 60 (s/UNE 20.460-5-523, tabla 52 B2 (nov. 2.004)) y tipo de instalación B2.

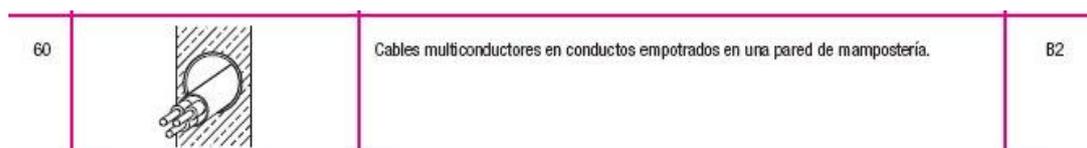


Figura 50: Montaje elegido de la norma UNE 20.460-5-523, tabla 52 B2, referencia de instalación 60 e instalación tipo B2.

Fuente: Catálogo Prysmian de cables y accesorios de BT.

- Tramo 2 (2,50 m de longitud): Discurre desde el cuarto de equipos al lugar de la perforación, enterrado bajo tubo a profundidad de 0,60 m. En este caso, la norma UNE 20.460-5-523, establece que la resistividad estándar del terreno será de $2,5 \text{ }^{\circ}\text{Km/W}$, frente al valor 1 considerado anteriormente, lo que supone una drástica reducción de la intensidad máxima admisible en cables enterrados en instalaciones interiores o receptoras (que no son redes de distribución) frente al método usado hasta ahora s/ITC-BT-07 (UNE20435). Por ello en la tabla de intensidades máximo admisibles de la nueva edición de 2.004, podremos apreciar diferencias con respecto a la del reglamento (ITC-BT-07), en versiones anteriores a dicha edición. En este tramo soterrado, nuestro cable tendrá una sección mínima de 6 mm^2 , ya que la ITC-BT-20 (Instalaciones Interiores o Receptoras. Sistemas de instalación) especifica en el punto 2.3.3 que "Las condiciones para estas canalizaciones en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo, salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1

KV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en las instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21". La ITC-BT-07 punto 1, nos indica que la sección de estos conductores no será inferior a 6 mm^2 para conductores de cobre. Es por este motivo que en las tablas para los tramos 2 y 3 aparece como prohibido toda sección menor a 6 mm^2 , en cables enterrados. Además según los datos de Swera que aportamos en hoja de cálculo, en el mes de mayo la temperatura del terreno alcanza los 35°C . Por otra parte, para la resistividad térmica del terreno, lo consideraremos el adecuado para terreno detrítico (arena-graba fundamentalmente).

La referencia de instalación será 70 (s/UNE 20.460-5-523, tabla 52 B2 (nov. 2.004)) y tipo de instalación D.

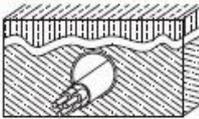
70		Cable multiconductor en conductos o en conductos perfilados enterrados.	D
----	---	---	---

Figura 51: Montaje elegido de la norma UNE 20.460-5-523, tabla 52 B2, referencia de instalación 70 e instalación tipo D.

Fuente: Catálogo Prysmian de cables y accesorios de BT.

- Tramo 3 (17,50 m de longitud): La propia bajada hacia la bomba, dentro de la camisa del pozo, y sumergido en agua. A la hora de elegir el cable adecuado, para considerar la intensidad máxima admisible, tomaremos la recomendación de Prysmian, utilizando cable de goma para servicios sumergibles permanentemente. Aunque bien podríamos pensar en llevar este conductor hasta el cuadro, tropezamos con la prohibición de su uso soterrado con sección menor que 6 mm^2 , por lo que siendo preferible una menor sección en el tramo de bajada, no nos queda más remedio que en la arqueta de acceso a la bomba ubicar una caja de intemperie IP66, donde realizar dicho cambio de sección.

No existe en la norma UNE-20.460-5-523 el modo de instalación de cables para bombas sumergibles. Está en estudio una similar, la referencia 80 (cables unipolares o multipolares sumergidos en agua) donde el montaje sería el D, con corrección de la resistividad térmica a 1,4.:

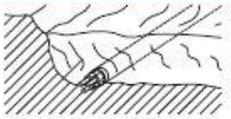
80		Cables unipolares o multipolares con cubierta sumergidos en agua.	En estudio (Se recomienda método D con coeficiente de corrección a la alza 1,4. Supuesta resistividad térmica del agua 0,4 Km/W)
----	---	---	--

Figura 52: Montaje para cables sumergidos según la norma UNE 20.460-5-523, tabla 52 B2, referencia de instalación 80 e instalación tipo D, corrección a 1,4 de la resistividad térmica del terreno.

Fuente: Catálogo Prysmian de cables y accesorios de BT.

Sin embargo, preferimos aplicar la norma básica UNE 21166, más específica para este tipo de instalaciones, que aconseja el conductor de designación genérica DN-F y las intensidades máximo admisibles.

DN-F BOMBAS SUMERGIDAS	UNE 21166	DN-F BOMBAS SUMERGIDAS	Alimentación de bombas sumergidas. Tendidos sumergidos.
-------------------------------	-----------	-------------------------------	---

Figura 53: Norma de aplicación y designación UNE para cables de alimentación a bombas sumergibles.

Fuente: Catálogo Prysmian de cables y accesorios de BT.

Procedemos pues, al cálculo de sección primero por intensidad máximo admisible y luego por caída de tensión. Posteriormente en la elección de la protección, la comprobaremos a sobrecargas y cortocircuitos.

- Cálculo de sección, por intensidad admisible de línea de unión de la Caja Principal de Continua -CU200 a motobomba sumergible SQF.

El conductor debe de soportar la intensidad de cortocircuito de las 2 ramas del generador, incrementadas en un 125% s/IEC 60.364-7-712 a la temperatura de régimen permanente:

$$I_{FV} = 1,25 \times N_{mp} \times I_{SC,M,STC} = 1,25 \times 2 \times 5,10(A) = 12,75A$$

$$\text{Tramo 1: } I_{m\acute{a}x,adm} (2,5 \text{ mm}^2, s/UNE20.460-5-523, \text{ tabla A52-1bis, B2, XLPE2}) = 23A \geq I_{FV} = 12,75A \Rightarrow$$

Vale $2,5\text{mm}^2$, por $I_{m\acute{a}x,adm}$ en tramo 1

Nota: En circuitos de fuerza, tomamos $2,5 \text{ mm}^2$ como sección mínima de partida

$$\text{Tramo 2: } I_{m\acute{a}x,adm} (6 \text{ mm}^2, s/UNE20.460-5-523, \text{ tabla A52-1bis, D, XLPE2}) = 53A \times F_{CTerreno} \times F_{CRTerreno} = 53 \times 0,93 \times 1,1 = 54,22 \geq I_{FV} = 12,75A \Rightarrow$$

Vale 6mm^2 , por $I_{m\acute{a}x,adm}$ en tramo 2

Nota: Por ir soterrada está prohibido menos de 6mm^2 .

$$\text{Tramo 3: } I_{m\acute{a}x,adm} (2,5 \text{ mm}^2, s/UNE21-166, \text{ cable DN-F}) = 45,50A \geq I_{FV} = 12,75A \Rightarrow$$

Vale $2,5\text{mm}^2$, por $I_{m\acute{a}x,adm}$ en tramo 3

Nota: En circuitos de fuerza, tomamos $2,5 \text{ mm}^2$ como sección mínima de partida

$$I_{SC,M,STC} = 5,10A$$

Adjuntamos la tabla para la corrección de la resistividad térmica del terreno, obtenida del RD 223/2008 de 15 de Febrero (BOE nº 68 de 19 de marzo)

Resistividad térmica del terreno (K.m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

Tabla 19: Resistividad térmica del terreno, en función de su naturaleza y humedad.
Fuente: RD 223/2008, BOE de 19 de marzo

Conclusiones:

Para el tramo 1 vale $2,5 \text{ mm}^2$ de sección, para el tramo 2 vale 6 mm^2 de sección y para el tramo 3, vale $2,5 \text{ mm}$ de sección para el cumplimiento de las intensidades máximos admisibles.

Las tablas utilizadas para las búsquedas de las intensidades máximas admisibles y sus factores de corrección en cada tramo son las siguientes:

Tablas Tramo 1: Empotrado en mampostería

TABLA A. 52-1 bis:
INTENSIDADES ADMISIBLES EN AMPERIOS AL AIRE (40 °C)

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1					PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2					PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2				
C							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
D*		VER SIGUIENTE TABLA											
E								PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
F									PVC3		PVC2	XLPE3	XLPE2
Cobre	mm ²	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	25
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	34
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	46
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	59
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	82
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	110
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	72	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	86	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	109	118	130	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	130	143	156	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	150	164	188	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	171	188	205	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	194	213	233	268	297	317	341	368	391	415	464	500	
240	227	249	272	315	350	374	401	435	468	490	552	590	
300	259	285	311	360	396	423	481	525	565	630	674	713	

Tabla 20: Intensidad máxima admisible, norma UNE20460-5-523 tabla A 52-1 bis, para cobre.
Fuente: Prysmian

Tablas Tramo 2: Enterrado.

* Método D	Sección mm ²	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Cobre	PVC2	20,5(1)	27,5(1)	36(1)	44	59	76	98	118	140	173	205	233	264	296	342	387
	PVC3	17(1)	22,5(1)	29(1)	37	49	63	81	97	115	143	170	192	218	245	282	319
	XLPE2	24,5(1)	32,5(1)	42(1)	53	70	91	116	140	166	204	241	275	311	348	402	455
	XLPE3	21(1)	27,5(1)	35(1)	44	58	75	96	117	138	170	202	230	260	291	336	380
Aluminio	XLPE2					70	89	107	126	156	185	211	239	267	309	349	
	XLPE3					58	74	90	107	132	157	178	201	226	261	295	

(1) No permitido.

Tabla 22: Intensidad máxima admisible, norma UNE20460-5-523, tabla 52 D3, para cobre, soterrado (D)
Fuente: Prysmian

(1) En la tabla se nos recuerda que soterrado por debajo de 6 mm², no está permitido.

- Tabla para obtener el factor de corrección de la temperatura del terreno, cuando es diferente a 25°C, para el tramo 2, ya que en mayo alcanza los 35 °C:

Aislamiento	Temperatura del terreno (θ_a) (°C)														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Tipo PVC (termoplástico)	1,16	1,11	1,06	1,00	0,94	0,88	0,81	0,75	0,66	0,58	0,47	-	-	-	-
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,11	1,08	1,05	1,00	0,97	0,93	0,86	0,83	0,79	0,74	0,68	0,62	0,55	0,48	0,39



Tabla 23: Factor de corrección de la Intensidad máxima admisible, en función de la temperatura del terreno, s/norma UNE20460-5-523, tabla 52 D2

Fuente: Prysmian

- Tabla para corregir el factor de corrección de la resistividad térmica del terreno para el tramo 2, que en la edición de 2.004 de la UNE 20460-5-523, se fija en 1 si la resistividad térmica del terreno vale 2,5 °Km/W del terreno. En nuestro caso (arena seca-graba) según vimos en la tabla 19, el valor es de 1,5:

FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD ADMISIBLE PARA CABLES (EN CONDUCTOS ENTERRADOS) EN TERRENOS DE RESISTIVIDAD DIFERENTE DE 2,5 K·m / W

Resistividad térmica K·m / W	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección	1,18	1,1	1,05	1	0,96



Tabla 24: Factor de corrección de la Intensidad máxima admisible, en función de la resistividad térmica del terreno, cuando es diferente de 2,5, s/norma UNE20460-5-523, tabla 52 D3.

Fuente: Prysmian

Tablas Tramo 3: bajada a bomba sumergible:

Tensión nominal: 0,6/1 kV		Norma básica: UNE 21166		Designación genérica: DN-F BOMBAS SUMERGIDAS				
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible sumergido (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 95	1,8	26,0	1220	0,206	283	202	0,42	0,43
1 x 120	1,8	28,5	1480	0,161	322	230	0,34	0,36
1 x 150	2,0	31,5	1820	0,129	364	260	0,27	0,31
1 x 185	2,2	34,5	2260	0,106	407	291	0,12	0,26
1 x 240	2,4	38,0	2840	0,0801	470	336	0,17	0,22
1 x 300	2,6	41,5	3580	0,0641	532	380	0,14	0,19
2 x 1,5	1,0	12,9	170	13,3	34,3	No Permitido	30,98	24,92
2 x 2,5	1,0	14,3	220	7,98	45,5	No Permitido	18,66	15,07
2 x 4	1,0	15,4	280	4,95	58,8	No Permitido	11,68	9,46
2 x 6	1,0	19,5	390	3,3	74	53	7,90	6,42
2 x 10	1,2	24,0	630	1,91	98	70	4,67	3,84
2 x 16	1,2	27,5	780	1,21	127	91	2,94	2,45
2 x 25	1,4	31,5	1170	0,78	162	116	1,86	1,59
3 x 1,5	1,0	13,7	200	13,3	29,4	No Permitido	26,94	21,27
3 x 2,5	1,0	15,3	260	7,98	38,5	No Permitido	16,23	13,1
3 x 4	1,0	16,6	345	4,95	49	No Permitido	10,16	8,23
3 x 6	1,0	21,0	490	3,3	62	44	6,87	5,59
3 x 10	1,2	25,5	760	1,91	81	58	4,06	3,34

Tabla 25: Intensidad máxima admisible, cable DNF, sumergido ó enterrado, s/UNE21.166.

Fuente: Prysmian

Nota: Se recuerda que enterrado está prohibido por debajo de 6 mm^2 , caso de pensar escogerse este cable también para el tramo 2, cosa que no haremos al preferirse un conductor resistente a la acción de posibles roedores, y que valga para el tramo 1 también.

○ **Cálculo de la sección por caída de tensión:**

Datos:

- $L = 22,50 \text{ m}$
- Cables: Cu, 0,6/1 KV, siendo RV MV-K en tramos 1-2 (flexible, aislamiento de polietileno reticulado, cubierta de PVC y armadura con hilos de acero), y DN-F en tramo 3 (aislamiento EPR, cubierta de policloropreno, flexible, no propagador de la llama).
- Montaje: enterrada, bajo tubo.
- $\text{cdt} = 2\%$
- N° de Strings servidos: 2, de 2 módulos (total 4 módulos)

$$S_{\text{lineapral}} = \frac{2L_{\text{lineapral}} N_{np} I_{\text{Mod},M,STC}}{\Delta V_{\text{lineapral}} N_{ms} V_{\text{Mod},M,STC} \sigma} = \frac{2 \times 21,50(\text{m}) \times 2 \times 4,73(\text{A})}{0,02 \times 2 \times 36(\text{V}) \times 48(\text{m}/(\Omega \text{mm}^2))} = \frac{406,78}{69,12} = 5,89 = 6 \text{mm}^2$$

$$S_{\text{lineapral}} = 6 \text{mm}^2$$

Nota: Tomo la conductividad $\sigma = 48(\text{m}/(\Omega \text{mm}^2))$, del cobre a 70°C , por seguridad

Siendo:

$$N_{np} = \text{N}^\circ \text{ de Strings en paralelo} = 2$$

$$N_{ms} = \text{N}^\circ \text{ de módulos en serie} = 2$$

$$V_{\text{Mod},M,STC} = 36 \text{V}$$

$$I_{\text{Mod},M,STC} = 4,73 \text{A}$$

$$\Delta V_{\text{lineapral}} (\text{^\circ}/1) = 0,02$$

La sección mínima será de 6 mm^2 , en todos los tramos, para cumplir con la caída de tensión.

Nota: Podríamos pensar en intentar la bajada a menor sección de 6 mm^2 (tramo 3), repartiendo la caída de tensión del 2% por tramos. Probamos con bajada a 2,5 y a 4 mm^2 de sección:

➤ A $2,5 \text{ mm}^2$:

$$\Delta V_{\text{tramo 3}} (\text{^\circ}/1) = \frac{2L_{\text{lineapral}} N_{np} I_{\text{Mod},M,STC}}{S_{\text{tramo 3}} N_{ms} V_{\text{Mod},M,STC} \sigma} = \frac{2 \times 21,50(\text{m}) \times 2 \times 4,73(\text{A})}{2,5 \times 2 \times 36(\text{V}) \times 48(\text{m}/(\Omega \text{mm}^2))} = \frac{331,10}{8,640} = 0,038(\text{^\circ}/1)$$

$$\Rightarrow \Delta V_{\text{tramo 3}} (\%) = 3,83\%$$

➤ A 4 mm^2 :

$$\Delta V_{\text{tramo 3}} (\text{^\circ}/1) = \frac{2L_{\text{lineapral}} N_{np} I_{\text{Mod},M,STC}}{S_{\text{tramo 3}} N_{ms} V_{\text{Mod},M,STC} \sigma} = \frac{2 \times 21,50(\text{m}) \times 2 \times 4,73(\text{A})}{4 \times 2 \times 36(\text{V}) \times 48(\text{m}/(\Omega \text{mm}^2))} = \frac{331,10}{13,824} = 0,0239(\text{^\circ}/1)$$

$$\Rightarrow \Delta V_{\text{tramo 3}} (\%) = 2,39\%$$

Vemos que en ambos casos no es posible por consumirse 3,8% y 2,39% de caída de tensión, superándose el máximo previsto del 2% para el conjunto de los tres tramos.

Luego por caída de tensión se precisan 6 mm^2 en todos los tramos, que ha resultado ser el criterio más restrictivo, (recordamos por intensidad máximo admisible resultó $2,5 \text{ mm}^2$ en primer

y tercer tramo, y 6 mm², en el segundo (por normativa de seguridad de cable soterrado ITC-BT-07).

- Solución adoptada para la línea de unión de la Caja Principal de Continua -CU200 a motobomba sumergible SQF:

- Solución adoptada en tramos 1 y 2:

Instalaremos cable marca Prysmian, modelo Retenax Flam M Flex (RH) de 3x6 mm² de sección en cobre, adecuado para redes de distribución e instalaciones subterráneas s/ITC-BT-07, e instalaciones interiores, siempre que no sean como es el caso locales de pública concurrencia.

Es un cable con aislamiento mezcla de polietileno reticulado tipo DIX-3 (HD 603-1), y cubierta de PVC tipo DMV-18 (HD 603-1). Además posee una armadura de hilos de acero (letra M), lo que le confiere una excelente protección frente a roedores. Los colores para el cable 3G6 marrón, azul y amarillo-verde.

Es un cable con flexibilidad clase 5 (UNE-EN-60.22), no propagador de la llama y de reducida emisión de halógenos. Su temperatura de régimen permanente es de 90°C y la de cortocircuito de 250°C.

Otras características son:

RETENAX FLAM M FLEX (RH)



CARACTERÍSTICAS CABLE



- Norma constructiva: UNE 21123-2.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- No propagación del incendio: UNE EN 50266-2-4; IEC 60332-3.
- Reducida emisión de halógenos: UNE-EN 50267-2-1; IEC 60754-1; Emisión CLH < 14%.



Figura 54: Características del cable Retenax Flam M Flex (RH)

Fuente: Catálogo Prysmian de cables y accesorios de BT.

- En tramo 3:

Instalaremos en la bajada a la bomba un cable marca Prysmian, modelo DN-F, de 3x6 mm² de sección, de cobre, flexibilidad clase 5, según UNE-EN-60.228, aislamiento termoestable de etileno-propileno (EPR) y cubierta fabricada en material elastómero termoestable de policloropreno tipo SE1.

Otras características son:

DN-F BOMBAS SUMERGIDAS

Tensión nominal: 0,6/1 kV	Norma básica: UNE 21166	Designación genérica: DN-F BOMBAS SUMERGIDAS
----------------------------------	--------------------------------	---

CARACTERÍSTICAS CABLE



- Normativa constructiva: UNE 21166.
- Temperatura de servicio: -40 °C +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Tensión de ensayo en c.a. durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayo de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1; NFC 32070-C2.

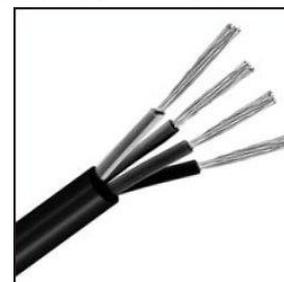


Figura 55: Características del cable DN-F adecuado para bombas sumergibles, según normas vigentes.

Fuente: Catálogo Prysmian de cables y accesorios de BT.

En cuanto al entubado de la instalación será la siguiente:

Tramo1:

El cable Retenax RV MV K 3G6, irá empotrado bajo tubo Tupersa modelo Tuperflax de 25 mm de diámetro, cumpliendo la instrucción ITC BT 21 tablas 3 (características) y 5 (diámetros mínimos exteriores), desde Cuadro de control CU-200 (1,60 m sobre el suelo) en cuarto de equipos, hasta la caja de registro de empotrar, situada de 20 x15 situada bajo el mismo.

Tramo 2:

CANALIZACION ULTRATP-I

En polietileno (libre de halógenos). Color rojo
Resistencia a la compresión y al impacto, cargas estáticas y móviles muy in-tensas. P/redes de distrib. eléctrica, de B.T., TV, por cable, tendidos de fibra óptica. En rollos R y en barras B.

	Ø	Mts.		En rollo	
		Rollo/Palet			
	121100040	40 R	50		003191
	121100050	50 R	50		003207
	121100063	63 R	50		003214
	121100075	75 R	50		003221
	121100090	90 R	50		003238
121100110	110 R	50/690			003245
121100125	125 R	50/516			003252
121100160	160 R	25/318			003276
121100200	200 R	25/210			003283

Desde el cuarto de equipos a la arqueta, salvo la bajada vertical, el cable Retenax RV MV K 3G6, irá soterrado bajo tubo corrugado de PVC de doble capa, de color rojo DN-110 (típico utilizado en red de distribución de alumbrado público).

Este tramo empieza desde la caja de registro 20 x15 ubicada bajo la unidad de control CU-200, hasta la arqueta del pozo de bombeo. Para realizar la bajada al terreno, procuraremos para evitar forzar al cable, que en el cambio de plano de vertical a horizontal, el radio de curvatura mínimo del cable Retenax Flam M flex una vez colocado, no sea inferior a 10 veces su diámetro, es decir 163 mm ($10D=10 \times 16,3 = 163$ mm, siendo 16,30 mm el diámetro del cable).

Figura 56: Características del tubo de red de distribución Ultra TP-I de Tupersa.

Fuente: Tarifec

Nosotros daremos al tubo corrugado 20D, por seguridad, es decir 326 mm de radio, como vemos en el plano N° 5.

Una vez enterrado, la parte inferior del tubo deberá descansar a 0,60 m de profundidad mínima.

A2.8.2 Dimensionado del interruptor magnetotérmico de continua a ubicar en el cuadro principal de continua de nuestro generador FV, para protección línea motobomba.

Cumplirá las siguientes condiciones:

- ✓ 1º Debe de ser capaz de soportar la tensión máxima que le puede llegar del generador fotovoltaico, cuando las células trabajan a -10°C y están a circuito abierto (string de 3 módulos en serie):

$$N_{ms} V_{MOD,OC(T_c=-10^{\circ}\text{C})} = 2 \times 19,72 = 100,83\text{V}$$

$$V_{Mód,OC(T_c=-10^{\circ}\text{C})} = V_{Mód,OC,STC} - 35\beta_{Mód,Voc} = 44,40(\text{V}) - 35(^{\circ}\text{C}) \times (-0,1718(\text{V}/^{\circ}\text{C})) =$$

$$V_{Mód,OC(T_c=-10^{\circ}\text{C})} = 44,40 + 6,013 = 50,413\text{ V}$$

Siendo:

$$N_{ms} = \text{número de módulos en serie} = 2$$

$$V_{Mód,OC(T_c=-10^{\circ}\text{C})} = \text{Tensión máxima del módulo a circuito abierto y } -10^{\circ}\text{C} = 44,40\text{V}$$

$$V_{Mód,OC,STC} = 30\text{V} = \text{Tensión a circuito abierto del módulo,STC}$$

$$\beta_{Mód,Voc} = -0,387\% / \text{K} \Rightarrow \beta_{Mód,Voc} = 0,387 \times 44,4 / 100 = 0,1718\text{V}/^{\circ}\text{C}$$

La serie de interruptores magnetotérmicos de aplicación fotovoltaica aguanta una tensión muy superior de 800 V en corriente continua, muy por encima de los 100,83 V máximos en vacío que se nos pueden presentar, con lo cual cumplimos sobradamente esta condición.

- ✓ 2º Soportará el 125% de la intensidad de cortocircuito en condiciones estándar de la rama del subgenerador fotovoltaico ($2 \times 7,45\text{ A}$).

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \Rightarrow$$

$$12,75\text{A} \leq I_N = 13\text{A} \leq 40\text{A} (\text{tramo 1 + desfavorable})$$

Luego $I_N = 20\text{A}$

Siendo:

$$N_p = \text{número de módulos en paralelo} = 2$$

$$I_B(\text{A}) = \text{Intensidad de cálculo} = 1,25 \times N_p \times I_{MOD,SC,STC} = 1,25 \times 2 \times 5,10 = 12,75\text{A}$$

$$I_N(\text{A}) = \text{Intensidad nominal del magnetotérmico}$$

Intensidades máximas admisibles por tramos:

Tramo 1: $I_{máx,adms} (6\text{ mm}^2, \text{s}/\text{UNE20.460-5-523, tabla A52-1bis, B2, XLPE2}) = 40\text{A}$

Tramo 2: $I_{máx,adms} (6\text{ mm}^2, \text{s}/\text{UNE20.460-5-523, tabla A52-1bis, D, XLPE2}) =$

$$53\text{A} \times F_{CTTerreno} \times F_{CTTerreno} = 53 \times 0,93 \times 1,1 = 54,22\text{A}$$

2. Tramo 3: $I_{máx,adms} (6\text{ mm}^2, \text{s}/\text{UNE21-166, cable DN-F}) = 74\text{A}$

La más desfavorable es la del tramo 1 de 40A.

El magnetotérmico deberá ser de 13 A.

✓ 3º Condición de sobrecarga:

$$C_{dt} (*) \times I_N \leq 1,45 I_Z \Rightarrow$$

$$1,45 \times 13 \leq 1,45 \times 40 \Rightarrow 13A \leq 40A \Rightarrow \text{Cumple}$$

Siendo:

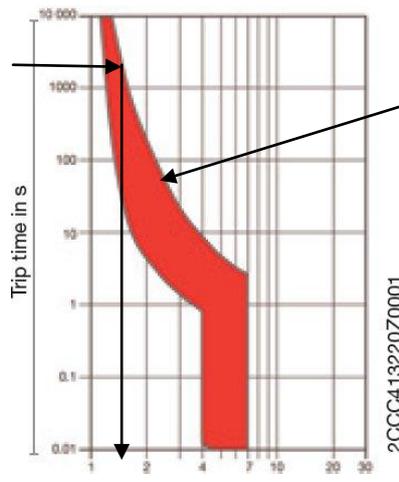
$$C_{dt} = 1,45 = \text{Coeficiente de disparo del térmico}$$

$$I_Z = I_{m\acute{a}x, adm} (6mm^2, s / UNE20.460-5-523) = 40A (\text{trámol + desfavorable})$$

En la figura vemos como se realiza la estimación del coeficiente de disparo térmico C_{dt} de la protección, sabiendo que el tiempo convencional es de 1 hora al ser la intensidad nominal de nuestra protección menor de 63 A

Figura 57: Sobre la curva de respuesta de la serie 800 PV-S de ABB, he escenificado el cálculo del coeficiente de disparo del térmico. Fuente: ABB, escenificación propia.

$T_c = 3.600$ s
al ser
 $I_n \leq 63A$



Curva de disparo seguro a sobrecargas

$C_{dt} = 1,45 = I/I_n$

(*) Vemos que el valor de 1,45 nos lleva a que la condición de sobrecarga para este tipo de magnetotérmico se diluye al coincidir con el coeficiente de mayoración de la intensidad máximo admisible. Esto sucede así porque la respuesta del magnetotérmico es más rápida que en la protección fusible frente a sobrecargas.

S800PV-S

Photovoltaic String Protection



Icu [kA]	Current rating [A]	Type designation	Product number	EAN number	Weight [kg]	Packaging unit
5	10	S802PV-S10	2CCP842001R1109	7612271210939	0.49	1
5	13	S802PV-S13	2CCP842001R1130	7612271210946	0.49	1
5	16	S802PV-S16	2CCP842001R1169	7612271210953	0.49	1
5	20	S802PV-S20	2CCP842001R1209	7612271210960	0.49	1
5	25	S802PV-S25	2CCP842001R1259	7612271210977	0.49	1
5	32	S802PV-S32	2CCP842001R1329	7612271210984	0.49	1
5	40	S802PV-S40	2CCP842001R1409	7612271210991	0.49	1
5	50	S802PV-S50	2CCP842001R1509	7612271211004	0.49	1
5	63	S802PV-S63	2CCP842001R1639	7612271211011	0.49	1
5	80	S802PV-S80	2CCP842001R1809	7612271211028	0.49	1

- 4ª Poder de corte:

El generador en cortocircuito tiene una intensidad pequeña ($1,25 \times 2 \times 5,10 = 12,75$ A). Por otro lado, el magnetotérmico de ABB S802-PV-S13 con 35KA de poder de corte asignado acorde con la IEC 60.947-2, supera ampliamente dicho valor, por lo que la instalación está más que protegida.

- Ahora veamos de cuantos polos:

En principio, la tensión mayor más desfavorable que se nos puede presentar, se daría en vacío a -10°C , llegando a ser de 100,83 V. Teniendo en cuenta que nuestro magnetotérmico ABB de la serie 800 PV aguanta perfectamente 800 V de corriente continua, concluimos que con dos polos, hay garantía muy holgada, y muy por encima de la que necesitamos.

Por ello, adoptamos como solución un interruptor magnetotérmico bipolar ABB S802PV-S13, de 13 A en la caja principal de continua. A continuación está aguas abajo la unidad de control CU200, servida por puente conductor de 30 cm de idénticas características de la línea a motobomba, y luego la motobomba ubicada a 17,50 metros del cuadro principal de continua.

El esquema de conexionado sería el siguiente:

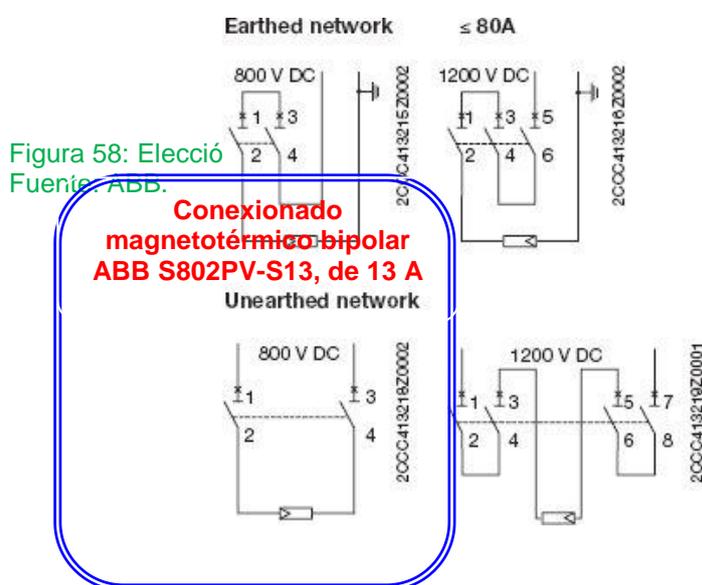


Figura 58: Elección de tipo de conexión.
Fuente: ABB.

Conexión magnetotérmico bipolar ABB S802PV-S13, de 13 A

Nos fijamos en él, que por seguridad la configuración del generador será flotante.

Figura 59: Elección del tipo de conexión. Vemos como la tensión de 800 V de esta serie de ABB, es más que suficiente. El generador flotante fotovoltaico, es el rectángulo con el triángulo a la izquierda, que hay en la parte inferior de la conexión seleccionada.
Fuente: ABB.

A2.9. Línea de la CU-200, al interruptor de nivel en la parte superior del tanque de agua.

Esta línea parte de la CU-200 en el cuarto de equipos y mantenimiento, y baja para discurrir enterrada entre dicho cuarto y el depósito de tanqueros. Luego subirá aprovechando los sistemas de agarre que hay en el depósito para la tubería de llenado, hasta la parte superior, y entrará en el depósito, de forma que el interruptor de nivel quede ubicado a 9,81 m.

La sección mínima obligada por el tramo enterrado será de 6 mm^2 , ya que la ITC-BT-07 punto 1, nos indica que la sección de estos conductores no será inferior a 6 mm^2 para conductores de cobre, como explicamos en A2.8.1.

El tramo enterrado irá protegido por tubería DN110, de forma que su parte inferior quede a un mínimo de 60 cm bajo la superficie de nuestra plataforma, contándose los 20 cm de la losa de hormigón. Próximo al depósito de Tankeros, sin que estorbe con su cimentación, dispondremos de una arqueta de dimensiones interiores $60 \times 60 \times 70$, desde donde se cambiará a tubo metálico flexible con cubierta de PVC, marca Tuperesa, gama Tuperflex, DN 29 mm, para su mayor protección mecánica, quedando dispuesto S/P N° 5.

El cable adecuado para esta línea, deberá ser apto para servicio móvil, es decir, de gran flexibilidad, a la vez que ser resistente a los cambios de temperatura, ser apto para la intemperie, y tener muy buen comportamiento frente a la humedad y al agua. Su designación será HO7RN-F (aislamiento de etileno propileno y cubierta de policloropreno tipo E2 según HD 22.4. Por todo ello instalaremos conductor de $2 \times 6 \text{ mm}^2$, marca Prysmian, modelo Flexreme.

A2.10 Simulación con Pvsyst.

Procedemos a simular nuestra instalación con PvSyst, y obtenemos los siguientes resultados:

- Como nuestro depósito es de 4,20 metros de diámetro exterior (4,10 m de diámetro interior) por 9,45 de longitud, situado en posición vertical, y colocamos a 10 m la altura de la descarga al depósito. En cuanto al resto de los datos, son los explicados en los cálculos, destacando que las pérdidas de carga secundarias son de 1,63 mca (apartado 8.5.1). Si de ellas deducimos las pérdidas de carga que suponen nuestros 3 codos de 90° (0,38mca), nos quedan $1,63 - 0,38 = 1,25 \text{ mca}$, dato que introducimos en "other friction losses". Los demás datos son conocidos (hay que tener en cuenta el metro de elevación del terreno para la instalación de desagüe)::
 - Profundidad del nivel estático: $14+1=15 \text{ m}$
 - Profundidad máxima de bombeo (interruptor de nivel): $17+1 = 18 \text{ m}$
 - Profundidad de la bomba: $17,50+1 = 18,50 \text{ m}$
 - Diámetro de la camisa del pozo: 20 cm
 - Volumen del tanque: 282 m^3 . Ponemos $286,5 \text{ m}^3$, para tener en cuenta el espacio ocupado por la losa interior de hormigón de 15 cm de espesor ($3,14 \times (6,10)^2 / 4 \times 0,15 = 4,38 \text{ m}^3$).
 - Diámetro interior: $6,10 \text{ m}$
 - Nivel de agua depósito lleno: $9,66+0,15 \text{ (losa)} = 9,81 \text{ m}$
 - Altitud e la descarga sobre el terreno: $10,30 \text{ m}$
 - Longitud de la tubería de polietileno: 35 m .
 - Diámetro exterior del tubo de PEAD: $2'' \text{ (50mm)}$
 - Número de codos: 3
 - Otras pérdidas de carga secundarias (salvo codos): $1,25 \text{ m} = 1,63 \text{ (pérd. secundarias menos } 0,8 \text{ m de los tres codos)}$.

Cálculo del abatimiento para PvSyst:

Si suponemos un abatimiento de 1,50 m, teniendo en cuenta que el acuífero es de material detrítico no confinado, al ser realimentado por el río Awash, y ahora nos fijamos en que el programa quiere las unidades en $\text{m}/\text{m}^3/\text{h}$ para el concepto de "Spec. drawdown" ó abatimiento específico, es decir referido al caudal.

Nuestro caudal diario medio anual es de $12,46 \text{ m}^3/\text{d}$ (s/A2.3), por lo que la cantidad a introducir será:

$$\text{Spec. drawdown} = \frac{S_w(m)}{Q_{d,a}(\text{m}^3/d)} = \frac{1,50\text{m}}{12,46(\text{m}^3/d)} = 0,12\text{m}/(\text{m}^3/d)$$

Siendo:

Spec. drawdown = abatimiento específica referido al caudal diario medio anual, en " $\text{m}/(\text{m}^3/d)$ "

S_w = abatimiento, en "m"

$Q_{d,a}$ = Caudal diario medio anual, en " m^3/d ".

Pumping Hydraulic Circuit Definition

Pumping System Type: **Deep Well to Storage**

Well characteristics

Static depth: **15.0** m

Max. pumping depth: **18.0** m

Pump depth: **18.5** m

Borehole diameter: **20.0** cm

Spec. drawdown: **0.11** m/m³/h

Storage Tank

Volume: **286.5** m³

Diameter: **6.10** m

Water full height: **9.81** m

Feeding altitude: **10.30** m

Bottom alimentation

Hydraulic Circuit

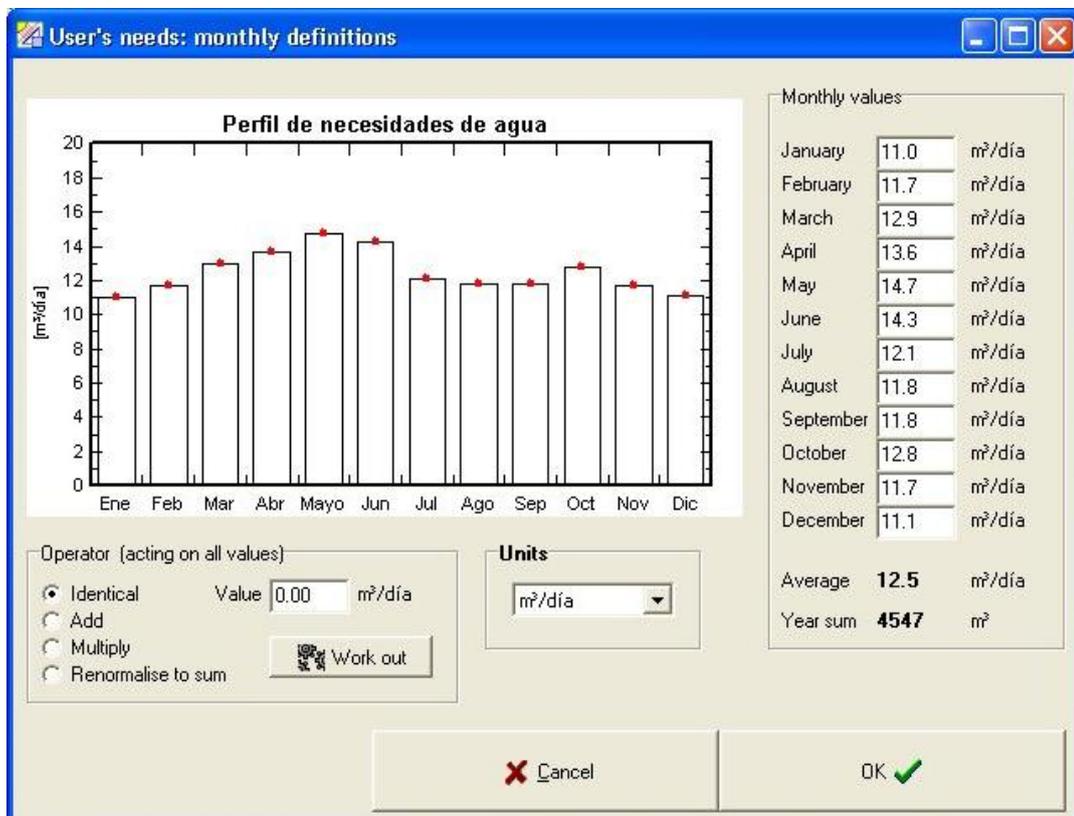
Pipe choice: **PE50 (2")**

Piping length: **35** m

Number of elbows: **3**

Other friction losses: **1.30**

- Nuestras necesidades de agua, las hemos introducido mensuales, obteniendo los datos de nuestras necesidades hídricas calculadas en el apartado A2.3.1:



- Seleccionamos la bomba y el módulo, así como la configuración del generador:

Pumping System definition, Variant "GurmuDeleSQflex2768 500Estasi"

Presizing help

Average daily needs : Requested autonomy 4.0 day(s) Suggested tank volume 125 m³
 Head nom. 24.2 meter/W Head max 24.2 meter/W Suggested Pump power 240 W
 Volume 12.5 m³/day Accepted missing: 5.0 % Suggested PV power 303 Wp (nom.)

Pump(s) model and layout

Sort Pumps by Power Technology Manufacturer

900 W 10-100 m Well, DC, Progressive cavity SQF 2.5-2 30-300 V Grundfos SQFlex

1 Pumps in serie (electrically) The Pump flowrate is slightly oversized by respect to the water needs. 1 Pumps, total power 800 W
 Nominal voltage 120 V
 1 Pumps in parallel FlowR = 2.6 m³/h at Pump's PMax, or 3.6 m³/h with PV(1kW/m²) Nominal current 7 A

PV array : Select module(s)

Sort modules by: Power Technology Manufacturer All modules

170 Wp 30V Si-mono Isofotón Isofotón 2009

2 Modules in serie  Regul. and power cond.: MPPT-DC converter Array nom. power (STC) 680 Wp
 2 Modules in parallel  Array voltage (50°C) 64.8 V
 4 Modules Array current (STC) 9.4 A

- Para el acondicionamiento de potencia, elegimos convertidor CC/CC con seguimiento del punto de máxima potencia, pero como no trae el específico en librería, que va integrado en la bomba Sqflex elegida, dejamos por defecto el que nos marca el programa (tensión de entrada 30 a 300 V):

Pumping system definition - Further system characteristics

PV array summary
 6 PV modules of 120 Wp
 Isofotón, model ISF - 120/12
 Array oper. (50°C, 1000 W/m²):
 Pmpp=644 W, Vmpp=47 V

System operating
 Regul.

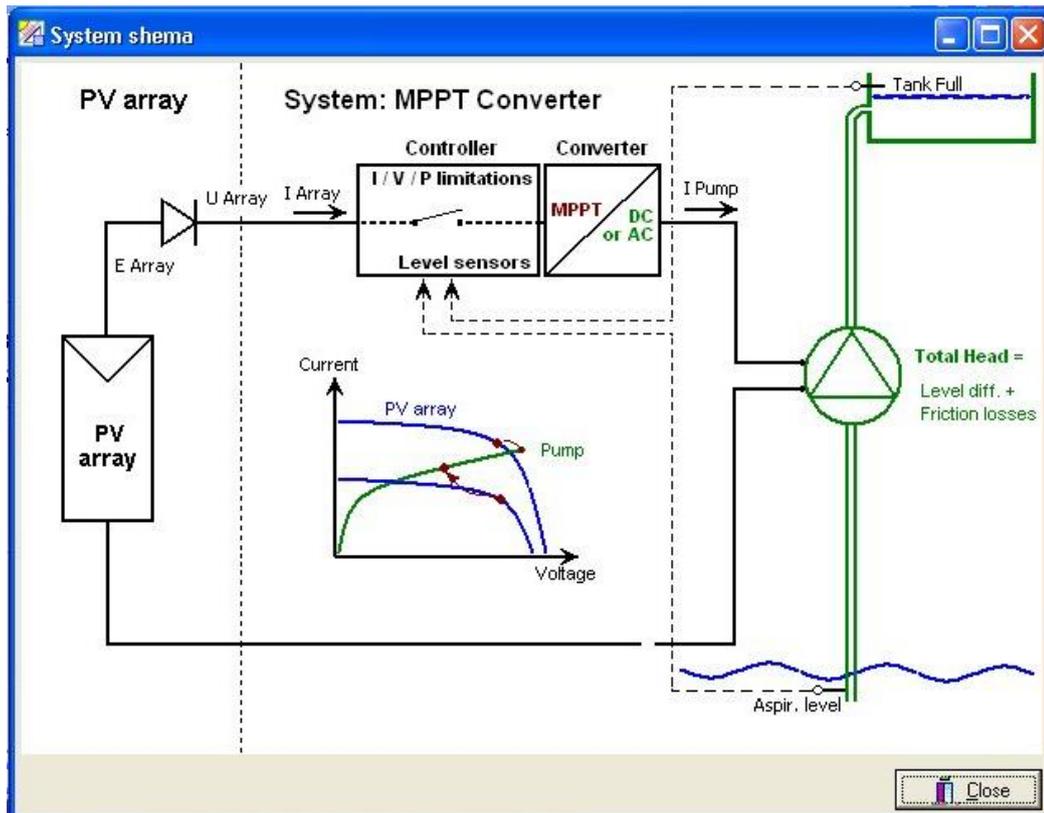
Pump characteristics
 One pump
 Grundfos SQFlex, model SQF 2.5-2 30-300 V
 Type: Cavidad progresiva (Bomba de pozos profu
 Motor type: Motor CC, imán permanente
 Nominal operating conditions :
 Pressure=20.0 meter/W, Flowrate=2.7 m³/h

Regulator / Power conditioning device
 Default regulator Default MPPT - DC Converter Generic de

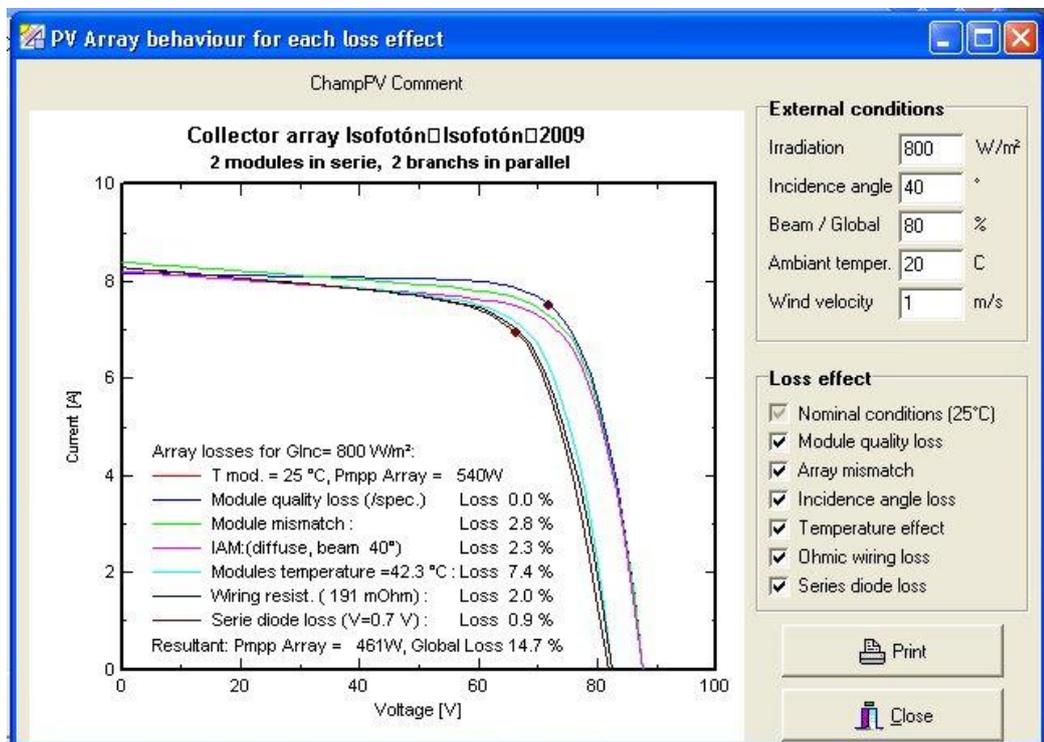
Battery set

 1 Batteries in serie 1 Batteries in parallel Battery pack voltage Undef V
 Global capacity Undef Ah

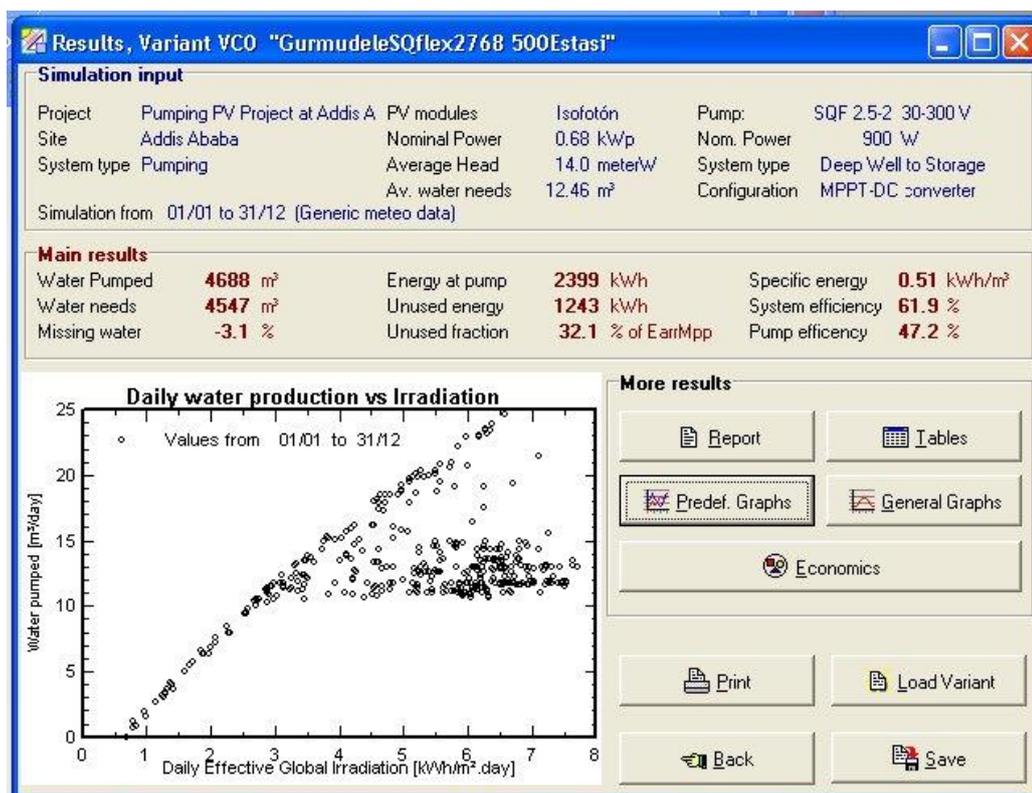
- El esquema sería el siguiente:



- Los factores de pérdidas los dejamos tal y como vienen en el programa:



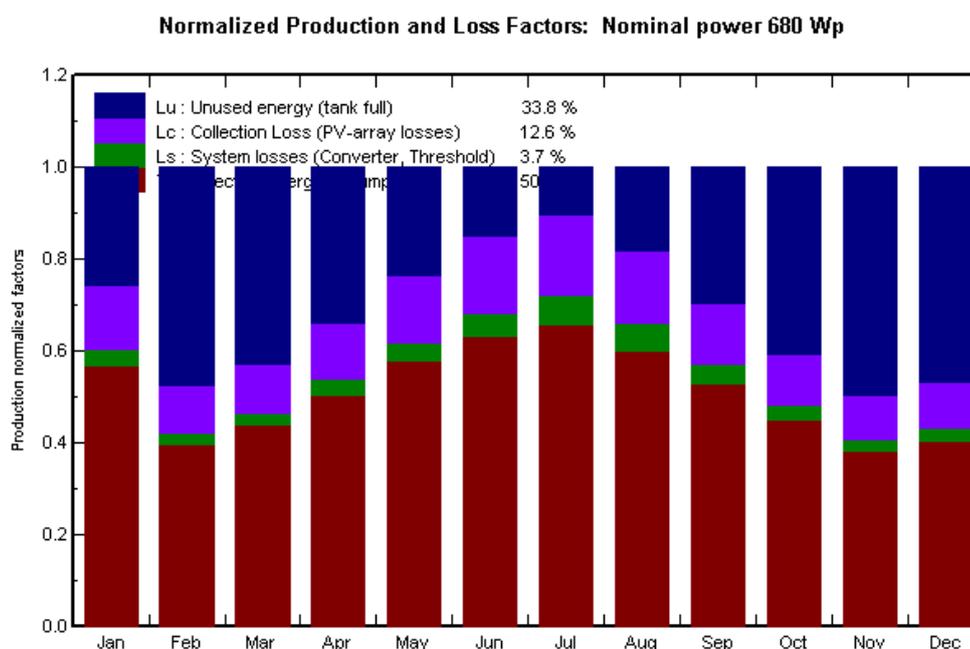
- Procedemos a simular, y obtenemos los siguientes resultados:



Observamos que producimos un caudal superior al necesario en el orden del 3%.

Si queremos menos dispersión en la curva irradiación-caudal, con mejores eficiencias, bastaría disminuir los Wp instalados. No obstante, preferimos esta opción, que preserve mejores rendimientos futuros, por pérdida de potencia con el envejecimiento de los módulos, y teniendo en cuenta, que nuestra bomba está ligeramente sobredimensionada.

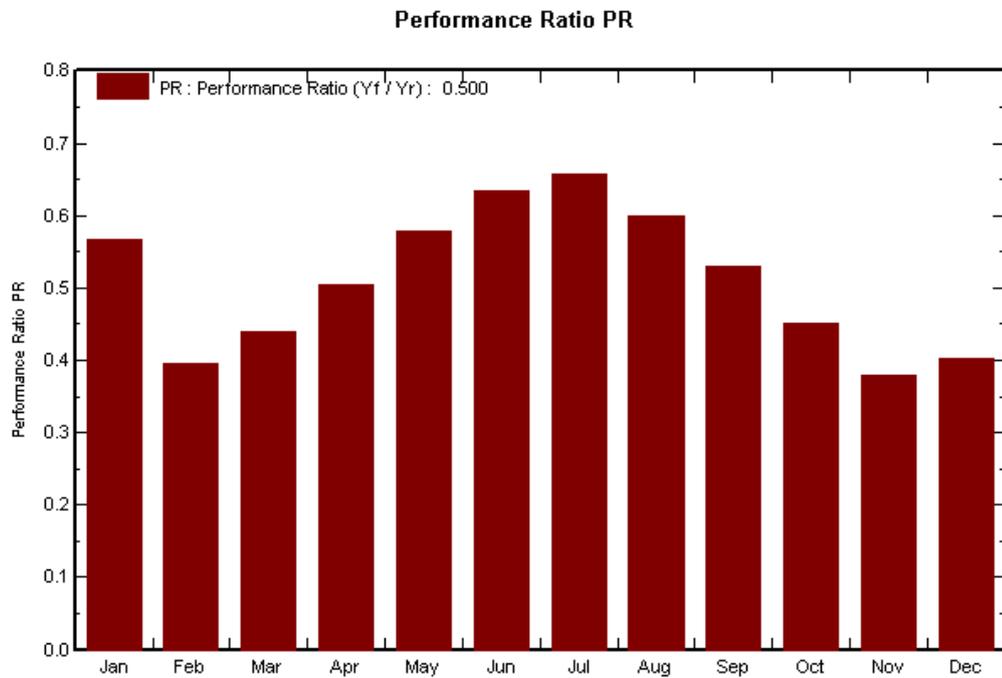
- Gráficas de interés:



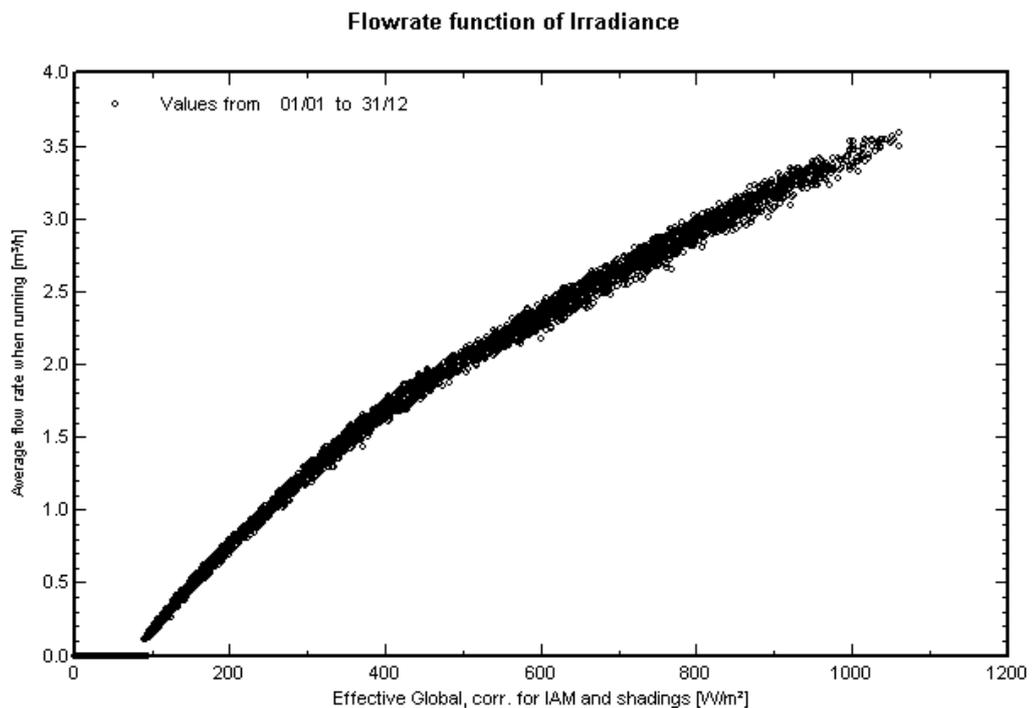
En principio, parece desaprovecharse energía por tanque lleno, pero como las necesidades de

agua en la zona superan a este proyecto, puede ser que en la práctica se produzca mayor consumo que el previsto, y mejore la eficiencia real del sistema.

- La Performance Ratio, da igualmente ligeramente baja, ya que lo habitual sería situarse entre 0,6 y 0,8:

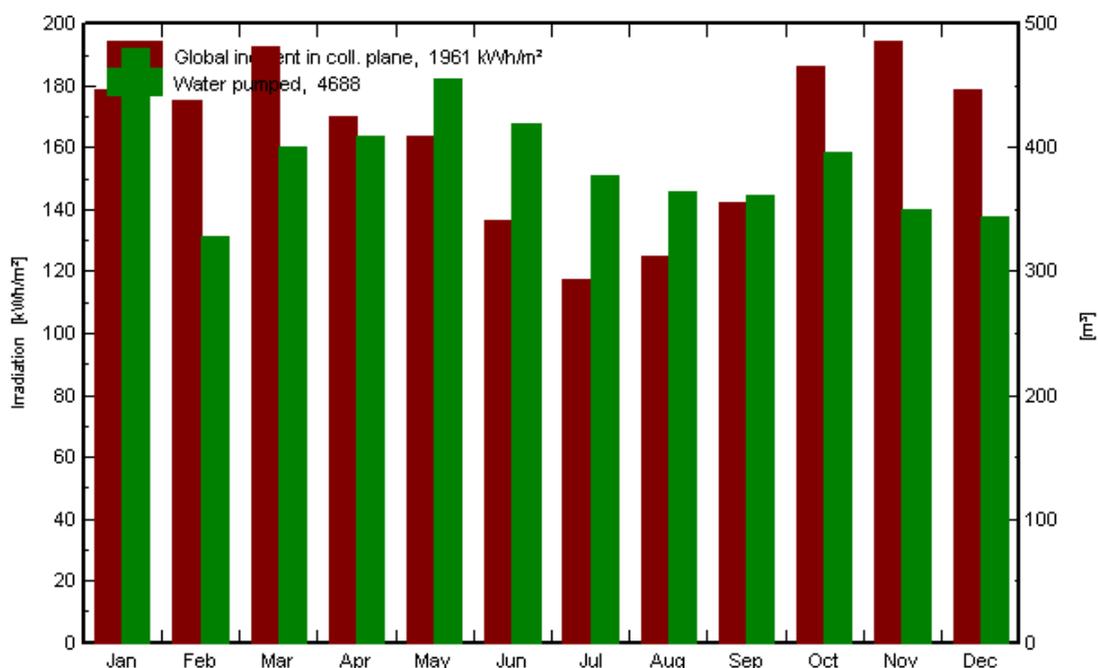


- El caudal frente a la irradiancia, da una buena respuesta de nuestra configuración elegida:



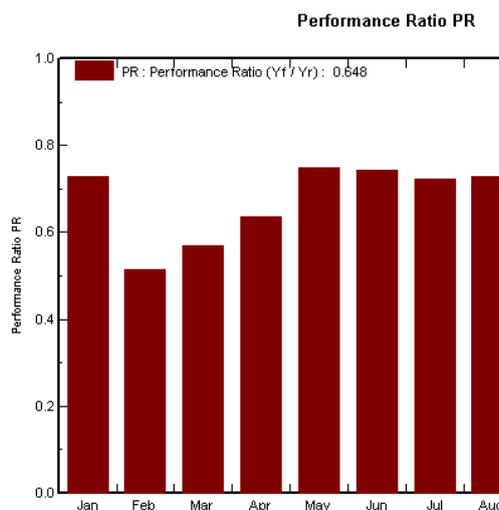
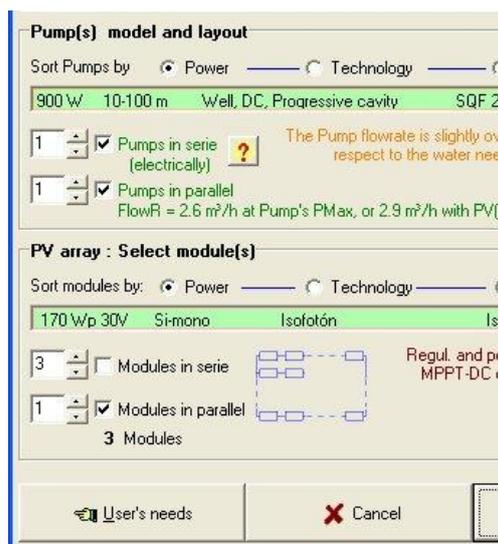
Nuestro mes más crítico es mayo, y observamos que en los meses de más calor el sistema es más eficiente.

Simul. variant: GurmudeleSQflex2768 500Estasi



Conclusión de la simulación con PvSyst:

Es cierto que simulando con 3 módulos en serie, es decir bajando la potencia pico FV a 510 Wp, se obtienen mejores resultados para la Performance ratio que subiría a 0,648, pero aun así escogemos nuestra configuración 2Sx2P por presentar mejor equilibrio a largo plazo en el uso de la instalación y ajustarse más al cálculo manual (567 Wp) y a las recomendaciones de Grundfos (560 Wp).



Por tanto, damos por válido el dimensionado de nuestra instalación, peso a comprobar que hay un ligero sobredimensionamiento de la bomba y del generador FV elegidos.

A2.11 Circuitos de toma de agua potable.

Sobre el terreno diferenciaremos por cuestión de higiene, dos zonas con puntos de agua potable:

- Zona para el consumo las personas, donde se dispondrá de un circuito que abastece desde el depósito a 4 grifos y una toma fin de línea. En esta zona se encuentra también el sondeo y el cuarto de equipos, y estará vallada, a fin de evitar el acceso del ganado a la misma.
- Zona destinada a la ganadería, donde se ubican 4 líneas que alimentan cada una de ellas a 4 abrevaderos. Esta zona quedará abierta, para el fácil acceso del ganado.

En el plano N° 3, podemos observar la distribución de dichos circuitos hidráulicos.

Pasemos ahora al dimensionado de los mismos:

A2.11.1 Circuito para el consumo de las personas: Descripción y dimensionado.

El circuito por tanto consta de dos partes: La línea principal de salida del depósito y las líneas secundarias a los puntos de tomas. Veamos cada una de ellas:

- La línea principal de salida del depósito formada por tubería de polietileno de alta densidad, banda azul, de 90 mm de diámetro exterior y 8,2 mm de espesor, apta para trabajar a 16 bar, características que nos garantizan la durabilidad y resistencia de la instalación (PE100; PN 16, SDR 11*). Su diámetro interior de la línea principal será de 73,60 mm (90-2x8,20), que lo usaremos para calcular las pérdidas de carga.

(*) $SDR = D_{ext}/espesor = 90 / 8,20 = 10,97 \cong 11$.

- Las 4 líneas secundarias, que forman cada una de nuestras 4 derivaciones a los puntos de tomas. Estas líneas secundarias estarán ejecutadas mediante tubos de polietileno de alta densidad, banda azul, de 25 mm de diámetro exterior y 2,3 mm de espesor, de idénticas características (PE100; PN 16, SDR 11*). El diámetro interior de las 4 líneas secundarias será de 20,4 mm (25-2x2,30), que lo usaremos para calcular las pérdidas de carga.

(*) $SDR = D_{ext}/espesor = 25 / 2,30 = 10,86 \cong 11$. E

La línea partirá de una chapa de la primera virola, según mostramos en los planos, utilizándose para ello una válvula de compuerta de asiento elástico, unida a la chapa del depósito mediante brida de acoplamiento a pieza especial, y con salida de la válvula a la línea principal, mediante accesorio para conexión a tubería de PEAD de 90 mm de diámetro exterior.



Figura 60: Válvula de compuerta de salida del depósito y accesorios, para salidas de los circuitos de agua potable y abrevadero, serie 38/80, Dext 90 mm (DN 80).
Fuente: MZG, tuberías

La válvula que vemos en la figura, se sujeta al depósito mediante brida. Dicha brida provista de una junta de estanqueidad en (exterior del depósito), hace cuerpo con la chapa previamente

perforada, mediante otra brida plana roscada (cara interna) DN 80/3", usando tornillería en acero inoxidable.



Figura 61: Válvula de compuerta para tubo Dext. 90 mm., que utilizamos en la toma de mayor capacidad, del final de la línea principal. A la salida dispondremos de 2 codos.
Fuente: MZG, tuberías

A lo largo de los 8 metros de esta línea, se han espaciado cuatro derivaciones mediante collarines, para abastecer a los grifos de toma de agua.

Al final de la línea dispondremos de una toma con la misma sección de la línea principal, utilizando para ello una válvula de asiento elástico con unión de entrada y salida al mismo tubo de la línea principal, mediante cuellos de polietileno negro banda azul, aptos para trabajar a 16 bar.

Salvo la salida del depósito el trazado de la línea principal será soterrado, de forma que la parte inferior de la tubería descansa a 30 cm de profundidad, sobre lecho de cama de arena de 15 cm de espesor.

Para el abastecimiento de agua, se dispondrá de 4 puntos de tomas tipo grifo-jardín de 3/4", y además del citado de mayor capacidad, al final de la línea principal.

Las derivaciones para las cuatro tomas hacia los grifos tipo



Figura 62: Collarín de derivación para la toma de agua, que nos permite derivar de 90 mm (tubería procedente del depósito) a 25 mm (tubería con válvula de esfera y grifo para cada punto de toma de agua)
Fuente: MZG, tuberías.

jardín, se efectuarán mediante collarín de MZG tuberías (referencia 10090x0011), que abrazado a la tubería de 90 mm, permite derivar la salida a cada grifo en polietileno de 25 mm.

La conexión quedará soterrada, y la subida a cada punto de toma, cuando abandone el terreno irá abrazada al muro S/P, finalizando en el codo placa base respectivo.

Dicho codo de la firma Genebre, será de cuerpo de latón forjado, apto para trabajar a 16 bares, y facilitará la conexión a la tubería de 25 mm, por el extremo inferior, a la vez que la conexión hembra frontal servirá al grifo de 3/4". Cumplirá la norma EN-UNE 12.165.



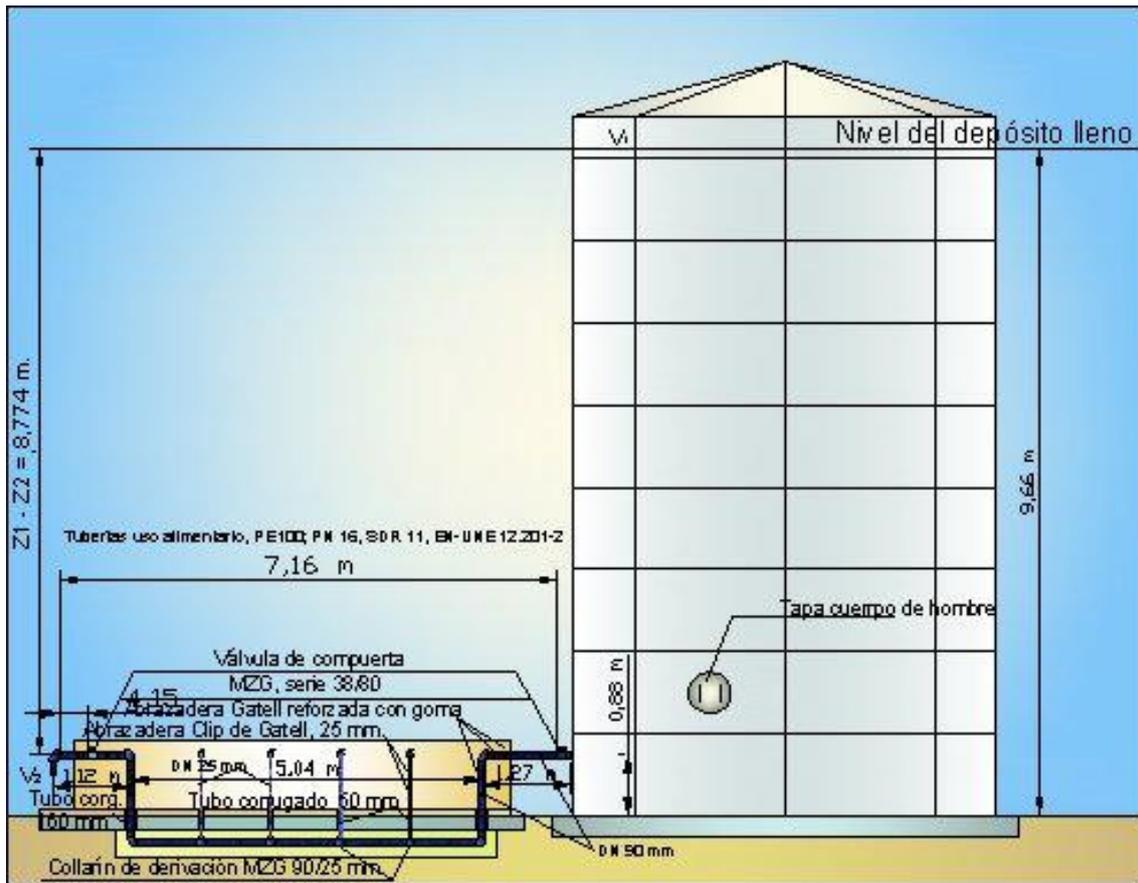
Figura 63: Racor L, tipo codo H pared, preparado para tubo de polietileno de alta densidad, de 25 mm de diámetro exterior a grifo de 3/4", s/UNE-EN 12.165.
Fuente: Genebre.



Figura 64: Grifo tipo jardín 3/4"-3/4", modelo Arco-403

Fuente: Nimaro.com

En la siguiente figura mostramos como quedaría la instalación que se alimenta de nuestro depósito de Tankeros:



Nota: Cotas en metros.

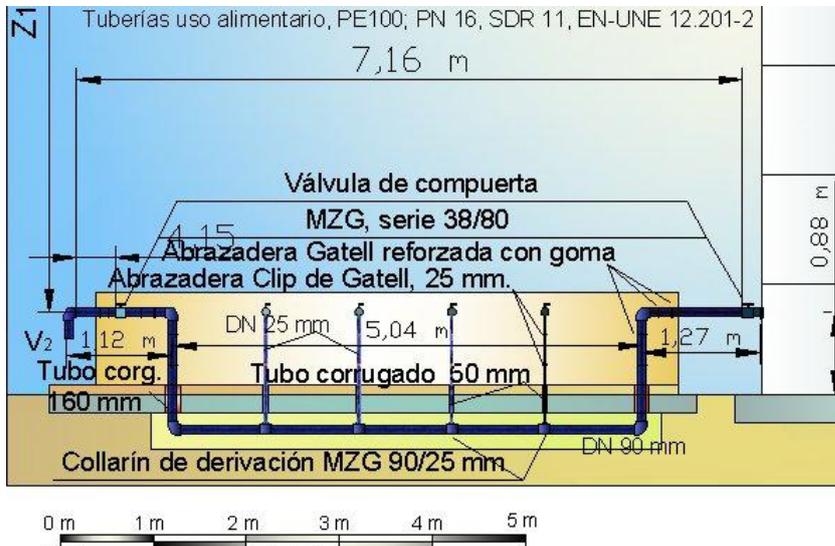


Figura 65: La parte superior muestra el circuito de abastecimiento de agua potable, desde depósito de Tankeros. La parte inferior, es una ampliación que detalla sus partes.

Para sobrepasar la base de hormigón en masa del muro soporte de las tomas,

se utilizarán tubos corrugados de color rojo de 160 mm de diámetro, para el tubo PEAD de 90 mm (línea principal), y de 50 mm para el tubo PEAD de 25 mm (líneas secundarias a puntos de tomas de agua), como vemos en la siguiente figura:

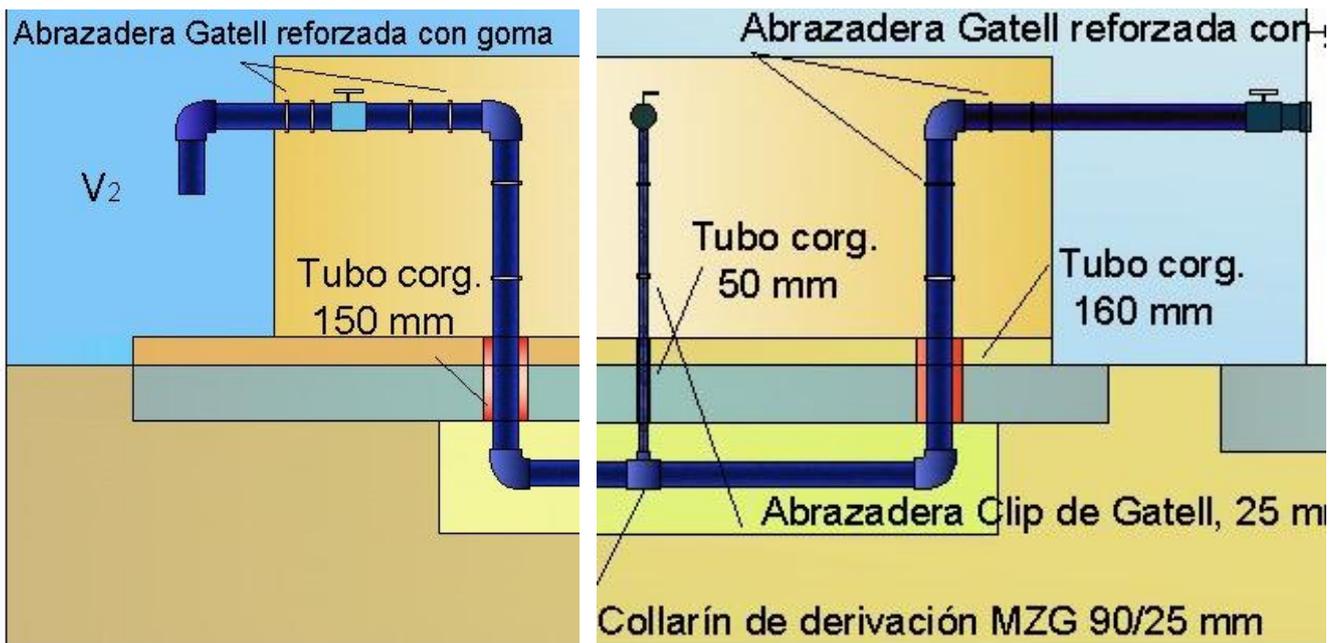


Figura 66: Detalle de los pasamuros, y abrazaderas de sujeción.

En la parte aérea de la línea principal (bajada al terreno y subida), la tubería irá abrochada al muro mediante abrazaderas Gatell de acero galvanizado, reforzada con goma, de forma que proporcione una sujeción firme, pero con cierto grado de deslizamiento de forma que permita el desplazamiento del tubo provocado por la variación de la elongación debida a la temperatura.

La parte aérea de subida a grifos, mediante tubos de 25 mm, llevará abrazaderas Gatell tipo clip.

Aplicamos para ello el teorema de Bernoulli entre los puntos 1 (capa libre de agua en la parte superior del depósito) y 2 salida de la línea principal). El desnivel entre ambos puntos es de 8,774 m. La tubería de salida tiene 73,6 mm de diámetro interior (90 mm de diámetro exterior, SDR 11). La línea principal tiene 8,18 m de longitud, contando subida y bajada al terreno, poseyendo además 5 codos, 2 válvulas de compuerta, conexión a depósito y 4 collarines de derivación (los contamos como 4 tés de paso recto).

Dicho teorema, se basa en el principio de conservación de la energía, ya que la suma de las energías de presión, cinética y potencial del punto 1, menos las pérdidas de carga de Darcy (tramos rectos de tubería y accesorios), será igual a la energía de presión, cinética y de potencial del punto 2. Esto nos permitirá conocer la velocidad de salida del fluido, y luego el caudal.

$$E_{P1} + E_{C1} + E_{P1} - (H_{L1} + H_{L2}) = E_{P2} + E_{C2} + E_{P2}$$

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 - \left[f \frac{L}{D} \frac{v_2^2}{2g} + f \frac{(L_{Accesorios})}{D} \frac{v_2^2}{2g} \right] = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2$$

$$\frac{P_1 - P_2}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 - z_2 = \left[f \frac{L + L_{Accesorios}}{D} + 1 \right] \frac{v_2^2}{2g} \Rightarrow (P_1 = P_2; v_1 \approx 0) \Rightarrow$$

$$z_1 - z_2 = \left[f \frac{L + (L_{ConexDep} + 4L_{codo} + 5L_{Coll.Te} + 2L_{Válv.Comp})}{D} + 1 \right] \frac{v_2^2}{2g}$$

En la ecuación anterior, evaluamos las pérdidas de carga secundarias de Darcy, mediante metros de longitud de tubería equivalente que sumaremos a los metros reales de tubería que ocasionan las pérdidas primarias. Tenemos 2 incógnitas, el coeficiente de

fricción y la velocidad. Si conseguimos determinar el caudal, podríamos calcular el coeficiente de fricción, que se prevé pequeño, ya que el polietileno es bastante liso.

Para calcular el caudal al final de la línea principal, necesito conocer la longitud total de la canalización, es decir sumar a la real la equivalente de los accesorios. Esta última la puedo estimar mediante la siguiente tabla:

FITTING	Longitud equivalente
Tee 90° (entrada longitudinal del fluido)	20 D
Tee 90° (entrada lateral del fluido)	50 D
Codo 90°	30 D
Codo 60°	25 D
Codo 45°	18 D
Válvula de globo convencional (completamente abierta)	350 D
Válvula de ángulo convencional (completamente abierta)	180 D
Válvula de compuerta convencional (completamente abierta)	15 D
Válvula mariposa (completamente abierta)	40 D
Válvula check convencional (completamente abierta)	100 D

Tabla 26: Estimación de la longitud equivalente de los accesorios, en función del diámetro exterior de la tubería de PEAD. Fuentes: Duratec y ABN Pipe System

$$L_T = L + L_{eqAccesorios} = L + (L_{ConexDep} + 5L_{codo90^\circ} + 4L_{Coll.Te} + 2L_{VálvCompAb}) =$$

$$L_T = 8,18 + (0,80 + 5 \times 2,208 + 4 \times 1,472 + 2 \times 1,104) = 8,18 + (0,80 + 11,04 + 5,888 + 2,208) = 8,18 + 19,93 = 28,12 \text{ m}$$

Siendo:

$L_T(m)$ = suma de la longitud de la tubería (L) y la equivalente de los accesorios ($L_{eqAccesorios}$).

$L(m)$ = Longitud de la línea principal = 8,18 m.

$$L_{ConexDep} (mte) = 0,80m$$

$$L_{codo90^\circ} (mte) = 30D = 30 \times 0,0736 = 2,208 \text{ m}$$

$$L_{CollTe} (mte) = 20D = 20 \times 0,0736 = 1,472 \text{ m}$$

$$L_{VálvCompAb} (mte) = 15D = 15 \times 0,0736 = 1,104 \text{ m}$$

Si las dos válvulas de compuerta de la línea principal están abiertas, toda nuestra energía de presión se agotará por fricción, por lo que aplicando la fórmula de Hazen Williams, podemos saber el caudal que circula por dicha línea:

$$z_1 - z_2(m) = \frac{10,679}{C^{1,852}} \times \frac{L_T(m)}{D_{int}^{4,87}(m)} \times Q^{1,852} (m^3/s) \Rightarrow$$

$$Q = \left[\frac{(z_1 - z_2) \times C^{1,852} \times D_{int}^{4,87}}{10,679 \times L_T} \right]^{\frac{1}{1,852}} = \left[\frac{8,774 \times 150^{1,852} \times 0,0736^{4,87}}{10,679 \times 28,12} \right]^{0,5399} = \left[\frac{8,774 \times 10,718,179 \times 3,031 \times 10^{-6}}{300,29} \right]^{0,5399} =$$

$$= \left[0,000949 \right]^{0,5399} = 0,023 \Rightarrow Q = 0,023 \text{ m}^3/s$$

Siendo:

$z_1 - z_2(m) = 8,774$ = desnivel entre el depósito lleno y la salida de la línea principal

$C = 150$ para PEAD (coeficiente relacionado con la rugosidad de la tubería)

$D_{int} = 0,0736 \text{ m}$ (tubo de PEAD 90 mm, SDRI1)

Esto nos permite conocer la velocidad de circulación del agua por la tubería:

$$Q = S(m^2)v(m/s) \Rightarrow v = \frac{Q}{S} = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0,023(m^3/s)}{\pi \times 0,0736^2} = 5,48m/s$$

$Q = 0,023 \text{ m}^3/s$

Siendo:

$Q(m^3/s) = \text{Caudal de la línea principal}$

$C = 150 \text{ para PEAD}$

$D_{\text{int}} = 0,08m \text{ (Diámetro interior del tubo de 90 mm)}$

Si queremos moderar la velocidad, lo podemos conseguir actuando sobre el grado de apertura de la válvula de compuerta de salida del depósito.

De todas formas, nuestra instalación está dimensionada para 16 bares, y soporta algo menos de 1 bar ($P_{\text{máx.}} = 8,774 \text{ mca} = 0,86 \text{ bar}$). Como curiosidad, la presión en la entrada de una vivienda suele estar entre 3 y 6 bares, y aunque la velocidad pueda parecer ruidosa, el polietileno la absorbe muy bien. Los golpes de ariete debidos al cierre brusco de cualquier válvula del circuito, son perfectamente absorbidos por el tanque de agua que actúa a modo de chimenea de equilibrio.

En la siguiente figura, observamos como disminuye la velocidad en función de la disminución del caudal, conforme disminuye la altura de agua almacenada, y por tanto nuestro desnivel.

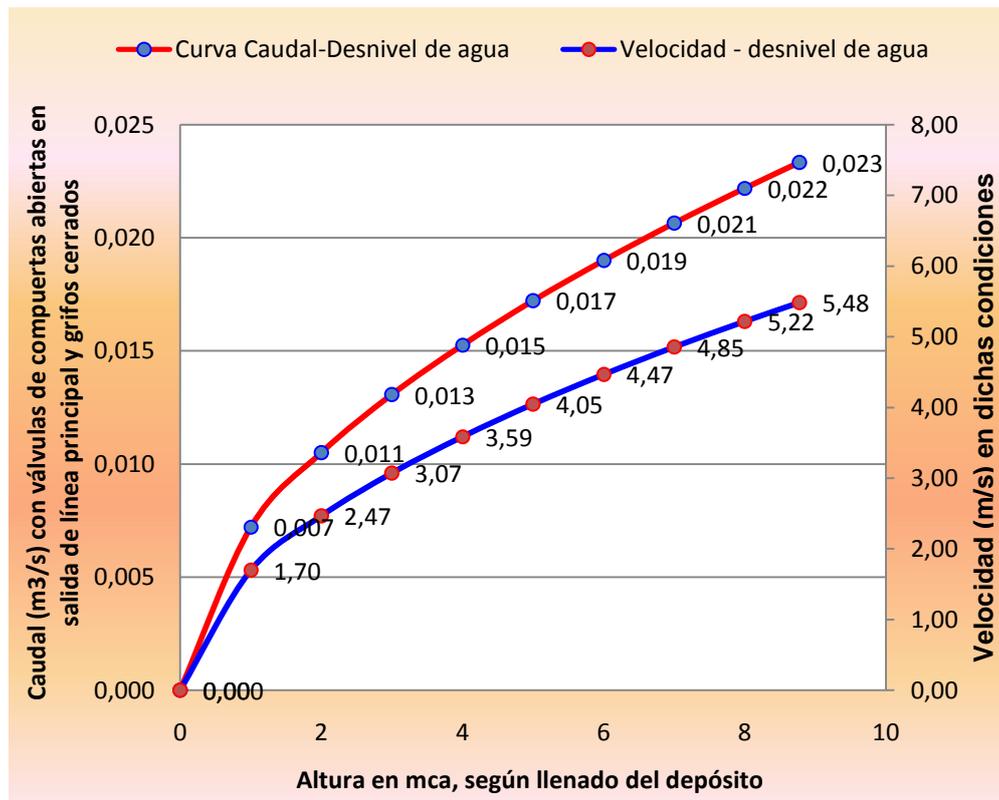


Figura 67: Curvas de caudal-velocidad en línea principal, en función del desnivel de agua

Volviendo a nuestro teorema de Bernouilli, podríamos conocida la velocidad para cada altura de descarga, estimar el coeficiente de fricción. La hallamos para lo que suponemos será el funcionamiento habitual de la instalación a depósito lleno (velocidad en la línea principal de $5,48 \text{ m}^3/\text{s}$):

$$z_1 - z_2 = \left[f \frac{L_T}{D} + 1 \right] \frac{v_2^2}{2g} \Rightarrow$$

$$f = \frac{2Dg}{v_2^2 L_T} \times \left[z_1 - z_2 - \frac{v_2^2}{2g} \right] = \frac{2 \times 0,0736 \times 9,81}{5,48^2 \times 28,12} \times \left[8,774 - \frac{0,048^2}{2 \times 9,81} \right] = 0,012$$

Siendo:

$z_1 - z_2 (m) =$ Desnivel de agua

$D(m) =$ Diámetro interior

$g(m/s^2) = 9,81m/s^2$ gravedad terrestre

$v_2(m/s) =$ velocidad del agua en la salida de la línea principal

$L_T(m) =$ longitud de la tubería más la equivalen~~te~~ de los accesorios

$f =$ Coeficien~~te~~ de fricción

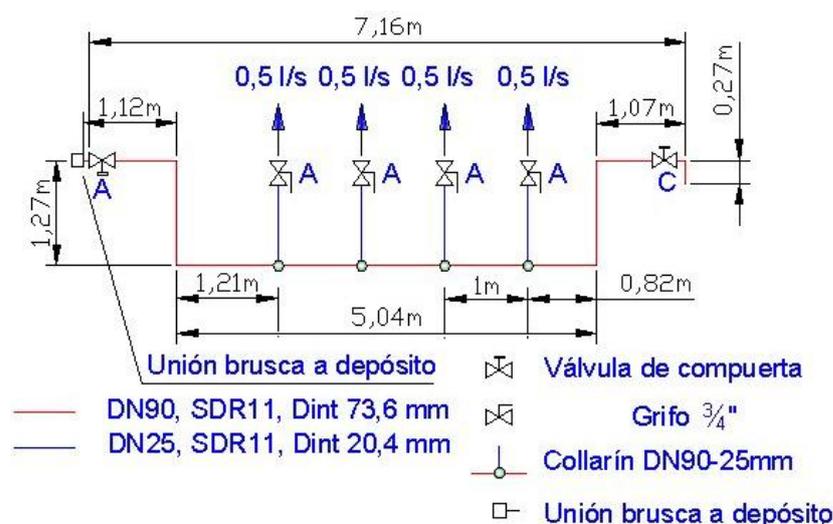
Este valor es compatible con el comportamiento excelente de tuberías lisas, como sucede en nuestro caso, al ser de polietileno.

Si de forma aproximada calculamos el número de Reynolds por la expresión:

$$Re = \frac{v(m/s)D(m)}{\nu(m^2/s)} = \frac{5,48 \times 0,0736}{1,01 \times 10^{-6}} = 299.334,64$$

Vemos que nos sitúa en un régimen claramente turbulento.

En el uso de este circuito, lo habitual, es mantener cerrada la válvula de compuerta del final, y abiertos uno o más de los cuatro grifos. El caso más desfavorable sería suponer los cuatro grifos abiertos. Si bien es verdad que con los 4 grifos cerrados y las válvulas de compuerta abierta a la salida de la línea principal se obtenían $0,023 \text{ m}^3/\text{s}$, cuando cerramos dicha válvula principal y los cuatro grifos abiertos cabría pensar que por cada uno de ellos en base a la primera ley de Kirchoff se podría obtener $0,00575 \text{ m}^3/\text{s}$, es decir $5,75 \text{ litros/s}$, dado que la pérdida de carga varía ligeramente al ser la tubería lisa.



Hagamos una comprobación del dimensionado para el uso habitual (4 grifos abiertos y válvula de compuerta final cerrada):

Supongamos que en cada uno de los grifos disponemos de un caudal de $0,5 \text{ l/s}$, lo cual es más que suficiente para atender nuestras necesidades de abastecimiento a pequeños depósitos de uso domiciliario.

Figura 68: Circuito para consumo humano.

Para evitar aplicar la anterior fórmula de Hazen-Williams, podemos utilizar el siguiente ábaco:

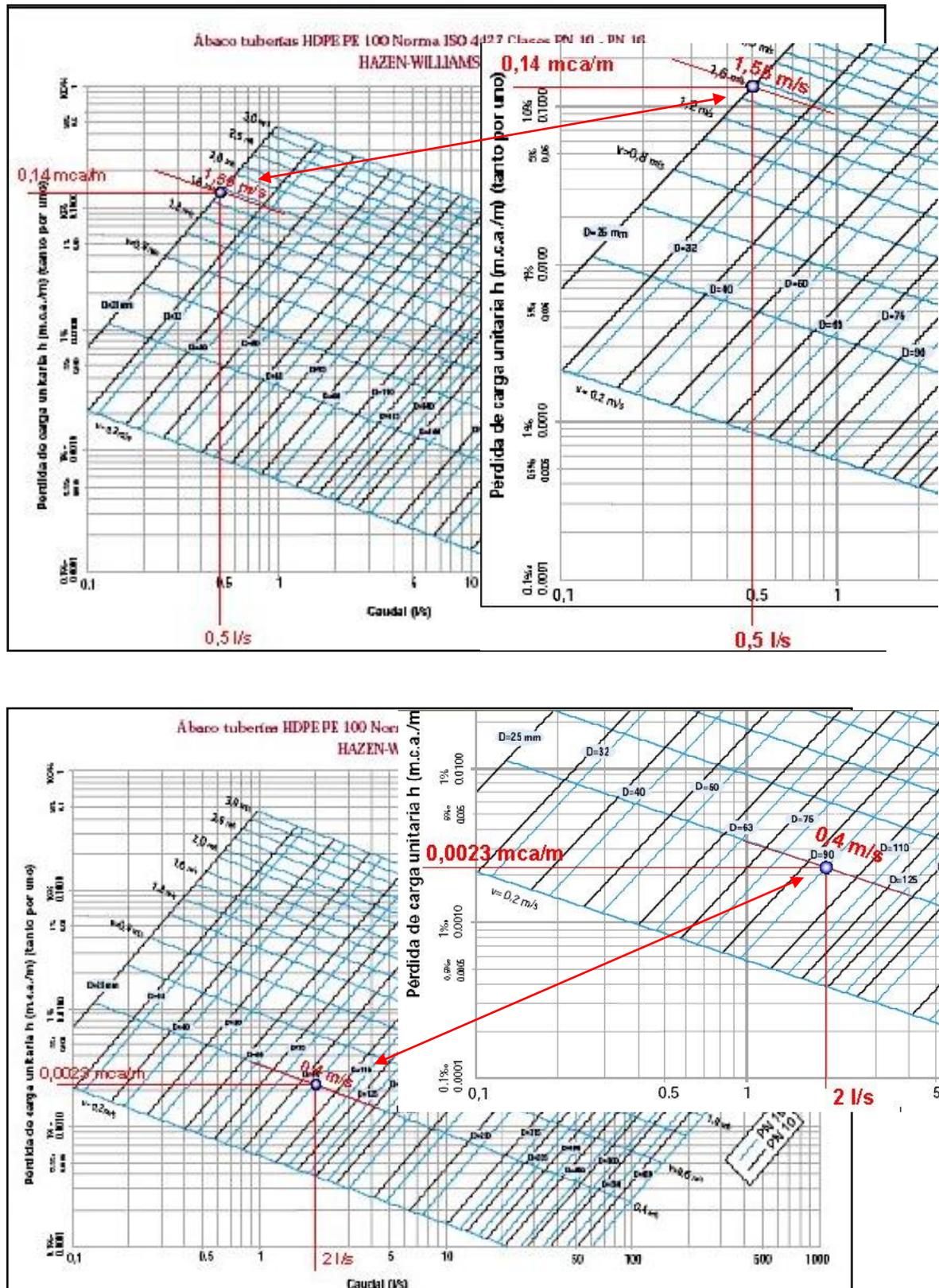


Figura 69: Estimación de la pérdida de carga unitaria, en las tuberías DN25 (parte superior), y DN90 (parte inferior), con el ábaco de Hazen-Williams para HDPE, PE100, PN16

Como vemos, trabajando con el ábaco de Hazen-Williams:

- Para DN25 entramos con el caudal (0,5 litros/s) y diámetro nominal de la tubería (DN25 mm, teniendo en cuenta que es el exterior en polietileno), conseguimos la velocidad (1,55 m/s) y la pérdida de carga unitaria (0,14 mca por metro de tubería):
- Para DN90 entramos con el caudal (2 litros/s) y diámetro nominal de la tubería (DN90 mm, teniendo en cuenta que es el exterior en polietileno), conseguimos la velocidad (0,4 m/s) y la pérdida de carga unitaria (0,023 mca por metro de tubería):

Vamos a estimar la presión a la salida del grifo más alejado. Para ello calculamos las pérdidas de carga en la instalación, suponiendo como si los 4 grifos estuviesen en la posición del más alejado. Como conocemos las pérdidas unitarias de las tuberías extraída de dicho ábaco, necesitamos conocer las longitudes equivalentes de los accesorios, para hallar la pérdida de presión total, y comprobar con nuestro desnivel, si tenemos suficiente presión a la salida del grifo:

$$H_{\text{Depósito-Grifo 4}} = (L_{DN 25} + L_{eqAccesoriosDN 25})_{\text{Salida}} \times H_{uDN 25} + (L_{DN 90} + L_{eqAccesoriosDN 90})_{\text{Línea Pr al.}} \times H_{uDN 90} =$$

$$H_{\text{Depósito-Grifo 4}} = 6,93(m) \times 0,14(mca/m) + 25,92m \times 0,0023mca/m = 0,97 + 0,06 = 1,03m$$

$$\text{Presión de salida del grifo más alejado} = \text{Desnivel} - H_{\text{Depósito-Grifo 4}} = 8,77m - 1,03m = 7,74m = 0,76 \text{ bar}$$

Longitud equivalente de la salida a grifo 4:

$$L_{\text{DerivGrifo 4}} = L_{DN 25} + L_{eqAccesoriosDN 25} = 1,27m + 5,66m = 6,93m$$

$$L_{eqAccesoriosDN 25} = L_{\text{Grifo}} + L_{\text{Codo}} + L_{\text{Estrechamiento}} = 180D_{25} + 30D_{25} + K \frac{V_{DN 25}^2}{2gH_{uDN 25}} =$$

$$L_{eqAccesoriosDN 25} = 180 \times 0,025 + 30 \times 0,025 + 0,46 \frac{1,56^2}{2 \times 9,8 \times 0,14} =$$

$$L_{eqAccesoriosDN 25} = 4,50 + 0,75 + 0,407 = 5,66m$$

Siendo: $K = 0,5 \left(1 - \frac{D_{2 \text{ int DN } 25}}{D_{1 \text{ int DN } 90}}\right) = 0,5 \left(1 - \frac{20,40^2}{76,30^2}\right) = 0,46$

Longitud equivalente de la línea principal:

$$L_{DN 90} + L_{eqAccesoriosDN 90} = 6,60m + 19,32m = 25,92m$$

$$L_{eqAccesoriosDN 90} = L_{\text{ConexDep}} + 1L_{\text{VálvCompAb}} + 2L_{\text{Codo}90^\circ} + 3L_{\text{Coll.TePaso Recto}} + 1L_{\text{Coll.TePaso }90^\circ} =$$

$$L_{eqAccesoriosDN 90} = K \frac{V_{DN 90}^2}{2gH_{uDN 90}} + 15D + 2 \times 30D + 3 \times 20D + 30D =$$

$$= L_{eqAccesoriosDN 90} = 0,5 \frac{0,4^2}{2 \times 9,81 \times 0,0023} + 15 \times 0,09 + 2 \times 30 \times 0,09 + 3 \times 20 \times 0,09 + 30 \times 0,09 =$$

$$= L_{eqAccesoriosDN 90} = 1,77 + 1,35 + 5,40 + 8,10 + 2,70 = 19,32m$$

Siendo:

$$L_{\text{ConexDep}} (mte) = K \frac{V_{DN 90}^2 (m/s)}{2g (m/s^2) H_{uDN 90} (m)}, K = 0,5 (\text{conexión en ángulo recto})$$

$$L_{\text{Codo}90^\circ} (mte) = 30D(m)$$

$$L_{\text{CollTePaso Recto}} (mte) = 20D(m)$$

$$L_{\text{CollTePaso }90^\circ} (mte) = 30D(m)$$

$$L_{\text{VálvCompAb}} (mte) = 15D(m)$$

$D(m)$ = Diámetro interior de la tubería

$V_{DN 90} (m/s)$ = velocidad del agua en la tubería de DN90 = 0,4m/s

$V_{DN 25} (m/s)$ = velocidad del agua en la tubería de DN25 = 0,14mca/m = 1,56m/s

$H_{uDN 90} (m)$ = Pérdida de carga unitaria en DN90 = 0,0023mca/m

$g(m/s^2)$ = aceleración de la gravedad terrestre = 9,81m/s²

Por tanto cuando cada grifo demanda 10,2 litros/s, la presión en el más alejado es de 7,74 mca ó 0,76 bares, El diseño es de nuevo, suficiente.

A2.11.2 Circuitos para los abrevaderos de los animales. Características y dimensionado.

El agua fuente de vida, es importante para el ganado. Asegurarla en una cantidad suficiente que evite el estrés en los animales, es importante si además de su salud, queremos obtener el máximo beneficio de ellos. Por ejemplo la leche de vaca en un 80% es agua.

A la hora de diseñar la zona de abrevadero, deberemos de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a) La altura a la que ubicar los mismos: El diferente porte de los animales que han de beber en los abrevaderos, aconsejan que los dispongamos en dos alturas posibles 400 mm para ganado tipo ovino y caprino, y 700 mm de altura con respecto al suelo para el ganado vacuno, equino y camélidos. Una vaca por ejemplo abreva de forma más cómoda con el cuello estirado formando un ángulo de 60° entre el cuello y la cabeza, hundiendo su boca de 10 a 15 cm en el agua.

b) El número de animales que suponen abreen de forma simultánea: Si disponemos de poca capacidad o puntos de toma de agua, los animales se estresan, y es posible que los dominantes no dejen beber a los más débiles.

c) Que la reposición del nivel de agua en los abrevaderos sea automática, y con caudal suficiente, adecuado al consumo animal.

d) La facilidad de limpieza: Este detalle está relacionado con la salud del animal. El material utilizado y el diseño, es clave a la hora de determinar si la limpieza se realizará. Los abrevaderos se pueden confeccionar de obra, madera, chapa galvanizada, hierro esmaltado, polietileno, fibra de vidrio y acero inoxidable. De todos ellos el modelo que vamos a escoger, pese a ser el más caro, es el de acero inoxidable, dado que nuestra instalación estará a la intemperie, buscando la robustez y facilidad de limpieza. Los abrevaderos de obra y madera presentan graves problemas de higiene, a los de chapa galvanizada, se les adhiere la verdina con facilidad. Después los de plástico y fibra, sufren roturas con mayor facilidad.

e) Las condiciones de salubridad del agua, y su temperatura: Que el agua esté libre de bacterias, y que su temperatura esté entre los 15 y los 27°C.

f) La distribución de los puntos de abrevadero: El espaciado entre las hileras de abrevaderos, es importante, ya que si los animales están encorsetados, es más fácil que se produzcan defecaciones de los mismos en el interior de los abrevaderos, y se contamine el agua. Si esto se produce, el animal sufre estrés al evitar beber salvo extrema necesidad.

El modelo de abrevadero elegido que cumple estas recomendaciones del veterinario Francés Alboquers (revista Mundo Veterinario, nº 193 de 15 de noviembre de 2.003: Abrevaderos, conceptos básicos a tener en cuenta), es de la firma Suevia modelo 130-6.024, que aunque pensado para vacas lecheras, al tener 4 patas en las que va sujeto el recipiente, se permite regular la altura, por lo que podremos disponer hileras a 0,70 m (para animales de gran porte), y a 0,40 m (para los de menor porte).

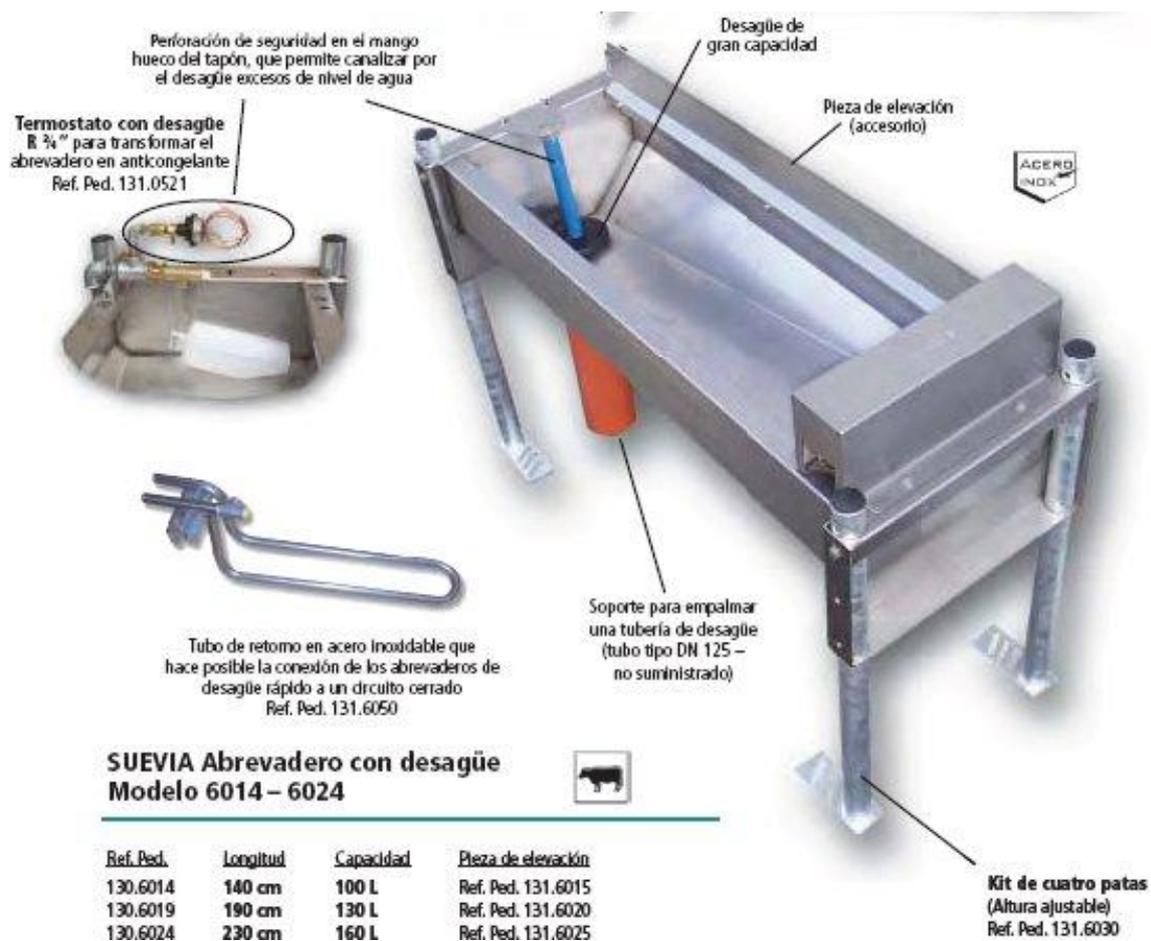


Figura 70: Abrevadero para ganado Suevia, modelo s/longitud. Recuadrado en rojo, el elegido.
Fuente: Suevia.



Figura 71: Detalle de la posibilidad de regulación de altura.
Fuente: Pimex: material ganadero e instrumental

Es interesante destacar el evitar la inundación de la zona de abrevadero, para lo cual conectaremos cada una de las piezas que lo forman a un sistema de desagüe. Además la zona será hormigonada y provista de husillos, para evitar inundaciones, que será drenada previa arqueta sifónica, a las proximidades del río Awash.

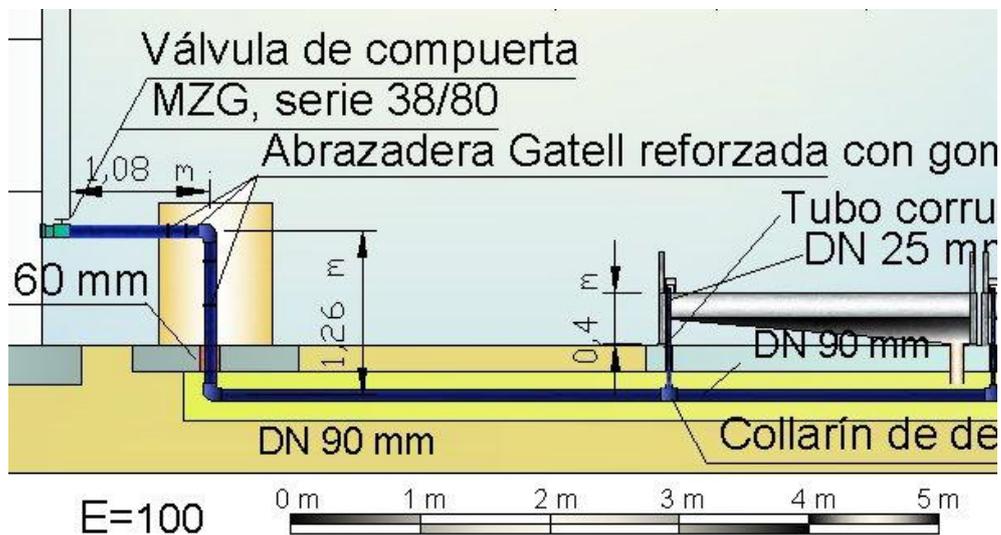
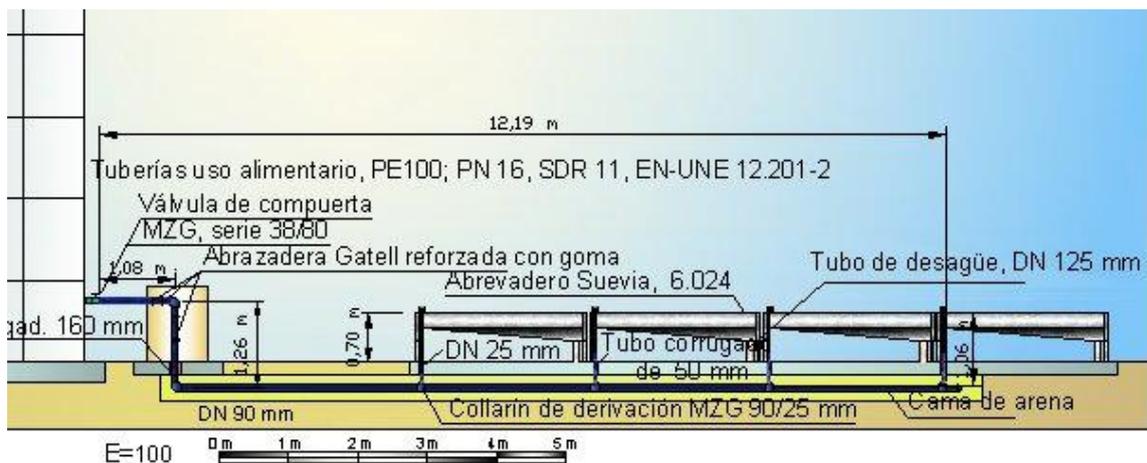
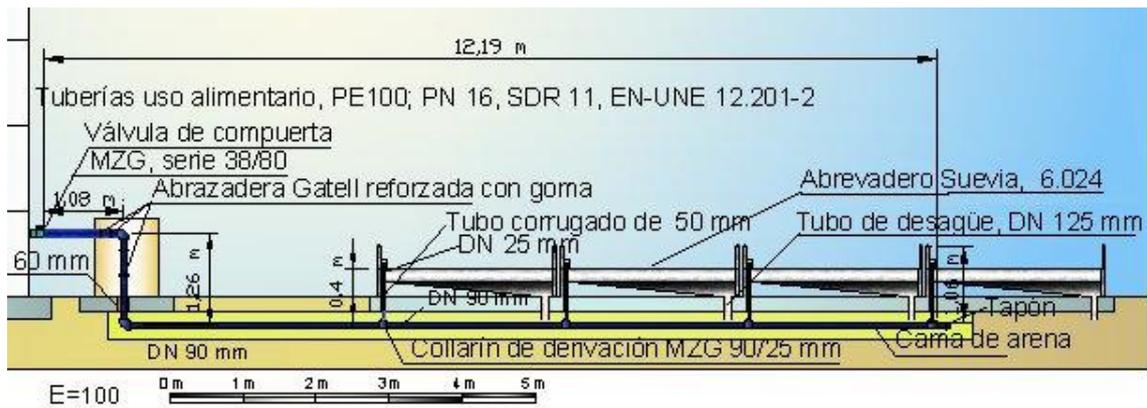


Figura 74: La parte superior muestra el alzado de las líneas 1 y 2. La central, el de las líneas 3 y 4. La parte inferior es una ampliación de la salida de las líneas 1 y 2. Observamos similitud en el diseño, con el circuito del consumo humano.

Pasemos pues al dimensionado de estas líneas. Bastará con calcular la tipo 3-4, ya que las 1-2 se diferencian en que los ramales a los bebederos son algo más cortos.

El esquema unifilar de la instalación es el siguiente:

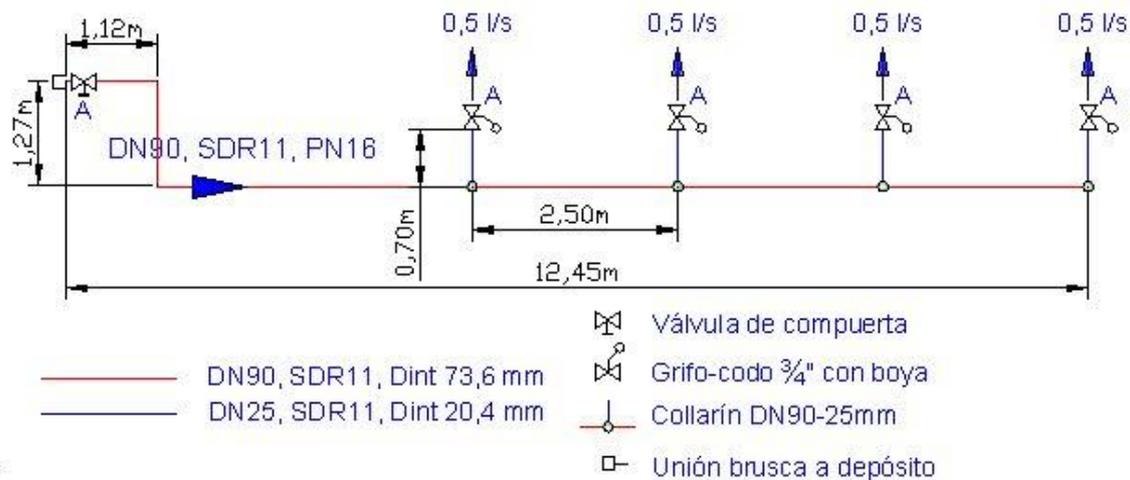


Figura 75: Esquema unifilar de las líneas 3 y 4 para los bebederos de los animales

Trabajamos con el ábaco de Hazen-Williams, bajo las mismas hipótesis de diseño del circuito de consumo humano, estimando que cada bebedero del circuito, de llenado automático y con 160 litros de capacidad, precisa un caudal de 0,5 litros/segundo. Como la línea dispone de 4 bebederos Suevia, tenemos que:

- Para DN25 entramos con el caudal (0,5 litros/s) y diámetro nominal de la tubería (DN25 mm), teniendo en cuenta que es el exterior en polietileno), conseguimos la velocidad (1,55 m/s) y la pérdida de carga unitaria (0,14 mca por metro de tubería).
- Para DN90 entramos con el caudal (2 litros/s) y diámetro nominal de la tubería (DN90 mm, teniendo en cuenta que es el exterior en polietileno), conseguimos la velocidad (0,4 m/s) y la pérdida de carga unitaria (0,023 mca por metro de tubería).

El proceso de cálculo es el siguiente:

$$H_{\text{Depósito-Bebedero 4}} = (L_{DN 25} + L_{eq\text{Accesorios}DN 25})_{\text{Salida}} \times H_{uDN 25} + (L_{DN 90} + L_{eq\text{Accesorios}DN 90})_{\text{Línea Pr al.}} \times H_{uDN 90} =$$

$$H_{\text{Depósito-Bebedero 4}} = 6,36(m) \times 0,14(mca/m) + 33,04m \times 0,0023mca/m = 0,89 + 0,08 = 0,97m$$

$$\text{Presión de salida del grifo más alejado} = \text{Desnivel} - H_{\text{Depósito-Grifo 4}} = 8,96m - 0,97m = 7,99m = 0,78 \text{ bar}$$

Longitud equivalente de la salida a grifo 4:

$$L_{\text{IDeiv Bebedero 4}} = L_{DN 25} + L_{eq\text{Accesorios}DN 25} = 0,70m + 5,66m = 6,36m$$

$$L_{eq\text{Accesorios}DN 25} = L_{\text{Grifo}} + L_{\text{Codo}} + L_{\text{Estrechamiento}} = 180D_{25} + 30D_{25} + K \frac{V_{DN 25}^2}{2gH_{uDN 25}} =$$

$$L_{eq\text{Accesorios}DN 25} = 180 \times 0,025 + 30 \times 0,025 + 0,46 \frac{1,56^2}{2 \times 9,8 \times 0,14} =$$

$$L_{eq\text{Accesorios}DN 25} = 4,50 + 0,75 + 0,407 = 5,66m$$

$$\text{Siendo: } K = 0,5 \left(1 - \frac{D_{2\text{int } DN 25}}{D_{1\text{int } DN 90}} \right) = 0,5 \left(1 - \frac{20,40^2}{76,30^2} \right) = 0,46$$

Longitud equivalente de la línea principal:

$$L_{DN 90} + L_{eq\text{Accesorios}DN 90} = 13,72m + 19,32m = 33,04m$$

$$L_{eq\text{Accesorios}DN 90} = L_{\text{ConexDep}} + 1L_{\text{VálvCompAb}} + 2L_{\text{codo}90^\circ} + 3L_{\text{Coll.TePaso Recto}} + 1L_{\text{Coll.TePaso }90^\circ} =$$

$$L_{eq\text{Accesorios}DN 90} = K \frac{V_{DN 90}^2}{2gH_{uDN 90}} + 15D + 2 \times 30D + 3 \times 20D + 30D =$$

$$= L_{eq\text{Accesorios}DN 90} = 0,5 \frac{0,4^2}{2 \times 9,81 \times 0,0023} + 15 \times 0,09 + 2 \times 30 \times 0,09 + 3 \times 20 \times 0,09 + 30 \times 0,09 =$$

$$= L_{eq\text{Accesorios}DN 90} = 1,77 + 1,35 + 5,40 + 8,10 + 2,70 = 19,32m$$

Siendo:

$$L_{ConexDep} (mte) = K \frac{V_{DN90}^2 (m/s)}{2g(m/s^2)H_{uDN90} (m)}, K = 0,5(\text{conexión en ángulo recto})$$

$$L_{Codo90^\circ} (mte) = 30D(m)$$

$$L_{CollTePaso Recto} (mte) = 20D(m)$$

$$L_{CollTePaso 90} (mte) = 30D(m)$$

$$L_{VálvCompAb} (mte) = 15D(m)$$

$D(m)$ = Diámetro interior de la tubería

$$V_{DN90} (m/s) = \text{velocidad del agua en la tubería de DN90} = 0,4m/s$$

$$V_{DN25} (m/s) = \text{velocidad del agua en la tubería de DN25} = 0,14mca/m = 1,56m/s$$

$$H_{uDN90} (m) = \text{Pérdida de carga unitaria en DN90} = 0,0023mca/m$$

$$g(m/s^2) = \text{aceleración de la gravedad terrestre} = 9,81m/s^2$$

Donde hemos calculado la presión a la salida del grifo más alejado. Para ello hallamos las pérdidas de carga en la instalación, suponiendo como si los 4 grifos-boya de los bebederos, estuviesen en la posición del más alejado. Partiendo de que conocemos las pérdidas unitarias de las tuberías extraída de dicho ábaco, para la línea principal de tubo DN90 (0,0023 mca/m), y para los ramales de DN25 (0,14 mca/m) obtenidas del ábaco de Hazen-Williams, necesitamos conocer las longitudes equivalentes de los accesorios tanto en la línea principal, como en la derivación, para hallar la pérdida de presión total (multiplicando la pérdida de carga unitaria respectiva por la longitud (real + la de los accesorios). De esta forma hemos calculado que en la derivación al bebedero más alejado se pierden 0,89m, y en la línea principal 0,08m, lo que hace un total de 0,97 m. Como el desnivel entre la altura de agua del depósito (9,66 m) y la del bebedero (0,70 m) es de 8,96 m, la presión a la salida del grifo-boya será de 7,99 m ó 0,78 bares, para las líneas 3 y 4.

Las líneas 1 y 2, tendrán algo más de presión, al perderse algo menos en los ramales (6,06 m = 0,4+5,66, frente a los 6,36 m), y existir algo más de desnivel (9,26m=9,66-0,4m frente a los 8,96 m). En concreto perderá de presión: $6,06 \times 0,14 + 33,04 \times 0,0023 = 0,84 + 0,08 = 0,92$ m Y tendrá de presión a la salida del grifo-boya más alejado: Desnivel-pérdida=9,26-0,92=8,34 m = 0,82 bar en líneas 1 y 2. El diseño se considera correcto.

A2.12 Red de desagües. Descripción y dimensionado.

Para el dimensionado de la red de saneamiento y desagües, nos guiamos por el documento básico HS salubridad del Código Técnico de la Edificación. Dado que no contamos con datos fiables de la zona, y que las precipitaciones han sufrido enormes oscilaciones en los últimos años, lo que parece puede guardar relación con el tan temido cambio climático, vamos a realizar los cálculos sobre un supuesto desfavorable de precipitaciones en el valor de 300 mm/h. Calcularemos la carga recibida por cada arqueta con rejilla de pluviales, teniendo en cuenta la superficie de recogida de agua (calculadas con el comando área del programa Autocad), más la equivalente aportada en su caso por las aguas residuales procedentes de los abrevaderos, que acometan a las mismas, incrementada por el factor de corrección de pasar de 100 mm/h para los que están referidos los datos de la tabla 4.9 del citado documento básico a los 300 mm/h de nuestra hipótesis más desfavorable. Dicho factor tomará un valor 3, ya que s/HS salubridad, apartado 4.2.2:

$$f = \frac{i}{100} = \frac{300}{100} = 3$$

Siendo:

f = factor de corrección

$i(mm/h)$ = intensidad ó régimen pluviométrico

100 = mmh de partida

Antes de entrar en el dimensionado pasamos a describir las instalaciones de evacuación de aguas.

Si nos fijamos en el plano N^o4, la zona ocupada por nuestras instalaciones es una plataforma de 40,02 metros de largo por 31,73 metros de ancha elevada sobre el terreno 1 metro, ya que la zona es llana. En dicha plataforma hemos dispuesto 10 arquetas de desagüe de medidas interiores 0,76x0,76x1,10 metros (largo, ancho y profundidad), que están provistas cada una de ellas de rejillas de fundición dúctil marca Benito, modelo RP-80, de 0,80x0,80 metros (largo y ancho). La tapa de la rejilla de 0,755x0,755 es articulada y antirrobo. Las arquetas descansan sobre soleras de hormigón en masa HM30/B/15/IIa+Qb (hormigón en masa de 20 N/mm², consistencia blanda, con un espesor de 15 cm, con tipo de exposición IIa que es apropiada para elementos enterrados o sumergidos y adicional Qb, contenidos químicos capaces de producir la alteración del hormigón a velocidad lenta, debido a

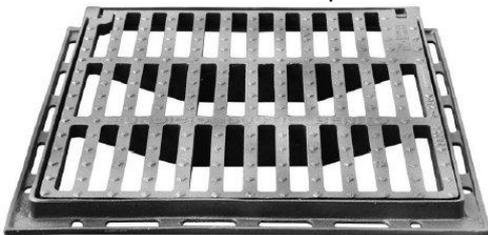


Figura 76: Rejilla articulada, antirrobo RP-80 para arqueta de desagüe de pluviales.

Fuente: Fundición dúctil Benito

la presencia de heces de animales). La recogida de aguas a las rejillas, hundidas 5 cm respecto a la plataforma, se realiza mediante las pendientes indicadas en el plano, sobre la dirección de las recogidas de aguas. El suelo que forma las pendientes de las aguas, es una solera de hormigón. Dicha solera estará realizada con hormigón cuya designación EHE será: HA 30/B/20/IIb+Qb (hormigón armado de 30 N/mm², consistencia blanda, con un espesor de 20 cm, con tipo de exposición IIa que es apropiada para exteriores con ausencia de cloruros, y expuesto a lluvia en zona con precipitación media anual inferior a 600 mm y adicional Qb, arriba indicada), vibrado mediante regla vibrante y acabado ruleteado, armado con una malla, mediante tetraceros de 8 mm de diámetro, dispuestos en cuadrículas electro-soldadas de 150x150 mm.

la presencia de heces de animales).

La recogida de aguas a las rejillas, hundidas 5 cm respecto a la plataforma, se realiza mediante las pendientes indicadas en el plano, sobre la dirección de las recogidas de aguas. El suelo que forma las pendientes de las aguas, es una solera de hormigón. Dicha solera estará realizada con hormigón cuya designación EHE será: HA 30/B/20/IIb+Qb (hormigón armado de 30 N/mm², consistencia blanda, con un espesor de 20 cm, con tipo de exposición IIa que es apropiada para exteriores con ausencia de cloruros, y expuesto a lluvia en zona con precipitación media anual inferior a 600 mm y adicional Qb, arriba indicada), vibrado mediante regla vibrante y acabado ruleteado, armado con una malla, mediante tetraceros de 8 mm de diámetro, dispuestos en cuadrículas electro-soldadas de 150x150 mm.

Sobre dicha plataforma, distinguimos S/P N^o4, 8 líneas de desagües, que evacúan aguas hacia los bordes, ya que la zona que rodea nuestras instalaciones es de naturaleza llana, y con dificultades por tanto para la evacuación. La elevación de 0,70 metros se considera suficiente para preservar nuestras instalaciones, frente a posibles avenidas de agua en épocas de lluvia ya que las ubica a 1282,40 pies, es decir, a una cota ligeramente superior a la que se encuentra hacia el norte el camino rural que une Dubti con la carretera 18 que pasa por Logia y Semera.

Las tuberías utilizadas en todo el sistema de desagüe, será de PVC color teja, marca Ferroplast, ideal para canalización enterrada. La pendiente del 1% es suficiente para garantizar que la circulación de las aguas se realiza de forma rodada o por gravedad. Deberán cumplir la norma EN-UNE-1.401-1, y siendo la designación o marca presente en cada ro de tubo la siguiente:

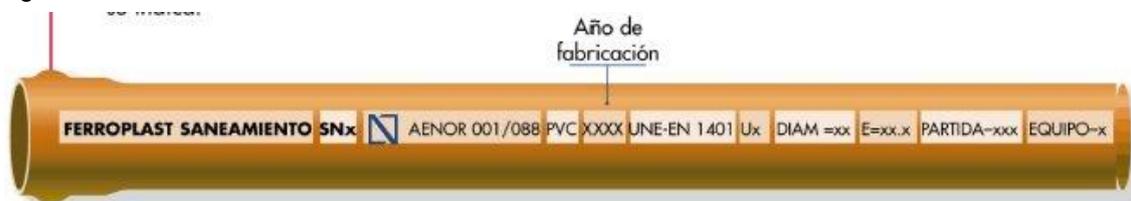


Figura 77: Designación de tubo de PVC para la red enterrada de desagüe.

Fuente: Ferroplast

A la hora de elegir correctamente la tubería, debemos de tener en cuenta sus características técnicas. Sucede igualmente que la relación entre el diámetro nominal y el espesor de la tubería está en relación directa con la resistencia que ofrece al aplastamiento frente a cargas externas, es decir, la rigidez anular nominal. La norma EN-UNE-1.401-1, las clasifica en SN-2, SN-4, SN-6, SN-8. En las redes de saneamiento de empresas públicas se suele exigir un mínimo de SN-4, es decir, que soporte 4KN/m²., aunque se da la tendencia a subir a SN8,

como por ejemplo exige la empresa pública Aguas de Jerez (a fin de lograr una mayor durabilidad de las instalaciones.

Mostramos a continuación las características más relevantes de los tubos de PVC que fabrica Ferroplast, siguiendo la citada norma:

OTRAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	SERIE		
	SN-2	SN-4	SN-8
Rigidez anular nominal	2 KN/m ²	4 KN/m ²	8 KN/m ²
Relación D/e máxima (SDR)	51	41	34
Densidad media	1,4 g/cm ³		
Módulo de elasticidad	≥ 3.000 MPa		
Coefficiente medio de dilatación térmica lineal	0,08 mm/m °C		
Conductividad térmica	0,16 W/m °C		
Resistencia eléctrica superficial	≥ 10 ¹² Ω		

EXIGENCIAS EN ENSAYOS	VALOR
Esfuerzo circunferencial (ensayo de presión interna) 60°C, 1.000 horas	10 MPa
Resistencia al impacto a 0°C	T.I.R. ≤ 10%
Temperatura de reblandecimiento VICAT	≥ 79°C
Retrocción longitudinal en caliente	< 5%
Resistencia al diclorometano 15°C	Sin ataque

SANEAMIENTO SIN PRESIÓN. UNE-EN 1401.



Diámetro exterior (mm.)	SN-2		SN-4		SN-8		L. total=6 m. Longitud útil (m.)	L. total=3 m. Longitud útil (m.)
	Diámetro interior (mm.)	Espesor (mm.)	Diámetro interior (mm.)	Espesor (mm.)	Diámetro interior (mm.)	Espesor (mm.)		
110	-	-	103,6	3,2	103,6	3,2	5,932	-
125	-	-	118,6	3,2	117,6	3,7	5,928	-
160	153,6	3,2	152,0	4,0	150,6	4,7	5,909	2,909
200	192,2	3,9	190,2	4,9	188,2	5,9	5,895	2,895
250	240,2	4,9	237,6	6,2	235,4	7,3	5,825	2,825
315	302,6	6,2	299,6	7,7	296,6	9,2	5,793	-
400	384,2	7,9	380,4	9,8	376,6	11,7	5,733	-
500	480,4	9,8	475,4	12,3	470,8	14,6	5,657	-
630	605,4	12,3	599,2	15,4	593,2	18,4	5,580	-

Tabla 27: Características técnicas de las tuberías de PVC s/ norma EN-UNE-1.401-1. En la tabla inferior podemos escoger el DN del tubo con la SN. A mayor SN, mayor resistencia al aplastamiento, o mayor rigidez anular nominal.

Fuente: Ferroplast

En nuestra instalación, buscando dicha mayor durabilidad, escogeremos tubos con SN-8, capaz de aguantar 8000 N/m², es decir 815 Kg/m², buscando no solo la mayor resistencia, sino la posibilidad de su enterramiento como sucede en nuestro caso a menor profundidad, bajo la losa de hormigón a partir de 30 cm medido desde el eje de la tubería.

En la siguiente figura se nos muestra la profundidad mínima de enterramiento en función de la SN de la tubería, y las condiciones adicionales de sobrecarga que se den en superficie. Nuestro caso se corresponde, con ausencia de tráfico rodado, y vemos que para SN8 la profundidad mínima de enterramiento es de 30 cm, que se toma desde la parte inferior de la tubería. Nosotros la cumplimos al tomarla desde el eje de la misma, en el arranque cada cabecera de tramo, como podemos ver en el plano N° 4.

ALTURA MÍNIMA DE ENTERRAMIENTO

Diámetro exterior (mm.)	Ausencia de tráfico rodado			Tráfico hasta 12 Tm			Tráfico hasta 24 Tm			Tráfico hasta 60 Tm		
	SN-2	SN-4	SN-8	SN-2	SN-4	SN-8	SN-2	SN-4	SN-8	SN-2	SN-4	SN-8
110	-	0,3	0,3	-	0,4	0,4	-	0,5	0,5	-	0,6	0,6
125	-	0,5	0,3	-	0,6	0,4	-	0,7	0,5	-	1,0	0,6
160	0,6	0,5	0,3	0,8	0,6	0,4	0,8	0,7	0,5	2,6	1,1	0,6
200	0,6	0,5	0,3	0,8	0,6	0,4	0,8	0,7	0,5	2,8	1,2	0,6
250	0,6	0,5	0,3	0,8	0,6	0,4	0,8	0,7	0,5	3,0	1,2	0,6
315	0,6	0,5	0,3	0,8	0,6	0,4	0,8	0,7	0,5	3,2	1,4	0,6
400	0,6	0,5	0,3	0,8	0,6	0,4	0,8	0,7	0,5	3,4	1,4	0,6
500	0,6	0,5	0,3	0,8	0,6	0,4	1,0	0,7	0,5	3,8	1,6	0,6
630	0,6	0,5	0,3	0,8	0,6	0,4	1,4	0,7	0,5	4,6	1,8	0,6

(Altura expresada en metros)

Figura 78: Elección de la profundidad de enterramiento, en función de la SN o rigidez anular nominal y el tipo de tráfico rodado.

Fuente: Ferroplast

Si nos fijamos, de las 8 líneas de desagües planificadas, solamente la 1 y la 3 son de tipo mixto, en el sentido de evacuar aguas pluviales y las residuales procedentes de los abrevaderos. Además, presentan el mismo diseño, al ser simétricas en cuanto al trazado y los servicios que realizan.

Las líneas restantes son únicamente para la recogida de aguas pluviales, ya que el agua que se pueda desperdiciar de los grifos en las líneas 6 y 7 se considera despreciable, al tratarse de grifos para el suministro de agua potable, y no para el lavado de utensilios de uso doméstico.

Además se observa simetría de cálculo en las líneas 8 y 4, y se esperan soluciones similares para las 5, 6 y 7 dado que evacuan superficies de dimensiones similares.

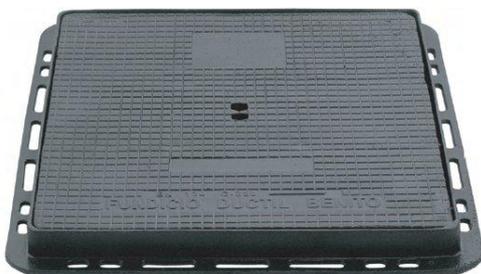


Figura 79: tapa de fundición en arqueta de desagüe de cada abrevadero, modelo TH42

Fuente: Fundición dúctil Benito.

Si nos fijamos en las líneas 1 y 3, para facilitar el mantenimiento de los desagües, cada abrevadero posee su propia arqueta de 0,6x0,6x0,6 m (largo, ancho y profundo). Dichas arquetas de paso están provistas de tapas de fundición marca Benito modelo TH42, con superficie antideslizante, que proporciona un acceso libre de 33x33 cm.

Procedamos a justificar los diámetros de las distintas líneas de la red de evacuación de aguas pluviales y sucias.

A2.12.1 Línea de desagüe nº 1 ó LD1, descripción y dimensionado.

Esta línea evacúa agua de recogida pluvial más la de las dos primeras líneas de abrevaderos que confluyen en la arqueta de rejilla pluvial nº2.

Está formada por el ramal de arquetas pluviales que parte de la ARP1 y finaliza en la zona descarga tras pasar por la ARP 2 donde confluyen las dos ramas procedentes de los abrevaderos.

En la siguiente figura, mostramos la vista en planta, la cual nos facilitará la comprensión del dimensionado que efectuaremos a continuación.

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Tabla 28: Se corresponde con la tabla 4.9 del documento básico HS salubridad, del Código Técnico de la Edificación.

- Instalamos de ARP1 a ARP2 tubería de diámetro nominal DN 125, SN-8, EN-UNE 1.401-1.

b) LD1: Dimensionado del tramo de unión de la arqueta de recogida pluvial nº2 (ARP2) a campo:

Superficie de recogida de aguas para 100 mm/h: 145,86 m².

Pendiente: 1%

Régimen pluviométrico: 300 mm/h

Factor de corrección de 100 a 300 mm/h: f=3

Superficie equivalente por unidades de desagüe:

- Unidades de desagüe ó UD: 8 abrevaderos x 10 UD/abrevadero = 80 UD. Según apartado 4.3 de HS Salubridad, mientras no superemos 250 UD, la superficie equivalente será de 90 m².

Superficie total de recogida de aguas para 100 mm/h = 145,86 + 90 = 235,86 m².

Superficie de recogida de aguas corregida para 300 mm/h: 235,86x3 = 707,58 m².
Seleccionamos en la tabla 4.9 del documento básico HS Salubridad, el diámetro nominal del colector para una superficie mayor o igual de 707,58 m², y pendiente de la tubería del 1:

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Tabla 29: Uso de la tabla 4.9 del documento HS Salubridad del CTE, para la elección del tramo en estudio.

- Instalamos de la arqueta ARP2 a zona de desagüe, una tubería de diámetro nominal DN 200, SN-8, s/EN-UNE 1.401-1.

c) LD1: Dimensionado del tramo de desagües de abrevaderos desde arqueta de paso AP1 a ARP2.

Cada uno de los abrevaderos Suevia modelo 6.025, tiene prevista la salida para la conexión de una tubería DN125, SN4, según nos indica el fabricante. La salida de cada abrevadero irá a parar a su arqueta respectiva mediante tubo de idénticas características, con el auxilio de un codo hembra-hembra de 87° 30´.

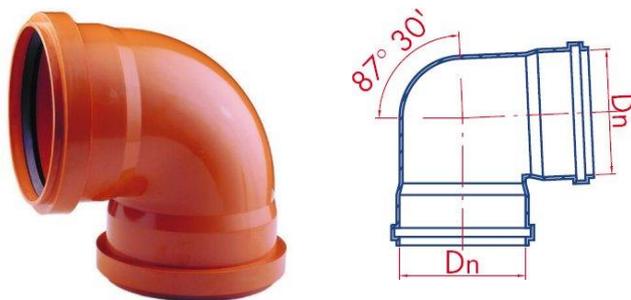


Figura 81: Codo de 87° 30' hembra-hembra, para la conexión del tubo de bajada del abrevadero con su arqueta.

Fuente: Ferroplast

Como cada abrevadero posee 10 unidades de desagüe (UD), el tramo más desfavorable va de la arqueta de paso AP3 a la AP4, con 40 UD a coeficiente de simultaneidad 1. Según la tabla 4.5 del citado documento HS Salubridad, para una pendiente del 1%, bastaría con un tubo de DN 90 mm:

Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada

Máximo número de UD	Pendiente			Diámetro (mm)
	1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50	
-	24	29	63	
-	38	57	75	
96	130	180	90	
264	321	382	110	
390	480	580	125	
880	1.068	1.300	160	
1.600	1.920	2.300	200	
2.900	3.500	4.200	250	
5.710	6.920	8.290	315	
8.300	10.000	12.000	350	

Tabla 30: Uso de la tabla 4.5 del documento HS Salubridad del CTE, para la elección del tramo de desague de abrevaderos.

Sin embargo dado que el fabricante aconseja DN125, seguiremos su recomendación y por tanto:

- Instalaremos en los tramos de AP1 a Ap4 y de Ap4 a ARP2 tubo DN125 SN8.

En los bajantes desde cada abrevadero a su arqueta, montaremos tubo DN125 SN4, con codo hembra-hembra de 87°,30' en el cambio de dirección que caracteriza la pendiente de llegada a la arqueta. Todas cumplirán la norma EN-UNE 1.401-1

d) LD1: Dimensionado del tramo de desagües de abrevaderos de arqueta de paso AP5 a ARP2.

Si nos fijamos en este tramo, presenta simetría con el anterior dimensionado, llegándose a las mismas conclusiones:

- Instalaremos en los tramos de AP5 a Ap8 y de Ap8 a ARP2 tubo DN125 SN8.

En los bajantes desde cada abrevadero a su arqueta, DN125 SN4, con codo hembra-hembra de 87°,30' en el cambio de dirección que caracteriza la pendiente de llegada a la arqueta. Todas cumplirán la norma EN-UNE 1.401-1.

A2.12.2 Línea de desague nº 2 ó LD2, descripción y dimensionado.

Esta línea de desague, recoge agua exclusivamente pluvial con una superficie proyectada en planta de 150,56 m², contando la parte correspondiente al tejado del tanque.

El agua se vierte a la arqueta de rejilla pluvial nº 3, y desde ahí, es evacuada al exterior de la plataforma, como vemos en la siguiente figura.

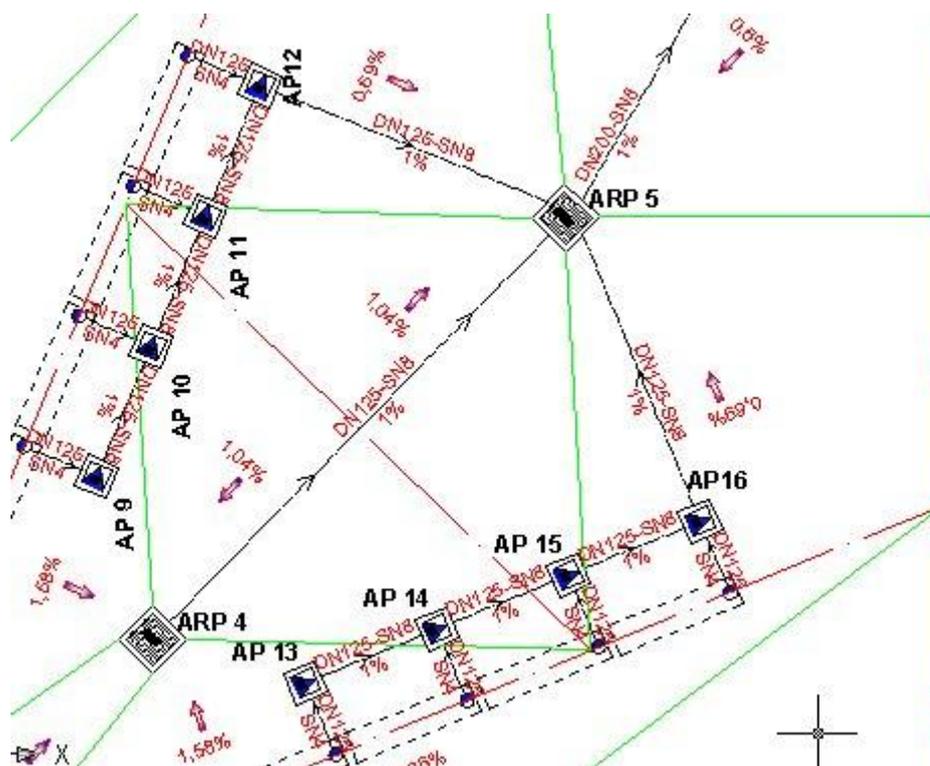


Figura 83: Trazado de la línea de desagüe N°3.

Por tanto Llegamos a las mismas conclusiones para su dimensionado:

- Instalamos de ARP1 a ARP5 tubería de diámetro nominal DN 125, SN-8, EN-UNE 1.401-1.
- Instalamos de la arqueta ARP5 a zona de desagüe, una tubería de diámetro nominal DN 200, SN-8, s/EN-UNE 1.401-1.
- Instalaremos en los tramos de AP9 a Ap12 y de Ap12 a ARP5 tubo DN125 SN8. En los bajantes desde cada abrevadero a su arqueta, montaremos tubo DN125 SN4, con codo hembra-hembra de 87°,30´ en el cambio de dirección que caracteriza la pendiente de llegada a la arqueta. Todas cumplirán la norma EN-UNE 1.401-1.
- Instalaremos en los tramos de AP13 a Ap16 y de Ap16 a ARP5 tubo DN125 SN8. En los bajantes desde cada abrevadero a su arqueta, montaremos tubo DN125 SN4, con codo hembra-hembra de 87°,30´ en el cambio de dirección que caracteriza la pendiente de llegada a la arqueta. Todas cumplirán la norma EN-UNE 1.401-1.

A2.12.4 Línea de desagüe nº 4 ó LD4, descripción y dimensionado.

Esta línea de desagüe, recoge agua exclusivamente pluvial con una superficie proyectada en planta de 88,98 m², contando la parte correspondiente al tejado del tanque.

El agua se vierte a la arqueta de rejilla pluvial nº 6 (ARP 6), y desde ahí, es evacuada al exterior de la plataforma, como vemos en la siguiente figura:

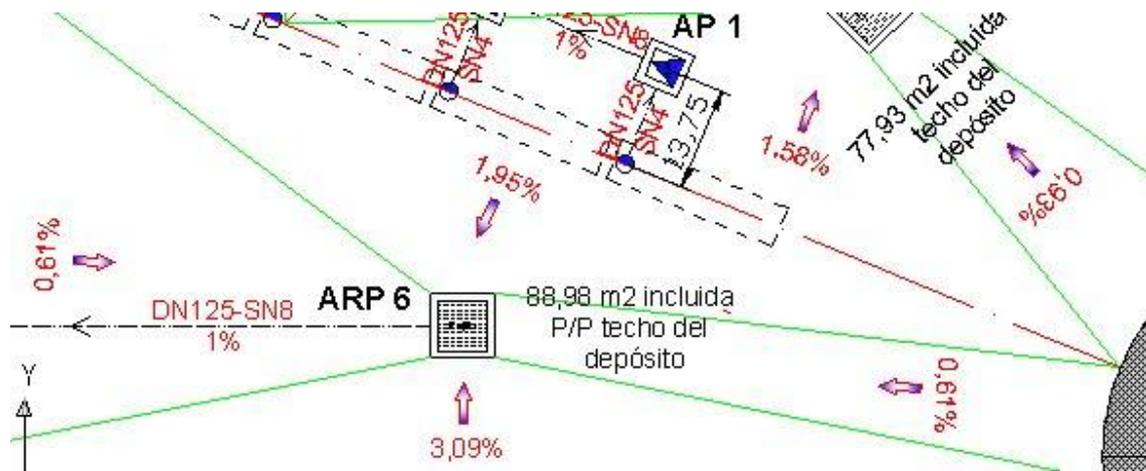


Figura 84: Trazado de la línea de desagüe N°4.

- LD4: Dimensionado del tramo de unión de la arqueta de recogida pluvial n°6 (ARP6) a salida a campo.

Superficie de recogida de aguas para 100 mm/h: 88,98 m².

Pendiente: 1%

Régimen pluviométrico: 300 mm/h

Factor de corrección de 100 a 300 mm/h: f=3

Superficie de recogida de aguas corregida para 300 mm/h: $88,98 \times 3 = 266,94$ m².
 Seleccionamos en la tabla 4.9 del documento básico HS Salubridad, el diámetro nominal del

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Pendiente del colector	Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
	1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90	
229	323	458	110	
310	440	620	125	
514	862	1.228	160	
1.070	1.510	2.140	200	
1.920	2.710	3.850	250	
2.016	4.589	6.500	315	

colector para una superficie mayor o igual de 266,94 m², y pendiente de la tubería del 1%:

Tabla 32: Uso de la tabla 4.9 del documento HS Salubridad del CTE, para la elección del tramo en estudio.

- Instalamos de la arqueta ARP6 a zona de desagüe, una tubería de diámetro nominal DN 125, SN-8, s/EN-UNE 1.401-1.

A2.12.5 Línea de desagüe n° 5 ó LD5, descripción y dimensionado.

Esta línea presenta simetría de cálculo con la LD4, al prestar los mismos servicios, como vemos en la siguiente figura:

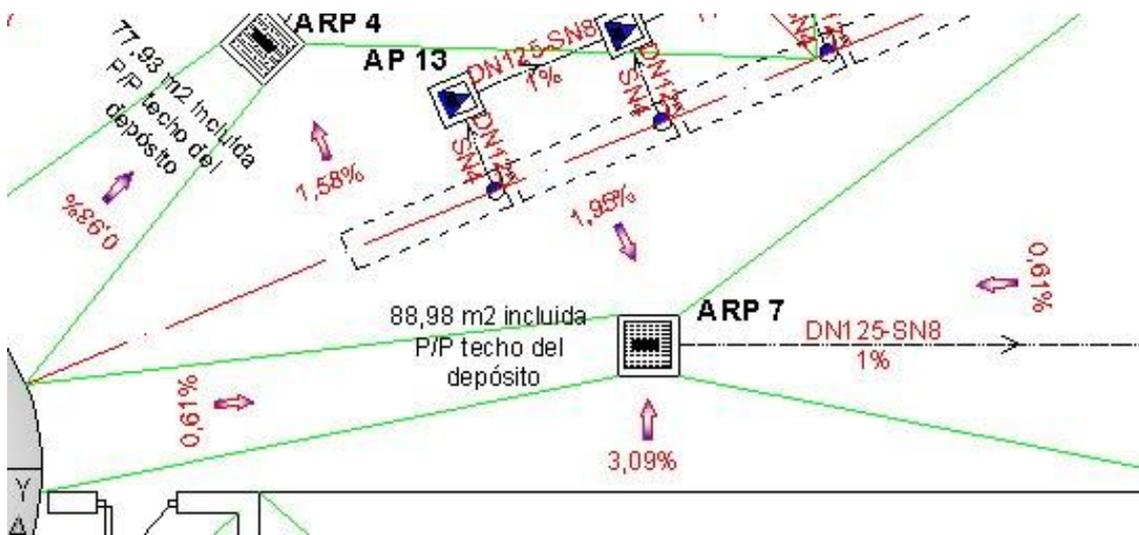


Figura 85: Trazado de la línea de desagüe N°5.

Llegamos a las mismas conclusiones que en la LD4 para su dimensionado:

- Instalamos de la arqueta ARP7a zona de desagüe, una tubería de diámetro nominal DN 125, SN-8, s/EN-UNE 1.401-1.

A2.12.6 Línea de desagüe nº 6 ó LD6, descripción y dimensionado.

Esta línea de desagüe, recoge agua exclusivamente pluvial con una superficie proyectada en planta de 171,81 m², contando la parte correspondiente al tejado del tanque.

El agua se vierte a la arqueta de rejilla pluvial nº 8 (ARP 8), y desde ahí, es evacuada al exterior de la plataforma, como vemos en la siguiente figura:

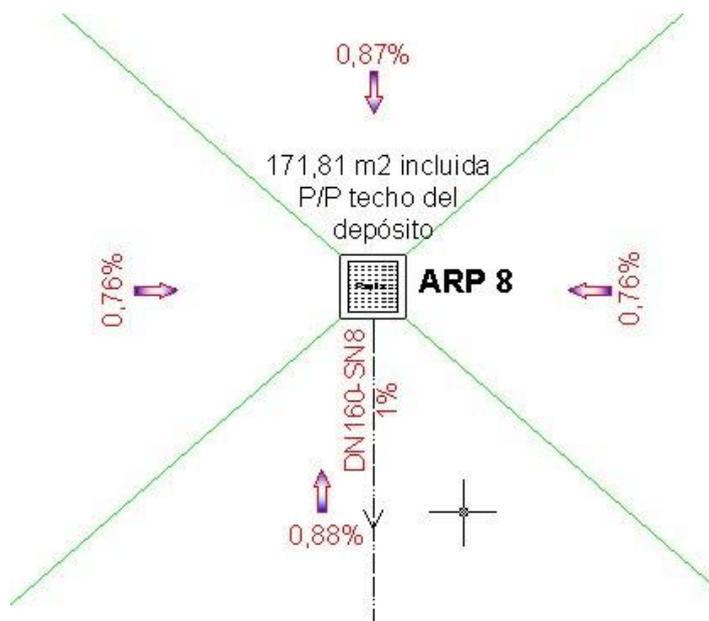


Figura 86: Trazado de la línea de desagüe N°6.

- o LD6: Dimensionado del tramo de unión de la arqueta de recogida pluvial nº8 (ARP8) a salida a campo.

Superficie de recogida de aguas para 100 mm/h: 171,81 m².

Pendiente: 1%

Régimen pluviométrico: 300 mm/h

Factor de corrección de 100 a 300 mm/h: f=3

Superficie de recogida de aguas corregida para 300 mm/h: $171,81 \times 3 = 515,43$ m².

Seleccionamos en la tabla 4.9 del documento básico HS Salubridad, el diámetro nominal del colector para una superficie mayor o igual de 515,43 m², y pendiente de la tubería del 1%:

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	125	178	90
	229	323	110
2 %	316	440	125
	614	862	160
4 %	1.070	1.510	200
	1.920	2.710	250
	2.016	4.589	315

Tabla 33: Uso de la tabla 4.9 del documento HS Salubridad del CTE, para la elección del tramo en estudio.

- Instalamos de la arqueta ARP8 a zona de desagüe, una tubería de diámetro nominal DN 160, SN-8, s/EN-UNE 1.401-1.

A2.12.7 Línea de desagüe nº 7 ó LD7, descripción y dimensionado.

Esta línea de desagüe, recoge agua exclusivamente pluvial, ya que la pérdida de los grifos se considera despreciable. La superficie proyectada en planta es de 158,52 m², contando la parte correspondiente al tejado del tanque.

El agua se vierte a la arqueta de rejilla pluvial nº 9 (ARP 9), y desde ahí, es evacuada al exterior de la plataforma, como vemos en la siguiente figura:

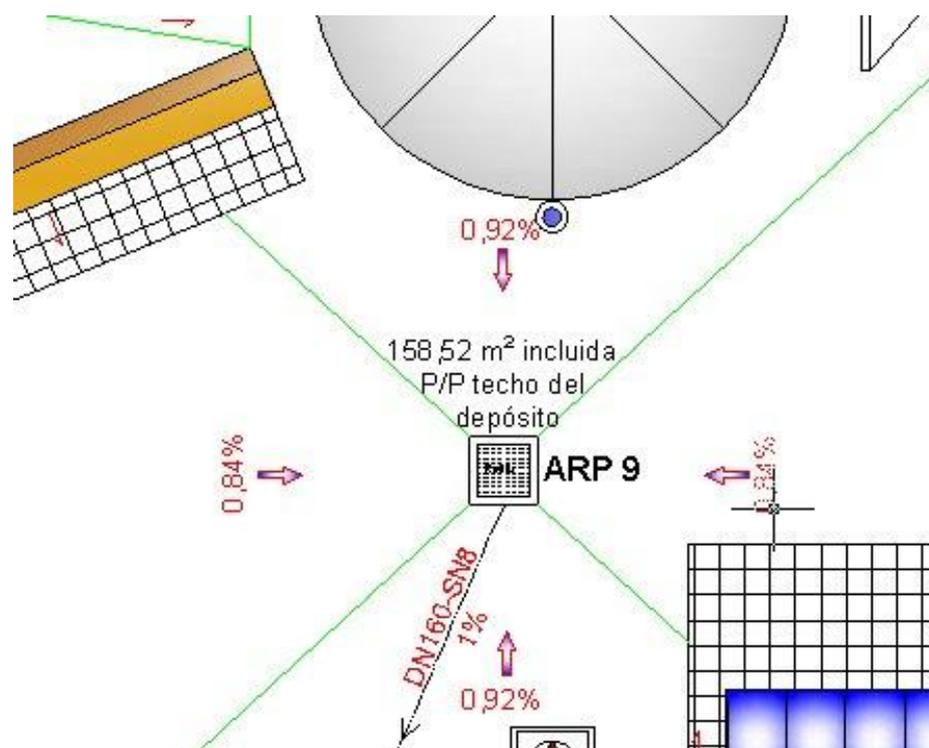


Figura 87:
Trazado de la línea de desagüe nº7.

- LD7: Dimensionado del tramo de unión de la arqueta de recogida pluvial nº9 (ARP9) a salida a campo.

Superficie de recogida de aguas para 100 mm/h: 158,52 m².

Pendiente: 1%

Régimen pluviométrico: 300 mm/h

Factor de corrección de 100 a 300 mm/h: f=3

Superficie de recogida de aguas corregida para 300 mm/h: $158,52 \times 3 = 475,56$ m².
 Seleccionamos en la tabla 4.9 del documento básico HS Salubridad, el diámetro nominal del colector para una superficie mayor o igual de 475,56 m², y pendiente de la tubería del 1%:

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Pendiente del colector	Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
	1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90	
229	323	458	110	
310	440	620	125	
614	862	1.228	160	
1.070	1.510	2.140	200	
1.920	2.710	3.850	250	
2.016	4.589	6.500	315	

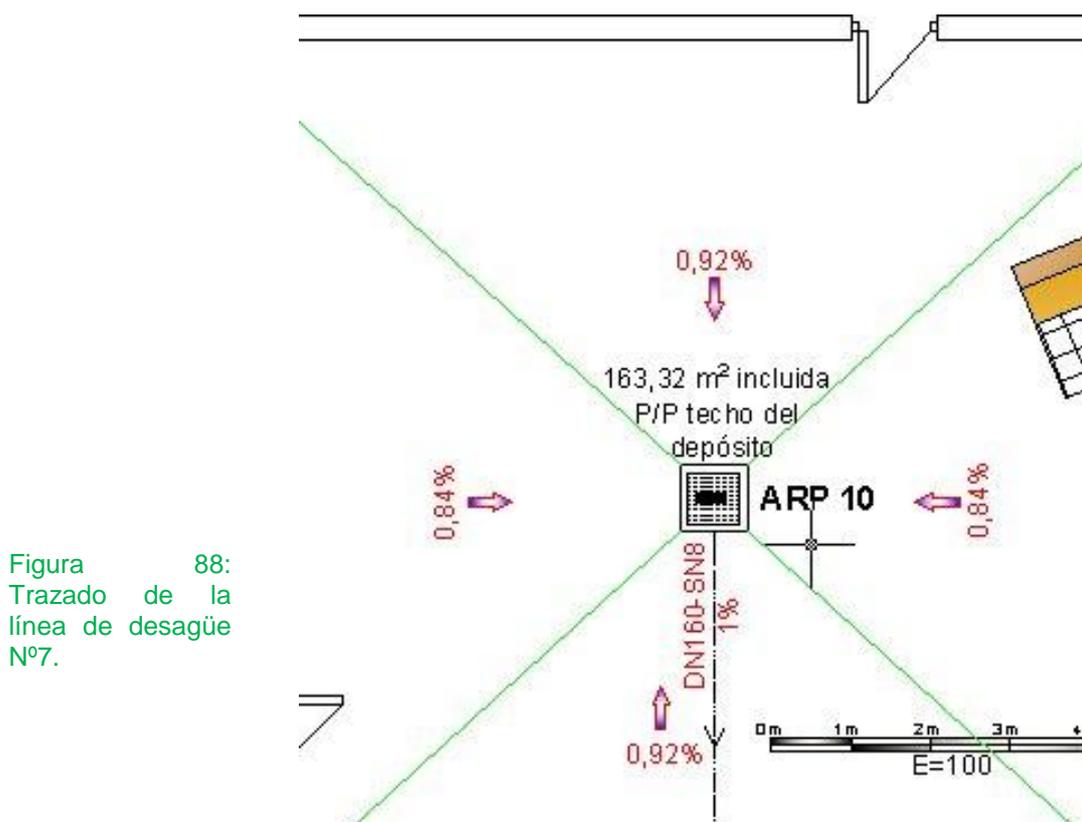
Tabla 34: Uso de la tabla 4.9 del documento HS Salubridad del CTE, para la elección del tramo en estudio.

- Instalamos de la arqueta ARP9 a zona de desagüe, una tubería de diámetro nominal DN 160, SN-8, s/EN-UNE 1.401-1.

A2.12.8 Línea de desagüe nº 8 ó LD8, descripción y dimensionado.

Esta línea de desagüe, recoge igualmente agua exclusivamente pluvial, ya que la pérdida de los grifos se considera despreciable. La superficie proyectada en planta es de 158,52 m², contando la parte correspondiente al tejado del tanque.

El agua se vierte a la arqueta de rejilla pluvial nº 10 (ARP 10), y desde ahí, es evacuada al exterior de la plataforma, como vemos en la siguiente figura:



- LD8: Dimensionado del tramo de unión de la arqueta de recogida pluvial nº10 (ARP10) a salida a campo.

Superficie de recogida de aguas para 100 mm/h: 163,32 m².

Pendiente: 1%

Régimen pluviométrico: 300 mm/h

Factor de corrección de 100 a 300 mm/h: f=3

Superficie de recogida de aguas corregida para 300 mm/h: 163,32x3 = 489,96 m².

Seleccionamos en la tabla 4.9 del documento básico HS Salubridad, el diámetro nominal del colector para una superficie mayor o igual de 489,96 m², y pendiente de la tubería del 1%:

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.078	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Tabla 34: Uso de la tabla 4.9 del documento HS Salubridad del CTE, para la elección del tramo en estudio.

- Instalamos de la arqueta ARP10 a zona de desagüe, una tubería de diámetro nominal DN 160, SN-8, s/EN-UNE 1.401-1.

Nota: Es importante que todas las superficies de recogidas de agua ejecutadas con hormigón armado, designación EHE-08 HA-30/B/20/IIb+Qb (hormigón armado de 30 N/mm², de resistencia característica, consistencia blanda, 20 cm de espesor, con malla electrosoldada de 8 mm de diámetro en cuadrículas de 15x15cm, a 7,5 cm de la base, esté fratasado de la siguiente forma:

Tras disponer el mallazo sobre tacos de 7,5 cm previa formación de pendientes en el terreno hacia las arquetas, S/P Nº 4 y 4A, se extenderá el hormigón, mediante regla vibrante. En el momento que el hormigón empieza a fraguar, se espolvorea una capa de rodadura a base de cemento Portland (CEM II/A-P 32,5 R) con áridos silíceos y aditivos a base de un rendimiento aproximado de 4 Kg/m², espolvoreándolo de forma manual. El aditivo silíceo mezclado con el cemento, le facultará de una piel exterior con gran resistencia a la abrasión.

A medida que el hormigón fragua, se va fratasando, hasta conseguir un acabado pulido. Una vez pulido, se procederá al curado de la superficie, para al día siguiente proceder al corte mecánico de juntas, delimitándolo en zonas de no más de 16 m², a fin de que se comporte mejor frente a los cambios de temperatura, favoreciéndose la dilatación y evitándose con ello las fisuras o grietas.

A2.13 Instalación de la bomba y del sistema de impulsión

Una vez instalada la camisa de la bomba de 20 cm de diámetro, se procederá a la ejecución de una arqueta de registro de dimensiones exteriores 104x104x46 cm e interiores de 32x32x34 cm. La arqueta se realizará en ladrillo cerámico perforado de 24x12x9 cm, s/EN-UNE-771-1.

Dicha arqueta dispondrá de tapa de registro en fundición dúctil, marca Benito modelo B125 TH80, que quedará enrazada con el plano de recogidas de aguas, S/P nº 4.

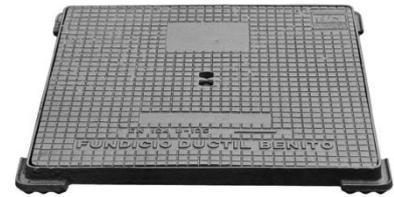
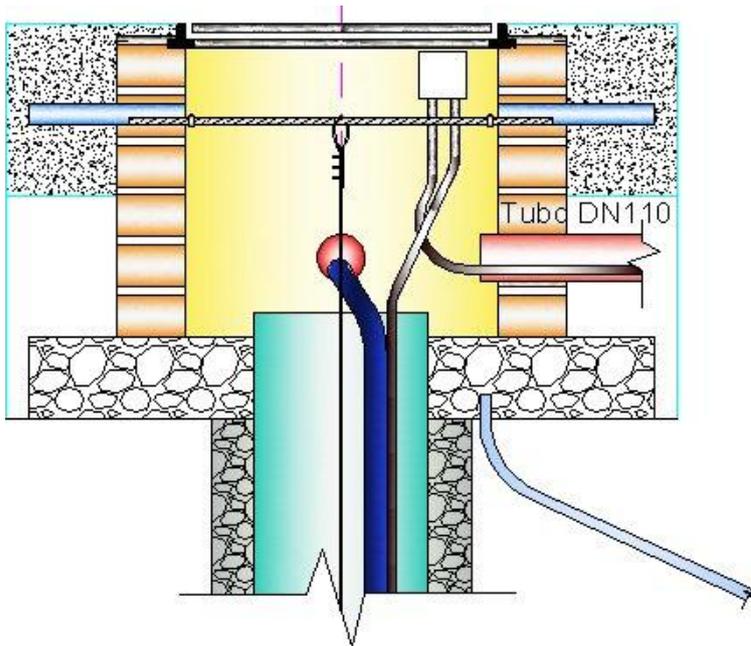


Figura 89: Tapa marca Benito, modelo B125 TH80
Fuente: Fundiciones Benito.

Figura 90: Detalle del corte de la arqueta de bombeo

Para el sistema de sujeción de la bomba, utilizaremos un cable de acero inoxidable marca RS de 5 mm de diámetro, que sujetará por un extremo al asa de la bomba, y por el otro colgará de la barra de acero de 16 mm que atraviesa la arqueta. Para evitar su deterioro, en el extremo superior de la barra, se utilizará un guardacabo, con un mínimo de tres bridas. En el otro extremo, el asa lisa de la bomba es un anillo suave de 8 mm de diámetro interior, instalándose igualmente un guardacabo, con sus tres bridas. El número de bridas no será menor de tres para cumplir con la norma EN 13411-5 y DIN741:

En la siguiente tabla observamos el número de bridas a instalar en función del diámetro del cable de acero, y el par de apriete de las tuercas en Nm:

Normal Size of wire rope		No. Of Grips	Tightening Torque	
mm	(ins)		N m	(ft lbs)
≤5	(3/16)	3	2.0	(1.47)
6.5	(1/4)	3	3.5	(2.58)
8	(5/16)	4	6.0	(4.42)
10	(3/8)	4	9.0	(6.63)
13	(1/2)	4	33.0	(24.3)
16	(5/8)	4	49.0	(36.1)
19	(3/4)	4	68.0	(50.1)
22	(7/8)	5	107.0	(78.8)
26	(1)	5	147.0	(108)
30	(1 3/16)	6	212.0	(156)
34	(1 5/16)	6	296.0	(218)
40	(1 9/16)	6	368.0	(284)



Tabla 35: Número de bridas y par de apriete en función del diámetro del cable de acero.

Figura 92: Guardacabo y bridas de acero inoxidable para cable de 5 mm de diámetro.

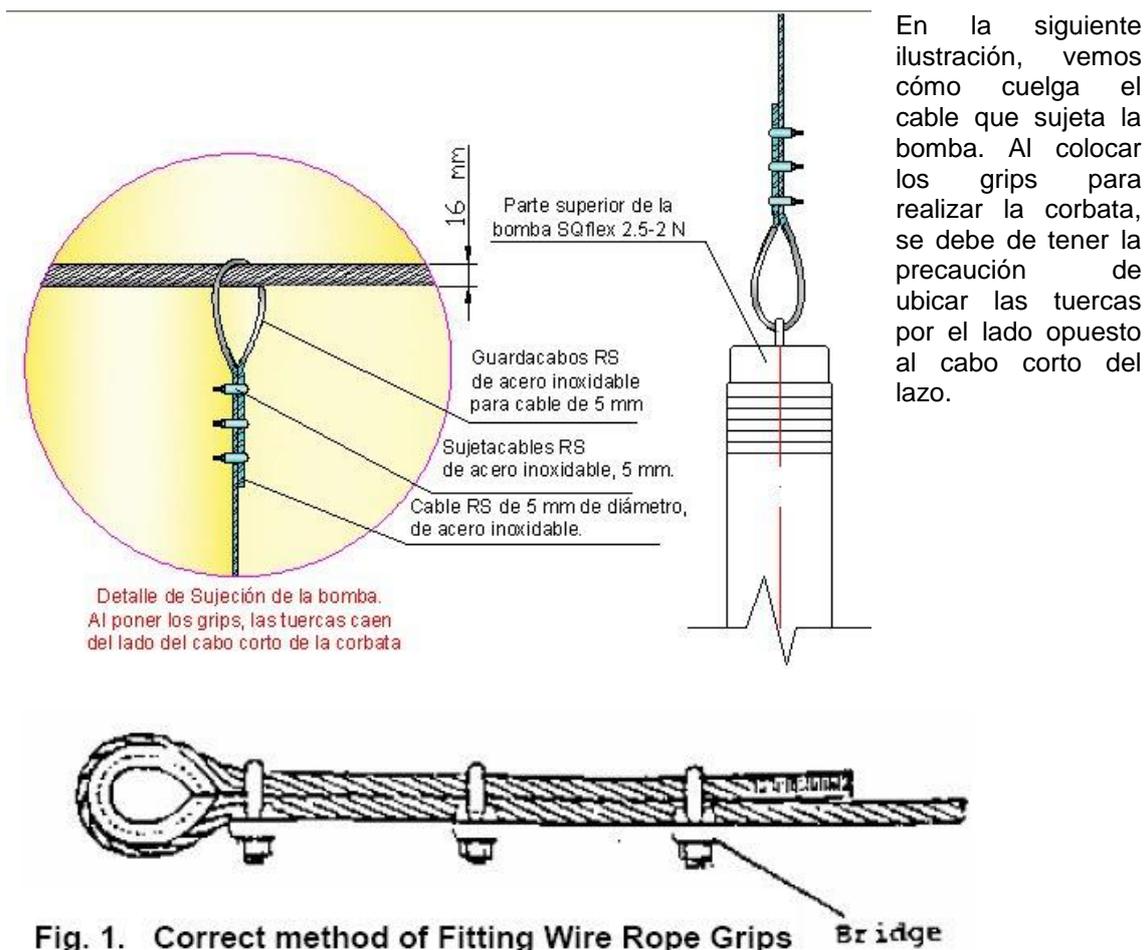


Figura 93: Método correcto de fijación las bridas, con las tuercas al lado opuesto del cabo corto.

Fuente: British Railways Board

En esta arqueta, se ubica una caja eléctrica estanca marca Wiska, modelo combi 607, grado de protección IP 67, donde se realiza la conexión del cable de la bomba procedente de la unidad de control CU200, con el cable de bajada. Esto es necesario, dado que el cable de bajada es del tipo siliconado DNF, propio de bombas sumergibles, mientras que el cable procedente de dicha unidad de control es Retenax Flan M flex RH con armadura anti roedores, característico de instalaciones soterradas, como en su momento explicamos en el apartado A2.8.1. Este cable armado irá enterrado bajo tubo, de forma que el radio de curvatura una vez tendido no sobrepase en diez veces su diámetro exterior, que es de 16,3 mm (radio mínimo de 163 mm).

La parte inferior de la arqueta, tiene graba y tubo para facilitar el drenaje. La camisa de la bomba sobresaldrá al menos 5 cm de dicha graba.

La barra de acero llevará dos abrazaderas en sus extremos, de acero inoxidable, para impedir su desplazamiento.

El cable de acero que sujeta la bomba, quedará embridado al tubo de polietileno y al cable DNF de la bomba cada 3 m, de forma que al extraerlo para sacar la bomba en las tareas de mantenimiento se tiren de los tres a la vez, evitándose estrangulaciones que impidan el éxito de la operación de izado.

En la elección del calibre del cable, hay que tener en cuenta los esfuerzos que debe soportar. RS nos indica (<http://es.rs-online.com/web/1835857.html>) que el cable de 5 mm posee una carga de rotura de 1.500 Kgf, y tomando un coeficiente de seguridad de valor 5, es apto para trabajar con carga de funcionamiento segura de hasta 300 Kgf, muy superior al peso de la bomba (8,5 Kgf) y sus accesorios (el propio cable de acero, el cable eléctrico y parte de la tubería llena de agua, que cuelga desde arriba).

A2.14 Cálculo de la puesta a tierra.

Para el cálculo de la puesta a tierra nos valemos de la ITC BT 18 del reglamento de Baja tensión.

Utilizamos como sistema de puesta a tierra, un electrodo combinado, es decir formado por anillo de cobre y 4 picas, según detallamos en el plano N° 6 y que pasamos a describir:

- Anillo de cobre: Se trata de un anillo de forma rectangular. Para su confección utilizamos conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección, enterrado a una profundidad de 0,50 m, alrededor del cuarto de equipos y mantenimiento. Dado que las dimensiones externas de dicho cuarto son de 3,20 m de largo por 2 de ancho, y el anillo se instala a la profundidad citada, pero separado medio metro de la vertical de la pared, las dimensiones de dicho anillo serán de 4,20 m de largo x 3 de ancho, totalizando una longitud total de 14,40 metros.
- Picas: Utilizamos para asegurar un valor más bajo de la toma de tierra, cuatro picas de acero recubierto de cobre, de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud.

Si asemejamos nuestro electrodo de puesta a tierra al siguiente circuito equivalente, podemos calcular de forma fácil la resistencia de nuestro electrodo combinado de puesta a tierra, calculando la resistencia equivalente de los electrodos implicados, conectados en paralelo, es decir, en la forma que disipan la corriente de defecto a tierra, como vemos en la siguiente figura:

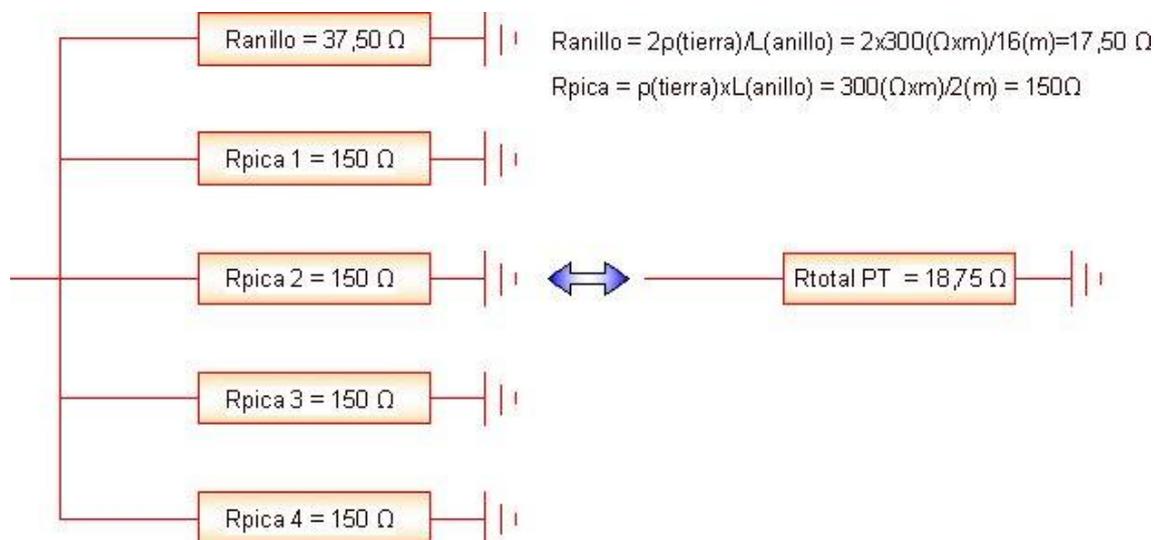


Figura 94: Circuito equivalente del sistema de puesta a tierra

El cálculo de la resistencia de cada pica, y la de la longitud del conductor que forma el anillo, lo hemos hecho en base a las tablas 3 (valores orientativos de la resistividad en función del terreno) y 5 (fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo). De la tabla 3, para terrenos de naturaleza arenarcillosa, se aconseja un valor para la resistividad de 50 a 500 $\Omega \times \text{m}$. Consideramos que un valor de 300 en nuestro caso es adecuado.

Tabla 3. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno.

Naturaleza del terreno	Resistividad en Ohm · m de algunas unidades a 30
Terrenos pantanosos	
Lino	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silicea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.000
Suelo pedregoso desnudo	1.500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 5. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo.

Electrodo	Resistencia de tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontal	$R = 2\rho/L$

ρ , resistividad del terreno (Ohm·m)

P, perímetro de la placa (m)

L, longitud de la pica o del conductor (m)

Tabla 36: Tabla 5 de la ITC-BT-18p.11, con las fórmulas para el cálculo de las resistencias de tierra de cada tipo de electrodo, en función de la resistividad del terreno, y extracto de la tabla 3, con el valor de la resistividad del terreno a escoger, en función de la naturaleza del mismo.

Los cálculos justificativos de la toma de tierra, son los siguientes:

$$R_t(\Omega) = \frac{1}{\frac{1}{R_{p1}} + \frac{1}{R_{p2}} + \frac{1}{R_{p3}} + \frac{1}{R_{p4}} + \frac{1}{R_{Cond.}}} = \frac{1}{\frac{1}{150} \times 4 + \frac{1}{37,50}} = \frac{1}{26,66 \times 10^{-3} + 26,66 \times 10^{-3}} =$$

$$R_t(\Omega) = \frac{1}{53,33 \times 10^{-3}} = 18,75 \Omega$$

Siendo:

$R_t(\Omega)$ = Resistencia total del electrodo combinado de puesta a tierra

$R_{pi}(\Omega)$ Resistencia de la pica nº "i", $\forall i = 1, \dots, 4$.

$R_{Cond.A.}(\Omega)$ = Resistencia del conductor del anillo enterrado en horizontal

Cálculos de los electrodos según ITC - BT - 18, tabla 5:

$$R_{pi}(\Omega) = \frac{\rho \left[\frac{\Omega m^2}{m} \right]}{L_{pica}(m)} = \frac{300 (\Omega m)}{2 m} = 150 \Omega$$

$$R_{Cond.A.}(\Omega) = \frac{2\rho}{L_{Cond.A.}} = \frac{2 \times 300 (\Omega m)}{16 m} = 37,50 \Omega$$

$L_{pica}(m) = 2 m$ = longitud de la pica

$L_{Cond.A.}(m) = 14,40 m$ = longitud del anillo enterrado

Y en base a ello, obtenemos las siguientes conclusiones:

Para conseguir una resistencia de tierra de $18,75 \Omega$, partiendo de un valor de la resistividad del terreno de $300 \Omega\text{m}$, necesitamos construir un electrodo combinado de puesta a tierra, con los siguientes elementos:

- Un anillo cuadrado de 4 m de lado, enterrado en horizontal a 0,50 metros de profundidad, utilizando para ello 16 metros de conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección.
- 4 picas de acero cobrizado de 15 mm de diámetro y 2 metros de longitud, dispuestas en las esquinas del anillo rectangular, y clavadas verticalmente en el terreno de forma que la parte superior quede a 0,60 metros de profundidad.

De esta forma se obtendrá dicho valor de resistencia, de $18,75 \Omega$, que habrá que corroborar con la medida sobre el terreno, una vez ejecutada la instalación.

El anillo se conectará con el mallazo de la plataforma elevada a 1 metro sobre el terreno, que forma las pendientes para la recogida de aguas (Plano N° 4).

La línea de enlace con tierra será de 35 mm^2 , y enlazará al punto de puesta a tierra registrable, con el bornero de puesta a tierra del cuadro principal de continua. En dicho cuadro, se conectarán a tierra mediante dicho bornero, las siguientes partes de la instalación:

- El dispositivo de protección contra las sobre tensiones, residente en él.
- Cada uno de los dos Strings que forman nuestro generador fotovoltaico (*).
- La unidad de control CU200.

A su vez , la puesta a tierra de la CU200, dispone de un bornero al cual conectaremos el conductor de tierra de 6 mm^2 y la armadura del cable Prysmian Retenax Flam M (es el cable que va hacia la bomba, que en la arqueta se empalma con el conductor DNF que baja hasta la misma).

Simulamos la instalación de tierra con el programa CIEBT de Dmelect, y obtenemos como vemos, idéntico resultado:

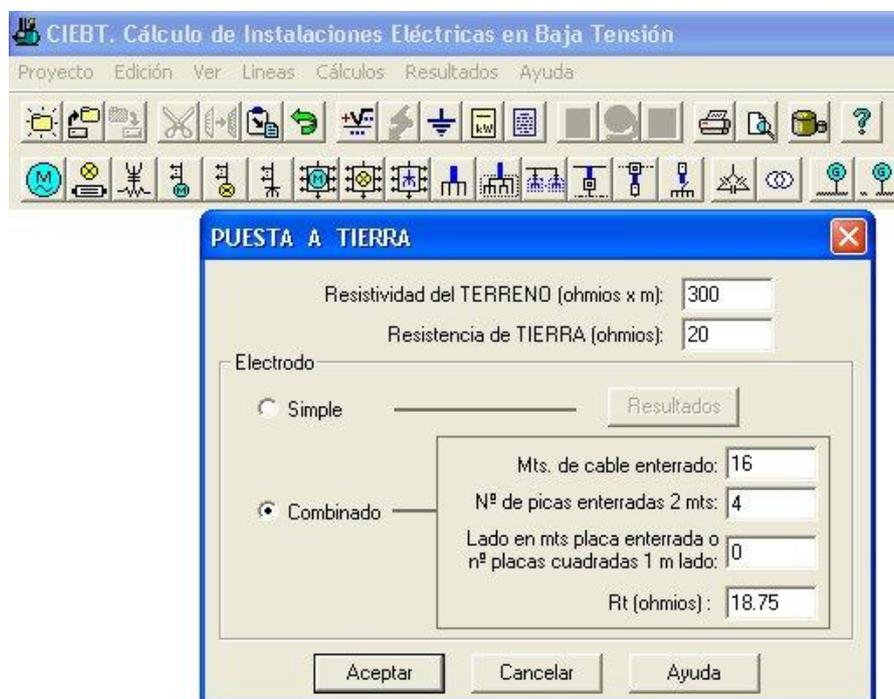


Figura 95: Cálculo del sistema de puesta a tierra, con el programa CieBTWIN de Dmelect.

Nota: Aunque la configuración del generador FV es flotante, necesitamos que los marcos metálicos de los módulos de cada String así como las dos estructuras soportes Atersa, sean conectados a tierra.

Es importante que en el electrodo la unión de los conductores del anillo, de las picas al anillo y del anillo al punto de puesta a tierra, se haga mediante soldaduras aluminotérmicas, conforme al RBT ITC-BT-18, para asegurar dichas uniones frente al efecto de la corrosión, y evitar resistencias de contactos no deseables.

Así mismo la salida de la línea de enlace desde el electrodo combinado de puesta a tierra al borne de puesta a tierra ubicado en el cuadro principal (plano nº 5 A), se hará mediante el punto de puesta a tierra, provisto de una pletina de puesta a tierra, que posibilita con su extracción (el acople es mediante tornillería adecuada) la medida de la resistencia real de tierra, que deberá de hacerse en las pruebas finales de la instalación, y luego cada 5 años (ITC-BT-18 p.12).

A2.15 Cuadro Principal de Continua

Dicho cuadro ubicado a 1,60 metros del suelo, en el cuarto de equipos y mantenimiento, según vemos en los planos Nº 5 y 5 A, aloja los siguientes equipos:

- Los 4 portafusibles dElectric con sus fusibles de 12 A , que protegen nuestros dos Strings.
- El interruptor automático magnetotérmico principal de continua ABB S802PV S13.
- El dispositivo de protección frente a las sobretensiones, Gave PST 45 PV
- El bornero principal de puesta a tierra.

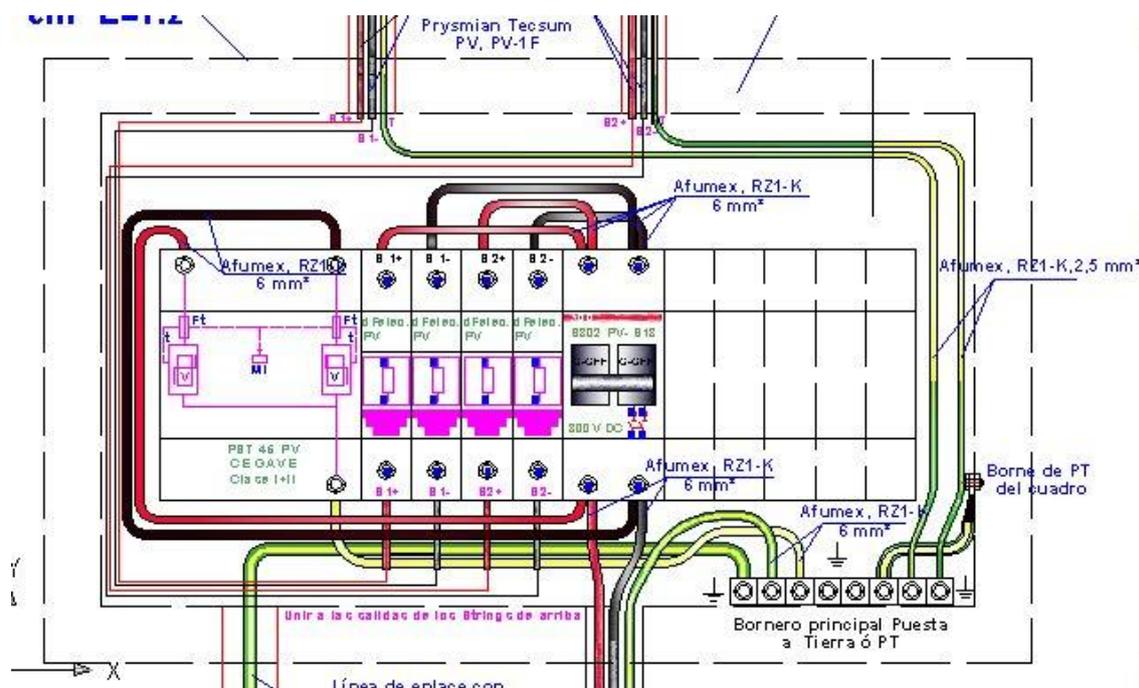


Figura 96: Detalle del conexionado del Cuadro Principal de continua, que podemos observar en el plano 5A

El cuadro recibe por su parte superior los dos strings procedentes del generador FV, mientras que por la inferior le llega la línea de enlace con el punto de puesta a tierra, a la vez que sale la línea que alimenta al cuadro de control CU-200 de nuestra bomba Sqflex 2.5-2N.

Este cuadro tiene su chasis y puerta metálicos, por lo que debe de conectarse al bornero de puesta a tierra. Lo hemos escogido de la marca Merlin Gerin, de empotrar, con la finalidad que en el cuarto de equipos quede la instalación lo más protegida posible, en su aspecto mecánico. En concreto se trata del modelo cofret PM (referencia 13.547), que este fabricante tiene en cuadros de distribución, con un grado de protección IP 42. Su puerta es reversible y está rematada en pintura de color gris claro de poliéster-epoxi. Además incluye cerradura con llave.

Exponemos en la siguiente figura el extracto del catálogo de este fabricante, donde se muestra la elección de este modelo. Dado que nuestros equipos ocupan 10 módulos de 18 mm de ancho, con cogida al carril DIN del cuadro, hemos optado por 15 módulos. El espacio sobrante, facilita el conexionado, y la evacuación del calor. Lógicamente los módulos no usados van provistos de tapas ciegas, por motivos de seguridad (alejamiento de las partes activas) y estéticos.



coffret PM

- Caja, marco y puerta en chapa de acero.
- Puerta reversible.
- Pintura exterior e interior de poliéster-epoxi.
- Color gris claro RAL 7035.
- Grado de protección IP42.

coffrets PM metálicos

ref.	clave	descrip- ción	n.º de filas	n.º de mód. 18 mm	dimensiones			unid. emb.
					alto	ancho	prof.	
13549	C	Sup.	1	9	207	244	89	1
13550	C	Sup.	1	15	207	352	89	1
13551	B	Sup.	2	30	332	352	89	1
13546	C	Emp.	1	9	207	244	89	1
13547	C	Emp.	1	15	207	352	89	1
13548	B	Emp.	2	30	332	352	89	1

accesorios comunes coffrets PM

ref.	clave	descripción	unid. emb.
14259	B	cerradura con 2 llaves n.º C244	1

Figura 97: Elección del cuadro principal de continua

Fuente: Merlin Gerin.

El conexionado entre los distintos elementos del cuadro, se hará mediante cables unipolares de 6 mm², con aislamiento RZ1-K (AS), para una tensión mínima de 1 KV. En concreto elegimos la marca Prysmian, modelo Afumex.

Igualmente la línea que alimenta a la unidad de control, de escasa longitud se hará con este tipo de conductor, llevando el positivo, el negativo y la tierra (tomada del bornero de puesta a tierra).

A2.16 Conexionado de la Unidad de Control Cu-200.

Ya sabemos que esta Unidad de Control, no solo proporciona a la bomba su alimentación eléctrica, sino que además la controla usando el mismo cable de alimentación, mediante portadora, sin elementos adicionales.

La CU-200 se alimenta del cuadro principal, en concreto desde la salida del interruptor principal de continua, como hemos detallado al final del apartado anterior. Ambos cuadros están uno al lado del otro. Usamos la línea de alimentación para traer con ella el cable de puesta a tierra, que une el bornero de puesta a tierra con los bornes de masa de la CU-200.

La alimentación FV la recibe La CU-200 por la parte inferior izquierda.

De la CU-200, parten también por su parte inferior la línea de alimentación a la bomba Sqflex, y la que va al interruptor de nivel del tanque, que no debemos confundir con el interruptor de nivel que lleva la bomba (conectado este a la misma, y que comunica su estado mediante portadora usando el propio cable de alimentación).

En los planos 5 y 5 A, podemos igualmente observar la ubicación de la CU-200, y su cableado, indicándose el modelo de cable elegido para cada caso. Un extracto de dicho plano, lo exponemos en la siguiente figura:

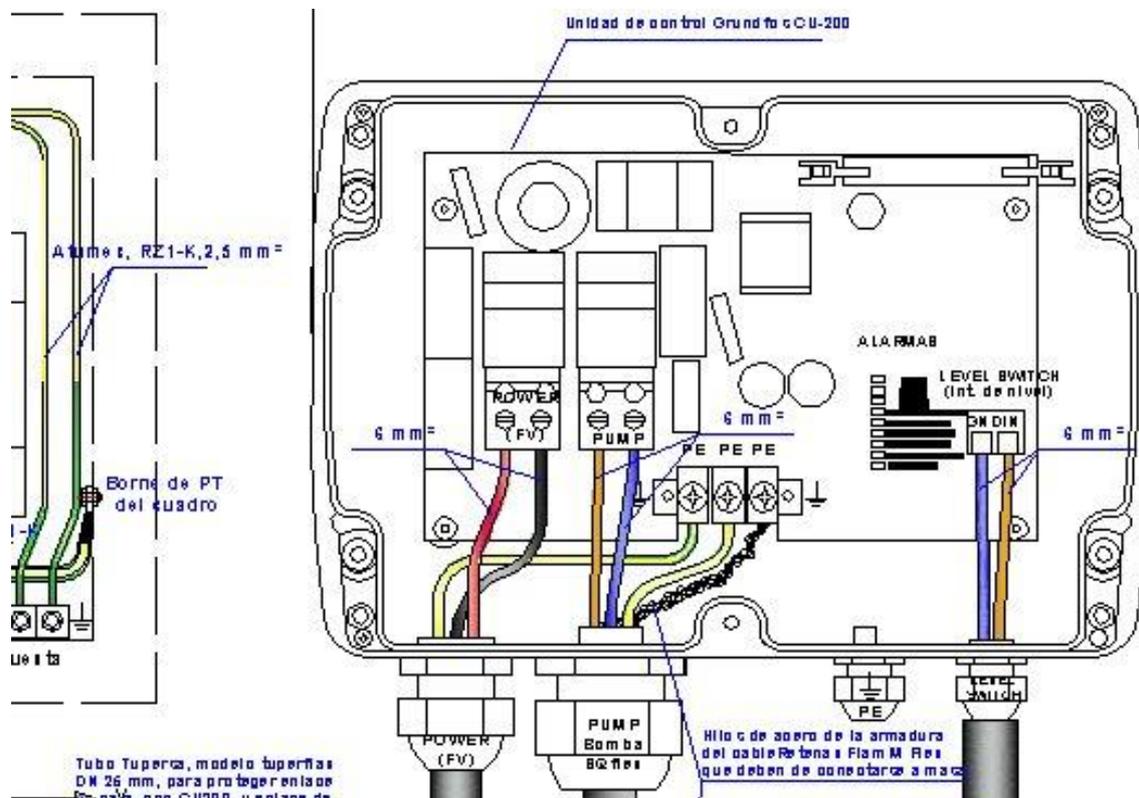


Figura 98: Detalle del conexionado de la CU-200. Por su parte inferior izquierda llega la alimentación FV. A continuación vemos la salida a la bomba Sqflex, la entrada de la tierra (vacía, porque la tierra llega con la alimentación FV, y a la derecha la salida al interruptor de nivel de la parte superior del tanque de Tankeros.

A la izquierda de la CU-200 se adivina una parte del cuadro principal de continua. Más detalles del tipo de cableado, lo podemos ver en el plano 5 A.

A2.17 Contador a instalar en el circuito de impulsión de agua

Para medir el caudal extraído del acuífero, con nuestro sistema de bombeo, instalaremos un contador de agua marca Regaber, modelo Woltman Turbo II, para tubería de diámetro nominal de 50 mm (2"). Este contador, que estará ubicado en una arqueta junto al depósito, es un contador clase B según las normas metrologías ISO.

Figura 99. Contador Woltman Turbo II de Regaber, para agua a 16 bar y hasta 60°C. Conexión por brida. Fuente: Regaber



Su funcionamiento, está basado en una turbina o hélice que se mueve en la dirección del flujo del agua, la cual provoca una pérdida de carga despreciable, gracias a que la transmisión o acople de la turbina con el sistema de contaje es de tipo magnético. Además, gracias a esta tecnología de transmisión magnética, el registrador está herméticamente sellado, evitándose la condensación de agua. Su diseño de cara al mantenimiento es bueno, dado que se puede desmontar el conjunto hélice-transmisión magnética y registrador, sin sacar el contador de la tubería. Admite la instalación en horizontal, vertical u otra posición, siempre que el flujo sea ascendente.

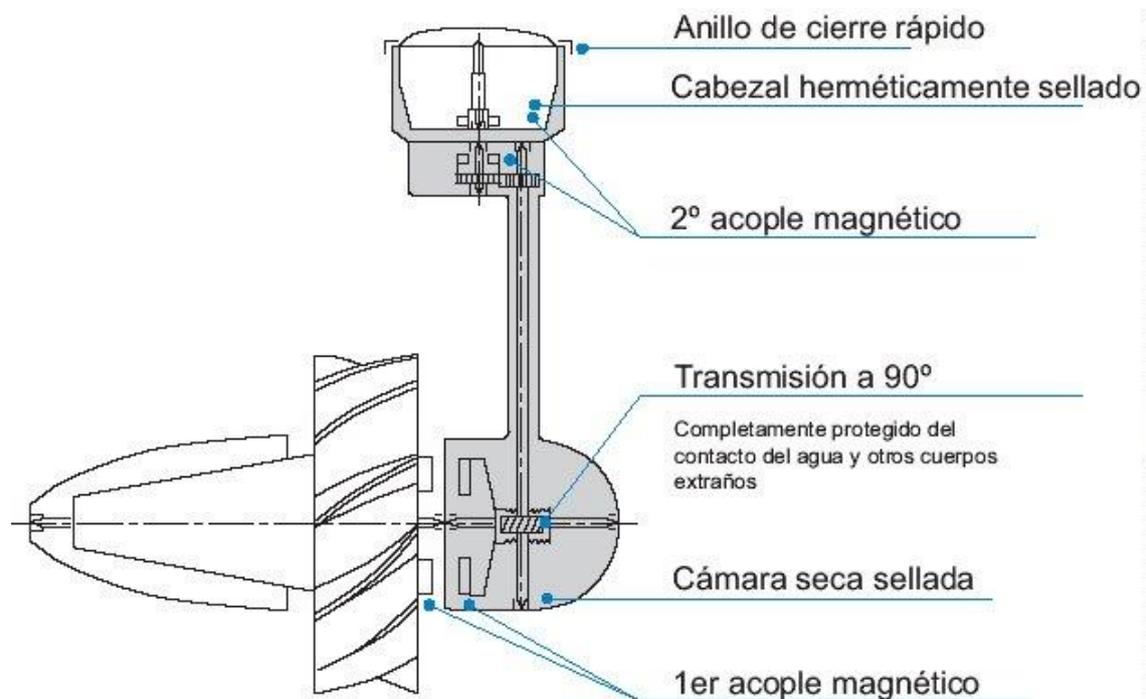


Figura 99. Acople magnético doble entre turbina y registrador, que permite el sello hermético de éste.

Fuente: Regaber

Puede trabajar hasta 16 bar de presión y con una temperatura del agua de hasta 60^ª. La conexión a la tubería de PVC se hará mediante adaptador con brida ISO PN 16 de 2", al estilo del que vemos en la siguiente figura, de MZG tuberías:

BRIDA DOBLE CÁMARA CON JUNTA AUTOBLOCANTE PARA TUBOS DE PVC/PE GGG-50, PN16. SERIE 05

DN MM	DIAM. EXT. MM	REFER.	€.
50	63	133206	54.82
60	63	133207	59.03
60	75	133208	63.25
65	75	133445	63.25
80	90	133209	66.06
100	110	133201	75.90
125	125	133202	104.01
125	140	133259	115.26
150	160	133203	125.09



Figura 99. Brida de conexión, para acople de contador a tubería de polietileno DN 50 mm.

Fuente: MZG Tuberías

Teniendo en cuenta que el contador tiene 200 mm de largo por 214 mm de ancho, irá alojado en una arqueta prefabricada tipo suelo, con tapa dúctil, marca Munasa, modelo 25, de 61x41x29 cm (largo, ancho y profundidad), instalada cerca del depósito de Tankeros, según se muestra en plano N° 3.



Figura 100: Arqueta prefabricada marca Munasa, con tapa de fundición, para alojamiento de contador de agua (61x41x29 cm de LxAxP)

Fuente: www.munasa.es

A2.18 Conclusiones finales.

En base a los resultados obtenidos con Grundfos y PvSyst, que avalan los cálculos efectuados en este anexo 2, concluimos pues que el sistema elegido es técnicamente viable.

Hemos diseñado pues un sistema de bombeo, desarrollado por Grundfos para aplicación exclusiva fotovoltaica, que prevemos hace un uso correcto de la misma y del generador FV, al realizarse el seguimiento del punto de máxima potencia, gracias al convertidor integrado en el inversor. El interruptor de nivel de la bomba me protege de la marcha en seco, y el del tanque está demostrando la experiencia que es más fiable que las válvulas tipo boya, que se suelen averiar con las tormentas eléctricas.

El depósito de acumulación tiene la capacidad suficiente como para asegurarnos el abastecimiento de los abrevaderos y puntos de suministro de aguas, independientemente de la hora del día o la posible ausencia de radiación solar en periodos de mal tiempo, o si hubiese que realizar paradas de mantenimiento.

La zona de trabajo está elevada frente al terreno, y va provista de sistemas de evacuación de agua, lo que la preserva en caso de lluvias intensas, y facilita su uso y mantenimiento.

Creemos pues que el diseño de la instalación es adecuado a las condiciones de uso de la misma.

Sevilla, 30 de Noviembre de 2.009

Fdo.: Alfonso-Carlos Domínguez-Palacios Gómez
Ingeniero Técnico Industrial en Electricidad

Documento 02: Planos**ÍNDICE DE LOS PLANOS CON HIPERVÍNCULOS**

Nota: Los planos pdf fueron escaneados con el programa “PDFCreator”, a color en calidad normal (300ppp), y como algunos tienen degradados, pueden tardar un tiempo en bajarse y luego en abrirse, por lo que se recomienda paciencia.

Plano Nº 1:

[Situación en dwg](#)

[Situación en pdf](#)

Plano Nº 2:

[Emplazamiento en dwg.](#)

[Emplazamiento en pdf.](#)

Plano Nº 3:

[Instalaciones hidráulicas en dwg.](#)

[Instalaciones hidráulicas en pdf.](#)

Plano Nº 3A:

[Instalaciones hidráulicas: Detalles de zanjas y arqueta de bomba, en dwg.](#)

[Instalaciones hidráulicas: Detalles de zanjas y arqueta de bomba, en pdf.](#)

Plano Nº 4:

[Saneamiento y desagües en dwg.](#)

[Saneamiento y desagües en pdf.](#)

Plano Nº 4A:

[Saneamiento y desagües: Numeración de las recogidas de aguas, en dwg.](#)

[Saneamiento y desagües: Numeración de las recogidas de aguas, en pdf.](#)

Plano Nº 5:

[Instalación eléctrica en dwg.](#)

[Instalación eléctrica en pdf.](#)

Plano Nº 5 A:

[Instalación eléctrica: conexionado de cuadros e instalación en dwg.](#)

[Instalación eléctrica: conexionado de cuadros e instalación en pdf.](#)

Plano Nº 5 B:

[Instalación eléctrica: Esquema unifilar en dwg.](#)

[Instalación eléctrica: Esquema unifilar en pdf.](#)

Plano Nº 6:

[Sistema de puesta a tierra en dwg.](#)

[Sistema de puesta a tierra en pdf.](#)

Documento 03: Pliego de Condiciones

Índice del Pliego de Condiciones

1. Introducción (pág. 2).
2. Especificaciones de los materiales y elementos constitutivos del objeto del proyecto (pág. 2).
 - 2.1 Listado de materiales, fabricante y norma de referencia (si procede) (pág. 2).
 - 2.2 Pruebas y ensayos. Control de calidad (pág. 8).
 - 2.2.1 Ensayos (pág. 8).
3. Reglamentos y normas de aplicación (pág. 10).
4. Condiciones generales (pág. 10).
 - 4.1 Condiciones de Índole Facultativa (CIF) (pág. 10).
 - 4.2 Condiciones de Índole Económica (CIE) (pág. 13).
 - 4.3 Condiciones de Índole Legal (CIL) (pág. 17).
5. Aprovisionamiento de materiales: Cuidados especiales (pág. 19).
 - 5.1 Productos de excavación (pág. 21).

1. Introducción

El presente Pliego de Condiciones es el documento básico del proyecto que establece las condiciones técnicas, económicas, administrativas y legales que permitan materializar correctamente el objeto del proyecto, nuestro Sistema de Bombeo Fotovoltaico en Gurmudele, Región de Afar, woreda de Dubti (Etiopía)

2. Especificaciones de los materiales y elementos constitutivos del objeto del proyecto.

Todos los materiales utilizados en la obra, serán de calidad contractada y se ajustarán a la descripción que de los mismos se da en el documento 04 Mediciones-presupuesto, y su anexo Cuadro de Descompuestos, no admitiéndose material diferente al medido. Caso que en el momento del aprovisionamiento algún material fuese imposible de localizar, por encontrarse agotado o porque se hubiese dejado de fabricar, será el criterio del Director de Obra quien determinase el material equivalente que cumpliera con las premisas de mantener la calidad y de precio equivalente. En todo caso, se seguirán los criterios establecidos en la Condiciones de Índole Económica (CIE´s), del presente Pliego de Condiciones.

2.1 Listado de materiales, fabricante y normas de referencia

Incluimos a continuación, un listado de los materiales, por orden alfabético, indicándose el fabricante, y si procede las normas de referencia.

Ord. A	Materiales por índice alfabético	Fabricante	Normas
1	Acero en barras corrugadas, soldable, UNE-EN 10080:2005 B 400 S, en obra		UNE-EN 10080 B 400 S
2	Acero en barras corrugadas, soldable, UNE-EN 10080 B 500 S, elab. en taller		UNE-EN 10080 B 500 S
3	Adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci, gris		UNE-EN 12004/A1/AC:2002
4	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	Ceys	
5	Aditivo hidrófugo para impermeabilización de morteros, Sika1.	Sika	
6	Arena de 0 a 5 mm de diámetro, en cama de tubo, puesta en obra		
7	Arqueta munasa, tipo suelo, modelo 25 con tapa de fundición	Munasa	
8	Baldosa cerámica de azulejo liso, 20x31 cm, 8,00 €/m ² rec	Juan Novella	EN 14411
9	Baldosa cerámica de gres esmaltado ferrogres, marca Juan Novella	Juan Novella	UNE-EN 14411:2004; ISO 13006:1998

Ord. A	Materiales por índice alfabético	Fabricante	Normas
10	Barra de acero corruga 15 mm de diámetro y 1,26 m de largo		EN-UNE 10020; UNE 36811
11	Bebedero Suevia, modelo 6024, completo salvo termost y resistencia calefactora	Suevia	
12	Bomba SQflex 2.5-2N, código 95027330, i. int.nivel p.marcha seco	Grundfos	Acero: DIN W.-Nr. 1.4401
13	Brida plana roscada 3", conexión serie 38,80 a depósito	MZGtuberías	
14	Cable de 16 mm2 de sección Prysmian Afumex 1000 V, RZ1K-AS+	Prysmian	UNE21123-4
15	Cable de 2,5 mm2, Prysmian Tecsun PV negro	Prysmian	DKE/VDE/TÜV EN-UNE60228
16	Cable de 2,5 mm2, Prysmian Tecsun PV rojo	Prysmian	DKE/VDE/TÜV EN-UNE60228
17	Cable de 6 mm2 de sección Prysmian Afumex 1000V,RZ1K-AS+	Prysmian	UNE21123-4;EN-UNE50265-2-1
18	Cable de tierra de 2,5 mm2, Prysmian Afumex1000 RZ1-KAS+	Prysmian	UNE21123-4;EN-UNE50265-2-1
19	Cable marca Prysmian, DN-F de 3x6 mm2	Prysmian	UNE2116628/11/2009EN-UNE50265-2-1
20	Cable Prysmian Flextreme, de 2x6 mm2, HO7RN-F	Prysmian	UNE21027-4, EN-UNE50265-2-1
21	Cable Prysmian Retenax Flam M Flex RH de 3x6 mm2, 3G6 RVMV-K	Prysmian	UNE21123-2;EN-UNE50265-2-1
22	Caja de derivación para empotrar de 150x150 mm, IP-40, e IK 08	BJC	UNE20234, EN-UNE50102
23	Caja de derivación para empotrar de 200x150 mm, IP40 e IK08	BJC	UNE20234, EN-UNE50102
24	Caja marca WisKa modelo Combi, IP 67 montaje en superf. completa	WisKa	UNE20234, EN-UNE50102
25	Camisa con filtro de puentecillos, acero inoxidable	Concertar	Contrata Odex
26	Carrete de cable para bomba RS de acero inoxidable de 5 mm, 75 m	RS	ISO BS EN 12385-4:2002
27	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpinter	Carpinter	
28	Cemento blanco BL-22,5 X, suelo, color, resistencia a compresión de 22,5 a 42,5 N/mm ²	Cemex	UNE80305; UNE ENV 413
29	Cemento CEM II / A-P 32,5 N, a granel	Cemex	UNE-EN 197-1.
30	Cerradura con 2 llaves, nº C244 , para Cuadro Principal de Continua Merlin Gerin PM	Merlin Gerin	
31	Cinta autoadhesiva para sellado de juntas de placas de lana de vidrio.	Bandanova	
32	Cinta de aviso de atención al cable	Flexomark System Co.	
33	Codo electrofusión 90ºMZG ref. 299005 para tubería DN90 t. aéreo	MZGtuberías	
34	Codo fundición dúctil 90ºMZG ref. 209008 para tub. DN90 t. aéreo	MZGtuberías	
35	Codo MZG-209005, 16 bar, latón desmontable, conexión euro.	MZGtuberías	

Ord. A	Materiales por índice alfabético	Fabricante	Normas
36	Cofret Merlin Gerin PM, 15 módulos, puerta y cerradura llave; IP42 e IK08	Merlin Gerin	UNE60439
37	Collarín de toma MZG 10090x011, DN90-25, para tubo PEAD	MZGtuberías	
38	Conductor de cobre duro, General Cable, desnudo de 35 mm ² de sección enterrado	General Cable	UNE 21012; UNESA 30401B
39	Contador Regaber modelo Woltman Turbo II	Regaber	
40	Cuadrado de perfil macizo de hierro forjado de 14x14 mm, en reja de ventana C. de E.		
41	Depósito de Tanqueros 0885, con accesorios, galvanizado UNE EN ISO 1461.	Tankeros	Planchas s/EN 10142 y EN 10111:1998
42	Encofrado y desencofrado a dos caras, en muros, con paneles metálicos	Sarrental	
43	Esmalte anticorrosivo metálico Titán Oxirón, acabado forja,100mi	Titán	UNE 23.727
44	Estructura Atersa tipo V	Atersa	
45	Fijación mecánica para paneles aislantes de lana de roca	Desa	
46	Film de polietileno de 0,2 mm de espesor, barrera de vapor	Bandanova	
47	Fusibles dFelectric PV 10x38, 12 A, 30 KA, 900 Vdc	dFelectric	IEC 2002/95
48	Gravilla diámetro 20 mm, en zona de drenaje		
49	Grifo Arco 403, 3/4"-3/4", conectado a tubo polietileno DN25	Arco	
50	Guardacabos de acero inox. RS código 183-5863, para cab. de 5 mm	RS	S/N
51	Guía de persiana de aluminio anodizado natural.	Carpal	EWAA-EURAS (QUALANOD)
52	Hormigón HA25/B/12/IIa,fabricado en central vertido con cubilote		EHE08
53	Hormigón HA-30/B/20/IIb, fabricado en central vertido con cubilo		EHE08
54	Hormigón HA-30/B/20/IIb+Qb, fabricado en central, vert. bomba		EHE08
55	Hormigón HA-30/B/IV, fabricado en central vertido con bomba		EHE08
56	Hormigón HM-25/B/IIb, fabricado en central, vertido con cubilot		EHE08
57	Hormigón HM-30/B/15/IIa+Qb,fabricado en central vertido con cub.		EHE08
58	Hormigón HM-30/B/IIb, fabricado en central, vertido desde camión		EHE08
59	Hormigón HM-30/B/IIb,fabricado en central		EHE08
60	Impermeabilizante mineral en capa fina, blanco, cdo. potabilidad	Tankeros	Incluido en precio
61	Imprimación asfáltica, tipo EA	Texsa	UNE 104231.

Ord. A	Materiales por índice alfabético	Fabricante	Normas
62	Imprimación SHOP-PRIMER a base de resina polivinil-butiral, 20 micras, en reja	Indupint	UNE EN ISO 3668;2431;2811-1;3251
63	Interruptor de nivel, en depósito de agua, código 00019748	Grundfos	
64	Cintas flexibles de PVC, para la estanqueidad juntas de hormigonado	Sika	UNE 53.020; UNE 53130; UNE 53510
65	Kit formado por escuadras, tapas de condensación y herrajes	Carpal	EWAA-EURAS (QUALANOD)
66	Ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x9 cm, según	Tabicesa	EN-UNE-771-1
67	Ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 33x16x7 cm, según	Tabicesa	EN-UNE-771-2
68	Ladrillo cerámico hueco sencillo, para revestir, 24x11,5x4 cm.	Tabicesa	EN-UNE-771-3
69	Ladrillo cerámico perforado (panel), para revestir, 24x12x9 cm	Tabicesa	EN-UNE-771-4
70	Lámina de betún modificado con elastómero SBS,LBM(SBS)-30/FP-140	Siplast	UNE-EN 13707
71	Lámina plástica, homologado para cimentaciones, marca Sika, gama Sikaplan	Sika	UNE 104 - 416 :92, SIA 280.
72	Lechada corriente de cemento Portland	Cemex	S/N
73	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios PVC	Ceys	
74	Losa alveolar prefabricada de hormigón pretensado de H12xL100cm; 35 KNxm/m	Aljema	UNE-EN 1168:2006
75	Magnetotérmico ABB S-802-PV S13, de 13 A, bipolar	ABB	IEC 60947-2
76	Malla de fibra de vidrio tejida, de 5x5 mm de luz, armado yesos	Mallatex	
77	Malla electrosoldada ME 15x15 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.		UNE-EN 10080 B 500S
78	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.		UNE-EN 10080 B 500S
79	Modulo monocristalino Isofotón Is-170	Isofotón	CE, IEC 61215 (TÜV), IEC 61730
80	Mortero de cemento Cemex Ibersec CEM II/B-P 32,5 N tipo M-10, 1:4, en obra	Cemex	Euroclase A1;EN1745;claseWO;EN174
81	Mortero de cemento Cemex IbersecCEM II/B-P 32,5 N tipo M-15,450 Kg/m3,1:3,15N	Cemex	Euroclase A1;EN1745;claseWO;EN174
82	Mortero de cemento Cemex Ibersec CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5,250 Kg/m3, 1:6	Cemex	Euroclase A1;EN1745;claseWO;EN174
83	Mortero de cemento Cemex Ibersec CEM II/B-P 32,5 N tipo M-7,5,300 Kg/m3,1:5	Cemex	Euroclase A1;EN1745;claseWO;EN174
84	Mortero de cemento Cemex Ibersec CEM II/B-P 32,5 N, hidrófugo, tipo M-10	Cemex	Euroclase A1;EN1745;claseWO;EN174
85	Mortero de juntas para prefabricados de hormigón y piedra artif.	Cemex	Euroclase A1;EN1745;claseWO;EN175
86	Mortero de rejuntado para revestimientos,interiores o exteriores	Cemex	Euroclase A1;EN1745;claseWO;EN175
87	Encofrado y desenc. con molde metálico especial, de Tankeros.	Tankeros	

Ord. A	Materiales por índice alfabético	Fabricante	Normas
88	Panel rígido de lana de roca volcánica, espesor 4cm	Terrapilar	UNE-EN 13162
89	Pasta de yeso de construcción B1.	Cemex	UNE-EN 13279-1
90	Pequeño material de sujeción (bridas cada 3 m, anti lazo)	Precygrap	
91	Perfil de alum. anod. natural, para confor. de hoja vertical cen	Carpal	EWAA-EURAS;UNE-EN 12207-8 -10
92	Perfil de alum. anod. natural, para confor. de hoja vertical lat	Carpal	EWAA-EURAS;UNE-EN 12207-8 -10
93	Perfil de aluminio anod. natural, para conformado de hoja horiz.	Carpal	EWAA-EURAS;UNE-EN 12207-8 -10
94	Perfil de aluminio anod. natural, para conformado de junquillo	Carpal	EWAA-EURAS;UNE-EN 12207-8 -10
95	Perfil de aluminio anod., para conformado de marco guía inferior	Carpal	EWAA-EURAS;UNE-EN 12207-8 -10
96	Perfil de aluminio anod., para conformado de marco guía superior	Carpal	EWAA-EURAS;UNE-EN 12207-8 -10
97	Perfil de aluminio anodizado, para conformado de marco lateral	Carpal	EWAA-EURAS;UNE-EN 12207-8 -10
98	Perfil de espuma de polietileno, de 6 mm de diámetro, para juntas	Carpal	EWAA-EURAS;UNE-EN 12207-8 -10
99	Persiana de lamas enrollables de PVC, i.P/P monoblocks/EN-13659	Carpal	EWAA-EURAS;UNE-EN 12207-8 -10
100	Pica de acero cobrizado (250 micras) de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud	Aplicaciones Tecnol.	UNE 202006
101	Pieza cerámica de caballete, mixta, color rojo	Cobert	UNE-EN 1304
102	Pintura autolimpiable a base de resinas de Piolite, marca Montó y disolvente	Montó	
103	Pintura plástica Junokril mate, para exteriores a base de un copolímero acrílico-vinílico	Juno	
104	Portafusibles dFelectric PV, PMF 10x38 serie PV 1000 Vdc	dfElectric	IEC 2002/95
105	Premarco de aluminio de 30x20x1,5 mm, ensamb. mediante escuadras	Carpal	EWAA-EURAS;UNE-EN 12207-8 -10
106	Protector de sobretensiones Gave Solar Tec, clase I+II, PST-45PV	Gave	
107	Puerta cancela metálica en valla exterior, para acceso de peatonal	Pedro Reyes Ballester	UNE-EN 13241-1:2004
108	Puerta cancela metálica en valla exterior, para acceso de vehículo	Pedro Reyes Ballester	UNE-EN 13241-1:2004
109	Puerta de entrada de una hoja de 52 mm de espesor, 890x2040 mm	Pedro Reyes Ballester	UNE-EN 13241-1:2004
110	Punto de PT de cobre recubierto de cadmio de 2.5x35x0,4 cm	Aplicaciones Tecnol.	
111	Racor Genebre, tipo H pared (codo mural con patas), PEAD 3/4"	Genebre	
112	Rastrel metálico de chapa galvanizada para sujeción de tejas.	Cobert	UNE-EN 1304
113	Recercado de huecos de fachada mediante moldura de piedra artificial	Terrazos Escolano	

Ord. A	Materiales por índice alfabético	Fabricante	Normas
114	Separador de plástico rígido, homologado para soleras.	Abinco ó PeSl	
115	Separadores plásticos	Peysenet	
116	Soldadura aluminotérmica en puesta a tierra	Apliweld	
117	Sujetacables de acero inox. RS, código 183-5908, para cab. de 5mm	RS	
118	Tablero cerámico hueco machihembrado, para revestir, 50x20x3 cm,	Jumisa	CE-UNE-EN-771-1:2.003
119	Tapa abatible de fundición con marco, Benito, modelo RH42, 33x33	Benito	
120	Tapa con HA/30/B/IIb, cerco contracerco y redondos y solera	Benito	
121	Tapa marca Benito, modelo B125 TH80 de 72x72 cm.	Benito	
122	Tapón universal PN 16, MZG, serie 52/84 para tubo PEAD DN90	Benito	
123	Teja cerámica de alero, mixta, color rojo.	Cobert	UNE-EN 1304
124	Teja cerámica de remate lateral, mixta, color rojo, s/UNE-EN1304	Cobert	UNE-EN 1304
125	Teja cerámica de ventilación, mixta, color rojo, s/UNE-EN-1304	Cobert	UNE-EN 1304
126	Teja cerámica mixta, 43x26 cm, color rojo, según UNE-EN 1304.	Cobert	UNE-EN 1304
127	Tornillo para sujeción de rastrel.	Cobert	
128	Tornillo rosca-chapa para sujeción de tejas a rastrel.	Cobert	
129	Tratamiento superficial hidrofugante Junolite	Juno	
130	Tubo cuadrado macizo de acero laminado en frío de 20x20 mm		
131	Tubo cuadrado macizo de acero laminado en frío de 25x25 mm		
132	Tubo de drenaje, PE DN25, PE 100, 16 bar, SDR 11	MZGtuberías	EN-12.201-2
133	Tubo de PE, DN 50 mm, baja densidad	MZGtuberías	
134	Tubo de PE, doble capa rojo, MZG Decaplast, DN 63 mm	MZGtuberías	
135	Tubo de PVC liso DN125 SN8, rigidez anular 8 KN/m2,	MZGtuberías	EN-UNE-1.401-1
136	Tubo de PVC liso DN160 SN8, rigidez anular 8 KN/m2,	MZGtuberías	EN-UNE-1.401-1
137	Tubo de PVC liso DN200 SN8, rigidez anular 8 KN/m2,	MZGtuberías	EN-UNE-1.401-1
138	Tubo MZG, PEAD DN 25 mm, PE100, 16 bar, SDR11	MZGtuberías	EN-12.201-2
139	Tubo MZG, PEAD DN 50 mm, PE100, 16 bar,	MZGtuberías	EN-12.201-2

Ord.A.	Materiales por índice alfabético	Fabricante	Normas
140	Tubo MZG, PEAD DN 90 mm, PE100, 16 bar, SDR11	MZGtuberías	EN-12.201-2
141	Tubo MZG-Dcaplast doble capa DN110	MZGtuberías	
142	Tubo Tupersa corrugado forrado de 20 mm de diámetro	Tupersa	
143	Tubo Tupersa ultra TPI, rojo, libre de halógenos, doble DN110 mm	Tupersa	
144	Tubo Tupersa, gama Perflex, metálico flexible rec. de PVC, DN29mm	Tupersa	
145	Unidad de control CU-200, Grunfos sistema SQflex	Grundfos	
146	Válvula de compuerta, PN 16/10 serie 36/80, DN80-Dext 90 m	MZGtuberías	
147	Válvula de compuerta, PN 16/10 serie 38/80, DN80-Dext 90 m	MZGtuberías	
148	Vierteaguas de mármol Blanco Macael, hasta 110x20x2 cm	Fund. Marca Macael	EN-UNE1936; EN-UNE12370
149	Vierteaguas de mármol Blanco Macael, hasta 110x90x3 cm	Fund. Marca Macael	EN-UNE1936; EN-UNE12370
150	Vigueta pretensada, T-18, Lmedia = <4 m	Forjados Horprese	EN-UNE 13225.
151	Volante para válvula de compuerta, MZG	MZGtuberías	
152	Zahorra granular o natural, cantera caliza.		

2.2 Pruebas y ensayos. Control de calidad.

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra las canteras, graveras, fábricas, marcas de prefabricados y, en general, la procedencia de todos los materiales que se empleen en las obras para su aprobación, si procede, en el entendido de que la aceptación en principio de un material no será obstáculo para poder ser rechazado en el futuro, si variasen sus características primitivas. En ningún caso, se procederá al acopio y utilización en obra de materiales de procedencia no aprobada.

Como mínimo, propondrá tres lugares de procedencia, fábrica o marcas de cada material, para que el Director de Obra elija y pruebe uno de ellos, sin que el Contratista tenga derecho a modificación del precio del Contrato debido a la elección realizada.

Para cada caso en que los materiales a suministrar sean importados, el Contratista deberá presentar al Director de la Obra:

- Certificado de origen.
- Certificado de calidad del fabricante (con inclusión de pruebas si le fueran requeridas) y certificado de cumplimiento de las normas que les fueren de aplicación, detalladas en el listado anterior.

2.2.1 Ensayos

Las muestras de cada material que, a juicio de la Dirección de Obra, necesiten ser ensayadas, serán suministradas por el Contratista a sus expensas, corriendo asimismo a su cargo todos los ensayos de calidad correspondientes. Estos ensayos podrán realizarse en el Laboratorio Oficial de Abdís Abeba, que la Dirección de Obra estime oportuno.

Todos los gastos de prueba y ensayos serán de cuenta del Contratista considerándose incluidos en los precios de las unidades de obra hasta el límite de UNO POR CIENTO (1%) del Presupuesto de Ejecución Material, no incluyendo en dicho cómputo de gastos los correspondientes a:

- Todos los ensayos previos para aceptación de cualquier tipo de material.
- Todos los ensayos correspondientes a la fijación de canteras y préstamos.
- Los ensayos cuyos resultados no cumplan con las condiciones estipuladas en el presente Pliego.

El Contratista, controlará la calidad de los aditivos para morteros y hormigones para que sus características se ajusten a lo indicado en este Pliego y en la Instrucción EHE-08.

Antes de comenzar la obra, se comprobarán todos los casos el efecto del aditivo sobre las características de calidad del hormigón. Igualmente se comprobará mediante los oportunos ensayos de laboratorio la ausencia en la composición del aditivo de compuestos químicos que puedan favorecer la corrosión de las armaduras.

Durante la ejecución se vigilará que el tipo y la marca del aditivo utilizado sean los aceptados por el Director de Obra. El contratista tendrá en su poder el Certificado del Fabricante de cada partida que certifique el cumplimiento de los requisitos indicados en los documentos señalados en el primer párrafo del presente apartado.

Se entiende por resistencia característica, la definida en la "Instrucción EHE-08", debiendo realizarse los ensayos de control, de acuerdo con lo señalado en la citada Instrucción.

La rotura de probetas de hormigón, se hará en un laboratorio designado por la Dirección de las Obras, estando el Contratista obligado a transportarlas al mismo antes de los siete (7) días a partir de su confección, al laboratorio designado en Abdís Abeba.

Caso de que la resistencia característica resultara inferior a la carga de rotura exigida, el Contratista estará obligado a aceptar las medidas correctoras que adopte la Dirección de la Obra, reservándose siempre ésta el derecho a rechazar el elemento de obra, o bien a considerarlo aceptable, pero abonable a precio inferior al establecido en el Cuadro para la unidad de que se trate.

Los aceros para armaduras cumplirán las condiciones de la "Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08". Todas las partidas llegarán a obra perfectamente identificadas y acompañadas del correspondiente certificado de características redactado por el Laboratorio dependiente de la Factoría siderúrgica.

A fin de lograr una correcta disposición de las armaduras del hormigón, serán utilizados por el Contratista separadores de armaduras, consistentes en elementos de plásticos diseñados para ese uso, de los fabricantes señalados en el listado de materiales, y homologados para este uso, para cumplir con los funciones de separación ya sean en solera o alzado. Los separadores deberán aguantar el peso de la armadura si se utilizan en solera. Se colocarán a una distancia máxima entre ellos de sesenta (60) centímetros.

El alambre que se ha de emplear para ataduras de las armaduras, habrá de tener un coeficiente mínimo de rotura de treinta y cinco (35) kilogramos por milímetro cuadrado y un alargamiento mínimo de rotura del cuatro (4) por ciento de su longitud. El número de plegados en ángulo recto que debe soportar sin romperse, será de tres (3) por lo menos.

Las mallas electrosoldadas para elementos resistentes de hormigón armado se presentan rectangulares, constituidas por barras soldadas a máquina. Estas mallas deben cumplir las condiciones prescritas en UNE 36.092/96 y lo indicado en la EHE08. En los paneles las barras se disponen aisladas o pareadas. Las separaciones entre ejes de barras, o en su caso entre ejes de pares de barras, será la indicada en cada solera en el documento mediciones-presupuesto, y cumplirá con la norma indicada en el listado de materiales.

El ensayo de tracción correspondiente a barras de mallas electrosoldadas se realizará sobre una probeta que tenga al menos una barra transversal soldada.

Los ensayos de doblado y desdoblado deberán cumplir las condiciones indicadas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE .

Las barras, antes de ser soldadas para fabricar la malla, cumplirán la condición de doblado simple sobre mandril de 6 diámetros.

3. Reglamentos y normas de aplicación.

Código Técnico de la Edificación

Reglamento de Baja Tensión

Normas citadas en el apartado anterior.

Norma UNE20460:2004

4. Condiciones generales

Las condiciones generales pueden ser de tres tipos distintos:

a) De índole facultativa.

b) De índole económica.

De índole legal.

Pasamos a detallar las mismas:

4.1 Condiciones de Índole Facultativa (CIF)

Los establecemos a continuación en una serie de apartados, que enumeramos con el acrónimo CIF (Condición de Índole Facultativa).

Suelen ser los siguientes:

CIF1 Obligaciones y derechos del Contratista

CIF2 Facultades del Director de Obra

CIF3 Libro de Órdenes

CIF4 Replanteo y preparación

CIF5 Comienzo, ritmo, plazo y condiciones generales de ejecución de los trabajo

CIF6 Control de calidad y ensayos.

CIF7 Obras defectuosas y modificaciones por causa de fuerza mayor.

CIF8 Recepción provisional de las obras e instalaciones

CIF9 Periodo de prueba

CIF10 Recepción definitiva

Pasamos a describir las mismas:

CIF1 Obligaciones y derechos del Contratista

➤ **Las obligaciones son:**

- Conocer las leyes del lugar.
- Conocer el proyecto en todo sus extremos.
- No proceder a realizar ninguna unidad de obra, sin la autorización del Director de Obra, a través de una orden vía Libro de Órdenes.
- Poner los medios necesarios para el desarrollo de las obras.

➤ **Los derechos son:**

- Recibir una copia del proyecto
- Recibir asistencia del Director de Obra, para solucionar los problemas técnicos que se planteen.
- Le sean suministrados los materiales y medios auxiliares de obra, si el contrato así lo estipula.

CIF2 Facultades del Director de Obra

El Director de Obra es la autoridad en la Obra, al ser el máximo responsable de todo. No se empezará nada sin su autorización.

CIF3 Libro de Órdenes

Da constancia de la comunicación entre el Director de Obra y el Contratista, al ser el instrumento a través del cual se dan las órdenes.

El libro tiene tres hojas autocopiativas: La blanca para el Contratista, la rosa para el Director, y la amarilla para el colegio profesional. En nuestro caso, dado de ser un proyecto de Cooperación para el Desarrollo, autorizado por el Water Bureau de Etiopía, quedaría en poder del Consejo del Agua de Dubti, representante del Gobierno Etíope en la región autónoma de Afar (woreda de Dubti).

CIF4 Replanteo y preparación

El Director de Obra, con lo planos de las instalaciones, y el Plan de Obra (diagrama de Gantt) supervisará el replanteo, con el asesoramiento del equipo topográfico y la presencia de los oficiales de la obras de las dos cuadrillas especialistas.

Posteriormente, se firmará el Acta de Replanteo, entre el Director de Obra, la Propiedad y el Contratista, estableciéndose como 13 de Octubre de 2.010, la fecha base para comenzar la ejecución de las obras, a las 8,00 a.m.

CIF5 Comienzo, ritmo, plazo y condiciones generales de ejecución de los trabajos

Se seguirá el siguiente [diagrama de Gantt](#), realizado con el programa Microsoft Project, y que adjuntamos no obstante con la documentación del proyecto.

Es el Director de Obra, la única persona con autoridad suficiente, para acometer las reprogramaciones necesarias en las unidades de obra establecidas, con la finalidad de alcanzar la consecución de las instalaciones proyectadas con los criterios de oportunidad, calidad y coste establecidos.

CIF6 Control de calidad y ensayos.

Todos los materiales utilizados en la obra, se ajustarán a lo detallado tanto en la memoria, como Mediciones-Presupuestos y su anexo, Cuadro de Descompuestos, en lo que respecta a los fabricantes referenciados, como en su caso, a las normas que en cada caso se indicasen.

CIF7 Obras defectuosas y modificaciones por causa de fuerza mayor

Si el Contratista efectúa obras que resultan ser defectuosas, correrán a su cargo la subsanación de dichos defectos o vicios ocultos durante el periodo de garantía, o cuando así lo estime el Director del proyecto. Para obligar al Contratista se le impone una fianza, que no se devolverá hasta que dicho periodo concluya.

CIF8 Recepción provisional de las obras e instalaciones

Durante la ejecución del proyecto y cada 15 días, el Director de Obra recepcionará de forma provisional, las unidades de obra acabadas que cumplan con las especificaciones acordadas, para extender las certificaciones y efectuar los pagos de las mismas a los Contratistas (se prevén cuatro posibles Contratas: Obra civil (plataforma, instalaciones hidráulicas, salvo depósito, saneamiento y desagües), Perforación del pozo y montaje de camisa, Expertos de Tankeros (depósito de agua) y Montajes Eléctricos (instalación de bombeo fotovoltaico)

En aquellas unidades de obra recepcionadas por el Director, que en el momento de firmarse el Acta de Recepción Provisional, presentasen defectos, el Contratista recibirá un plazo para la subsanación de los mismos, que no excederá de una semana. Caso de no hacerlo, el Director

de Obra ordenará que se haga con cargo a la fianza (ver **CIE 1**), que en su momento se impusiera al Contratista.

CIF9 Periodo de prueba

La Propiedad se reservará un periodo de garantía, para ver que no existen vicios ocultos. Dicho periodo será de 6 meses, contando desde el final de la obra hasta la firma del acta de recepción definitiva. Durante el mismo se retendrá la fianza al Contratista.

CIF11 Recepción definitiva

El Director de Obra, transcurrido el periodo de prueba, procederá a revisar las diferentes instalaciones, comprobando el funcionamiento de las mismas, y anotando los defectos en una lista, para que con plazo breve sean solucionados (15 días).

Una vez solucionados los defectos, se firmará el Acta de Recepción Definitiva, y se procederá a devolver la fianza al Contratista.

4.2 Condiciones de Índole Económica (CIE)

Tiene por objeto especificar las relaciones entre la Propiedad y el Contratista, y el papel de contrapunto entre los mismos que efectúa el Director de Obra.

Son las siguientes:

CIE1 Fianza

CIE2 Composición de precios unitarios de ejecución material y por contrata.

CIE3 Precios contradictorios o de partidas alzadas.

CIE4 Mejora y modificaciones de obra, instalaciones y maquinaria

CIE5 Revisión de precios.

CIE56 Valoración, medición y abono de trabajos.

CIE7 Penalizaciones

CIE8 Seguros y conservación de las obras, maquinarias e instalaciones

CIE9 Condiciones de pago de la maquinaria, equipos e instalaciones

Veamos cada una de ellas:

CIE1 Fianza

La fianza se establecerá como el 5 % del monto de las instalaciones a acometer por cada Contratista, de forma inicial.

La fianza inicial podrá ser completada con unas retenciones, que pueden oscilar entre el 10 y el 15 % del valor de las unidades de obra certificadas por el Director de Obra, en su recepción provisional, pero con defectos a subsanar por el Contratista. Dicho porcentaje lo decidirá el Director de Obra en función de la importancia y valoración de los defectos a subsanar, sólo en el único caso de presentar defectos dichas unidades de obra recepcionadas.

También en el concepto de fianza entrarán lo siguientes apartados:

- Trabajos que se abonarán con cargo a la fianza, por sufrir demora la obra imputable al Contratista afectado.
- Reparaciones que tenga que hacer el Director de Obra representando a la Propiedad con cargo a la Contrata, por defectos no subsanados, en el plazo dado al Contratista.
- Existe una cláusula por abandono de obras (ver **CIL9**) por parte del Contratista, por la cual éste será penalizado, perdiendo la fianza si incurre en ella, salvo causa justificada (enfermedad grave).

CIE2 Composición de precios unitarios de ejecución material y por contrata.

Nuestro proyecto no fija como contractuales el Cuadro de Descompuestos, y se rige para el criterio de revisión de precios mediante la fórmula polinómica indicada en **CIE 5**.

CIE3 Precios contradictorios o de partidas alzadas.

No hay partidas de alzadas en el presente proyecto. Lo único el transporte de materiales y equipos al lugar que escapa del ámbito del presente proyecto, por entrar en la logística con que cuenta la ONG Acción Contra el Hambre, y su contraparte local Amigos de Silva, a todos los efectos, ambas La Propiedad de este proyecto de bombeo.

CIE4 Mejora y modificaciones de obra, instalaciones y maquinaria

Si el Contratista propusiera mejoras o modificaciones, que considere oportuna aprobar el Director de Obra, los costes extras generados, se cargarán al Contratista. Si lo hace la Propiedad, serán cargados como es lógico, a cuenta de la Propiedad.

CIE5 Revisión de precios.

Un proyecto se aprueba hoy, pero puede suceder que se realice mucho más tarde de lo convenido entre las partes. La revisión de precios de los contratos de las administraciones públicas se regula en el título IV del Real Decreto Legislativo 2/2000 de 16 de junio por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas LCAP), y en el artículo 103 se especifica que no tendrá lugar la revisión de precios hasta que se haya ejecutado el primer 20% del contrato y haya transcurrido un año desde la adjudicación.

En nuestro caso, basándonos en este modelo, ya que las ONG's mueven fondos públicos, escogeremos la fórmula polinómica aplicada a proyectos de electrificación.

Dicha fórmula posee una serie de índices en forma de fracción, que tienen en cuenta la variación de los costes de mano de obra, energía precio del cobre, etc., desde que se aprobó el proyecto hasta que se realizó.

El resultado de la fórmula es un coeficiente (nº mayor que la unidad) llamado K_T , por el cual multiplicaremos el coste de una certificación de obra (con los precios sin actualizar) para obtener la certificación revisada o actualizada.

El aspecto de la fórmula polinómica podría ser la siguiente:

$$K_T = 0,27 \frac{H_T}{H_o} + 0,06 \frac{E_T}{E_o} + 0,37 \frac{S_T}{S_o} + 0,15 \frac{Cu_T}{Cu_o} + 0,15$$

Los recursos son: H (mano de obra), E (energía), S (valor del producto siderúrgico), E (cobre).

Los subíndices "o", indican el precio del recurso sin actualizar. Es decir, en el momento en que se aprobó el proyecto.

Los subíndices "T", sirven para indicar el recurso actualizado al momento de ejecución del proyecto.

El coeficiente delante de cada fracción, sirve para expresar el peso del recurso en el global de la revisión.

$$\text{Certificación revisada} = C_{AUP} \times K_T$$

CIE6 Valoración, medición y abono de trabajos.

El Director de Obra tomará el Cuadro de Descompuestos, como referente para medir los recursos humanos y materiales de las Unidades de Obra, a fin de valorar los trabajos recepcionados de forma provisional y abonar al Contratista, en el pago de las certificaciones realizadas con periodicidad quincenal.

CIE7 Penalizaciones

Las penalizaciones serán pactadas antes de la firma del Acta de Replanteo, que da inicio a la obra, con la finalidad de concienciar a los Contratistas, de la importancia de mantener el calendario de la obra, evitándose de esta forma los perjuicios que dichas demoras ocasionarían.

Habrán penalizaciones de los siguientes tipos, pactadas entre Director de Obra y Contratistas:

1. Por demora en la ejecución de las obras. Se valorarán en cuanto al tiempo planificado usando gráfico tipo Gantt o Pert.

Se establecerá una cuantía (porcentaje del monto de cada unidad de obra) por cada día de tiempo de demora, atendiendo al tamaño del proyecto y perjuicio que pueda la demora ocasionar a la Propiedad.

Se exonerará al Contratista, en casos de fuerza mayor (huelgas, terrorismo, catástrofes, guerras, faltas de licencias administrativas ocasionadas por retrasos administrativos etc.

2. Por incumplimiento de contrato, de tipo legal, laboral u otro.
3. Por mala ejecución de los trabajos o incumplimiento de algún requisito laboral o legal, como pudieran ser, no tener los EPIS (equipos de protección individual, retrasar los pagos a sus trabajadores o proveedores, no solicitar a tiempo los permisos de obra necesarios).

CIE8 Seguros y conservación de las obras, maquinarias e instalaciones

En la ejecución de la obra, se pueden producir daños a terceros. Tendremos en ocasiones que litigar en los juzgados, o arreglar cuentas con los particulares afectados, con la consiguiente demora del proyecto. De ahí que tengamos una cláusula que obligará al Contratista a suscribir un seguro que garantice los daños en la obra, maquinaria e instalaciones, ya que la cobertura del seguro se puede hacer tanto por daños a terceros, como para proteger la obra.

CIE9 Condiciones de pago de la maquinaria, equipos e instalaciones

Seguirá un proceso de pago diferente al de certificaciones de las unidades de obra, que será el siguiente:

- El 10%, a la firma del contrato con el suministrador de los equipos.
- El 20%, con la puesta en marcha de los equipos recepcionados en la obra.
- Un 40% durante el periodo de tiempo de ejecución de la obra, prorrateado, como garantía de que las incidencias de funcionamiento de dichos equipos sean atendidas.
- El resto al finalizar la obra.

No obstante el Director de Obra tendrá la facultad de alterar estos porcentajes, para garantizar la obtención de dicho equipamiento, tomando como referencia la realidad del terreno, y procurando tener siempre amarrado al Contratista.

4.3 Condiciones de Índole Legal (CIL)

Tratan de regular o especificar los aspectos legales que debe cumplir el Contratista. Se especifica el tipo de Contrato, y el modo de adjudicación de las obras o el proceso de licitación que va a tener lugar.

CIL1 Características del Contratista

CIL2 Tipos de contratos

CIL3 Tipo de adjudicación

CIL4 Arbitraje y jurisdicción competente

CIL5 Responsabilidad del Contratista

CIL6 Subcontratas

CIL7 Impuestos

CIL8 Accidentes de trabajo

CIL9 Causas de rescisión del contrato

Veamos dichas condiciones:

CIL1 Características del Contratista

Los Contratistas elegidos, deberán demostrar su experiencia en obras similares, y que poseen la autorización administrativa del gobierno local, para trabajar en la zona. Así mismo demostrarán su solvencia económica con el depósito de la fianza en la cuenta de la entidad bancaria que la Propiedad le indique en su momento.

CIL2 Tipos de contratos

Los Contratos de nuestro proyecto serán del tipo “por unidades de obra”, salvo lógicamente, el alquiler de los medios auxiliares de la obra

El Contrato por unidades de obra, se mueve por certificaciones de las unidades de obra realizadas, con la salvedad de las partidas de alzada y precios contradictorios, que no hay en nuestro proyecto.

CIL3 Tipo de adjudicación

La adjudicación de las distintas partes de la obra, se hará por el procedimiento de Adjudicación Directa, con el asesoramiento del gobierno local, y para localizar la empresa de perforación, con el registro de empresas con que cuenta el Water Bureau en Abdis Abeba.

CIL4 Arbitraje y jurisdicción competente

El Contratista y la Propiedad, pueden tener conflictos de intereses. En caso de desacuerdo, los mecanismos para llegar a una solución del conflicto son:

1. El Director de Obra, hará de mediador.
2. Caso de que la solución no sea aceptada por ambas partes, se recurrirá a un perito 3º, aceptado previamente por la Propiedad y el Contratista.
3. Si la solución que propone el perito 3º no provoca la solución del conflicto, entonces se recurrirá a las instancias judiciales convenidas de antemano, renunciando a cualquier otro fuero.

CIL5 Responsabilidad del Contratista

Pagar los jornales de sus trabajadores, los materiales para las unidades de obra y medios para su ejecución.

Que los materiales sean de la calidad convenida.

Que su situación administrativa sea regular, y mantenga su solvencia económica para afrontar los gastos que se deriven de su responsabilidad en la obra.

CIL6 Subcontratas

En principio, los Contratistas no podrán realizar subcontrata alguna sin autorización expresa del Director del Proyecto, con el conocimiento de la Propiedad, y argumentando las causas que impiden que pueda realizar dicho trabajo de forma directa..

Caso de que se permitan subcontratas, el Director de Obra dará las ordenes a través del Libro de Órdenes al Contratista Principal, máximo responsable de las unidades de obra subcontratadas.

CIL7 Impuestos

Al Contratista, se le exige el cumplimiento del pago de los impuestos.

CIL8 Accidentes de trabajo

Se exigirá al Contratista el cumplimiento de todas las normativas legales vigentes en materia de seguridad e higiene y prevención de riesgos laborales en el trabajo.

CIL9 Causas de rescisión del contrato

La Propiedad se reserva el derecho de rescindir el contrato, por los siguientes motivos:

- a) Por retraso excesivo de las obras.
- b) Por abandono de las obras sin causa justificada.
- c) Fallecimiento del Contratista.
- d) Causas administrativas.

5. Aprovisionamiento de materiales: Cuidados especiales. Recepción.

El transporte de los materiales hasta los lugares de acopio o de empleo, se efectuará en vehículos adecuados para cada clase de material, que, además de cumplir todas las disposiciones legales referentes al transporte, estarán provistos de los elementos que se precisen para evitar cualquier alteración perjudicial del material transportado y su posible vertido sobre las rutas empleadas.

Los materiales se almacenarán de modo que se asegure la conservación de sus características y aptitudes para su empleo en obra y de forma que se facilite su inspección. El Director de

Obra, podrá ordenar, si lo considera necesario, el uso de plataformas adecuadas, cobertizos o edificios provisionales para la protección de aquellos materiales que lo requieran.

El Director de Obra podrá rechazar todo material que por defecto de transporte o de almacenamiento no cumpla con las condiciones exigidas.

Podrán desecharse todos aquellos materiales que no satisfagan las condiciones impuestas en este Pliego para cada uno de ellos en particular, comprobadas por los ensayos que se hubiesen efectuados.

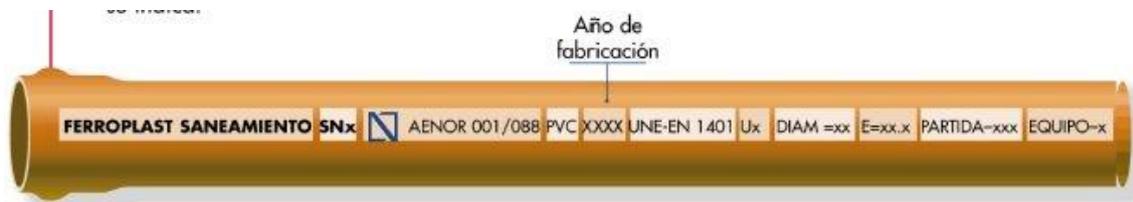
La Dirección de Obra podrá señalar al Contratista un plazo breve para que retire de los terrenos de la obra los materiales desechados. En caso de incumplimiento de esta orden podrá proceder a retirarlos por cuenta y riesgo del Contratista, con cargo a la fianza depositada.

Las tuberías utilizadas en las canalizaciones de agua, será de polietileno de alta densidad, y se comprobará que vengan con su certificación de origen, conforma a la norma 12.201-2, verificándose que sus características vienen marcadas sobre los mismos, y se corresponden con las especificaciones de proyecto:

Los tubos llevarán un marcaje indeleble conteniendo los siguientes datos:

- Designación comercial.
- Monograma de la marca de fábrica.
- Indicación PE.
- Diámetro nominal.
- Presión normalizada.
- Referencia a la norma UNE.
- Año de fabricación.

Igualmente se tomarán las mismas precauciones con los tobos de desagües:



Todos los demás materiales se ajustarán al listado expuesto, en lo que respecta a marca, fabricantes y normas de aplicación. En su inspección visual, se comprobarán que vienen con las certificaciones de origen.

Toda materia prima recepcionada, será inspeccionada visualmente, al objeto de verificar que viene en perfecto estado, y no ha sufrido deterioro durante su traslado, antes de firmar la recepción de la misma. Además se comprobará que viene con la documentación completa.

Para el caso particular de equipos especiales, se ha pactado que venga con el control de calidad concertado de fábrica, comprobándose que la documentación está en regla, y que los equipos han sido verificados pues en origen.

Estos son los siguientes:

- 4 Módulos de Isofotón IS-270
- Bomba Sqflex 2.5-2N
- Unidad de control CU-200

-Camisa del pozo de acero inoxidable y rejilla (se comprobará su diámetro, longitud y espesor, calidad del acero, y la ausencia de abolladuras, además de observar que la documentación está en regla).

A la hora de su almacenamiento, los materiales permanecerán en sus cajas de embalajes, sin eliminar la protección mecánica, cuidándose de respetar las indicaciones en cuanto a la posición de las mismas. Por ejemplo, los módulos dentro de sus cajas, permanecerán en posición vertical.

En cuanto al uso de las estanterías, las cajas más pesadas ocuparán los estantes más bajos, evitándose que las cajas se apilen pudiendo comprometer la integridad de los materiales que contienen. Por dicho motivo, se seguirán los criterios del Director de Obra, en cuanto al espacio del almacén, uso y número y tipos de estantes.

5.1 Productos de excavación

El Contratista podrá utilizar, en las obras objeto del contrato, los materiales que obtenga de la excavación, siempre que estén exentos de material vegetal y cuyo contenido de materia orgánica sea inferior al cuatro por ciento (4%) en peso. En general, se podrán obtener de las excavaciones realizadas en la propia obra.

En todo caso será necesaria la autorización del Director de Obra, que verificará previamente el estado de los mismos.

Sevilla, 30 de Noviembre de 2.009



Fdo.: Alfonso-Carlos Domínguez-Palacios Gómez
Ingeniero Técnico Industrial en Electricidad

Documento 04: Estado de Mediciones-Presupuesto.

Capítulo I. Excavación del pozo y terraplenado de la plataforma de operación:

- 1.1 Desmonte de tierra, explanación y transporte a vertedero
- 1.2 Estudio topográfico
- 1.3 Excavación del pozo y encamisado por el método Odex
- 1.4 Terraplenado a 1 m, con formación de taludes laterales
- 1.5 Arqueta de entrada a pozo, registrable

Capítulo II. Instalaciones hidráulicas.

- 2.1 Excavación en fosos de cimentación, y transporte a vertedero
- 2.2 Losa de cimentación inferior, base depósito de Tanqueros
- 2.3 Losa de cimentación superior, en interior del depósito Tanqueros
- 2.4 Impermeabilización superficie losa superior
- 2.5 Depósito de Tankeros 0885, agua potable para 282 m³ de capacidad
- 2.6 Losa de cimentación de murete circuitos de salida del depósito
- 2.7 Murete de 1 m de altura y 1 pie de espesor para instalaciones de fontanería
- 2.8 Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, 2/0/-/, de 33x33
- 2.9 Circuito de tomas de agua para 5 salidas
- 2.10 Línea de abrevaderos Suevia, para 4 salidas, a 0,40 m de altura
- 2.11 Línea de abrevaderos Suevia, para 4 salidas, a 0,70 m de altura
- 2.12 Línea de alimentación a depósito, desde arqueta de bomba SQflex
- 2.13 Contador de agua Regaber-Woltman turbo II, en arqueta Munasa 25.

Capítulo III. Bombeo Fotovoltaico.

- 3.1 Excavación de losa de cimentación cuarto de equipos
- 3.2 Losa de cimentación del cuarto de equipos
- 3.3 Cerramiento exterior para revestir, en cuarto de equipos
- 3.4 Cerramiento interior para revestir, en cuarto de equipos
- 3.5 Losa alveolar prefabricada de hormigón pretensado, en forjado.
- 3.6 Cubierta inclinada con cobertura de teja
- 3.7 Vierteaguas de mármol Blanco Macael, 110x20x2cm
- 3.8 Recercado realizado mediante piezas de piedra artificial, de 8x3 cm
- 3.9 Puerta de entrada de acero galvanizado de una hoja, 890x2040 mm
- 3.10 Ventana corredera simple aluminio anodizado natural de 110x120cm
- 3.11 Reja ventana bastidor de cuadrado de perfil macizo de acero
- 3.12 Enfoscado de cemento, maestreado, exterior Cuarto de Equipos
- 3.13 Alicatado con azulejo liso, 20x31 cm, colocado Cuarto E
- 3.14 Escalón de Mármol Blanco Macael de 90x30x2 cm
- 3.15 Solado de baldosas cerámicas, interior del C. de Equipos
- 3.16 Tendido de yeso, en techo de Cuarto de Equipos
- 3.17 Solado de baldosas tipo, ferrogres en exterior del C. de Equipos
- 3.18 Pintura plástica sobre paramentos exteriores.
- 3.19 Estructura Atersa tipo V, orientada 5º Sur
- 3.20 Módulo fotovoltaico monocristalino IS-170 4,00
- 3.21 Cuadro principal de CC, Merlin Gerin, completo e instalado.
- 3.22 Unidad CU-200 de control de la bomba SQflex
- 3.23 Línea de alimentación a String de Subgenerador FV
- 3.24 Línea de alimentación FV desde Cuadro Principal a CU-200
- 3.25 Línea de alimentación a bomba desde CU200 a caja WisKa en arqueta
- 3.26 Línea de control nivel de llenado, desde CU-200 a depósito agua
- 3.27 Arqueta de paso eléctrica en línea de control de nivel.
- 3.28 Bomba SQflex2.5-N , i. montaje equipada a 17,50 m (ref1266 pies).

Capítulo IV. Sistema de Puesta a Tierra.

- 4.1 Arqueta registrable con Punto de Puesta a Tierra
- 4.2 Electrodo de PT en forma de anillo cuadrado de 4x4 m, con 4 picas
- 4.3 Línea de enlace con tierra, formada por conductor aislado 16 mm²

Capítulo V. Saneamiento y desagües.

- 5.1 Arqueta de Recogida de Pluviales de 85x85x93 cm exterior, incluso Rejilla
- 5.2 Arqueta de Paso de 60x60x72 cm ext., i. tapa Benito RH42 16,00
- 5.3 Canalización de desagüe, enterrada a profundidad variable PVC DN125-SN8,1%
- 5.4 Canalización de desagüe, enterrada a profundidad variable PVC DN160-SN8,1%
- 5.5 Canalización de desagüe, enterrada a profundidad variable PVC DN200-SN8,1%
- 5.6 Losa en plataforma para recogida de aguas
- 5.7 Losa de hormigón en taludes laterales de plataforma para recogida de aguas
- 5.8 Emboquillado de hormigón en masa de tubo de salida en Línea de descarga
- 5.9 Vallado perimetral de la instalación fotovoltaica 65,52 104,22 6.828,49
- 5.10 Puerta de acceso de vehículos, de 3x2 m, en chapa galvanizada

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO I Excavación del pozo y terraplenado de la plataforma de operación									
1.1	m3 Desmonte de tierra, explanación y transporte a vertedero Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos incluso transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo hasta 10 km, comprendiendo los trabajos necesarios para retirar de las zonas prevista para nuestra instalación: árboles, plantas, tocones, 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 10 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión, para su retirada a vertedero autorizado. En zona de actuación	1	46,076	37,730	0,100	173,845			
							173,85	6,18	1.074,39
1.2	u Estudio topográfico Estudio topográfico incluyendo las labores de deslinde de la parcela, cotas de arranque y de terraplenado con un mínimo de 8 puntos de referencia, incluso replanteo sobre la plataforma una vez compactada, de las distintas instalaciones S/P.						1,00	1.200,00	1.200,00
1.3	u Excavación del pozo y encamisado por el método Odex Perforación de pozo de bombeo en terreno arcilloso detrítico, hasta 21,75 metros de profundidad, mediante la técnica de rotoperforación Odex, incluso entubación auxiliar simultánea al sondeo, incluyendo materiales: encamisado de acero inoxidable de 200 mm de diámetro con filtros de puentecillos desde 10 metros a 21,75 m, empaque de gravilla hasta completar el diámetro de la perforación de 400 mm, sellado de hormigón HM-30/B/IIb+Qb vertido con cubilote, para evitar la contaminación bacteriana procedente de aguas de infiltración superficiales, desde 8 cm sobre la razante, hasta 5 m de profundidad, en sustitución de la gravilla, de forma que la camisa sobresalga 12 cm del fondo de la arqueta, es decir 0,40 sobre la cota natural del terreno sin terraplenar, para que quede dispuesta S/P N° 3 y normas técnicas, incluso traslado de equipos y personal al lugar de actuación. En zona de actuación	1				1,000			
							1,00	10.964,77	10.964,77
1.4	m3 Terraplenado a 1 m, con formación de taludes laterales Terraplén con suelo seleccionado procedente de préstamos CBR>20, incluyendo extendido, humectación y compactación al 95% del proctor normal, en tongadas de 20 cm, incluso taludes laterales S/P, e indicaciones del estudio topográfico realizado, hasta fijar la plataforma de nuestra instalación a 1 metro, sobre la cota de referencia del terreno circundante, S/P N° 4 y 4B. En plataforma de instalaciones -En taludes laterales	1 1	40,018 80,810	31,734 3,000	1,000 1,000	1.269,931 121,215			
							1.391,15	9,23	12.840,31
1.5	u Arqueta de entrada a pozo, registrable Arqueta de registro de pozo, de dimensiones interiores 72x72x68 cm, construida con fábrica de ladrillo cerámico perforado, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/15/IIb (hormigón en masa de 30 N/mm ² , consistencia blanda, 15 cm de espesor, tipo de exposición 2b (exteriores en ausencias de cloruros sometidos al agua de lluvia, en zona con precipitación media inferior a 600 mm), enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa de fundición, marca Benito modelo B125 TH80, incluso formación de pendiente mínima del 2% con el mismo tipo de hormigón, hacia drenaje, tubo de drenaje de DN 20 mm, gravilla en zona de drenaje, totalmente terminada, incluyendo excavación, relleno del trasdós y transporte de sobrantes a vertedero, considerando un 20% de esponjamiento, terminada S/P N° 3A. En entrada a pozo	1				1,000			
							1,00	231,38	231,38
TOTAL CAPÍTULO I Excavación del pozo y terraplenado de la plataforma de operación.....									26.310,85

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO II Instalaciones hidráulicas									
2.1	m³ Excavación en fosos de cimentación, y transp. a vert. Excavación de fosos de cimentación del tanque (6,095 m de diámetro por 0,305 m de profundidad) y de soporte de muretes de circuitos de toma de agua (0,80 m de ancho por 0,20 m de profundidad y longitud S/P N° 3), con medios mecánicos, en terreno semiduro, incluso transporte a lugar de vertido, distancia inferior a 10 Km En 1ª losa de cimentación de Tankeros En base murete soporte de circuito de grifos tomas de agua: En base murete líneas de abrevaderos	1	6,800		0,300	10,895		b^2*p/4	
		1	6,880	0,800	0,200	1,101			
		4	1,280	0,800	0,200	0,819			
							12,82	18,05	231,40
2.2	m³ Losa de cimentación inferior, base depósito de Tanqueros En losa de cimentación para depósito de Tanqueros de hormigón armado designación EHE08: HA-30/B/22,5/IV, de tipo hidrófugo (hormigón armado de resistencia características 30 N/mm2, consistencia blanda, con espesor de losa de 22,5 cm, tipo IV apropiado para piscinas, sin requisito de exposición adicional), y vertido con bomba, incluso P/P de Kg de acero corrugado de 8 mm de diámetro, formando un doble mallazo de 15 cm de cuadrícula, separadas ambas mallas 10 cm, y distantes del enchachado de zahorra 5 cm, electrosoldado, y con varillas de refuerzo cada 30 cm, incluida la P/P de zahorra para enchachado de piedra, compactada al 95% proctor. En losa de cimentación exterior	1	6,696	1,000	0,225	7,923		b^2*p/4	
							7,92	136,89	1.084,17
2.3	m³ Losa de cimentación superior, en interior del depósito Tanqueros Losa de cimentación interior, para depósito de Tanqueros de hormigón armado designación EHE08: HA-30/B/15/IV, de tipo hidrófugo (hormigón armado de resistencia características 30 N/mm2, consistencia blanda, con espesor de losa de 15 cm, tipo IV apropiado para piscinas, sin requisito de exposición adicional), y vertido con bomba, incluso P/P de Kg de acero corrugado formando un mallazo de 150 cm de cuadrícula, a 7,5 cm de la losa inferior de cimentación, colocación de la junta perimetral de sellado metal hormigón, hidrofílica de expansión hidrotite, y P/P de fratasado. -En losa de cimentación interior del depósito Tanqueros:	1	6,090		0,150	4,369		b^2*p/4	
							4,37	64,59	282,26
2.4	m² Impermeabilización superficie losa superior Impermeabilizante mineral en capa fina, color blanco, aplicado con brocha en dos o más capas, hasta conseguir un espesor mínimo total de 2 mm, compuesto de cementos especiales, áridos, resinas, sales activas y aditivos, paso del agua a contrapresión < 125 cm³/m² a las 24 horas y certificado de potabilidad, En superficie losa interior del depósito	1	6,096		1,000	29,186		b^2*p/4	
							29,19	15,73	459,16
2.5	u Depósito de Tankeros 0885, agua potable para 282 m3 de capacidad Depósito de agua potable de la firma tankeros, designación comercial 0885, de 6,096 metros de diámetro y 10,106 m de altura, incluyendo 8 virolas y media de 8 chapas por virola, en chapa de acero galvanizado de 12 mm de espesor, ejecución del techo en chapa galvanizada apoyadas sobre correas radiales de acero galvanizado con forma de L invertida, quedando el techo con forma cónica de 15° de pendiente, de manera que proporcione un cierre hermético al tanque de agua, con apoyo en columna central, soporte de las correas incluida ésta, incluso escalera de acceso tipo gato con protección quitamiedos, boca cuerpo de hombre en segunda virola, conexión de vaciado bridada DN 80 con válvula de compuerta montada a 50 mm del fondo, rebosadero con cono bridado DN150, respiradero de techo para permitir la entrada de aire, conexiones bridadas en grifo de vaciado y salidas a líneas de abrevaderos y de consumo humano, caseta de inspección en techo, donde se realiza la entrada de agua, con acceso al interruptor de nivel e indicador de nivel manométrico, incluso pequeño material en forma de tornillería, perfiles de refuerzo y anclaje, y material de sellado y pintura interior con certificado de potabilidad homologado por sanidad, montado s/planos de Tankeros y verificada su funcionalidad. -En plataforma de operación S/P N°3:	1	1,000			1,000			

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							1,00	33.210,45	33.210,45

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.6	<p>m³ Losa de cimentación de murete ctos. salida depósito</p> <p>Base, para cimentación de murete del circuito de tomas de agua, de hormigón armado de resistencia características 30 N/mm², consistencia blanda, 20 cm de espesor, adecuado para clase de exposición tipo IIb (exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción de la lluvia en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm, sin exposición adicional) designación EHE08: HA-30/B/20/IIb, fabricado en central y vertido con cubilote, armado con tetraceros de 8 mm de diámetro a razón de 6 varillas por metro en dos capas separadas 10 cm y atadas con gavillas separadas estas 30 cm, incluso pasatubos para circuito de tomas de agua, colocada S/P N°3.</p> <p>En base murete soporte de circuito de grifos tomas de agua:</p> <p>En base murete líneas de abrevaderos</p>	1	6,880	0,800	0,200	1,101			
		4	1,280	0,800	0,200	0,819			
							1,92	108,82	208,93
2.7	<p>m Murete de 1 m de altura y 1 pie de espesor para inst. de fontan.</p> <p>Murete soporte de instalación de fontanería, de 1 m de altura de 1 pie de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico perforado (panel), para revestir, 24x12x9 cm, recibida con mortero de cemento M-7,5, incluso enlucido con mortero de cemento M-5, a regla, colocado S/P n°3 y normas técnicas.</p> <p>En circuito de tomas de agua</p> <p>En líneas de abrevaderos</p>	1	6,270			6,270			
		4	0,878			3,512			
							9,78	69,29	677,66
2.8	<p>m² Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, de 33x33 cm</p> <p>Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, de 33x33 cm, EN-UNE 14.441, colocadas sobre capa de refuerzo de 4 cm de mortero de cemento M-10, y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L, BL-V 22,5, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con la misma tonalidad de las piezas, respetando salida de pasatubos para grifos, colocada S/P N°3.</p> <p>Frente grifos</p> <p>Lateral toma principal</p> <p>En líneas de abrevaderos</p>	1	6,230	0,500		3,115			
		1	0,500	0,800		0,400			
		4	0,878	0,500		1,756			
							5,27	33,95	178,92
2.9	<p>u Circuito de tomas de agua para 5 salidas</p> <p>Circuito de tomas de agua para 5 salidas, formado por línea principal trazado aéreo en tramos iniciales y finales y subterráneo en el resto, ejecutada en tubería de polietileno de alta densidad DN 90 mm, PE100, PN 16 bar, SDR 11 (espesor 8,2 mm), s/EN-UNE 12.201-2 conectada a depósito de Tankeros, mediante válvula de compuerta con unión bridada de MZG tuberías, PN 16/10 serie 38/80, DN80-Dext 90 mm, y válvula de compuerta del mismo fabricante serie 36/80 al final de la línea, incluso cuatro derivaciones a líneas secundarias de alimentación a grifos en tubería de las mismas características DN 25 mm SDR 11 (espesor 2,3 mm) incluyendo collarines de conexión para paso de DN90 a DN25, codos H pared de Genebre y grifos modelo Arco 403 3/4", incluso codos con soldadura por electrofusión en tramo enterrado y de fundición dúctil con enchufe tipo euro en superficie de línea principal, pequeño material de sujeción, excavación, relleno, cama de arena y transporte de sobrantes a vertedero deducido relleno, colocada S/P N° 3, y probada.</p> <p>En Línea de grifos tomas de agua:</p>	1				1,000			
							1,00	1.982,57	1.982,57
2.10	<p>u Línea de abrevaderos Suevia, para 4 salidas, a 0,40 m de altura</p> <p>Línea para cuatro bebederos Suevia modelo 6.024, colocados a 0,40 metros de altura, formado por ramal principal ejecutado en tubería de polietileno de alta densidad DN 90 mm, PE100, PN 16 bar, SDR 11 (espesor 8,2 mm), s/EN-UNE 12.201-2 conectada a depósito de Tankeros, mediante válvula de compuerta con unión bridada de MZG tuberías serie PN 16/10 serie 38/80, DN80-Dext 90 mm, trazado aéreo en tramos iniciales y finales y subterráneo en el resto, con tapón universal MZG serie 52/248 DN80 (Dext.90) al final de la línea, incluso cuatro derivaciones a líneas secundarias de alimentación bebederos en tubería de las mismas características DN 25 mm SDR 11 (espesor 2,3 mm) incluyendo collarines de conexión para paso de DN90 a DN25, y codos Genebre para PE 3/4", incluso codos con soldadura por electrofusión en tramo enterrado y de fundición dúctil con enchufe tipo euro en superficie de ramal principal, pequeño material de sujeción, excavación, relleno, cama de arena y transporte de sobrantes a vertedero deducido relleno, colocada S/P N° 3, bebederos incluidos y probada.</p> <p>En líneas de abrevaderos 1 y 2</p>	2				2,000			
							2,00	3.679,79	7.359,58

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.11	<p>u Línea de abrevaderos Suevia, para 4 salidas, a 0,70 m de altura</p> <p>Línea para cuatro bebederos Suevia modelo 6.024, colocados a 0,70 metros de altura, formado por ramal principal ejecutado en tubería de polietileno de alta densidad DN 90 mm, PE100, PN 16 bar, SDR 11 (espesor 8,2 mm), s/EN-UNE 12.201-2 conectada a depósito de Tankeros, mediante válvula de compuerta con unión bridada de MZG tuberías serie PN 16/10 serie 38/80, DN80-Dext 90 mm, trazado aéreo en tramos iniciales y finales y subterráneo en el resto, con tapón universal MZG serie 52/248 DN80 (Dext.90) al final de la línea, incluso cuatro derivaciones a líneas secundarias de alimentación bebederos en tubería de las mismas características DN 25 mm SDR 11 (espesor 2,3 mm) incluyendo collarines de conexión para paso de DN90 a DN25, y codos Genebre para PE 3/4", incluso codos con soldadura por electrofusión en tramo enterrado y de fundición dúctil con enchufe tipo euro en superficie de ramal principal, pequeño material de sujeción, excavación, relleno, cama de arena y transporte de sobrantes a vertedero deducido relleno, colocada S/P N° 3, bebederos incluidos y probada.</p> <p>En líneas de abrevaderos 3 y 4:</p>	2					2,000		
							2,00	3.681,44	7.362,88
2.12	<p>u Línea de alimentación a depósito, desde arqueta de bomba SQflex</p> <p>Línea de alimentación a depósito desde arqueta de bomba SQflex, formada por tubo de polietileno de alta densidad de uso alimentario s/EN-UNE 12.201-2, de 50 mm de diámetro, PE-100, PN16, SDR 11 (espesor 4,6 mm), instalado en tramo enterrado, en zanja de 50x70 cm, a una profundidad de 0,60 m, bajo tubo corrugado de doble capa DN 110 en lecho de arena, y con bridas de sujeción a depósito en subida aérea, incluso codos, excavación y relleno, lecho de arena y transporte de sobrantes a vertederos, colocado S/P N°3 y 3A, y probada.</p> <p>En línea de alimentación a depósito desde arqueta de bomba:</p>	1				1,000			
							1,00	373,07	373,07
2.13	<p>u Contador de agua Regaber-Woltman turbo II, en arqueta Munasa 25.</p> <p>Contador de agua Woltman Turbo II de Regaber, para agua a 16 bar y hasta 60°C, conexión por brida tipo euro a tubo de polietileno DN 50 mm, alojado en arqueta prefabricada marca Munasa modelo 25, de hormigón prefabricado, 61x41x29 cm (LxAxP), con tapa de fundición, incluso esta, montaje y colocación S/P N° 3, probada.</p> <p>En línea de llenado del depósito de agua:</p>	1				1,000			
							1,00	841,91	841,91
TOTAL CAPÍTULO II Instalaciones hidráulicas									54.252,96

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO III Bombeo fotovoltaico									
3.1	m³ Excavación de losa de cimentación cuarto de equipos Excavación de foso de cimentación de 3,803 m de largo, por 4,50 m de ancho, por 0,20 m de profundidad, con medios mecánicos, en terreno semiduro, incluso transporte a lugar de vertido, distancia inferior a 10 Km, para base cuarto de equipos. En ubicación Cuarto de Equipos, S/P N° 5:	1	3,803	4,500	0,200	3,423			
							3,42	18,05	61,73
3.2	m³ Losa de cimentación del cuarto de equipos Losa para cimentación del cuarto de equipos, de hormigón armado de resistencia características 30 N/mm², consistencia blanda, 20 cm de espesor, adecuado para clase de exposición tipo IIb (exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción de la lluvia en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm, sin exposición adicional) designación EHE08: HA-30/B/20/IIb, fabricado en central y vertido con bomba, incluso P/P de Kg de acero corrugado de 8 mm de diámetro, formando un doble mallazo de 15 cm de cuadrícula, separadas ambas mallas 10 cm, y distantes del encanchado de zahorra 5 cm, electrosoldado, y con varillas de refuerzo cada 30 cm, incluso P/P de zahorra para encanchado de piedra, compactada al 95% proctor y fratasado. En losa base para Cuarto de Equipos:	1	3,800	4,500	0,200	3,420			
							3,42	193,08	660,33
3.3	m² Cerramiento exterior para revestir, en cuarto de equipos Ejecución de hoja exterior de 1 pie de espesor de fábrica, en cerramiento de fachada, de ladrillo cerámico perforado (panel), para revestir, 24x12x9 cm, recibida con mortero de cemento M-5, apoyo sobre losa de cimentación, incluso p/p de enjarjes, mermas, roturas, formación de esquinas, formación de dinteles mediante vigueta prefabricada T-18 revestida con piezas cerámicas, colocadas con mortero de alta adherencia, jambas y mochetas, juntas de dilatación, ejecución de encuentros y puntos singulares. En fachada Norte: 1 3,180 2,600 8,268 En fachada Norte, deducción puerta: -1 0,900 2,000 -1,800 En fachada Norte, deducción ventana: -1 1,100 1,200 -1,320 En fachada Sur: 1 3,180 2,600 8,268 En laterales (Este y Oeste): 2 1,520 2,600 7,904								
							21,32	41,26	879,66
3.4	m² Cerramiento interior para revestir, en cuarto de equipos Ejecución de hoja interior de cerramiento de fachada de 4 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco sencillo, para revestir, 24x11,5x4 cm, recibida con mortero de cemento M-5. Incluso p/p de enjarjes, mermas, roturas, formación de huecos, jambas y mochetas, cajeados en el perímetro de los huecos para alojar los elementos de fijación de la carpintería exterior, juntas de dilatación, ejecución de encuentros y puntos singulares. En cara interior Norte: 1 2,660 2,600 6,916 En cara interior Norte, deducción puerta: -1 0,900 2,000 -1,800 En cara interior Norte, deducción ventana: -1 1,100 1,200 -1,320 En fachada Sur: 1 2,660 2,600 6,916 En laterales interiores (Este y Oeste): 2 1,480 2,600 7,696								
							18,41	19,45	358,07
3.5	m² Losa alveolar prefabricada de hormigón pretensado, en forjado. Suministro y colocación de placas alveolares marca Aljema, de 12 cm de altura y 100 cm de anchura, con momento flector último de 35 kN·m/m, para formación de forjado de canto 12 + 5 cm, con altura libre de planta de hasta 3 m, apoyado directamente sobre muros de carga (no incluidos en este precio); malla electrosoldada ME 20x20 de Ø 5 mm, acero B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; acero B 500 S en zona de negativos, cuantía 4 kg/m² y hormigón armado HA-25/B/12/IIa fabricado en central y vertido con cubilote en relleno de juntas entre placas, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión. Incluso p/p de cortes longitudinales paralelos a los laterales de las placas; cortes transversales oblicuos, cajeados, taladros y formación de huecos, montaje mediante grúa y apeos necesarios. Sin incluir repercusión de apoyos ni soportes.								

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	En formación de forjado Cuarto de Equipos:	1	3,180	2,120		6,742			
3.6	m² Cubierta inclinada con cobertura de teja Formación de cubierta inclinada con una pendiente media del 47%, sobre base resistente, compuesta de los siguientes elementos: FORMACIÓN DE PENDIENTES: tablero cerámico hueco machihembrado UNE 67141, para revestir, 50x20x3 cm, apoyado sobre tabicónes aligerados de ladrillo cerámico hueco, recibidos con mortero de cemento M-5, con una altura media de 100 cm, arriostados transversalmente cada 2 m aproximadamente, todo ello sobre forjado de hormigón (no incluido en este precio); IMPERMEABILIZACIÓN: membrana impermeabilizante monocapa adherida, formada por lámina de betún modificado con elastómero SBS, UNE-EN 13707, LBM(SBS)-30/FP (140), con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 160 g/m ² , de superficie no protegida, totalmente adherida al soporte con imprimación asfáltica, tipo EA; COBERTURA: teja cerámica mixta, 43x26 cm, color rojo; fijada con tornillos rosca-chapa sobre rastreles metálicos de chapa galvanizada. Incluso p/p de tejas de caballete, remate lateral, ventilación y piezas especiales para formación de cumbreras, limatesas, emboquillado de aleros y bordes libres. Totalmente probada. En Cuarto de Equipos:	1	3,180	2,430		7,727	6,74	64,58	435,27
3.7	m Vierendeaguas de mármol Blanco Macael, 110x20x2cm Formación de vierendeaguas de mármol Blanco Macael, hasta 110 cm de longitud, 20 cm de ancho y 2 cm de espesor, con goterón, cara y canto recto pulidos, con goterón, cara y canto recto pulidos, según UNE-EN 771-6, con clara pendiente y empotrado en las jambas, cubriendo los alféizares, los salientes de los paramentos y cornisas de fachada, la parte baja de las puertas exteriores, etc., recibido con mortero de cemento hidrófugo M-10, confeccionado en obra con 380 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/4, con resistencia a compresión a 28 días de 10 N/mm ² , incluso rejuntado entre piezas y uniones con los muros y carpinterías con mortero de rejuntado para revestimientos, interiores o exteriores, de piedra natural, pulida o para pulir, compuesto de cemento, áridos a base de polvo de mármol, pigmentos resistentes a los álcalis y aditivos especiales. En hueco de ventana de 1,10x1,20 en cara Norte:	1	1,100			1,100	7,73	1.067,25	8.249,84
3.8	m Recercado realizado mediante piezas de piedra artificial, de 8x3 Formación de recercado de huecos de fachada mediante piezas de moldura de piedra artificial de 8x3 cm superficie lavada al ácido, con anclaje metálico de acero inoxidable, según UNE-EN 771-5, recibidas con mortero de cemento hidrófugo M-10. Incluso fijaciones metálicas y rejuntado en las uniones entre piezas y con la fachada con mortero de juntas para prefabricados de hormigón y piedra artificial, compuesto de cemento, áridos, pigmentos y aditivos especiales, y tratamiento de protección suplementaria mediante aplicación sobre el conjunto de pintura hidrófuga incolora en dos capas. En puerta de Cuarto de Equipos En ventana de Cuarto de Equipos	1 1	2,000 2,100			2,000 2,100	1,10	22,49	24,74
3.9	u Puerta de entrada de acero galvanizado de una hoja, 890x2040 mm Puerta de entrada de una hoja de 52 mm de espesor, 890x2040 mm de luz y altura de paso, acabado pintado con resina de epoxi color blanco formada por dos chapas de acero galvanizado de 1 mm de espesor, plegadas, troqueladas con un cuarterón superior y otro inferior a una cara, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con garras de anclaje a obra, incluso bisagras de acero latonado con regulación en las tres direcciones, según UNE-EN 1935, bulones antipalanca, mirilla, cerradura de seguridad embutida con tres puntos de cierre, cilindro de latón con llave, escudo de seguridad tipo roseta y pomo tirador para la parte exterior y escudo y manivela de latón para la parte interior, cerradura con tres puntos de cierre, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra. Elaborada en taller, con ajuste y fijación en obra. Totalmente montada y probada, sin incluir recibido de albañilería. En fachada Norte de Cuarto de Equipos:	1				1,000	4,10	21,64	88,72
							1,00	424,24	424,24

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	En escalón de puerta de Cuarto de Equipos:	1	0,900			0,900			
3.15	m² Solado de baldosas cerámicas, interior del C. de Equipos Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, 2/0/-/, de 33x33 cm, 8 €/m ² , colocadas sobre capa de refuerzo de 4 cm de mortero de cemento M-10 armado con mallazo ME 20x20 Ø 5 mm, acero B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, realizada sobre un film de polietileno dispuesto como capa separadora de un panel rígido de lana de roca volcánica, según UNE-EN 13162, no revestido, de 40 mm de espesor, que actúa como aislamiento acústico recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci sin ninguna característica adicional, color gris y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L, BL-V 22,5, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con la misma tonalidad de las piezas.	1	2,560	1,380		3,533			
	En solado interior de Cuarto de Equipos:						0,90	49,40	44,46
3.16	m² Tendido de yeso, en techo de Cuarto de Equipos Formación de revestimiento continuo interior de yeso, a buena vista, sobre paramento vertical, hasta 3 m de altura, de 15 mm de espesor, formado por una capa de tendido con pasta de yeso de construcción B1, aplicado sobre los paramentos a revestir, con maestras solamente en las esquinas, rincones, guarniciones de huecos, incluso p/p, guarniciones de huecos, colocación de malla de fibra de vidrio antiálcalis marca Mallatex gama yeso, para refuerzo de encuentros entre materiales diferentes en un 10% de la superficie del paramento y montaje, desmontaje y retirada de andamios.	1	2,560	1,380		3,533			
	En techo interior del Cuarto de Equipos:						3,53	50,16	177,06
3.17	m² Solado de baldosas tipo, ferrogrés en exterior del C. de Equipos Solado de baldosa de Ferrogres bicapa antideslizante clase 2 de Rd (s/n UNE-ENV 12633:2003), de 30x30 cm. con ferrojunta antracita de 1 cm. (Al,Ala s/UNE-EN-67) recibido con cemento cola, tapajuntas y limpieza, s/NTE-RSR-2, rejuntado con mortero tapajuntas y limpieza, medido en superficie realmente ejecutada.	1	3,800	2,000		7,600			
	En frontal de Cuarto de equipos:	1	2,000	0,330		0,660			
	En lateral Oeste del Cuarto de Equipos:	1	2,000	0,330		0,660			
	En lateral Este del Cuarto de Equipos:	1	3,800	0,500		1,900			
	En cara Sur del Cuarto de equipos:						10,82	8,15	28,77
3.18	m² Pintura plástica sobre paramentos exteriores. Formación en fachadas de capa de acabado para revestimientos continuos bicapa con pintura plástica, color a elegir, textura lisa, mediante la aplicación de una mano de fondo de pintura autolimpiable, marca Montó, basada en resinas de Pliolite y disolventes orgánicos como fijador de superficie, y dos manos de acabado con pintura plástica lisa Junokril acabado mate, diluido con un 10% de agua, a base de un copolímero acrílico-vinílico, impermeable al agua de lluvia y permeable al vapor de agua, antimoho, (rendimiento: 0,1 l/m ² cada mano). Incluso p/p de limpieza previa del soporte de mortero tradicional, en buen estado de conservación, mediante cepillos o elementos adecuados y lijado de pequeñas adherencias e imperfecciones; formación de juntas, rincones, aristas y remates en los encuentros con paramentos, revestimientos u otros elementos recibidos en su superficie.	1				35,580	=III	3.12	
	En fachada Cuarto de Equipos:						35,58	10,99	391,02
3.19	u Estructura Atersa tipo V, orientada 5° Sur Estructura tipo V de Atersa, con capacidad para dos módulos de gran tamaño, confeccionada en acero galvanizado en caliente (normas UNE 37-501 y 37-508 cumpliendo espesores mínimos de la UNE-EN-ISO 1.461) constituido por varias capas de aleaciones de zinc-hierro, ercubiertas por capa de zinc resistente a los golpes y a la abrasión, incluso tornillería de sujeción al tejado, de acero inoxidable, s/MV106, junta de estanqueidad y pasta sicaflex antihumedad de relleno, instalada en tejado del cuarto de equipos, orientada 5° al Sur, totalmente instalada según DB SE y DB HE-5 del CTE y S/P nº 5.	2				2,000			
	Sobre tejado del Cuarto de Equipos:						2,00	326,57	653,14

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.20	<p>u Módulo fotovoltaico monocristalino IS-170</p> <p>Módulo fotovoltaico monocristalino de alto rendimiento de clase II, grado de protección mínimo IP65 y 170Wp de potencia, incluso caja de terminal instalada idéntica IP, LISTADO DE CERTIFICACIONES: CE, IEC 61215 (TÜV), IEC 61730 aplicación Clase A (TÜV), UL, IEC IECEE, PV-GAP, totalmente instalado, y conexionado a string en configuración 2S2P, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-5 del CTE.</p> <p>En estructura Atersa V, sobre tejado</p>	4					4,000		
	Cuarto de Equipos:						4,00	720,22	2.880,88
3.21	<p>u Cuadro principal de CC, Merlin Gerin, completo e instalado.</p> <p>Cuadro principal de corriente continua, marca Schneider Electric Merlin Gerin, de empotrar, con capacidad para 15 módulos, con chasis y puerta metálicos, y bornero de puesta a tierra, modelo cofret PM (referencia 13.547), con un grado de protección IP 42, rematado en pintura de color gris claro de poliéster-epoxi, conteniendo los siguientes elementos de cojida a perfil DIN: dispositivo de protección contra sobretensiones clase I+II marca Gave Solar Tec modelo PST-45 PV; cuatro portafusibles marca dfelectric, gama PV equipados con fusibles de 12 A, 30 KA, 900 Vdc, tamaño 10x38, para proteger los polos de nuestros dos strings; un interruptor principal de continua marca ABB modelo S802-PV S13, de 13 A, incluso carril DIN, bornero de puesta a tierra, y cerradura con llave, montaje a 1,60 m del suelo S/P N° 5, y conexionado S/P N° 5A, manteniendo las indicaciones de calidad de los conductores y secciones indicadas en dicho plano de detalle, y verificado del correcto funcionamiento de la instalación.</p> <p>En Cuarto de Equipos:</p>	1					1,000		
							1,00	592,16	592,16
3.22	<p>u Unidad CU-200 de control de la bomba SQflex</p> <p>Unidad de control marca Grunfos, gama SQflex, CU200, instalada en cuarto de equipos, junto al Cuadro Principal de Continua, S/P N° 5, y cableada S/P N°6, verificado su funcionamiento.</p> <p>En Cuarto de Equipos:</p>	1					1,000		
							1,00	584,45	584,45
3.23	<p>u Línea de alimentación a String de Subgenerador FV</p> <p>Línea de alimentación a String 1 o 2, formada por 3 cables unipolares de 2,5 mm2 de sección (rojo:+, negro:- y amarillo-verde: tierra), siendo para los conductores activos marca Prysmian, gama Tecsum PV, y para el cable de tierra Prysmian Afumex 1000 V AS (RZ1K-AS) empotrado bajo tubo corrugado forrado de doble capa marca Tupersa de 20 mm de diámetro en tramo desde Cuadro Principal de Continua a tejado, y en bandeja perforada de estructuras Atersa, o bajo tubo desde salida tejado hasta cajas de conexión de los módulos, en configuración 2S2P, instalado S/P N°5, 5A y 5B.</p> <p>En String 1:</p> <p>En String 2:</p>	1					1,000		
		1					1,000		
							2,00	111,09	222,18
3.24	<p>m Línea de alimentación FV desde Cuadro Principal a CU-200</p> <p>Línea de alimentación FV desde cuadro principal de continua a CU-200, ejecutada mediante tres cables unipolares (positivo, negativo y tierra) de 6 mm2 de sección, empotrados bajo tubo corrugado forrado Tupersa de 25 mm de diámetro, S/P N°5 y 5A</p> <p>De Cuadro P. a CU-200:</p>	1	0,500				0,500		
							0,50	36,55	18,28
3.25	<p>u Línea de alimentación a bomba desde CU200 a caja WisKa en arquet</p> <p>Línea de alimentación a bomba, en tramo desde unidad de control de la bomba CU-200 a caja WisKa en arqueta de bomba, formada por cable Prysmian Retenax Flam M Flex designación 3G6 RVMV-K-RH, de 3x6 mm2 de sección, bajo tubo marca Tupersa gama ultra TPI de doble capa, color rojo, libre de halógenos, DN 110 mm, instalado empotrado en bajada a terreno desde cuadro principal, y enterrado en cama de arena a profundidad mínima de 60 cm, S/P N° 5, incluso montaje de caja WisKa en arqueta S/P N°3, incluida esta.</p> <p>Desde Cuadro P. C. en Cuarto de Equipos, a caja WisKa en Arqueta:</p>	1					1,000		
							1,00	166,74	166,74

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.26	<p>u Línea de control nivel de llenado, desde CU-200 a depósito agua</p> <p>Línea de control de llenado desde CU-200 de 2x6 mm², ejecutada mediante cable marca Prysmian, modelo Flexreme, HO7RN-F, enterrado bajo tubo de doble capa Tupersa rojo, DN-100 desde CU-200 a arqueta de paso junto a tanque, y bajo tubo de PVC rígido metálico flexible, recubierto de PVC, marcaTupersa, gama Perfléx DN 29 mm, en la subida a interruptor de nivel, desde arqueta de paso eléctrica, incluso excavación, lecho de arena, relleno y transporte de sobrantes a vertedero, terminado S/P N° 5.</p> <p>De CU-200 en Cuarto de Equipos a interruptor de nivel en depós.:</p>	1				1,000			
							1,00	352,03	352,03
3.27	<p>u Arqueta de paso eléctrica en línea de control de nivel.</p> <p>Arqueta de paso eléctrica, de dimensiones interiores 32x32x70 cm, construida con fábrica de ladrillo cerámico perforado, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/15/IIb (hormigón en masa de 30 N/mm², consistencia blanda, 15 cm de espesor, tipo de exposición 2b para exteriores en ausencias de cloruros sometidos al agua de lluvia, en zona con precipitación media inferior a 600 mm), enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, incluso formación de pendiente mínima del 2% hacia el tubo de drenaje, tubo de drenaje de DN 20 mm, tapa de fundición, marca Benito modelo RH42, totalmente terminada, incluso excavación, relleno del trasdós, graba de drenaje y transporte de sobrantes a vertedero, considerando un 20% de esponjamiento, terminada S/P N° 5</p> <p>En línea a detector de nivel, junto al depósito:</p>	1	1,000			1,000			
							1,00	155,03	155,03
3.28	<p>u Bomba SQflex2.5-N , i. montaje equipada a 17,50 m (ref1266 pies)</p> <p>Bomba SQflex instalada en camisa de pozo, desde arqueta de registro, a una profundidad de 17,50 metros medidos desde la referencia 1.266 pies, incluso conexionado y tendido simultáneo de las canalizaciones de -electricidad (detector de nivel, y cable DN-F de 3x6 mm², conexionado a moto-bomba y caja Wiska), -tubería de impulsión de agua DN 50 mm, PE 100, PN 16 bar, SDR 11, de uso alimenticio s/EN-UNE 12201-2, conectada a bomba y codo de arqueta, sin incluir éste, y -cable de sujeción RS de acero inoxidable de 5 mm, con 3 guardacabos y un sujetacable en cada extremo s/ EN 13411-5 y DIN741, cuidando disponer bridas antilazo para la bajada simultánea de las mismas, cada 3 metros, quedando dispuesto conforma al plano N° 3A, comprobado el correcto funcionamiento de la instalación.</p> <p>En arqueta-pozo de bombeo:</p>	1				1,000			
							1,00	2.815,06	2.815,06
TOTAL CAPÍTULO III Bombeo fotovoltaico									22.050,58

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO V Saneamiento y desagües									
5.1	u Arqueta de Recogida de Pluviales de 85x85x93 cm ext.,i. Rejilla								
	Arqueta de Recogida de aguas Pluviales, de dimensiones interiores 60x60x82 cm (85x85x93 cm exteriores), construida con fábrica de ladrillo cerámico perforado, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/15/Ila+Qb, de tipo hidrófugo (hormigón en masa de resistencia características 30 N/mm ² , consistencia blanda, con espesor de losa de 15 cm, tipo Ila apropiado para elementos sumergidos, con requisito de exposición adicional Qb por la presencia de aguas residuales con sustancias de agresividad media, al mezclarse las heces de los animales con el agua de lluvia), enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con rejilla de fundición, marca Benito modelo RP 80 abatible de 75,5x75,5 cm, totalmente terminada, incluso excavación, relleno del trasdós y transporte de sobrantes a vertedero, considerando un 20% de esponjamiento, terminada S/P N° 4								
	En línea de descarga 1:	2					2,000		
	En línea de descarga 2:	1					1,000		
	En línea de descarga 3:	2					2,000		
	En línea de descarga 4:	1					1,000		
	En línea de descarga 5:	1					1,000		
	En línea de descarga 6:	1					1,000		
	En línea de descarga 7:	1					1,000		
	En línea de descarga 8:	1					1,000		
								10,00	199,45
									1.994,50
5.2	u Arqueta de Paso de 60x60x72 cm ext., i. tapa Benito RH42								
	Arqueta de Paso, de dimensiones interiores 32x32x60 cm (60x60x72 cm exteriores), construida con fábrica de ladrillo cerámico perforado, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/15/Ila+Qb, de tipo hidrófugo (hormigón en masa de resistencia características 30 N/mm ² , consistencia blanda, con espesor de losa de 15 cm, tipo Ila apropiado para elementos sumergidos, con requisito de exposición adicional Qb por la presencia de aguas residuales con sustancias de agresividad media, al mezclarse las heces de los animales con el agua de lluvia), enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa de fundición, marca Benito modelo RH 42 abatible de 33x33 cm, incluso excavación, relleno del trasdós, graba de drenaje y transporte de sobrantes a vertedero, considerando un 20% de esponjamiento, terminada S/P N° 4								
	En línea 1 de bebederos Suevia:	4					4,000		
	En línea 2 de bebederos Suevia:	4					4,000		
	En línea 3 de bebederos Suevia:	4					4,000		
	En línea 4 de bebederos Suevia:	4					4,000		
								16,00	129,74
									2.075,84
5.3	m Canalización de desagüe, enterrada a prof. var. PVC DN125-SN8,1%								
	Tubo de desagüe de PVC color teja DN125 mm SN8, s/EN-UNE-1.401-1, instalado en zanja de 525 cm de ancho y profundidad variable S/P N° 4, incluso P/P de excavación, tendido en lecho de cama de arena, relleno y transporte de sobrantes a vertedero.								
	En LD1, tramo E-F-G-H:	2	12,680				25,360		
	En LD3, tramo E-F-G-H:	2	12,680				25,360		
	En LD4, tramo J-K:	1	11,130				11,130		
	En LD5, tramo J-K:	1	11,130				11,130		
								72,98	29,03
									2.118,61
5.4	m Canalización de desagüe, enterrada a prof. var. PVC DN160-SN8,1%								
	Tubo de desagüe de PVC color teja DN160 mm SN8, s/EN-UNE-1.401-1, instalado en zanja de 525 cm de ancho y profundidad variable S/P N° 4, incluso P/P de excavación, tendido en lecho de cama de arena, relleno y transporte de sobrantes a vertedero.								
	En LD 2 tramo, A-B:	1	11,440				11,440		
	En LD 6, tramo L-M:	1	8,730				8,730		
	En LD 7, tramo O-P:	1	9,480				9,480		
	En LD 8, tramo L-M:	1	8,730				8,730		
								38,38	30,39
									1.166,37

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.5	m Canalización de desagüe, enterrada a prof. var. PVC DN200-SN8,1% Tubo de desagüe de PVC color teja DN200 mm SN8, s/EN-UNE-1.401-1, instalado en zanja de 525 cm de ancho y profundidad variable S/P N° 4, incluso P/P de excavación, tendido en lecho de cama de arena, relleno y transporte de sobrantes a vertedero. En LD 1, tramo G-H: 1 9,680 9,680 En LD 2, tramo G-H: 1 9,680 9,680								
							19,36	36,55	707,61
5.6	m² Losa en plataforma para recogida de aguas Losa de hormigón con formación de pendiente, plataforma para recogida de aguas, designación EHE08: HA-30/B/20/IIb+Qb, de tipo hidrófugo (hormigón armado de 30 N/mm2, consistencia blanda, con un espesor de 20 cm, con tipo de exposición IIb que es apropiada para exteriores con ausencia de cloruros, y expuesto a lluvia en zona con precipitación media anual inferior a 600 mm y adicional Qb, contenidos químicos capaces de producir la alteración del hormigón a velocidad lenta, debido a la presencia de heces de animales), y vertido con bomba, incluso malla electrosoldada de tetraceros de 8 mmf y 15 cm de cuadrícula a 7,5 cm de la base inferior (terreno, con formación de pendiente), incluso capa de rodadura a base de mortero de cemento CEM II / A-P 32,5 R con áridos silíceos y aditivos, con un rendimiento aproximado de 4 kg/m², espolvoreado manualmente sobre el hormigón aún fresco y p/p juntas de estanqueidad Sika de PVC y de preparación de la superficie soporte para la formación de pendientes S/P N°4, con retirada de sobrantes a vertedero, extendido y vibrado del hormigón mediante regla vibrante, emboquillado o conexión de los elementos exteriores (cercos de arquetas, sumideros, botes sifónicos, etc.) de las redes de instalaciones ejecutadas bajo el pavimento, y fratasado mecánico de toda la superficie hasta conseguir que el mortero quede totalmente integrado en el hormigón con limpieza final de la superficie acabada, incluso excavación y formación de pendientes con medios mecánicos, y retirada de sobrantes a vertedero, terminada S/P N° 4 y 4A En S1 de ARP1: 9,6346 9,635 En S2 de ARP1: 16,212 16,212 En S3 de ARP1: 28,3215 28,322 En S4 de ARP1: 16,212 16,212 En S1 de ARP2: 28,4715 28,472 En S2 de ARP2: 40,551 40,551 En S3 de ARP2: 30,0605 30,061 En S4 de ARP2: 34,6509 34,651 En S1 de ARP3: 12,1902 12,190 En S2 de ARP3: 33,1625 33,163 En S3 de ARP3: 63,3314 63,331 En S4 de ARP3: 33,1625 33,163 En S1 de ARP4: 9,6346 9,635 En S2 de ARP4: 16,212 16,212 En S3 de ARP4: 28,3215 28,322 En S4 de ARP4: 16,212 16,212 En S1 de ARP5: 28,4715 28,472 En S2 de ARP5: 40,551 40,551 En S3 de ARP5: 30,0605 30,061 En S4 de ARP5: 34,6509 34,651 En S1 de ARP6: 9,5802 9,580 En S2 de ARP6: 14,777 14,777 En S3 de ARP6: 38,5007 38,501 En S4 de ARP6: 20,7539 20,754 En S1 de ARP7: 9,5802 9,580 En S2 de ARP7: 14,777 14,777 En S3 de ARP7: 38,5007 38,501 En S4 de ARP7: 20,7539 20,754 En S1 de ARP8: 43,1212 43,121 En S2 de ARP8: 42,4216 42,422 En S3 de ARP8: 43,1212 43,121 En S4 de ARP8: 42,4216 42,422 En S1 de ARP9: 29,761 29,761 En S2 de ARP9: 34,9215 34,922 En S3 de ARP9: 31,9311 31,931 En S4 de ARP9: 24,8511 24,851								

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	En S1 de ARP10:	36,6813				36,681			
	En S2 de ARP10:	39,7617				39,762			
	En S3 de ARP10:	40,9814				40,981			
	En S4 de ARP10:	55,2497				55,250			
							1.182,53	39,94	47.230,25
5.7	m² Losa de hormigón en taludes laterales de plataf.para recog.aguas								
	Losa de hormigón armado en taludes laterales del perímetro de plataforma de instalaciones, con pendiente del 33,33%, designación EHE08: HA-30/B/20/IIb+Qb, de tipo hidrófugo (hormigón armado de 30 N/mm ² , consistencia blanda, con un espesor de 20 cm, con tipo de exposición IIb que es apropiada para exteriores con ausencia de cloruros, y expuesto a lluvia en zona con precipitación media anual inferior a 600 mm y adicional Qb, contenidos químicos capaces de producir la alteración del hormigón a velocidad lenta, debido a la presencia de heces de animales), y vertido con bomba, incluso malla electrosoldada ME 15 cm de cuadrícula a 7,5 cm de la base inferior (terreno, con formación de pendiente), incluso capa de rodadura a base de mortero de cemento CEM II / A-P 32,5 R con áridos silíceos y aditivos, con un rendimiento aproximado de 4 kg/m ² , espolvoreado manualmente sobre el hormigón aún fresco y de excavación perimetral y relleno S/P N°4, con retirada de sobrantes a vertedero, extendido y vibrado del hormigón mediante regla vibrante, redondeo de aristas y fratasado mecánico de toda la superficie hasta conseguir que el mortero quede totalmente integrado en el hormigón con limpieza final de la superficie acabada, terminada S/P N° 4 y 4A								
	En talude Norte:	136,03				136,030			
	En talud Sur:	136,03				136,030			
	En talud Este:	109,84				109,840			
	En talud Oeste:	109,84				109,840			
							491,74	45,12	22.187,31
5.8	u Emboquillado de hormigón en masa de tubo de salida en L. de Desc								
	Emboquillado de tubo de salida de línea de descarga, mediante hormigón en masa, designación EHE08 HM-30/B/IIb (hormigón en masa de 30 N/mm ² , consistencia blanda, con tipo de exposición IIb que es apropiada para exteriores con ausencia de cloruros, y expuesto a lluvia en zona con precipitación media anual inferior a 600 mm), acabado con bruñido de cemento, incluso encofrado y desencofrado, y limpieza final de embocadura del tubo.								
	En salidas de líneas de descarga:	10				10,000			
							10,00	78,42	784,20
5.9	m Vallado perimetral de la instalación fotovoltaica								
	Formación de cerramiento de parcela con murede 2 m de alto y 7 cm de espesor, con pilastras intermedias a distancia menor de 3 m, efectuado de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 33x16x7 cm, recibida con mortero de cemento M-7,5, confeccionado en obra con 300 kg/m ² de cemento y una proporción en volumen 1/5, con resistencia a compresión a 28 días de 7,5 N/mm ² , incluso enfoscado en ambas caras con mortero de cemento M-5, incluso revestido a ambas caras mediante Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6, con resistencia a compresión a 28 días de 5 N/mm ² , ejecución de encuentros, pilastras de arriostamiento y piezas especiales, terminado S/P N° 4								
	En fachada Norte (zona LD 1):	1	16,720			16,720			
	Deducción de puerta peatonal:	-1	0,900			-0,900			
	En fachada Norte (zona LD 5):	1	2,920			2,920			
	Deducción de puerta:	-1	0,900			-0,900			
	En fachada Sur:	1	26,060			26,060			
	En fachada Este:	1	12,310			12,310			
	En fachada Oeste:	1	12,310			12,310			
	Deducción puerta acceso vehículos:	-1	3,000			-3,000			
							65,52	104,22	6.828,49
5.10	u Puerta de acceso de vehículos, de 3x2 m, en chapa galvanizada								
	Puerta de acceso de vehículos, apertura manual, ejecutada a base de cuarterones de chapa galvanizada, de dos hojas batientes dimensiones 300x200 cm, perfiles rectangulares en cerco y cuarterones de chapa metálica galvanizada a dos caras, zócalo inferior realizado con doble chapa de 1,5 mm de espesor, lisa, incluso p/p de bisagras o anclajes metálicos laterales de los bastidores sentados con hormigón HM-25/B/20/I, armadura portante de la cancela y recibidos a obra elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre, acabado con imprimación antioxidante y accesorios terminada según UNE 85103 y UNE-EN 13241-1, totalmente montada y en funcionamiento.								
	En fachada Oeste:	1				1,000			

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.11	u Puerta de acceso peatonal Puerta cancela metálica de carpintería metálica, de una hoja batiente dimensiones 100x200 cm, perfiles rectangulares en cerco zócalo inferior realizado con chapa grecada de 1,2 mm de espesor a dos caras, para acceso peatonal. Apertura manual. Incluso p/p de bisagras o anclajes metálicos laterales de los bastidores, armadura portante de la cancela y recibidos a obra, elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre, acabado con imprimación antioxidante y accesorios. Totalmente montada y en funcionamiento. En fachada Norte, LD 1: En fachada Norte, LD 5:	1					1,00	2.097,68	2.097,68
		1					1,000		
		1					1,000		
							2,00	439,73	879,46
	TOTAL CAPÍTULO V Saneamiento y desagües								88.070,32
	TOTAL								191.263,25

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
I	Excavación del pozo y terraplenado de la plataforma de operación	26.310,85	13,76
II	Instalaciones hidráulicas	54.252,96	28,37
III	Bombeo fotovoltaico	22.050,58	11,53
IV	Sistema de puesta a tierra.....	578,54	0,30
V	Saneamiento y desagües	88.070,32	46,05
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		191.263,25	
	13,00 % Gastos generales.....	24.864,22	
	6,00 % Beneficio industrial.....	11.475,80	
SUMA DE G.G. y B.I.		36.340,02	
	18,00 % I.V.A.	40.968,59	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		268.571,86	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		268.571,86	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS SESENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS SETENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

Gurmudele (woreda de Dubti), a 8 de noviembre de 2009.

El promotor

La dirección facultativa

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO I Excavación del pozo y terraplenado de la plataforma de operación					
1.1	m3	Desmante de tierra, explanación y transporte a vertedero			
		Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos incluso transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo hasta 10 km, comprendiendo los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para nuestra instalación: árboles, plantas, tocones, 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 10 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a			
mM05EC020	0,012 h.	Excavadora hidráulica cadenas 135 CV	60,00	0,72	
mM07CB030S	0,120 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	5,05	
mMQ09SIE010	0,004 h.	Motosierra a mano	3,00	0,01	
mO010A020	0,006 h.	Capataz	16,34	0,10	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	5,90	0,12	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	5,90	0,18	
TOTAL PARTIDA.....					6,18
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS					
1.2	u	Estudio topográfico			
		Estudio topográfico incluyendo las labores de deslinde de la parcela, cotas de arranque y de terraplenado con un mínimo de 8 puntos de referencia, incluso replanteo sobre la plataforma una vez compactada, de las distintas instalaciones			
ET	1,000 u	Estudio topográfico	1.200,00	1.200,00	
TOTAL PARTIDA.....					1.200,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL DOSCIENTOS EUROS					
1.3	u	Excavación del pozo y encamisado por el método Odex			
		Perforación de pozo de bombeo en terreno arcilloso detrítico, hasta 21,75 metros de profundidad, mediante la técnica de rotoperforación Odex, incluso entubación auxiliar simultánea al sondeo, incluyendo materiales: encamisado de acero inoxidable de 200 mm de diámetro con filtros de puentecillos desde 10 metros a 21,75 m, empaque de gravilla hasta completar el diámetro de la perforación de 400 mm, sellado de hormigón HM-30/B/IIb+Qb vertido con cubilote, para evitar la contaminación bacteriana procedente de aguas de infiltración superficiales, desde 8 cm sobre la razante, hasta 5 m de profundidad, en sustitución de la gravilla, de forma que la camisa sobresalga 12 cm del fondo de la arqueta, es decir 0,40 sobre la cota natural del terreno sin terraplenar, para que quede dispuesta S/P			
mTR0300	16,000 h.	Equipo perforación rotoperforación 15"3/4 y personal especializado	350,00	5.600,00	
mTHDT	60,000 h.	Traslado de equipo al lugar de actuación	50,00	3.000,00	
mT20FDP	1,000 u	Camisa con filtro de puentecillos	1.700,00	1.700,00	
mTMGRV20	1,848 m³	Gravilla diámetro 20 mm, en zona de drenaje	3,73	6,89	
mt10hmf010abe	0,475 m³	Hormigón HM-30/B/IIb,fabricado en central	60,28	28,63	
mOC360	4,000 h.	Ingeniero Técnico	26,78	107,12	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	10.442,60	208,85	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	10.442,60	313,28	
TOTAL PARTIDA.....					10.964,77
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL NOVECIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS					
1.4	m3	Terraplenado a 1 m, con formación de taludes laterales			
		Terraplén con suelo seleccionado procedente de préstamos CBR>20, incluyendo extendido, humectación y compactación al 95% del proctor normal, en tongadas de 20 cm, incluso taludes laterales S/P, e indicaciones del estudio topográfico realizado, hasta fijar la plataforma de nuestra instalación a 1 metro, sobre la cota de referencia del terreno			
mT05EC040	0,010 h.	Excavadora hidráulica cadenas 310 CV	103,00	1,03	
mT7CB020	0,060 h.	Camión basculante 4x4 14 t.	39,79	2,39	
mT7N030	1,000 m3	Canon suelo seleccionado préstamo	1,20	1,20	
mT8NM010	0,020 h.	Motoniveladora de 135 CV	50,00	1,00	
mT8CA110	0,014 h.	Cisterna agua s/camión 10.000 l.	29,40	0,41	
mo011	0,065 h.	Oficial 1ª construcción.	17,02	1,11	
mo062	0,065 h.	Peón Ordinario Construcción.	15,66	1,02	
mT8RN040	0,014 h.	Rodillo vibrante autopropuls.mixto 15 t.	45,00	0,63	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	8,80	0,18	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	8,80	0,26	
TOTAL PARTIDA.....					9,23
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
1.5	u	Arqueta de entrada a pozo, registrable Arqueta de registro de pozo, de dimensiones interiores 72x72x68 cm, construida con fábrica de ladrillo cerámico perforado, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/15/IIb (hormigón en masa de 30 N/mm ² , consistencia blanda, 15 cm de espesor, tipo de exposición 2b (exteriores en ausencias de cloruros sometidos al agua de lluvia, en zona con precipitación media inferior a 600 mm), enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa de fundición, marca Benito modelo B125 TH80, incluso formación de pendiente mínima del 2% con el mismo tipo de hormigón, hacia drenaje, tubo de drenaje de DN 20 mm, gravilla en zona de drenaje, totalmente terminada, incluyendo excavación, relleno del trasdós y transporte de sobrantes a vertedero, considerando un 20% de esponjamiento, terminada S/P N° 3A.			
mq01ret020	0,549 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,07	
mM07CB030S	0,171 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	7,19	
mt10hmf010abe	0,450 m ³	Hormigón HM-30/B/IIb, fabricado en central	60,28	27,13	
mt04lpv010a	48,000 u	Ladrillo cerámico perforado (panal), para revestir, 24x12x9 cm	0,17	8,16	
mTB180	1,000 u	Tapa marca Benito, modelo B125 TH80 de 72x72 cm.	102,00	102,00	
mt09mor010c	0,053 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5,250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	3,71	
mt09mor010f	0,011 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-15,450 Kg/m ³ , 1:3,15N	81,47	0,90	
mTPMSBE	1,000 u	Tubo de PE, DN 50 mm, baja densidad, MZGtuberías	2,10	2,10	
mTMGRV20	0,500 m ³	Gravilla diámetro 20 mm, en zona de drenaje	3,73	1,87	
mTPMD	1,000 u	Tubo de drenaje, PE DN25, PE 100, 16 bar, SDR 11	0,79	0,79	
mTPMSB	1,000 u	Barra de acero corruga 15 mm de diámetro y 1,26 m de largo	5,00	5,00	
mo011	1,880 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	32,00	
mo062	1,880 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	29,44	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	220,40	4,41	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	220,40	6,61	
TOTAL PARTIDA.....					231,38

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS TREINTA Y UN EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO II Instalaciones hidráulicas					
2.1	m ³	Excavación en fosos de cimentación, y transp. a vert. Excavación de fosos de cimentación del tanque (6,095 m de diámetro por 0,305 m de profundidad) y de soporte de muretes de circuitos de toma de agua (0,80 m de ancho por 0,20 m de profundidad y longitud S/P N° 3), con			
mq01ret020	0,141 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,02	
mm07CB030S	0,144 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	6,06	
mo011	0,340 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	5,79	
mo062	0,340 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	5,32	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	17,20	0,34	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	17,20	0,52	
TOTAL PARTIDA.....					18,05

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO EUROS con CINCO CÉNTIMOS

2.2	m ³	Losa de cimentación inferior, base depósito de Tanqueros En losa de cimentación para depósito de Tanqueros de hormigón armado designación EHE08: HA-30/B/22,5/IV, de tipo hidrófugo (hormigón armado de resistencia características 30 N/mm ² , consistencia blanda, con espesor de losa de 22,5 cm, tipo IV apropiado para piscinas, sin requisito de exposición adicional), y vertido con bomba, incluso P/P de Kg de acero corrugado de 8 mm de diámetro, formando un doble mallazo de 15 cm de cuadrícula, separadas ambas mallas 10 cm, y distantes del encañado de zahorra 5 cm, electrosoldado, y con varillas de refuerzo			
mt07aco020e	2,000 u	Separador de plástico rígido, homologado para soleras.	0,04	0,08	
mt07aco010c	55,000 kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elab. en taller	0,91	50,05	
mTMETANQ	0,126 u	P/P de encofrado y desenc. con molde metálico especial, de Tank.	330,00	41,58	
mq08vib020	0,336 h	Regla vibrante de 3 m.	4,67	1,57	
mt07aco020a	5,000 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,60	
mt01zah010aa	0,560 t	Zahorra granular o natural, cantera caliza.	8,66	4,85	
mq04dua020	0,101 h	Dumper autocargable de 2 t de carga útil, con mecanismo hidrául.	9,27	0,94	
mq02rot020	0,101 h	Rodillo vibratorio tándem articulado de 2300 kg, anchura 105 cm	15,68	1,58	
mq02cia020	0,010 h	Camión con cuba de agua.	36,05	0,36	
mo011	0,880 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	14,98	
mo062	0,880 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	13,78	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	130,40	2,61	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	130,40	3,91	
TOTAL PARTIDA.....					136,89

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

2.3	m ³	Losa de cimentación superior, en interior del depósito Tanqueros Losa de cimentación interior, para depósito de Tanqueros de hormigón armado designación EHE08: HA-30/B/15/IV, de tipo hidrófugo (hormigón armado de resistencia características 30 N/mm ² , consistencia blanda, con espesor de losa de 15 cm, tipo IV apropiado para piscinas, sin requisito de exposición adicional), y vertido con bomba, incluso P/P de Kg de acero corrugado formando un mallazo de 150 cm de cuadrícula, a 7,5 cm de la losa inferior de cimentación, colocación de la junta perimetral de sellado metal hormigón, hidrofílica de expansión			
mt10haf010gdb	2,000 u	Separador de plástico rígido, homologado para soleras.	0,04	0,08	
mt07aco010c	27,500 kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elab. en taller	0,91	25,03	
mq08vib020	0,336 h	Regla vibrante de 3 m.	4,67	1,57	
mq08fra011	3,730 h	Fratasadora mecánica de hormigón.	5,07	18,91	
mo011	0,487 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	8,29	
mo062	0,487 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	7,63	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	61,50	1,23	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	61,50	1,85	
TOTAL PARTIDA.....					64,59

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
2.4	m²	Impermeabilización superficie losa superior			
		Impermeabilizante mineral en capa fina, color blanco, aplicado con brocha en dos o más capas, hasta conseguir un espesor mínimo total de 2 mm, compuesto de cementos especiales, áridos, resinas, sales activas y aditivos,			
mt28mig010a	3,000 kg	Impermeabilizante mineral en capa fina, blanco, cdo. potabilidad	1,90	5,70	
mo018	0,278 h	Oficial 1º aplicador de láminas impermeabilizantes.	17,02	4,73	
mo040	0,278 h	Ayudante aplicador de láminas impermeabilizantes.	16,36	4,55	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	15,00	0,30	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	15,00	0,45	
TOTAL PARTIDA.....					15,73

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

2.5	u	Depósito de Tankeros 0885, agua potable para 282 m3 de capacidad			
		Depósito de agua potable de la firma tankeros, designación comercial 0885, de 6,096 metros de diámetro y 10,106 m de altura, incluyendo 8 virolas y media de 8 chapas por virola, en chapa de acero galvanizado de 12 mm de espesor, ejecución del techo en chapa galvanizada apoyadas sobre correas radiales de acero galvanizado con forma de L invertida, quedando el techo con forma cónica de 15º de pendiente, de manera que proporcione un cierre hermético al tanque de agua, con apoyo en columna central, soporte de las correas incluida ésta, incluso escalera de acceso tipo gato con protección quitamiedos, boca cuerpo de hombre en segunda virola, conexión de vaciado bridada DN 80 con válvula de compuerta montada a 50 mm del fondo, rebosadero con cono bridado DN150, respiradero de techo para permitir la entrada de aire, conexiones bridadas en grifo de vaciado y salidas a líneas de abrevaderos y de consumo humano, caseta de inspección en techo, donde se realiza la entrada de agua, con acceso al interruptor de nivel e indicador de nivel manométrico, incluso pequeño material en forma de tomillería, perfiles de refuerzo y anclaje, y material de sellado y pintura interior con certificado de potabilidad homologado por sanidad, montado s/planos de Tankeros y verificada su funcionalidad.			
mT0885	1,000 u	Depósito de Tankeros 0885, con accesorios, salvo	21.856,72	21.856,72	
mq07gte010a	40,000 h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico, 30 Tm, 27 m	67,01	2.680,40	
mQPED	40,000 h	Plataforma elevadora de tijeras, diesel, 30 m de altura x 9,8 horis	38,55	1.542,00	
mo012	150,000 h	Oficial 1º montador de estructura metálica	17,02	2.553,00	
mo034	150,000 h	Ayudante montador de estructura metálica.	16,36	2.454,00	
mo004	16,000 h	Oficial 1º fontanero.	17,59	281,44	
mo057	16,000 h	Ayudante fontanero.	16,34	261,44	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	31.629,00	632,58	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	31.629,00	948,87	
TOTAL PARTIDA.....					33.210,45

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES MIL DOSCIENTOS DIEZ EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

2.6	m³	Losa de cimentación de murete ctos. salida depósito			
		Base, para cimentación de murete del circuito de tomas de agua, de hormigón armado de resistencia características 30 N/mm ² , consistencia blanda, 20 cm de espesor, adecuado para clase de exposición tipo IIb (exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción de la lluvia en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm, sin exposición adicional) designación EHE08: HA-30/B/20/IIb, fabricado en central y vertido con cubilote, armado con tetraceros de 8 mm de diámetro a razón de 6 varillas por metro en dos capas separadas 10 cm y atadas con			
mt07aco020e	2,000 u	Separador de plástico rígido, homologado para soleras.	0,04	0,08	
mt07aco020a	7,000 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,84	
mt07aco010a	15,000 kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 400 S, en obra	0,90	13,50	
mt10haf010cgb	1,100 m ³	Hormigón HA-30/B/20/IIb, fabricado en central vertido con cubilo	64,82	71,30	
mt11var300	3,530 m	Tubo MZG-Dcaplast doble capa DN110	2,93	10,34	
mo011	0,232 h	Oficial 1º construcción.	17,02	3,95	
mo062	0,232 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	3,63	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	103,60	2,07	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	103,60	3,11	
TOTAL PARTIDA.....					108,82

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHO EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
2.7	m	Murete de 1 m de altura y 1 pie de espesor para inst. de fontan.			
		Murete soporte de instalación de fontanería, de 1 m de altura de 1 pie de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico perforado (panel), para revestir, 24x12x9 cm, recibida con mortero de cemento M-7,5, incluso enlucido con mortero-			
mt04lpv010a	86,100 u	Ladrillo cerámico perforado (panel), para revestir, 24x12x9 cm	0,17	14,64	
mt09mor010d	0,038 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-7,5,300 Kg/m ³ , 1:5	76,50	2,91	
mt09mor010c	0,080 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5,250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	5,60	
mo011	1,644 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	27,98	
mo048	0,822 h	Ayudante construcción	16,36	13,45	
mo062	0,090 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	1,41	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	66,00	1,32	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	66,00	1,98	
TOTAL PARTIDA.....					69,29
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y NUEVE EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS					
2.8	m²	Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, de 33x33 cm			
		Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, de 33x33 cm, EN-UNE 14.441, colocadas sobre capa de refuerzo de 4 cm de mortero de cemento M-10, y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L, BL-V 22,5, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con la misma tonalidad de las piezas, respetando salida de pasatubos			
mt09mor010e	0,040 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-10, 1:4, en obra	79,27	3,17	
mt18bce010baa	1,050 m ²	Baldosa cerámica de gres esmaltado ferrogrés, marca Juan Novella	19,45	20,42	
mt09lec010b	0,001 m ³	Lechada de cemento Portland	96,74	0,10	
mt08cem040a	1,000 kg	Cemento blanco BL-22,5 X, para pavimentación, según	0,14	0,14	
mo011	0,260 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	4,43	
mo062	0,260 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	4,07	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	32,30	0,65	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	32,30	0,97	
TOTAL PARTIDA.....					33,95
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
2.9	u	Circuito de tomas de agua para 5 salidas Circuito de tomas de agua para 5 salidas, formado por línea principal trazado aéreo en tramos iniciales y finales y subterráneo en el resto, ejecutada en tubería de polietileno de alta densidad DN 90 mm, PE100, PN 16 bar, SDR 11 (espesor 8,2 mm), s/EN-UNE 12.201-2 conectada a depósito de Tankeros, mediante válvula de compuerta con unión bridada de MZG tuberías, PN 16/10 serie 38/80, DN80-Dext 90 mm, y válvula de compuerta del mismo fabricante serie 36/80 al final de la línea, incluso cuatro derivaciones a líneas secundarias de alimentación a grifos en tubería de las mismas características DN 25 mm SDR 11 (espesor 2,3 mm) incluyendo collarines de conexión para paso de DN90 a DN25, codos H pared de Genebre y grifos modelo Arco 403 3/4", incluso codos con soldadura por electrofusión en tramo enterrado y de fundición dúctil con enchufe tipo euro en superficie de línea principal, pequeño material de sujeción, excavación, relleno, cama de arena y transporte de sobrantes a vertedero deducido			
mq01ret020	0,431 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,05	
mtM07CB030S	0,111 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	4,67	
mt01ara010	0,765 m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro, en cama de tubo, puesta en obra	12,02	9,20	
mq02rop020	1,127 h	Pisón vibrante de 80 kg, con placa de 30x30	8,48	9,56	
mt90tpg016bbc	9,440 m	Tubo MZG, PEAD DN 90 mm, PE100, 16 bar, SDR11	10,07	95,06	
mt25tpg016bbc	6,000 m	Tubo MZG, PEAD DN 25 mm, PE100, 16 bar, SDR11	0,79	4,74	
mt90tpg016bc	4,000 u	Collarín de toma MZG 10090x011, DN90-25, para tubo PEAD	36,54	146,16	
mt90CFD016d	2,000 u	Codo fundición dúctil 90° MZG ref. 209008 para tub. DN90 t. aéreo	120,31	240,62	
mt37sEF016d	2,000 u	Codo electrofusión 90° MZG ref. 299005 para tubería DN90 t. aéreo	42,26	84,52	
mt08VCMZG90B	1,000 u	Válvula de compuerta, PN 16/10 serie 38/80, DN80-Dext 90 m	506,00	506,00	
mt08VCMZG90C	1,000 u	Válvula de compuerta, PN 16/10 serie 36/80, DN80-Dext 90 m	385,12	385,12	
mtVOL	2,000 u	Volante para válvula de compuerta, MZG	18,27	36,54	
mt08BPR90	1,000 u	Brida plana roscada 3", conexión serie 38,80 a depósito	13,24	13,24	
mt37sva020a	4,000 u	Grifo Arco 403, 3/4"-3/4", conectado a tubo polietileno DN25	8,29	33,16	
mt37w010	4,000 u	Racor Genebre, tipo H pared (codo mural con patas), PEAD 3/4"	8,52	34,08	
mt37MA010	10,000 u	Material auxiliar de fijación, para instalaciones de fontanería.	1,40	14,00	
mo011	1,278 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	21,75	
mo062	1,278 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	20,01	
mo004	6,769 h	Oficial 1ª fontanero.	17,59	119,07	
mo057	6,769 h	Ayudante fontanero.	16,34	110,61	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	1.888,20	37,76	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	1.888,20	56,65	
TOTAL PARTIDA.....					1.982,57

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
2.10	u	Línea de abrevaderos Suevia, para 4 salidas, a 0,40 m de altura Línea para cuatro bebederos Suevia modelo 6.024, colocados a 0,40 metros de altura, formado por ramal principal ejecutado en tubería de polietileno de alta densidad DN 90 mm, PE100, PN 16 bar, SDR 11 (espesor 8,2 mm), s/EN-UNE 12.201-2 conectada a depósito de Tankeros, mediante válvula de compuerta con unión bridada de MZG tuberías serie PN 16/10 serie 38/80, DN80-Dext 90 mm, trazado aéreo en tramos iniciales y finales y subterráneo en el resto, con tapón universal MZG serie 52/248 DN80 (Dext.90) al final de la línea, incluso cuatro derivaciones a líneas secundarias de alimentación bebederos en tubería de las mismas características DN 25 mm SDR 11 (espesor 2,3 mm) incluyendo collarines de conexión para paso de DN90 a DN25, y codos Genebre para PE 3/4", incluso codos con soldadura por electrofusión en tramo enterrado y de fundición dúctil con enchufe tipo euro en superficie de ramal principal, pequeño material de sujeción, excavación, relleno, cama de arena y trans-			
mq01ret020	0,999 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,12	
mM07CB030S	0,255 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	10,73	
mt01ara010	1,770 m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro, en cama de tubo, puesta en obra	12,02	21,28	
mq02rop020	2,610 h	Pisón vibrante de 80 kg, con placa de 30x30	8,48	22,13	
mt90tpg016bbc	13,600 m	Tubo MZG, PEAD DN 90 mm, PE100, 16 bar, SDR11	10,07	136,95	
mt25tpg016bbc	4,000 m	Tubo MZG, PEAD DN 25 mm, PE100, 16 bar, SDR11	0,79	3,16	
mt90tpg016bc	4,000 u	Collarín de toma MZG 10090x011, DN90-25, para tubo PEAD	36,54	146,16	
mt90CFD016d	2,000 u	Codo fundición dúctil 90°MZG ref. 209008 para tub. DN90 t. aéreo	120,31	240,62	
mt37sEF016d	2,000 u	Codo electrofusión 90°MZG ref. 299005 para tubería DN90 t. aéreo	42,26	84,52	
mt08VCMZG90B	1,000 u	Válvula de compuerta, PN 16/10 serie 38/80, DN80-Dext 90 m	506,00	506,00	
mtVOL	1,000 u	Volante para válvula de compuerta, MZG	18,27	18,27	
mt08BPR90	1,000 u	Brida plana roscada 3", conexión serie 38,80 a depósito	13,24	13,24	
mt37MA010	8,000 u	Material auxiliar de fijación, para instalaciones de fontanería.	1,40	11,20	
mt08TCr090	1,000 u	Tapón universal PN 16, MZG, serie 52/84 para tubo PEAD DN90	66,06	66,06	
mt09BSUEV6024	4,000 u	Bebedero Suevia, modelo 6024, completo salvo termost y resist.ca	450,00	1.800,00	
mo011	1,278 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	21,75	
mo062	1,278 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	20,01	
mo004	11,269 h	Oficial 1ª fontanero.	17,59	198,22	
mo057	11,269 h	Ayudante fontanero.	16,34	184,14	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	3.504,60	70,09	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	3.504,60	105,14	

TOTAL PARTIDA..... 3.679,79

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL SEISCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
2.11	u	Línea de abrevaderos Suevia, para 4 salidas, a 0,70 m de altura Línea para cuatro bebederos Suevia modelo 6.024, colocados a 0,70 metros de altura, formado por ramal principal ejecutado en tubería de polietileno de alta densidad DN 90 mm, PE100, PN 16 bar, SDR 11 (espesor 8,2 mm), s/EN-UNE 12.201-2 conectada a depósito de Tankeros, mediante válvula de compuerta con unión bridada de MZG tuberías serie PN 16/10 serie 38/80, DN80-Dext 90 mm, trazado aéreo en tramos iniciales y finales y subterráneo en el resto, con tapón universal MZG serie 52/248 DN80 (Dext.90) al final de la línea, incluso cuatro derivaciones a líneas secundarias de alimentación bebederos en tubería de las mismas características DN 25 mm SDR 11 (espesor 2,3 mm) incluyendo collarines de conexión para paso de DN90 a DN25, y codos Genebre para PE 3/4", incluso codos con soldadura por electrofusión en tramo enterrado y de fundición dúctil con enchufe tipo euro en superficie de ramal principal, pequeño material de sujeción, excavación, relleno, cama de arena y transporte de sobrantes a vertedero deducido relleno, colocada S/P N° 3, bebederos incluidos y probada.			
mq01ret020	0,999 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,12	
mM07CB030S	0,255 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	10,73	
mt01ara010	1,770 m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro, en cama de tubo, puesta en obra	12,02	21,28	
mq02rop020	2,610 h	Pisón vibrante de 80 kg, con placa de 30x30	8,48	22,13	
mt90tpg016bbc	13,600 m	Tubo MZG, PEAD DN 90 mm, PE100, 16 bar, SDR11	10,07	136,95	
mt25tpg016bbc	6,000 m	Tubo MZG, PEAD DN 25 mm, PE100, 16 bar, SDR11	0,79	4,74	
mt90tpg016bc	4,000 u	Collarín de toma MZG 10090x011, DN90-25, para tubo PEAD	36,54	146,16	
mt90CFD016d	2,000 u	Codo fundición dúctil 90° MZG ref. 209008 para tub. DN90 t. aéreo	120,31	240,62	
mt37sEF016d	2,000 u	Codo electrofusión 90° MZG ref. 299005 para tubería DN90 t. aéreo	42,26	84,52	
mt08VCMZG90B	1,000 u	Válvula de compuerta, PN 16/10 serie 38/80, DN80-Dext 90 m	506,00	506,00	
mtVOL	1,000 u	Volante para válvula de compuerta, MZG	18,27	18,27	
mt08BPR90	1,000 u	Brida plana roscada 3", conexión serie 38,80 a depósito	13,24	13,24	
mt37MA010	8,000 u	Material auxiliar de fijación, para instalaciones de fontanería.	1,40	11,20	
mt08TCr090	1,000 u	Tapón universal PN 16, MZG, serie 52/84 para tubo PEAD DN90	66,06	66,06	
mt09BSUEV6024	4,000 u	Bebedero Suevia, modelo 6024, completo salvo termost y resist.ca	450,00	1.800,00	
mo011	1,278 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	21,75	
mo062	1,278 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	20,01	
mo004	11,269 h	Oficial 1ª fontanero.	17,59	198,22	
mo057	11,269 h	Ayudante fontanero.	16,34	184,14	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	3.506,10	70,12	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	3.506,10	105,18	
TOTAL PARTIDA.....					3.681,44

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

2.12	u	Línea de alimentación a depósito, desde arqueta de bomba SQflex Línea de alimentación a depósito desde arqueta de bomba SQflex, formada por tubo de polietileno de alta densidad de uso alimentario s/EN-UNE 12.201-2, de 50 mm de diámetro, PE-100, PN16, SDR 11 (espesor 4,6 mm), instalado en tramo enterrado, en zanja de 50x70 cm, a una profundidad de 0,60 m, bajo tubo corrugado de doble capa DN 110 en lecho de arena, y con bridas de sujeción a depósito en subida aérea, incluso codos, excavación y re-			
mq01ret020	0,613 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,07	
mM07CB030S	0,201 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	8,46	
mt01ara010	0,776 m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro, en cama de tubo, puesta en obra	12,02	9,33	
mq02rop020	1,372 h	Pisón vibrante de 80 kg, con placa de 30x30	8,48	11,63	
mtDN50SDR11PE	18,540 m	Tubo MZG, PEAD DN 50 mm, PE100, 16 bar, SDR11	3,13	58,03	
mt37MA010	10,000 u	Material auxiliar de fijación, para instalaciones de fontanería.	1,40	14,00	
mt11var300	6,210 m	Tubo MZG-Dcaplast doble capa DN110	2,93	18,20	
mtCLDDN50MZG	3,000 u	Codo MZG-209005, 16 bar, latón desmontable, conexión euro.	26,83	80,49	
mo011	1,278 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	21,75	
mo062	1,278 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	20,01	
mo004	3,340 h	Oficial 1ª fontanero.	17,59	58,75	
mo057	3,340 h	Ayudante fontanero.	16,34	54,58	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	355,30	7,11	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	355,30	10,66	
TOTAL PARTIDA.....					373,07

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS con SIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
2.13	u	Contador de agua Regaber-Woltman turbo II, en arqueta Munasa 25.			
		Contador de agua Woltman Turbo II de Regaber, para agua a 16 bar y hasta 60°C, conexión por brida tipo euro a tubo de polietileno DN 50 mm, alojado en arqueta prefabricada marca Munasa modelo 25, de hormigón prefabricado, 61x41x29 cm (LxAxP), con tapa de fundición, incluso esta, montaje y colocación S/P N° 3, probada.			
mq01ret020	0,011 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,00	
mM07CB030S	0,001 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	0,04	
mTPMUNCONT	1,000 u	Arqueta munasa, tipo suelo, modelo 25 con tapa de fundición	220,00	220,00	
mTRWT2	1,000 u	Contador Regaber modelo Woltman Turbo II	541,51	541,51	
mo004	1,000 h	Oficial 1º fontanero.	17,59	17,59	
mo057	1,000 h	Ayudante fontanero.	16,34	16,34	
mo062	0,405 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	6,34	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	801,80	16,04	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	801,80	24,05	
TOTAL PARTIDA.....					841,91

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO III Bombeo fotovoltaico					
3.1	m³	Excavación de losa de cimentación cuarto de equipos			
		Excavación de foso de cimentación de 3,803 m de largo, por 4,50 m de ancho, por 0,20 m de profundidad, con medios mecánicos, en terreno semiduro, incluso transporte a lugar de vertido, distancia inferior a 10 Km, para base			
mq01ret020	0,141 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,02	
mt07CB030S	0,144 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	6,06	
mo011	0,340 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	5,79	
mo062	0,340 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	5,32	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	17,20	0,34	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	17,20	0,52	
TOTAL PARTIDA.....					18,05

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO EUROS con CINCO CÉNTIMOS

3.2	m³	Losa de cimentación del cuarto de equipos			
		Losa para cimentación del cuarto de equipos, de hormigón armado de resistencia características 30 N/mm ² , consistencia blanda, 20 cm de espesor, adecuado para clase de exposición tipo IIb (exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción de la lluvia en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm, sin exposición adicional) designación EHE08: HA-30/B/20/IIb, fabricado en central y vertido con bomba, incluso P/P de Kg de acero corrugado de 8 mm de diámetro, formando un doble mallazo de 15 cm de cuadrícula, separadas ambas mallas 10 cm, y distantes del encajado de zahorra 5 cm, electrosoldado, y con varillas de refuerzo cada 30 cm, incluso P/P de zahorra para encajado de piedra, compactada al 95% proctor y fratasado.			
mt08eme050	0,970 m ²	P/P encofrado con panel metálico en cimentaciones	4,60	4,46	
mt10haf010cgb	1,000 m ³	Hormigón HA-30/B/20/IIb, fabricado en central vertido con cubilo	64,82	64,82	
mt07aco010c	55,000 kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S,elab. en taller	0,91	50,05	
mq08vib020	0,336 h	Regla vibrante de 3 m.	4,67	1,57	
mt07aco020a	5,000 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,60	
mt01zah010aa	3,550 t	Zahorra granular o natural, cantera caliza.	8,66	30,74	
mq04dua020	0,101 h	Dumper autocargable de 2 t de carga útil, con mecanismo hidrául.	9,27	0,94	
mq02rot020	0,101 h	Rodillo vibratorio tandem articulado de 2300 kg, anchura 105 cm	15,68	1,58	
mq02cia020	0,010 h	Camión con cuba de agua.	36,05	0,36	
mo011	0,880 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	14,98	
mo062	0,880 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	13,78	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	183,90	3,68	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	183,90	5,52	
TOTAL PARTIDA.....					193,08

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y TRES EUROS con OCHO CÉNTIMOS

3.3	m²	Cerramiento exterior para revestir, en cuarto de equipos			
		Ejecución de hoja exterior de 1 pie de espesor de fábrica, en cerramiento de fachada, de ladrillo cerámico perforado (panel), para revestir, 24x12x9 cm, recibida con mortero de cemento M-5, apoyo sobre losa de cimentación, incluso p/p de enjarjes, mermas, roturas, formación de esquinas, formación de dinteles mediante vigueta prefabricada T-18 revestida con piezas cerámicas, colocadas con mortero de alta adherencia, jambas y mochetas, juntas			
mt04lpv010a	86,100 u	Ladrillo cerámico perforado (panel), para revestir, 24x12x9 cm	0,17	14,64	
mt09mor010c	0,038 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5,250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	2,66	
mt08adt010	0,228 Kg	Aditivo hidrófugo para impermeabilización de morteros.	1,03	0,23	
mt07vau010a	0,180 m	Vigueta pretensada, T-18, Lmedia = <4 m, según UNE-EN 13225.	4,40	0,79	
mo011	0,844 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	14,36	
mo062	0,422 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	6,61	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	39,30	0,79	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	39,30	1,18	
TOTAL PARTIDA.....					41,26

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y UN EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
3.4	m²	Cerramiento interior para revestir, en cuarto de equipos			
		Ejecución de hoja interior de cerramiento de fachada de 4 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco sencillo, para revestir, 24x11,5x4 cm, recibida con mortero de cemento M-5. Incluso p/p de enjarjes, mermas, roturas, formación de huecos, jambas y mochetas, cajeado en el perímetro de los huecos para alojar los elementos			
mt04lvc010a	34,650 m ²	Ladrillo cerámico hueco sencillo, para revestir, 24x11,5x4 cm.	0,10	3,47	
mt09mor010c	0,005 m ³	Mortero de cemento CEM III/B-P 32,5 N tipo M-5,250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	0,35	
mt16aaa020da	3,000 u	Fijación mecánica para paneles aislantes de lana de roca, coloca	0,15	0,45	
mt16ira020cbc	1,050 m ²	Panel semirrígido de lana de roca volcánica, según UNE-EN 13162	3,89	4,08	
mt08adt010	0,181 Kg	Aditivo hidrófugo para impermeabilización de morteros.	1,03	0,19	
mo011	0,401 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	6,83	
mo062	0,201 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	3,15	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	18,50	0,37	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	18,50	0,56	

TOTAL PARTIDA..... 19,45

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

3.5	m²	Losa alveolar prefabricada de hormigón pretensado, en forjado.			
		Suministro y colocación de placas alveolares marca Aljema, de 12 cm de altura y 100 cm de anchura, con momento flector último de 35 kN·m/m, para formación de forjado de canto 12 + 5 cm, con altura libre de planta de hasta 3 m, apoyado directamente sobre muros de carga (no incluidos en este precio); malla electrosoldada ME 20x20 de Ø 5 mm, acero B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; acero B 500 S en zona de negativos, cuantía 4 kg/m ² y hormigón armado HA-25/B/12/IIa fabricado en central y vertido con cubilote en relleno de juntas entre placas, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión. Incluso p/p de cortes longitudinales paralelos a los laterales de las placas; cortes transversales oblicuos, cajeados, taladros y formación de huecos, montaje me-			
mt07pha020aa	1,000 m ²	Losa alveolar prefabricada de hormigón pretensado de 12 cm de ca	28,97	28,97	
mt07aco020i	3,000 u	Separador de plástico rígido, homologado para losas macizas.	0,07	0,21	
mt07ame010ad	1,150 m ²	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN	1,39	1,60	
mt07aco010c	4,000 kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S,elab. en taller	0,91	3,64	
mt10haf010bga	0,060 m ³	Hormigón HA25/B/12/IIa,fabricado en central vertido con cubilote	60,15	3,61	
mq07gte010a	0,151 h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico, 30 Tm, 27 m	67,01	10,12	
mo011	0,400 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	6,81	
mo048	0,400 h	Ayudante construcción	16,36	6,54	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	61,50	1,23	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	61,50	1,85	

TOTAL PARTIDA..... 64,58

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
3.6	m²	Cubierta inclinada con cobertura de teja Formación de cubierta inclinada con una pendiente media del 47%, sobre base resistente, compuesta de los siguientes elementos: FORMACIÓN DE PENDIENTES: tablero cerámico hueco machihembrado UNE 67141, para revestir, 50x20x3 cm, apoyado sobre tabicones aligerados de ladrillo cerámico hueco, recibidos con mortero de cemento M-5, con una altura media de 100 cm, arriostrados transversalmente cada 2 m aproximadamente, todo ello sobre forjado de hormigón (no incluido en este precio); IMPERMEABILIZACIÓN: membrana impermeabilizante monocapa adherida, formada por lámina de betún modificado con elastómero SBS, UNE-EN 13707, LBM(SBS)-30/FP (140), con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 160 g/m ² , de superficie no protegida, totalmente adherida al soporte con imprimación asfáltica, tipo EA; COBERTURA: teja cerámica mixta, 43x26 cm, color rojo; fijada con tornillos rosca-chapa sobre rastreles metálicos de chapa galvanizada. Incluso p/p de tejas de caballete, remate lateral, ventilación y piezas especiales para formación de cumbreras, limatesas, emboquillado de ale-			
mt04lvc010c	64,249 u	Ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x9 cm, según	14,64	940,61	
mt09mor010c	0,025 m ³	Mortero de cemento CEM III/B-P 32,5 N tipo M-5,250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	1,75	
mt04lvg020a	10,700 u	Tablero cerámico hueco machihembrado, para revestir, 50x20x3	0,32	3,42	
mt14iea020a	0,300 kg	Imprimación asfáltica, tipo EA, UNE 104231.	1,28	0,38	
mt14lba010c	1,100 m ²	Lámina de betún modificado con elastómero	7,01	7,71	
mt13blw140	3,000 m	Rastrel metálico de chapa galvanizada para sujeción de tejas.	1,38	4,14	
mt13blw131	6,000 u	Tornillo para sujeción de rastrel.	0,26	1,56	
mt13blw101	4,500 u	Tornillo rosca-chapa para sujeción de tejas a rastrel.	0,25	1,13	
mt13tax010aa	12,000 u	Teja cerámica mixta, 43x26 cm, color rojo, según UNE-EN 1304.	0,45	5,40	
mt13tax011a	0,350 u	Pieza cerámica de caballete, mixta, color rojo, según UNE-EN 1304	1,50	0,53	
mt13tax014a	1,688 u	Teja cerámica de alero, mixta, color rojo.	1,94	3,27	
mt13tax012a	1,889 u	Teja cerámica de remate lateral, mixta, color rojo, s/UNE-EN1304	1,60	3,02	
mt13tax013a	0,129 u	Teja cerámica de ventilación, mixta, color rojo, s/UNE-EN-1304	3,10	0,40	
mo011	1,035 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	17,62	
mo062	1,035 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	16,21	
mo018	0,278 h	Oficial 1ª aplicador de láminas impermeabilizantes.	17,02	4,73	
mo040	0,278 h	Ayudante aplicador de láminas impermeabilizantes.	16,36	4,55	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	1.016,40	20,33	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	1.016,40	30,49	
TOTAL PARTIDA.....					1.067,25

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SESENTA Y SIETE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
3.7	m	Vierteaguas de mármol Blanco Macael, 110x20x2cm Formación de vierteaguas de mármol Blanco Macael, hasta 110 cm de longitud, 20 cm de ancho y 2 cm de espesor, con goterón, cara y canto recto pulidos, con goterón, cara y canto recto pulidos, según UNE-EN 771-6, con clara pendiente y empotrado en las jambas, cubriendo los alféizares, los salientes de los paramentos y cornisas de fachada, la parte baja de las puertas exteriores, etc., recibido con mortero de cemento hidrófugo M-10, confeccionado en obra con 380 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/4, con resistencia a compresión a 28 días de 10 N/mm ² , incluso rejuntado entre piezas y uniones con los muros y carpinterías con mortero de rejuntado para revestimientos, interiores o exteriores, de piedra natural, pulida o para pulir, compuesto de cemento, áridos a			
mt09moe010b	0,005 m ³	Mortero de cemento CEM III/B-P 32,5 N, hidrófugo, tipo M-10	84,22	0,42	
mt20vmn010aaa	1,050 m	Vierteaguas de mármol Blanco Macael, hasta 110x20x2 cm	13,46	14,13	
mt09lec010b	0,001 m ³	Lechada de cemento Portland	96,74	0,10	
mt20wwa025	0,200 m	Perfil de espuma de polietileno, de 6 mm de diámetro, para juntas	0,39	0,08	
mt09mcr220	0,015 kg	Mortero de rejuntado para revestimientos, interiores o exteriores	1,80	0,03	
mo011	0,204 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	3,47	
mo062	0,204 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	3,19	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	21,40	0,43	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	21,40	0,64	
TOTAL PARTIDA.....					22,49

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
3.8	m	Recercado realizado mediante piezas de piedra artificial, de 8x3 Formación de recercado de huecos de fachada mediante piezas de moldura de piedra artificial de 8x3 cm superficie lavada al ácido, con anclaje metálico de acero inoxidable, según UNE-EN 771-5, recibidas con mortero de cemento hidrófugo M-10. Incluso fijaciones metálicas y rejuntado en las uniones entre piezas y con la fachada con mortero de juntas para prefabricados de hormigón y piedra artificial, compuesto de cemento, áridos, pigmentos y aditivos especiales, y tratamiento de protección suplementaria mediante aplicación sobre el conjunto de pintura hi-			
mt09moe010b	0,002 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N, hidrófugo, tipo M-10	84,22	0,17	
mt20rpa010aba	1,100 m	Recercado de huecos de fachada mediante moldura de piedra artif	9,62	10,58	
mt09mcr235	0,162 kg	Mortero de juntas para prefabricados de hormigón y piedra artif.	2,47	0,40	
mt09lec010b	0,001 m ³	Lechada de cemento Portland	96,74	0,10	
mt28pcs010	0,032 l	Tratamiento superficial hidrofugante, de superficie invisible.	8,82	0,28	
mo011	0,278 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	4,73	
mo062	0,278 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	4,35	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	20,60	0,41	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	20,60	0,62	

TOTAL PARTIDA..... 21,64

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

3.9	u	Puerta de entrada de acero galvanizado de una hoja, 890x2040 mm Puerta de entrada de una hoja de 52 mm de espesor, 890x2040 mm de luz y altura de paso, acabado pintado con resina de epoxi color blanco formada por dos chapas de acero galvanizado de 1 mm de espesor, plegadas, troqueladas con un cuarterón superior y otro inferior a una cara, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con garras de anclaje a obra, incluso bisagras de acero latonado con regulación en las tres direcciones, según UNE-EN 1935, bulones antipalanca, mirilla, cerradura de seguridad embutida con tres puntos de cierre, cilindro de latón con llave, escudo de seguridad tipo roseta y pomo tirador para la parte exterior y escudo y manivela de latón para la parte interior, cerradura con tres puntos de cierre, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra. Elaborada en taller, con ajuste y fijación.			
mt26pec010aca	1,000 u	Puerta de entrada de una hoja de 52 mm de espesor, 890x2040 mm	382,59	382,59	
mt15sja100	0,200 u	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpinter	3,13	0,63	
mo009	0,602 h	Oficial 1ª cerrajero.	17,29	10,41	
mo033	0,602 h	Ayudante cerrajero.	17,29	10,41	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	404,00	8,08	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	404,00	12,12	

TOTAL PARTIDA..... 424,24

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS VEINTICUATRO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
3.10	u	Ventana corredera simple aluminio anodizado natural de 110x120cm			
		carpalCarpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de ventana corredera simple de 110x120 cm, serie media, con el certificado de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD)., formada por dos hojas, y con premarco. Compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor, elaborada en taller, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210, todo el conjunto marca Carpal, totalmente montada y probada.			
mt25pem015aa	4,600 m	Premarco de aluminio de 30x20x1,5 mm, ensamb. mediante escuadras	3,38	15,55	
mt25pfx110ba	2,400 m	Perfil de aluminio anodizado, para conformado de marco lateral	13,29	31,90	
mt25pfx120ba	1,100 m	Perfil de aluminio anod., para conformado de marco guía superior	13,29	14,62	
mt25pfx125ba	1,100 m	Perfil de aluminio anod., para conformado de marco guía inferior	13,29	14,62	
mt25pfx130ba	2,180 m	Perfil de aluminio anod. natural, para conformado de hoja horiz.	11,76	25,64	
mt25pfx135ba	2,300 m	Perfil de alum. anod. natural, para confor. de hoja vertical lat	11,76	27,05	
mt25pfx140ba	2,300 m	Perfil de alum. anod. natural, para confor. de hoja vertical cen	11,76	27,05	
mt25pfx030ba	3,120 m	Perfil de aluminio anod. natural, para conformado de junquillo	1,96	6,12	
mt15sja100	0,161 u	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpinter	3,13	0,50	
mt25pfx200bab	1,000 u	Kit formado por escuadras, tapas de condensación y herrajes	11,80	11,80	
mt25pco015aaa	1,420 m ²	Persiana de lamas enrollables de PVC, i.P/P monoblock s/EN-13659	20,63	29,29	
mt25pfx170ba	2,400 m	Guía de persiana de aluminio anodizado natural.	7,10	17,04	
mo009	4,622 h	Oficial 1º cerrajero.	17,29	79,91	
mo033	4,622 h	Ayudante cerrajero.	17,29	79,91	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	381,00	7,62	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	381,00	11,43	
TOTAL PARTIDA.....					400,05

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS EUROS con CINCO CÉNTIMOS

3.11	m²	Reja ventana bastidor de cuadradillo de perfil macizo de acero			
		Reja metálica compuesta por bastidor de cuadradillo de perfil macizo de acero pudelado de 14x14 mm, barrotes horizontales de tubo cuadrado de perfil macizo de acero laminado en frío de 20x20x1,5 mm y barrotes verticales de tubo cuadrado de perfil macizo de acero laminado en frío de 25x25x1,5 mm. Todo ello con tratamiento anticorrosión según UNE-EN ISO 1461 e imprimación SHOP-PRIMER a base de resina polivinil-butiral con un espesor medio de recubrimiento de 20 micras, y capa externa en Titán Oxirón 100 micras, incluso p/p de garras de anclaje. Elaboración en taller y fijación mediante recibido en obra de fábrica con mortero de cemento M-5 y ajuste final en			
mt26aad010aa	3,300 m	Cuadradillo de perfil macizo de hierro forjado de 14x14 mm	5,40	17,82	
mt26aab010aa	5,000 m	Tubo cuadrado de acero laminado en frío de 20x20 mm	0,82	4,10	
mt26aab010ab	10,000 m	Tubo cuadrado de acero laminado en frío de 25x25 mm	0,86	8,60	
mt09mor010c	0,008 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5,250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	0,56	
mt27pfi050	0,160 kg	Imprimación SHOP-PRIMERa base de resina polivinil-butiral, 20 mi	9,95	1,59	
mTOXT	0,800 Kg	Esmalte anticorrosivo metálico Titán Oxirón, acabado forja,100mi	10,60	8,48	
mo009	0,454 h	Oficial 1º cerrajero.	17,29	7,85	
mo033	0,454 h	Ayudante cerrajero.	17,29	7,85	
mo062	0,784 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	12,28	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	69,10	1,38	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	69,10	2,07	
TOTAL PARTIDA.....					72,58

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

3.12	m²	Enfoscado de cemento, maestreado, exterior Cuarto de Equipos			
		Formación de revestimiento continuo de mortero de cemento M-5, maestreado, de 15 mm de espesor, aplicado sobre un paramento vertical exterior, acabado superficial rugoso, para servir de base a un posterior revestimiento. Incluso p/p de preparación de la superficie soporte, formación de juntas, rincones, maestras con separación entre ellas no superior a un metro, aristas, mochetas, jambas, dinteles, remates en los encuentros con paramentos, re-			
mt09mor010c	0,015 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5,250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	1,05	
mo011	0,477 h	Oficial 1º construcción.	17,02	8,12	
mo062	0,239 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	3,74	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	12,90	0,26	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	12,90	0,39	
TOTAL PARTIDA.....					13,56

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
3.13	m²	Alicatado con azulejo liso, 20x31 cm, colocado Cuarto E			
		Alicatado con azulejo liso, 20x31 cm, 8 €/m ² , colocado en paramentos interiores de ladrillo del cuarto de equipos, mediante mortero de cemento M-5, sin junta (separación entre 1,5 y 3 mm).			
mt09mor010c	0,030 m ³	Mortero de cemento CEM III/B-P 32,5 N tipo M-5, 250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	2,10	
mt19aba010aaa	1,050 m ²	Baldosa cerámica de azulejo liso 1/0/-/, 20x31 cm, 8,00 €/m ² rec	8,00	8,40	
mt109lec010b	0,001 m ³	Lechada de cemento blanco BL 22,5 X.	96,74	0,10	
mo015	0,376 h	Oficial 1º alicatador.	17,02	6,40	
mo037	0,376 h	Ayudante alicatador.	16,36	6,15	
mo062	0,139 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	2,18	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	25,30	0,51	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	25,30	0,76	

TOTAL PARTIDA..... 26,60

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

3.14	m	Escalón de Mármol Blanco Macael de 90x30x2 cm			
		Escalón de mármol Blanco Macael, hasta 110 cm de longitud, 32 cm de ancho y 3 cm de espesor.			
mt09moe010b	0,008 m ³	Mortero de cemento CEM III/B-P 32,5 N, hidrófugo, tipo M-10	84,22	0,67	
mt20vmn010aad	1,000 m	Vierteaguas de mármol Blanco Macael, hasta 110x90x3 cm	31,39	31,39	
mt109lec010b	0,001 m ³	Lechada de cemento blanco BL 22,5 X.	96,74	0,10	
mt20wwa025	0,320 m	Perfil de espuma de polietileno, de 6 mm de diámetro, para juntas	0,39	0,12	
mt09mcr220	0,024 kg	Mortero de rejuntado para revestimientos, interiores o exteriores	1,80	0,04	
mo015	0,376 h	Oficial 1º alicatador.	17,02	6,40	
mo037	0,376 h	Ayudante alicatador.	16,36	6,15	
mo062	0,139 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	2,18	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	47,10	0,94	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	47,10	1,41	

TOTAL PARTIDA..... 49,40

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

3.15	m²	Solado de baldosas cerámicas, interior del C. de Equipos			
		Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, 2/0/-/, de 33x33 cm, 8 €/m ² , colocadas sobre capa de refuerzo de 4 cm de mortero de cemento M-10 armado con mallazo ME 20x20 Ø 5 mm, acero B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, realizada sobre un film de polietileno dispuesto como capa separadora de un panel rígido de lana de roca volcánica, según UNE-EN 13162, no revestido, de 40 mm de espesor, que actúa como aislamiento acústico recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci sin ninguna característica adicional, color gris y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L, BL-V 22,5, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con			
mt18mva080	1,050 m ²	Film de polietileno de 0,2 mm de espesor, barrera de vapor	0,30	0,32	
mt16ira010aba	1,050 m ²	Panel rígido de lana de roca volcánica, según UNE-EN 13162, 4cm	11,70	12,29	
mt16aaa030	0,440 m	Cinta autoadhesiva para sellado de juntas.	0,30	0,13	
mt07ame010ad	1,050 m ²	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN	1,39	1,46	
mt09mor010e	0,040 m ³	Mortero de cemento CEM III/B-P 32,5 N tipo M-10, 1:4, en obra	79,27	3,17	
mt09mcr021aaa	3,000 kg	Adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci, gris	0,22	0,66	
mt18bce010baa	1,050 m ²	Baldosa cerámica de gres esmaltado ferrogres, marca Juan Novella	19,45	20,42	
mt08cem040a	1,000 kg	Cemento blanco BL-22,5 X, para pavimentación, según	0,14	0,14	
mt09lec010b	0,001 m ³	Lechada de cemento Portland	96,74	0,10	
mo011	0,278 h	Oficial 1º construcción.	17,02	4,73	
mo062	0,278 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	4,35	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	47,80	0,96	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	47,80	1,43	

TOTAL PARTIDA..... 50,16

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
3.16	m²	Tendido de yeso, en techo de Cuarto de Equipos Formación de revestimiento continuo interior de yeso, a buena vista, sobre paramento vertical, hasta 3 m de altura, de 15 mm de espesor, formado por una capa de tendido con pasta de yeso de construcción B1, aplicado sobre los paramentos a revestir, con maestras solamente en las esquinas, rincones, guarniciones de huecos, incluso p/p, guarniciones de huecos, colocación de malla de fibra de vidrio antiálcalis marca Mallatex gama yeso, para refuerzo de encuentros entre materiales diferentes en un 10% de la superficie del paramento y montaje, desmontaje			
mt28vye020	0,105 m ²	Malla de fibra de vidrio tejida, de 5x5 mm de luz, armado yesos	0,76	0,08	
mt09pye010b	0,015 m ³	Pasta de yeso de construcción B1, según UNE-EN 13279-1.	78,98	1,18	
mo020	0,240 h	Oficial 1º yesero.	17,02	4,08	
mo042	0,148 h	Ayudante yesero.	16,36	2,42	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	7,80	0,16	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	7,80	0,23	
TOTAL PARTIDA.....					8,15
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS					
3.17	m²	Solado de baldosas tipo, ferrogrés en exterior del C. de Equipos Solado de baldosa de Ferrogres bicapa antideslizante clase 2 de Rd (s/n UNE-ENV 12633:2003), de 30x30 cm. con ferrojunta antracita de 1 cm. (Al,Ala s/UNE-EN-67) recibido con cemento cola, tapajuntas y limpieza,			
mt09mor010e	0,040 m ³	Mortero de cemento CEM III/B-P 32,5 N tipo M-10, 1:4, en obra	79,27	3,17	
mt18bce010baa	1,050 m ²	Baldosa cerámica de gres esmaltado ferrogrés, marca Juan Novella	19,45	20,42	
mt09lec010b	0,001 m ³	Lechada de cemento Portland	96,74	0,10	
mo011	0,260 h	Oficial 1º construcción.	17,02	4,43	
mo062	0,260 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	4,07	
mTSPP	1,000 u	Separadores plásticos	0,20	0,20	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	32,40	0,65	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	32,40	0,97	
TOTAL PARTIDA.....					34,01
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CUATRO EUROS con UN CÉNTIMOS					
3.18	m²	Pintura plástica sobre paramentos exteriores. Formación en fachadas de capa de acabado para revestimientos continuos bicapa con pintura plástica, color a elegir, textura lisa, mediante la aplicación de una mano de fondo de pintura autolimpiable, marca Montó, basada en resinas de Pliolite y disolventes orgánicos como fijador de superficie, y dos manos de acabado con pintura plástica lisa Junokril acabado mate, diluido con un 10% de agua, a base de un copolímero acrílico-vinílico, impermeable al agua de lluvia y permeable al vapor de agua, antimoho, (rendimiento: 0,1 l/m ² cada mano). Incluso p/p de limpieza previa del soporte de mortero tradicional, en buen estado de conservación, mediante cepillos o elementos adecuados y lijado de pequeñas adherencias e imperfecciones; formación de juntas, rincones, aristas y remates en los			
mt27pij100aaa	0,200 l	Pintura autolimpiable a base de resinas de Pliolite y disolvente	11,16	2,23	
mt27pij020abb	0,200 l	Pintura plást. para ext. a base de un copolímer.acrílico-vinílico	10,24	2,05	
mo025	0,185 h	Oficial 1º pintor.	17,02	3,15	
mo047	0,185 h	Ayudante pintor.	16,36	3,03	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	10,50	0,21	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	10,50	0,32	
TOTAL PARTIDA.....					10,99
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
3.19	u	Estructura Atersa tipo V, orientada 5° Sur Estructura tipo V de Atersa, con capacidad para dos módulos de gran tamaño, confeccionada en acero galvanizado en caliente (normas UNE 37-501 y 37-508 cumpliendo espesores mínimos de la UNE-EN-ISO 1.461) constituido por varias capas de aleaciones de zinc-hierro, ercubiertas por capa de zinc resistente a los golpes y a la abrasión, incluso tornillería de sujeción al tejado, de acero inoxidable, s/MV106, junta de estanqueidad y pasta sicaflex antihumedad de relleno, instalada en tejado del cuarto de equipos, orientada 5° al Sur, totalmente instalada según DB SE			
mtFVATV	1,000	1 Estructura Atersa tipo V	250,00	250,00	
mt27	1,000	u Tornillería y accesorios	8,00	8,00	
mt09mor010c	0,030	m ³ Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5,250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	2,10	
mo009	1,000	h Oficial 1ª cerrajero.	17,29	17,29	
mo033	1,000	h Ayudante cerrajero.	17,29	17,29	
mo011	0,500	h Oficial 1ª construcción.	17,02	8,51	
mo062	0,500	h Peón Ordinario Construcción.	15,66	7,83	
%	2,000	u Medios Auxiliares	311,00	6,22	
m%	3,000	u Costes Indirectos	311,00	9,33	

TOTAL PARTIDA..... 326,57

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS VEINTISEIS EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

3.20	u	Módulo fotovoltaico monocristalino IS-170 Módulo fotovoltaico monocristalino de alto rendimiento de clase II, grado de protección mínimo IP65 y 170Wp de potencia, incluso caja de terminal instalada idéntica IP, LISTADO DE CERTIFICACIONES: CE, IEC 61215 (TÜV), IEC 61730 aplicación Clase A (TÜV), UL, IEC IECEE, PV-GAP, totalmente instalado, y conexionado a string en confi-			
mEINM.1c	1,000	u Modulo monocristalino Isofotón Is-170	654,50	654,50	
mo001	1,000	h Oficial 1ª electricista.	15,96	15,96	
mo054	1,000	h Especialista electricidad	15,46	15,46	
%	2,000	u Medios Auxiliares	685,90	13,72	
m%	3,000	u Costes Indirectos	685,90	20,58	

TOTAL PARTIDA..... 720,22

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS VEINTE EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS

3.21	u	Cuadro principal de CC, Merlin Gerin, completo e instalado. Cuadro principal de corriente continua, marca Schneider Electric Merlin Gerin, de empotrar, con capacidad para 15 módulos, con chasis y puerta metálicos, y bornero de puesta a tierra, modelo cofret PM (referencia 13.547), con un grado de protección IP 42, rematado en pintura de color gris claro de poliéster-epoxi, conteniendo los siguientes elementos de cojida a perfil DIN: dispositivo de protección contra sobretensiones clase I+II marca Gave Solar Tec modelo PST-45 PV; cuatro portafusibles marca dfelectric, gama PV equipados con fusibles de 12 A, 30 KA, 900 Vdc, tamaño 10x38, para proteger los polos de nuestros dos strings; un interruptor principal de continua marca ABB modelo S802-PV S13, de 13 A, incluso carril DIN, bornero de puesta a tierra, y cerradura con llave, montaje a 1,60 m del suelo S/P N° 5, y conexionado S/P N° 5A, manteniendo las indicaciones de calidad de los conductores y secciones indicadas en dicho plano de detalle, y verificado del correcto funcionamiento de la instalación.			
mt35CP019aab	1,000	u Cofret Merlin Gerin PM, 15 módulos, puerta y cerradura llave	56,72	56,72	
mt26c	1,000	u Cerradura con 2 llaves, n° C244	8,50	8,50	
mt26cgp010	1,000	u Pequeño material de conexionado	3,00	3,00	
mt26PFV	4,000	u Portafusibles dFelectric PMF 10x38 serie PV 1000 Vdc	6,50	26,00	
mt26FFV	4,000	u Fusibles dFelectric 10x38, 12 A, 30 KA, 900 Vdc	2,94	11,76	
mt26STPV	1,000	u Protector de sobretensiones Gave Solar Tec, clase I+II, PST-45PV	249,03	249,03	
mt26MPC	1,000	u Magnetotérmico ABB S-802-PV S13, de 13 A, bipolar	135,00	135,00	
mt09mor010c	0,030	m ³ Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5,250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	2,10	
mt09pye010b	0,015	m ³ Pasta de yeso de construcción B1, según UNE-EN 13279-1.	78,98	1,18	
mo001	2,000	h Oficial 1ª electricista.	15,96	31,92	
mo054	2,000	h Especialista electricidad	15,46	30,92	
mo062	0,500	h Peón Ordinario Construcción.	15,66	7,83	
%	2,000	u Medios Auxiliares	564,00	11,28	
m%	3,000	u Costes Indirectos	564,00	16,92	

TOTAL PARTIDA..... 592,16

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
3.22	u	Unidad CU-200 de control de la bomba SQflex			
		Unidad de control marca Grunfos, gama SQflex, CU200, instalada en cuarto de equipos, junto al Cuadro Principal			
mtCU200	1,000 u	Unidad de control CU-200, Grunfos sistema SQflex	523,70	523,70	
mt35www	1,000 u	Pequeño material de montaje	1,50	1,50	
mo001	1,000 h	Oficial 1ª electricista.	15,96	15,96	
mo054	1,000 h	Especialista electricidad	15,46	15,46	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	556,60	11,13	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	556,60	16,70	

TOTAL PARTIDA..... 584,45

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

3.23	u	Línea de alimentación a String de Subgenerador FV			
		Línea de alimentación a String 1 o 2, formada por 3 cables unipolares de 2,5 mm2 de sección (rojo:+, negro:- y amarillo-verde: tierra), siendo para los conductores activos marca Prysmian, gama Tecsun PV, y para el cable de tierra Prysmian Afumex 1000 V AS (RZ1K-AS) empotrado bajo tubo corrugado forrado de doble capa marca Tupersa de 20 mm de diámetro en tramo desde Cuadro Principal de Continua a tejado, y en bandeja perforada de estructuras Atersa, o bajo tubo desde salida tejado hasta cajas de conexión de los módulos, en configuración 2S2P, ins-			
mtCSR	6,000 m	P/P cable de 2,5 mm2, Prysmian Tecsun PV rojo	3,20	19,20	
mtCSN	6,000 m	P/P cable de 2,5 mm2, Prysmian Tecsun PV negro	3,20	19,20	
mt35cgp	6,000 m	P/P cable de tierra de 2,5 mm2, Prysmian Afumex1000 RZ1-KAS+	2,56	15,36	
mtCDC	6,000 m	P/P tubo Tupersa corrugado forrado de 20 mm de diámetro	0,28	1,68	
mt09mor010c	0,030 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5,250 Kg/m3, 1:6	69,98	2,10	
mt09pye010b	0,015 m ³	Pasta de yeso de construcción B1, según UNE-EN 13279-1.	78,98	1,18	
mo001	1,000 h	Oficial 1ª electricista.	15,96	15,96	
mo054	1,000 h	Especialista electricidad	15,46	15,46	
mo062	1,000 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	15,66	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	105,80	2,12	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	105,80	3,17	

TOTAL PARTIDA..... 111,09

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO ONCE EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

3.24	m	Línea de alimentación FV desde Cuadro Principal a CU-200			
		Línea de alimentación FV desde cuadro principal de continua a CU-200, ejecutada mediante tres cables unipolares (positivo, negativo y tierra) de 6 mm2 de sección, empotrados bajo tubo corrugado forrado Tupersa de 25 mm de			
mtCOND6	3,000 m	Cable de 6 mm2 de sección Prysmian Afumex 1000V,RZ1K-AS+	4,51	13,53	
mtCDC	1,000 m	P/P tubo Tupersa corrugado forrado de 20 mm de diámetro	0,28	0,28	
mt35caj020b	2,000 u	P/Pcaja de derivación para empotrar de 200x150 mm, prot. normal	2,70	5,40	
mt09mor010c	0,030 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5,250 Kg/m3, 1:6	69,98	2,10	
mt09pye010b	0,015 m ³	Pasta de yeso de construcción B1, según UNE-EN 13279-1.	78,98	1,18	
mo001	0,342 h	Oficial 1ª electricista.	15,96	5,46	
mo054	0,342 h	Especialista electricidad	15,46	5,29	
mo062	0,100 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	1,57	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	34,80	0,70	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	34,80	1,04	

TOTAL PARTIDA..... 36,55

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
3.25	u	Línea de alimentación a bomba desde CU200 a caja WisKa en arquet			
		Línea de alimentación a bomba, en tramo desde unidad de control de la bomba CU-200 a caja WisKa en arqueta de bomba, formada por cable Prysmian Retenax Flam M Flex designación 3G6 RVMV-K-RH, de 3x6 mm ² de sección, bajo tubo marca Tupersa gama ultra TPI de doble capa, color rojo, libre de halógenos, DN 110 mm, instalado empotrado en bajada a terreno desde cuadro principal, y enterrado en cama de arena a profundidad mínima de 60			
mq01ret020	0,170 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,02	
mM07CB030S	0,466 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	19,60	
mt01ara010	0,215 m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro, en cama de tubo, puesta en obra	12,02	2,58	
mq02rop020	0,508 h	Pisón vibrante de 80 kg, con placa de 30x30	8,48	4,31	
mtRET	4,000 m	Cable Prysmian Retenax Flam M Flex RH de 3x6 mm ² , 3G6	12,49	49,96	
mtTUTPI	2,300 m	Tubo Tupersa ultra TPI, rojo, libre de halógenos, doble DN110 mm	4,76	10,95	
mt35caj010a	1,000 u	Caja marca WisKa modelo Combi, IP 67 montaje en superf.	22,00	22,00	
mTAV	2,000 m	Cinta de aviso de atención al cable	0,10	0,20	
mt09mor010c	0,030 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5,250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	2,10	
mo001	1,000 h	Oficial 1ª electricista.	15,96	15,96	
mo054	1,000 h	Especialista electricidad	15,46	15,46	
mo062	1,000 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	15,66	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	158,80	3,18	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	158,80	4,76	
TOTAL PARTIDA.....					166,74

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y SEIS EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

3.26	u	Línea de control nivel de llenado, desde CU-200 a depósito agua			
		Línea de control de llenado desde CU-200 de 2x6 mm ² , ejecutada mediante cable marca Prysmian, modelo Flex-treme, HO7RN-F, enterrado bajo tubo de doble capa Tupersa rojo, DN-100 desde CU-200 a arqueta de paso junto a tanque, y bajo tubo de PVC rígido metálico flexible, recubierto de PVC, marcaTupersa, gama Perfléx DN 29 mm, en la subida a interruptor de nivel, desde arqueta de paso eléctrica, incluso excavación, lecho de arena, relleno y			
mq01ret020	0,790 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,09	
mM07CB030S	0,259 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	10,90	
mt01ara010	1,000 m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro, en cama de tubo, puesta en obra	12,02	12,02	
mq02rop020	2,320 h	Pisón vibrante de 80 kg, con placa de 30x30	8,48	19,67	
mTPFLEXE	22,000 m	Cable Prysmian Flextreme, de 2x6 mm ² , HO7RN-F	3,63	79,86	
mtTUTPI	10,500 m	Tubo Tupersa ultra TPI, rojo, libre de halógenos, doble DN110 mm	4,76	49,98	
mTTP25	11,500 m	Tubo Tupersa, gama Perflex, metálico flexible rec. de	4,96	57,04	
mTAV	2,000 m	Cinta de aviso de atención al cable	0,10	0,20	
mt09mor010c	0,030 m ³	Mortero de cemento CEM III/B-P 32,5 N tipo M-5,250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	2,10	
mo001	3,000 h	Oficial 1ª electricista.	15,96	47,88	
mo054	3,000 h	Especialista electricidad	15,46	46,38	
mo062	1,000 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	15,66	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	341,80	10,25	
TOTAL PARTIDA.....					352,03

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con TRES CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
3.27	u	Arqueta de paso eléctrica en línea de control de nivel. Arqueta de paso eléctrica, de dimensiones interiores 32x32x70 cm, construida con fábrica de ladrillo cerámico perforado, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/15/IIb (hormigón en masa de 30 N/mm ² , consistencia blanda, 15 cm de espesor, tipo de exposición 2b para exteriores en ausencias de cloruros sometidos al agua de lluvia, en zona con precipitación media inferior a 600 mm), enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, incluso formación de pendiente mínima del 2% hacia el tubo de drenaje, tubo de drenaje de DN 20 mm, tapa de fundición, marca Benito modelo RH42, totalmente terminada, incluso excavación, relleno del trasdós, graba de			
mq01ret020	0,288 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,03	
mM07CB030S	0,079 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	3,32	
mt10hmf010abe	0,150 m ³	Hormigón HM-30/B/IIb, fabricado en central	60,28	9,04	
mt04lpv010a	48,000 u	Ladrillo cerámico perforado (panal), para revestir, 24x12x9 cm	0,17	8,16	
mt09mor010c	0,053 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5,250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	3,71	
mt09mor010f	0,019 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-15,450	81,47	1,55	
mTB	1,000 u	Tapa abatible de fundición con marco, Benito, modelo RH42, 33x33	53,00	53,00	
mTPMSBE	0,500 u	Tubo de PE, DN 50 mm, baja densidad, MZG tuberías	2,10	1,05	
mTMGRV20	0,150 m ³	Gravilla diámetro 20 mm, en zona de drenaje	3,73	0,56	
mTPMD	1,000 u	Tubo de drenaje, PE DN25, PE 100, 16 bar, SDR 11	0,79	0,79	
mTPMSB	1,000 u	Barra de acero corruga 15 mm de diámetro y 1,26 m de largo	5,00	5,00	
mo011	1,880 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	32,00	
mo062	1,880 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	29,44	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	147,70	2,95	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	147,70	4,43	
TOTAL PARTIDA.....					155,03

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y CINCO EUROS con TRES CÉNTIMOS

3.28	u	Bomba SQflex2.5-N , i. montaje equipada a 17,50 m (ref1266 pies) Bomba SQflex instalada en camisa de pozo, desde arqueta de registro, a una profundidad de 17,50 metros medidos desde la referencia 1.266 pies, incluso conexionado y tendido simultáneo de las canalizaciones de -electricidad (detector de nivel, y cable DN-F de 3x6 mm ² , conexionado a motobomba y caja Wiska), -tubería de impulsión de agua DN 50 mm, PE 100, PN 16 bar, SDR 11, de uso alimenticio s/EN-UNE 12201-2, conectada a bomba y codo de arqueta, sin incluir éste, y -cable de sujeción RS de acero inoxidable de 5 mm, con 3 guardacabos y un sujetacable en cada extremo s/ EN 13411-5 y DIN741, cuidando disponer bridas antilazo para la bajada simultánea de las mismas, cada 3 metros, quedando dispuesto conforma al plano N° 3A, comprobado el correcto funciona-			
mTBSQF	1,000 u	Bomba SQflex 2.5-2N, código 95027330, i. int.nivel p.marcha seco	2.136,50	2.136,50	
mDNTQ	1,000 u	Interruptor de nivel, en depósito de agua, código 00019748	23,30	23,30	
mTDN50SDR11PE	18,000 m	Tubo MZG, PEAD DN 50 mm, PE100, 16 bar, SDR11	3,13	56,34	
mTSC	6,000 u	Sujetacables de acero inox. RS, código 183-5908, para cab. de 5mm	4,60	27,60	
mTGC	2,000 u	Guardacabos de acero inox. RS código 183-5863, para cab. de 5	6,92	13,84	
mTCABLE	1,000 u	Carrete de cable RS de acero inoxidable de 5 mm, 75 m	163,39	163,39	
mTCDNF	18,000 m	Cable marca Prysmian, DN-F de 3x6 mm ²	10,60	190,80	
mTPM	1,000 u	Pequeño material de sujeción (bridas cada 3 m, anti lazo)	2,00	2,00	
mo001	2,000 h	Oficial 1ª electricista.	15,96	31,92	
mo054	2,000 h	Especialista electricidad	15,46	30,92	
mo004	0,250 h	Oficial 1ª fontanero.	17,59	4,40	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	2.681,00	53,62	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	2.681,00	80,43	
TOTAL PARTIDA.....					2.815,06

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL OCHOCIENTOS QUINCE EUROS con SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	---------	--------	----------	---------

CAPÍTULO IV Sistema de puesta a tierra.

4.1	u	Arqueta registrable con Punto de Puesta a Tierra Arqueta registrable para el punto de puesta a tierra, de dimensiones interiores 48x37x32 cm (74x 63 cm ext.), construida con fábrica de ladrillo cerámico perforado, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/15/IIb (hormigón en masa de 30 N/mm ² , consistencia blanda, 15 cm de espesor, tipo de exposición 2b para exteriores en ausencias de cloruros sometidos al agua de lluvia, en zona con precipitación media inferior a 600 mm), enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa de hormigón armado de idéntica designación EHE, y dimensiones 72x61 cm, con parrilla redondos de acero 8 mm de diámetro en cuadrícula de 10 cm con cerco de acero laminado L 60.6 soldado a malla y contracerco L70.7, terminada en superficie con solera de ferrogres, incluso punto de puesta a tierra de cobre recubierto de cadmio de 2,5x35x0,4 cm, sobre apoyos de material aislante s/RBT-ITC-BT018, incluso soldaduras aluminotérmicas a anillo enterrado y línea de enlace con tierra, excavación, relleno del trasdós y transporte de sobrantes a vertedero, considerando un 20% de esponja-			
mq01ret020	0,089 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,01	
mM07CB030S	0,079 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	3,32	
mt10hmf010abe	0,072 m ³	Hormigón HM-30/B/IIb, fabricado en central	60,28	4,34	
mt04lpv010a	27,000 u	Ladrillo cerámico perforado (panal), para revestir, 24x12x9 cm	0,17	4,59	
mt09mor010c	0,028 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, 250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	1,96	
mt09mor010f	0,020 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-15, 450	81,47	1,63	
mTB125TH80	1,000 u	Tapa con HA/30/B/IIb, cerco contracerco y redondos y solera	65,00	65,00	
mTPMSBE	1,000 u	Tubo de PE, DN 50 mm, baja densidad, MZG tuberías	2,10	2,10	
mt35ta020	1,000 u	Punto de PT de cobre recubierto de cadmio de 2.5x35x0,4 cm	15,46	15,46	
mt35ts010c	3,000 u	Soldadura aluminotérmica en puesta a tierra	3,51	10,53	
mo011	1,058 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	18,01	
mo062	1,058 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	16,57	
mo001	0,500 h	Oficial 1ª electricista.	15,96	7,98	
mo054	0,500 h	Especialista electricidad	15,46	7,73	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	159,20	3,18	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	159,20	4,78	
TOTAL PARTIDA.....					167,19

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y SIETE EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS

4.2	u	Electrodo de PT en forma de anillo cuadrado de 4x4 m, con 4 picas Electrodo de puesta a tierra, en forma de anillo cuadrado de 4 m de lado, formado por conductor de cobre duro desnudo de 35 mm ² de sección, enterrado a una profundidad de 0,50 m, con 4 picas de acero cobrizado de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud, para asegurar la puesta a tierra, unidas al anillo en las esquinas mediante soldaduras aluminotérmicas, de forma que la cabeza de la pica quede a no menos de 0,5 metros de profundidad, incluso soldadura aluminotérmica a mallazo de cimentación, excavación y relleno de trasdos, colocado S/P Nº 6 e			
mq01ret020	1,128 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,14	
mt35tc010b	16,000 m	Conductor de cobre duro, desnudo de 35 mm ² de sección enterrado	2,81	44,96	
mq02rop020	2,520 h	Pisón vibrante de 80 kg, con placa de 30x30	8,48	21,37	
mt35te010b	4,000 u	Pica de acero cobrizado de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud	18,00	72,00	
mt35ts010c	2,000 u	Soldadura aluminotérmica en puesta a tierra	3,51	7,02	
mt35www020	1,000 u	Material auxiliar para instalaciones de puesta a tierra	1,15	1,15	
mo001	5,500 h	Oficial 1ª electricista.	15,96	87,78	
mo054	5,500 h	Especialista electricidad	15,46	85,03	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	319,50	6,39	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	319,50	9,59	
TOTAL PARTIDA.....					335,43

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
4.3	u	Línea de enlace con tierra, formada por conductor aislado 16 mm2 Línea de enlace con tierra desde la borna de puesta a tierra del Cuadro Principal, al punto de puesta a tierra, en arqueta de puesta a tierra registrable, formado por cable de cobre aislado Prymian Afumex RZ1KAS+ de 16 mm2 de sección, bajo tubo de polietileno de doble capa marca MZG gama Decaplast o similar de 63 mm de diámetro, incluso tendido empotrado en pared en bajada al terreno, o enterrado a 0,5 m de profundidad desde Cuarto de Equipos a Arqueta de Puesta a Tierra, incluso conexión a bornero de puesta a tierra, sin incluir la soldadura aluminotérmica.			
mq01ret020	0,106 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,01	
mM07CB030S	0,009 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	0,38	
mt09mor010c	0,030 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5,250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	2,10	
mt09pye010b	0,015 m ³	Pasta de yeso de construcción B1, según UNE-EN 13279-1.	78,98	1,18	
mTCOND16	3,000 m	Cable de 16 mm2 de sección Prysmian Afumex 1000 V, RZ1K-AS+	8,43	25,29	
mt35ts010c	1,000 u	Soldadura aluminotérmica en puesta a tierra	3,51	3,51	
mTDN63C	3,000 m	Tubo de PE, doble capa rojo, decaplast, DN 63 mm	1,76	5,28	
mo001	1,000 h	Oficial 1ª electricista.	15,96	15,96	
mo054	1,000 h	Especialista electricidad	15,46	15,46	
mo062	0,200 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	3,13	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	72,30	1,45	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	72,30	2,17	
TOTAL PARTIDA.....					75,92

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y CINCO EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	---------	--------	----------	---------

CAPÍTULO V Saneamiento y desagües

5.1	u	Arqueta de Recogida de Pluviales de 85x85x93 cm ext.i. Rejilla Arqueta de Recogida de aguas Pluviales, de dimensiones interiores 60x60x82 cm (85x85x93 cm exteriores), construida con fábrica de ladrillo cerámico perforado, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/15/Ila+Qb, de tipo hidrófugo (hormigón en masa de resistencia características 30 N/mm ² , consistencia blanda, con espesor de losa de 15 cm, tipo Ila apropiado para elementos sumergidos, con requisito de exposición adicional Qb por la presencia de aguas residuales con sustancias de agresividad media, al mezclarse las heces de los animales con el agua de lluvia), enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con rejilla de fundición, marca Benito modelo RP 80 abatible de 75,5x75,5 cm, totalmente terminada, incluso excavación, relleno del trasdós y transporte de sobrantes a vertedero, considerando un 20% de esponjamiento, terminada S/P N° 4			
mq01ret020	0,295 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,04	
mM07CB030S	0,051 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	2,15	
mT1HM011ABE	0,108 m ³	Hormigón HM-30/B/15/Ila+Qb, fabricado en central vertido con cub.	77,23	8,34	
mt04lpv010a	96,000 u	Ladrillo cerámico perforado (panel), para revestir, 24x12x9 cm	0,17	16,32	
mTB	1,000 u	Tapa abatible de fundición con marco, Benito, modelo RH42, 33x33	53,00	53,00	
mt09mor010c	0,100 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, 250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	7,00	
mt09mor010f	0,038 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-15, 450	81,47	3,10	
mo011	3,060 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	52,08	
mo062	3,060 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	47,92	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	190,00	3,80	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	190,00	5,70	
TOTAL PARTIDA.....					199,45

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

5.2	u	Arqueta de Paso de 60x60x72 cm ext., i. tapa Benito RH42 Arqueta de Paso, de dimensiones interiores 32x32x60 cm (60x60x72 cm exteriores), construida con fábrica de ladrillo cerámico perforado, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/15/Ila+Qb, de tipo hidrófugo (hormigón en masa de resistencia características 30 N/mm ² , consistencia blanda, con espesor de losa de 15 cm, tipo Ila apropiado para elementos sumergidos, con requisito de exposición adicional Qb por la presencia de aguas residuales con sustancias de agresividad media, al mezclarse las heces de los animales con el agua de lluvia), enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa de fundición, marca Benito modelo RH 42 abatible de 33x33 cm, incluso excavación, relleno del trasdós, graba de drenaje y transporte de sobrantes a vertedero, considerando un 20% de esponjamiento, terminada S/P N° 4			
mq01ret020	0,132 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,02	
mM07CB030S	0,029 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	1,22	
mT1HM011ABE	0,108 m ³	Hormigón HM-30/B/15/Ila+Qb, fabricado en central vertido con cub.	77,23	8,34	
mt04lpv010a	40,000 u	Ladrillo cerámico perforado (panel), para revestir, 24x12x9 cm	0,17	6,80	
mTB	1,000 u	Tapa abatible de fundición con marco, Benito, modelo RH42, 33x33	53,00	53,00	
mt09mor010c	0,042 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, 250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	2,94	
mt09mor010f	0,016 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-15, 450	81,47	1,30	
mo011	1,528 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	26,01	
mo062	1,528 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	23,93	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	123,60	2,47	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	123,60	3,71	
TOTAL PARTIDA.....					129,74

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTINUEVE EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
5.3	m	Canalización de desagüe, enterrada a prof. var. PVC DN125-SN8,1%			
		Tubo de desagüe de PVC color teja DN125 mm SN8, s/EN-UNE-1.401-1, instalado en zanja de 525 cm de ancho y profundidad variable S/P Nº 4, incluso P/P de excavación, tendido en lecho de cama de arena, relleno y trans-			
		Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,01	
mQ01ret020	0,103 u				
mM07CB030S	0,023 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	0,97	
mQ02cia020	0,003 h	Camión con cuba de agua.	36,05	0,11	
mQ04dua020	0,026 h	Dumper autocargable de 2 t de carga útil, con mecanismo hidrául.	9,27	0,24	
mQ02rop020	0,174 h	Pisón vibrante de 80 kg, con placa de 30x30	8,48	1,48	
mt01ara010	0,204 m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro, en cama de tubo, puesta en obra	12,02	2,45	
mt11tpb030ac	1,000 m	Tubo de PVC liso DN125 SN8, rigidez anular 8 KN/m ² ,	7,51	7,51	
mt11var009	0,095 l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y acces	9,58	0,91	
mt11var010	0,048 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	20,24	0,97	
mo011	0,142 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	2,42	
mo062	0,142 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	2,22	
mo004	0,295 h	Oficial 1ª fontanero.	17,59	5,19	
mo057	0,194 h	Ayudante fontanero.	16,34	3,17	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	27,70	0,55	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	27,70	0,83	

TOTAL PARTIDA..... 29,03

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTINUEVE EUROS con TRES CÉNTIMOS

5.4	m	Canalización de desagüe, enterrada a prof. var. PVC DN160-SN8,1%			
		Tubo de desagüe de PVC color teja DN160 mm SN8, s/EN-UNE-1.401-1, instalado en zanja de 525 cm de ancho y profundidad variable S/P Nº 4, incluso P/P de excavación, tendido en lecho de cama de arena, relleno y trans-			
		Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,01	
mQ01ret020	0,077 u				
mM07CB030S	0,021 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	0,88	
mQ02cia020	0,003 h	Camión con cuba de agua.	36,05	0,11	
mQ04dua020	0,026 h	Dumper autocargable de 2 t de carga útil, con mecanismo hidrául.	9,27	0,24	
mQ02rop020	0,174 h	Pisón vibrante de 80 kg, con placa de 30x30	8,48	1,48	
mt01ara010	0,132 m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro, en cama de tubo, puesta en obra	12,02	1,59	
mT12TPB030AC	1,000 m	Tubo de PVC liso DN160 SN8, rigidez anular 8 KN/m ² ,	9,75	9,75	
mt11var009	0,095 l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y acces	9,58	0,91	
mt11var010	0,048 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	20,24	0,97	
mo011	0,142 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	2,42	
mo062	0,142 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	2,22	
mo004	0,295 h	Oficial 1ª fontanero.	17,59	5,19	
mo057	0,194 h	Ayudante fontanero.	16,34	3,17	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	28,90	0,58	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	28,90	0,87	

TOTAL PARTIDA..... 30,39

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
5.5	m	Canalización de desagüe, enterrada a prof. var. PVC DN200-SN8,1%			
		Tubo de desagüe de PVC color teja DN200 mm SN8, s/EN-UNE-1.401-1, instalado en zanja de 525 cm de ancho y profundidad variable S/P N° 4, incluso P/P de excavación, tendido en lecho de cama de arena, relleno y trans-			
		Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,01	
mQ01ret020	0,080 u				
mM07CB030S	0,017 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	0,72	
mQ02cia020	0,003 h	Camión con cuba de agua.	36,05	0,11	
mQ04dua020	0,026 h	Dumper autocargable de 2 t de carga útil, con mecanismo hidrául.	9,27	0,24	
mQ02rop020	0,174 h	Pisón vibrante de 80 kg, con placa de 30x30	8,48	1,48	
mt01ara010	0,167 m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro, en cama de tubo, puesta en obra	12,02	2,01	
mt13TPB030AC	1,000 m	Tubo de PVC liso DN200 SN8, rigidez anular 8 KN/m ² ,	15,36	15,36	
mt11var009	0,095 l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y acces	9,58	0,91	
mt11var010	0,048 l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	20,24	0,97	
mo011	0,142 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	2,42	
mo062	0,142 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	2,22	
mo004	0,295 h	Oficial 1ª fontanero.	17,59	5,19	
mo057	0,194 h	Ayudante fontanero.	16,34	3,17	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	34,80	0,70	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	34,80	1,04	
TOTAL PARTIDA.....					36,55

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

5.6	m²	Losa en plataforma para recogida de aguas			
		Losa de hormigón con formación de pendiente, plataforma para recogida de aguas, designación EHE08: HA-30/B/20/IIb+Qb, de tipo hidrófugo (hormigón armado de 30 N/mm ² , consistencia blanda, con un espesor de 20 cm, con tipo de exposición IIb que es apropiada para exteriores con ausencia de cloruros, y expuesto a lluvia en zona con precipitación media anual inferior a 600 mm y adicional Qb, contenidos químicos capaces de producir la alteración del hormigón a velocidad lenta, debido a la presencia de heces de animales), y vertido con bomba, incluso malla electrosoldada de tetraceros de 8 mmf y 15 cm de cuadrícula a 7,5 cm de la base inferior (terreno, con formación de pendiente), incluso capa de rodadura a base de mortero de cemento CEM II / A-P 32,5 R con áridos silíceos y aditivos, con un rendimiento aproximado de 4 kg/m ² , espolvoreado manualmente sobre el hormigón aún fresco y p/p juntas de estanqueidad Sika de PVC y de preparación de la superficie soporte para la formación de pendientes S/P N°4, con retirada de sobrantes a vertedero, extendido y vibrado del hormigón mediante regla vibrante, emboquillado o conexión de los elementos exteriores (cercos de arquetas, sumideros, botes sifónicos, etc.) de las redes de instalaciones ejecutadas bajo el pavimento, y fratasado mecánico de toda la superficie hasta conseguir que el mortero quede totalmente integrado en el hormigón con limpieza final de la superficie acabada, incluso excavación y formación de pendientes con medios mecánicos, y retirada de sobrantes a vertedero, terminada			
		Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,00	
mQ01ret020	0,030 u				
mM07CB030S	0,032 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	1,35	
mQ04dua020	0,019 h	Dumper autocargable de 2 t de carga útil, con mecanismo hidrául.	9,27	0,18	
mQ08vib020	0,085 h	Regla vibrante de 3 m.	4,67	0,40	
mQ08fra011	0,560 h	Fratasadora mecánica de hormigón.	5,07	2,84	
mt07aco020a	7,000 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,84	
mt10hmf010aga	0,200 m ³	Hormigón HA-30/B/20/IIb+Qb, fabricado en central, vert. bomba	81,18	16,24	
mt16pea020ab	0,050 m ²	Cintas flexibles de PVC, para la estanqueidad juntas dehormigona	1,34	0,07	
mt07ame010cb	1,200 m ²	Malla electrosoldada ME 15x15 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN	4,16	4,99	
mt08cet020a	0,001 t	Cemento CEM II / A-P 32,5 N, a granel, según UNE-EN 197-1.	64,01	0,06	
mt07aco020e	2,000 u	Separador de plástico rígido, homologado para soleras.	0,04	0,08	
mo011	0,170 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	2,89	
mo048	0,170 h	Ayudante construcción	16,36	2,78	
mo062	0,340 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	5,32	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	38,00	0,76	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	38,00	1,14	
TOTAL PARTIDA.....					39,94

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
5.7	m ²	Losa de hormigón en taludes laterales de plataf.para recog.aguas Losa de hormigón armado en taludes laterales del perímetro de plataforma de instalaciones, con pendiente del 33,33%, designación EHE08: HA-30/B/20/IIb+Qb, de tipo hidrófugo (hormigón armado de 30 N/mm ² , consistencia blanda, con un espesor de 20 cm, con tipo de exposición IIb que es apropiada para exteriores con ausencia de cloruros, y expuesto a lluvia en zona con precipitación media anual inferior a 600 mm y adicional Qb, contenidos químicos capaces de producir la alteración del hormigón a velocidad lenta, debido a la presencia de heces de animales), y vertido con bomba, incluso malla electrosoldada ME 15 cm de cuadrícula a 7,5 cm de la base inferior (terreno, con formación de pendiente), incluso capa de rodadura a base de mortero de cemento CEM II / A-P 32,5 R con áridos silíceos y aditivos, con un rendimiento aproximado de 4 kg/m ² , espolvoreado manualmente sobre el hormigón aún fresco y de excavación perimetral y relleno S/P N ^º 4, con retirada de sobrantes a vertedero, extendido y vibrado del hormigón mediante regla vibrante, redondeo de aristas y fratasado mecánico de toda la superficie hasta conseguir que el mortero quede totalmente integrado en el hormigón con limpieza final de la superficie acabada, terminada S/P N ^º 4 y 4A			
mq01ret020	7,000 u	Lámina plástica Sikaplan, homologado para cimentaciones.	0,12	0,84	
mM07CB030S	0,037 h.	Camión basculante 6x4 20 t, transporte a vertedero.	42,07	1,56	
mq04dua020	0,019 h	Dumper autocargable de 2 t de carga útil, con mecanismo hidrául.	9,27	0,18	
mq08vib020	0,085 h	Regla vibrante de 3 m.	4,67	0,40	
mq08fra011	0,600 h	Fratasadora mecánica de hormigón.	5,07	3,04	
mq02rop020	0,174 h	Pisón vibrante de 80 kg, con placa de 30x30	8,48	1,48	
mt10hmf010aga	0,200 m3	Hormigón HA-30/B/20/IIb+Qb, fabricado en central, vert. bomba	81,18	16,24	
mt16pea020ab	0,050 m ²	Cintas flexibles de PVC, para la estanqueidad juntas dehormigona	1,34	0,07	
mt07ame010cb	1,200 m ²	Malla electrosoldada ME 15x15 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.	4,16	4,99	
mt08cet020a	0,001 t	Cemento CEM II / A-P 32,5 N, a granel, según UNE-EN 197-1.	64,01	0,06	
mt07aco020e	2,000 u	Separador de plástico rígido, homologado para soleras.	0,04	0,08	
mt01zah010aa	0,230 t	Zahorra granular o natural, cantera caliza.	8,66	1,99	
mo011	0,186 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	3,17	
mo048	0,186 h	Ayudante construcción	16,36	3,04	
mo062	0,372 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	5,83	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	43,00	0,86	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	43,00	1,29	
TOTAL PARTIDA.....					45,12

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CINCO EUROS con DOCE CÉNTIMOS

5.8	u	Emboquillado de hormigón en masa de tubo de salida en L. de Desc Emboquillado de tubo de salida de línea de descarga, mediante hormigón en masa, designación EHE08 HM-30/B/IIb (hormigón en masa de 30 N/mm ² , consistencia blanda, con tipo de exposición IIb que es apropiada para exteriores con ausencia de cloruros, y expuesto a lluvia en zona con precipitación media anual inferior a 600 mm), acabado con bruñido de cemento, incluso encofrado y desencofrado, y limpieza final de embocadura del tu-			
mt10hmf010agc	0,317 m ³	Hormigón HM-30/B/IIb, fabricado en central, vertido desde camión	60,20	19,08	
mt08eme030ba	1,070 m2	Encofrado y desencofrado a dos caras, en muros, con paneles metá	21,31	22,80	
mt08cet020a	0,002 t	Cemento CEM II / A-P 32,5 N, a granel, según UNE-EN 197-1.	64,01	0,13	
mo011	1,000 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	17,02	
mo062	1,000 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	15,66	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	74,70	1,49	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	74,70	2,24	
TOTAL PARTIDA.....					78,42

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
5.9	m	Vallado perimetral de la instalación fotovoltaica Formación de cerramiento de parcela con muro de 2 m de alto y 7 cm de espesor, con pilastras intermedias a distancia menor de 3 m, efectuado de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 33x16x7 cm, recibida con mortero de cemento M-7,5, confeccionado en obra con 300 kg/m ² de cemento y una proporción en volumen 1/5, con resistencia a compresión a 28 días de 7,5 N/mm ² , incluso enfoscado en ambas caras con mortero de cemento M-5, incluso revestido a ambas caras mediante Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6, con resistencia a compresión a 28 días			
mt04lvc010g	44,220 u	Ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 33x16x7 cm, según	0,21	9,29	
mt09mor010d	0,012 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-7,5, 300 Kg/m ³ , 1:5	76,50	0,92	
mt09mor010c	0,160 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, 250 Kg/m ³ , 1:6	69,98	11,20	
mo011	2,954 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	50,28	
mo048	1,478 h	Ayudante construcción	16,36	24,18	
mo062	0,216 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	3,38	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	99,30	1,99	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	99,30	2,98	

TOTAL PARTIDA..... 104,22

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUATRO EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS

5.10	u	Puerta de acceso de vehículos, de 3x2 m, en chapa galvanizada Puerta de acceso de vehículos, apertura manual, ejecutada a base de cuarterones de chapa galvanizada, de dos hojas batientes dimensiones 300x200 cm, perfiles rectangulares en cerco y cuarterones de chapa metálica galvanizada a dos caras, zócalo inferior realizado con doble chapa de 1,5 mm de espesor, lisa, incluso p/p de bisagras o anclajes metálicos laterales de los bastidores sentados con hormigón HM-25/B/20/I, armadura portante de la cancela y recibidos a obra elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre, acabado con imprimación antioxidante			
mt10hmf010agd	0,090 m ³	Hormigón HM-25/B/IIb, fabricado en central, vertido con cubilot	47,69	4,29	
mt09mor010e	0,060 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-10, 1:4, en obra	79,27	4,76	
mt48vpc010bab	1,000 u	Puerta cancela metálica en valla exterior, para acceso de vehículo	1.850,76	1.850,76	
mo011	3,049 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	51,89	
mo062	3,049 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	47,75	
mo009	1,109 h	Oficial 1ª cerrajero.	17,29	19,17	
mo033	1,109 h	Ayudante cerrajero.	17,29	19,17	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	1.997,80	39,96	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	1.997,80	59,93	

TOTAL PARTIDA..... 2.097,68

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL NOVENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

5.11	u	Puerta de acceso peatonal Puerta cancela metálica de carpintería metálica, de una hoja batiente dimensiones 100x200 cm, perfiles rectangulares en cerco zócalo inferior realizado con chapa grecada de 1,2 mm de espesor a dos caras, para acceso peatonal. Apertura manual. Incluso p/p de bisagras o anclajes metálicos laterales de los bastidores, armadura portante de la cancela y recibidos a obra, elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre, acabado con imprimación			
mt09mor010e	0,020 m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-10, 1:4, en obra	79,27	1,59	
mt48vpc020a	1,000 u	Puerta cancela metálica en valla exterior, para acceso de peaton	372,48	372,48	
mo011	1,016 h	Oficial 1ª construcción.	17,02	17,29	
mo062	1,016 h	Peón Ordinario Construcción.	15,66	15,91	
mo009	0,333 h	Oficial 1ª cerrajero.	17,29	5,76	
mo033	0,333 h	Ayudante cerrajero.	17,29	5,76	
%	2,000 u	Medios Auxiliares	418,80	8,38	
m%	3,000 u	Costes Indirectos	418,80	12,56	

TOTAL PARTIDA..... 439,73

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

Proyecto de Sistema de Bombeo Fotovoltaico a depósito para consumo humano y abrevadero, en
Gurmudele, Etiopía

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE GENERAL

1. Planteamiento general (pág. 2).
2. Riesgos más frecuentes en las obras de construcción (pág. 2).
3. Medidas preventivas de carácter general (pág. 3).
4. Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio (pág. 4).
 - 4.1 Movimiento de tierras, terraplenados. Excavación de pozos y zanjas (pág. 4).
 - 4.2 Relleno de tierras (pág. 5).
 - 4.3 Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra (pág. 5).
 - 4.4 Trabajos de manipulación del hormigón (pág. 5).
 - 4.5 Montaje de elementos metálicos (pág. 6).
 - 4.6 Montaje de prefabricados: Losa alveolar del Cuarto de Equipos (pág. 6).
 - 4.7 Albañilería (pág. 6).
 - 4.8 Pintura e impermeabilizados (pág. 6).
 - 4.9 Instalación eléctrica provisional de obra (pág. 7).
 - 4.10 Perforación del pozo, por el método de rotoperCUSión Odex (pág. 8).
 - 4.10.1 Operaciones de alojamiento de armadura en la perforación (pág. 9).
 - 4.10.2 Protección individual (pág. 9).
 - 4.10.3 Protecciones colectivas (pág. 9).
5. Disposiciones específicas de seguridad y salud, durante la ejecución de las obras (pág. 10).
6. Disposiciones mínimas de seguridad y salud, relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual (pág. 10).
 - 6.1. Introducción (pág. 10).
 - 6.2. Obligaciones generales del empresario (pág. 10).
 - 6.2.1. Protectores de cabeza (pág. 11).
 - 6.2.2. Protectores de manos y brazos (pág. 11).
 - 6.2.3. Protectores de pies y piernas (pág. 11).
 - 6.2.4. Protectores de cuerpo (pág. 11).

1. Planteamiento general

Previamente a la ocupación del área de la obra, se hará un detenido reconocimiento, con especial atención a la identificación de tendidos aéreos de electricidad, teléfono, o conducciones subterráneas de agua, gas, electricidad, teléfono, etc. que deberán ser desviados o neutralizados antes de comenzar los trabajos. Caso que no pueda procederse a su desvío o neutralización, se acotarán y señalizarán, tomándose las medidas complementarias que sean precisas, para evitar riesgos de accidentes por su interferencia con la ejecución de la obra.

Igualmente, se debe reconocer las condiciones de estabilidad de estructuras inmediatas a la obra: flujo de tráfico de vehículos y de peatones en su entorno y cualesquiera otras circunstancias, que deban ser tenidas en cuenta, para evitar riesgos de accidentes, tanto para los trabajadores, como para personas ajenas a la obra.

El primer concepto a considerar en el estudio de los riesgos de la obra y su prevención, es intentar conseguir una seguridad integrada en el propio proceso de ejecución de los trabajos a través de una conducta que se refleja en la actuación mediante unas normas preventivas básicas y el empleo de las medidas de protección colectiva y personal, teniendo siempre presente que los medios de protección colectiva son independientes del hombre a proteger, mientras que los de protección personal dependen del propio trabajador y son independientes del origen del peligro, por lo que siempre los medios de protección colectiva deben anteponerse a los de protección personal, dejando éstos únicamente para aquellos puntos en que no puedan llegar los colectivos.

2. Riesgos más frecuentes en las obras de construcción

Los *Oficios* más comunes en la obra en proyecto son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.

- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

3. Medidas preventivas de carácter general.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelco, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (herralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, material eléctrico, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Para el montaje del depósito, está previsto un andamio del tipo Plataforma elevadora de tijeras, diesel, 30 m de altura en horizontal y con carga de hasta 350 Kg de peso. En todo caso si por dificultades de localización de dicho equipo se optase por andamios de borriquetas, cumplirán estos las siguientes prescripciones:

- Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.
- Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo con las partes activas de las instalaciones eléctricas provisionales de obra, se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

4. Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio

4.1 Movimiento de tierras, terraplenados. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos. No es nuestro caso en este proyecto, pero lo dejamos a modo de recordatorio.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

4.2 Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

4.3 Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

4.4 Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

4.5 Montaje de elementos metálicos.

Las operaciones de montaje de las virolas del tanque de agua en altura, se realizarán desde plataforma de operación elevadora de tijeras, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El montador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería de dicha plataforma.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

4.6 Montaje de prefabricados: Losa alveolar del Cuarto de Equipos

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas), caso de no utilizarse la plataforma disesel de tijeras, en cuyo caso se adoptarán las medidas de seguridad indicadas anteriormente. En este caso, se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

4.7 Albañilería.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

4.8 Pintura e impermeabilizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

4.9 Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión

- normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

4.10 Perforación del pozo, por el método de rotopercusión Odex.

- El maquinista dirigirá al resto de compañeros en operaciones como: ejecución de trabajos en la guiadera y cabeza de rotación, verificación de la no existencia de herramientas y otros elementos al levantar la torre, etc....
- Alejar del equipo a toda persona ajena al trabajo o no útil para las maniobras.
- Asegúrese con el ayudante de que el área de movimiento del equipo está libre de obstáculos y personas (y limpia de material).
- Asegúrese de la coordinación de movimientos entre el maquinista y ayudantes.
- Asegurarse que la plataforma de trabajo tiene las dimensiones necesarias para el emplazamiento de la perforadora y que es estable y segura, si necesita calzar, debe ser estable y soportar el peso de la perforadora en una posición nivelada, la máquina debe trabajar siempre nivelada y si el terreno no es uniforme, debe conseguirse esta característica.
- No mover nunca la perforadora con la torre a medio subir. Moverla solo cuando la torre está levantada y bloqueada o bajada por completo.
- Asegurarse que las líneas hidráulicas, de aire y cables del cabestrante no llegan a engancharse durante la elevación y posicionamiento en el punto de perforación.
- Es responsabilidad del maquinista tener el equipo bajo control en todo momento y bajo ningún concepto debe abandonar los controles con la máquina en marcha.
- No alejarse nunca del puesto de mando si una o más partes de la máquina están en fase de trabajo: herramientas en movimiento, cargas suspendidas, bombas de fluidos de perforación funcionando, traslaciones, etc.
- Antes de comenzar las operaciones de perforación es necesario tener una información exacta del terreno por si existen conducciones.
- Durante las fases de perforación y limpieza del taladro mantener una cierta distancia de seguridad, para no ser alcanzado por posibles salpicaduras y fluidos de perforación.
- No lubricar, no limpiar y no ajustar órganos de la maquinaria en movimiento.
- No usar las manos para efectuar operaciones para las cuales existen herramientas adecuadas.
- No mover la perforadora con la tubería de perforación todavía en el taladro.
- Alejarse de los ejes de mando y tuberías mientras giran, al enredarse en los mismos se pueden producir graves lesiones e incluso la muerte. Los escudos de los ejes de mando deben estar en su lugar en todo momento mientras la máquina está en marcha.
- Usar ropa bien ajustada y asegurarse de que no se manipule ningún mecanismo del cuadro de control.
- Prohibir el guiado a mano de la tubería y útil de perforación en el comienzo de ataque de la perforación.
- Evitar el manejo de tubos de perforación con los dedos colocados en el extremo de cada tubo o varilla.
- Disponer de borriquetas para instalación de utillaje de perforación, lo más cerca posible del equipo.

- El operador debe estar siempre mirando el emboquillamiento de la perforación y cuidar que no corran ningún peligro sus ayudantes.
- Utilizar las mordazas y doble mordaza de freno adaptados para el enroscado y desenroscado de la sarta de perforación.
- Utilizar la llave fija acoplada solidariamente a un punto fijo en caso de desenroscado de varillas o tubos a mano.
- Extremar las precauciones para poner y retirar varillas y tubos de perforación, utilizar guantes adecuados y palancas en caso necesario, mantener la sarta de perforación libre de grasa o barro.
- No deben extraerse con el equipo elementos empotrados, ni realizar tiros sesgados que comprometan su equilibrio.
- Evitar el manejo de tuberías y/o elementos pesados por una sola persona, pedir ayuda.

4.10.1 Operaciones de alojamiento de armadura en la perforación

- Emplear collar de freno adecuado para apoyo de las maniobras.
- Emplear herramientas adecuadas para las diferentes maniobras de roscado.
- Evitar desorden en las maniobras, coordinando los movimientos y operaciones a realizar entre el jefe de equipo y operadores.
- Evitar el manejo de los tubos de camisa y rejilla, con los dedos colocados en los extremos de los mismos.
- El manejo de los tubos deberá realizarse entre varias personas.
- Vigilar constantemente el apriete correcto del collar del freno en las diferentes maniobras.
- Evitar, en la medida de lo posible, realizar maniobras de descenso de la sarta de tubería de forma manual. Aprovechar, si no existen medios de suspensión y maniobras auxiliares, el propio equipo de perforación en las operaciones de roscado y descenso de la sarta de tubería.
- Mantener el tajo limpio de lechadas y restos de materiales en evitación de tropiezos y resbalones.

4.10.2 Protección individual

- Casco homologado en todo momento, incluso para el maquinista cuando abandone la máquina.
- Botas de seguridad.
- Guantes de cuero, para el manejo de herramientas.
- Mono de trabajo y en su caso trajes de agua.
- Arnés de seguridad.
- Protectores auditivos
- Mascarilla antipolvo para posibles situaciones polvorientas.
- Gafas o pantalla facial transparente de protección antiproyecciones para determinados trabajos susceptible de proyección de partículas (reparaciones, mantenimiento).
- En caso de soldaduras por reparación de la máquina: pantalla facial o gafas de soldador, guantes de cuero para soldador.

4.10.3 Protecciones colectivas

- Las zonas de trabajo se mantendrán en la medidas de lo posible limpias y ordenadas, utilizándose si fuera necesario una pala cargadora para la retirada de detritus de las distintas fases.
- Plataformas de trabajo estables.
- Delimitación de pasos y desniveles.

- Utilización de puesta a tierra de la máquina en trabajos bajo línea eléctrica o proximidad a ella.
- Cinta de balizamiento donde se deba evitar el paso.
- Extintor.
- Gálbo limitador de altura por existencia de línea eléctrica aérea y señalización indicadora del riesgo (si a caso existiese y no se realizase desmantelamiento de la misma).
- Señalización.

5. Disposiciones específicas de seguridad y salud, durante la ejecución de las obras

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, tal es nuestro caso, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.

6. Disposiciones mínimas de seguridad y salud, relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.

6.1. Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo. Aunque trabajamos en un país diferente, Etiopía, caso de no observarse una normativa propia mejor, observaremos el cumplimiento de ésta.

Es por esto, que escudarse en un país con menos grado de desarrollo en estas cuestiones, no exime de responsabilidad a la ONG promotora de estas instalaciones, sino que a mi juicio las obliga aún más, por el simple hecho que el derecho a la vida, materializada en unas condiciones seguras y dignas de trabajo son derechos fundamentales inalienables para todo ser humano, que deben traspasar todas las fronteras. Por todo ello, fundamentaremos su aplicación.

Son las **normas de desarrollo reglamentario** basadas en esta Ley, las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

6.2. Obligaciones generales del empresario

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

6.2.1. Protectores de cabeza.

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

6.2.2. Protectores de manos y brazos

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

6.2.3. Protectores de pies y piernas

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

6.2.4. Protectores de cuerpo

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión