

ULL

Universidad
de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**Instalación eléctrica y sistema de agua caliente
sanitaria de un camping basados en energías
renovables**

❖ AUTOR: *ADRIÁN CABRERA HERNÁNDEZ*

❖ TUTOR: JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ GONZÁLEZ

ÍNDICE GENERAL:

❖ MEMORIA	3
❖ ANEXOS	
▪ Anexo I. Instalación alumbrado exterior	50
▪ Anexo II. Instalación de agua caliente sanitaria	100
▪ Anexo II. Instalación Suministros de agua	133
▪ Anexo IV. Dimensionado Planta fotovoltaica	178
▪ Anexo V. Instalación de baja tensión	211
❖ PLANOS	239
❖ PLIEGO DE CONDICIONES	252
❖ PRESUPUESTO	335
❖ ESTUDIO BÁSICO SEGURIDAD Y SALUD	349

ULL

Universidad
de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**Instalación eléctrica y sistema de agua caliente
sanitaria de un camping basados en energías
renovables**

❖ AUTOR: *ADRIÁN CABRERA HERNÁNDEZ*

MEMORIA

ÍNDICE:

0. Hoja de identificación.....	3
1. Abstract.....	4
2. Antecedentes.....	5
3. Objeto del proyecto.....	6
4. Alcance del proyecto.....	6
5. Normas y Referencia.....	7
6. Emplazamiento.....	11
7. Requisito de diseño.....	12
7.1. <i>Requisito del peticionario</i>	12
7.2. <i>Requisito de las plazas</i>	12
7.3 <i>Requisito de las infraestructuras</i>	13
7.4. <i>Requisito de las instalaciones</i>	14
8. Servicios del Camping.....	17
9. Análisis de soluciones.....	19
9.1. <i>Instalación de iluminación y alumbrado exterior</i>	19
9.2. <i>Instalación solar térmica de agua caliente sanitaria</i>	26
9.3. <i>Instalación de suministro de agua</i>	31
9.4 <i>Diseño planta fotovoltaica</i>	33
9.4.1. <i>Módulos fotovoltaicos</i>	33
9.4.2. <i>Inversor</i>	36
9.4.3. <i>Acumuladores e inversores de carga</i>	37
9.4.4. <i>Sunny remote control</i>	39
9.5. <i>Instalación de baja tensión</i>	40
10. Bibliografía.....	44

0. Hoja de Identificación.

PROYECTO

Título

Instalación eléctrica y sistema de agua caliente sanitaria de un camping basado en energías renovables.

Situación Geográfica

- **País:** España.
- **Provincia:** Las Palmas.
- **Localidad:** Puerto del Rosario.
- **Situación:** A 100m de la costa situada entre el aeropuerto de Fuerteventura y el polígono industrial del Matorral.
- **Coordenadas:** 28°25'30.2"N 13°51'32.5"W

PROYECTISTAS

Proyectista 1

- **Nombre:** Adrián Cabrera Hernández
- **DNI:** 78539168 X
- **Provincia:** Las Palmas.
- **Dirección:** c/Mojón, 19, Barrio Nuevo, El Matorral, Puerto del Rosario
- **Email:** adrianim_93@hotmail.com
- **Tif.:** 66351507

PROMOTOR

- **Nombre:** ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA.
- **Dirección:** AVDA. ASTROFISICO FRANCISCO SANCHEZ S/N 38206. LA LAGUNA
- **Localidad:** Santa Cruz de Tenerife
- **Tif.:** 922 31 35 02

1. Abstract.

This project is the design and implementation of the different facilities of a beach campsite by clean energy, such as: photovoltaic electrical installation, installation of solar thermal for use hot water, storage facility and water supply and installing lighting inside rooms and outdoor camping.

The campsite will be located in the capital of the island of Fuerteventura, this enjoys a good climate, ideal to invest in renewable energies currently in the summer months on the beach usually have an average of 20 caravans.

The campsite will have a maximum capacity of 28 permanent posts, of which different sizes and prices available. Each of these places will supply domestic cold water and electricity, plus 5 places will have an extra supply of hot water. express camping area is also enabled, for campers who want to spend a weekend in a tent and enjoy our services.

Within the enclosure will have different infrastructures for different services, such as community toilets with daily supply of hot water, room service and housekeeping where tools for maintaining camping are found, the office where the administration of the site will be monitored, and the storage room and control where will the water tanks, pumps and supply park.

The main source of energy will be supplied by a photovoltaic power plant with isolated regime, consisting of a park of photovoltaic panels and a small room where will the batteries. There will be a combustion auxiliary generator in case of failure.

The hot water, will originate due to consumption of solar thermal energy, acquired a thermal solar modules that feed the hot water tank.

In conclusion, this bet we try to give an alternative holiday to our island residents, beachfront, with services that generate comfort and well at a very reduced price and also being environmentally clean.

2. Antecedentes.

El crecimiento del turismo a nivel autonómico y nacional en las islas, la demanda de hospedajes aislados y paradisíacos, y los altos precios del sector hostelero, conllevan a que la estancia en camping sea una muy buena alternativa.

Fuerteventura cuenta con mucha población que en periodo de vacacional elige sus playas para pasar varios días con sus caravanas o tiendas de campaña. Actualmente la isla cuenta con varios espacios en los que está permitido tal fin, pero solo uno está provisto de los servicios con los que debería contar un camping.

El incremento de confort en la población desde hace muchos años ha sido notable. Los móviles y otros dispositivos electrónicos de comunicación e información, la radio o televisión para estar informados, electrodomésticos para mantener y preparar la comida, la higiene personal o simplemente la iluminación en horario nocturno son algunas de las necesidades para cumplir con el bienestar personal, esto implica la necesidad tanto de corriente eléctrica como de agua sanitaria. Por ello, un camping debe contar con las diferentes instalaciones.

Por otra parte, la generación de corriente eléctrica ha sido un proyecto que ha estado desarrollo, desde finales del siglo XIX, con las primeras iluminaciones eléctricas en las calles. Históricamente, las fuentes de energía han sido recursos fósiles como el carbón principalmente, evolucionando más tarde con el petróleo y sus derivados y seguidamente el uso de energías nucleares. Pero el consumo de estas fuentes, han provocado el agotamiento de los diferentes recursos y un notable incremento en la contaminación del medio en que vivimos.

Es por ello, por lo que en 1970 en plena crisis del petróleo, la sociedad empezó a tomar conciencia, y se buscaron alternativas, originándose el desarrollo de las energías renovables.

Hoy en día contamos con diferentes energías renovables como: la eólica, la biomasa, los diferentes tipos de energías hidráulicas y por supuesto la captación

de energía solar, objeto de este proyecto. Estas son fuentes que se presentan como inagotables y limpias con el medio ambiente.

3. Objeto del proyecto.

El objetivo de este proyecto consiste en el diseño de las instalaciones de un camping de playa, abastecido principalmente por energías renovables, situado en la costa del municipio de Puerto del Rosario, capital de Fuerteventura.

Este camping contará con 28 plazas de hospedaje para caravanas o módulos prefabricados móviles, a su vez, de las cuales tendremos distintas categorías respecto al confort que requiera el cliente. También se dispondrá de una zona denominada “camping exprés” que irá destinada para los clientes que quieran venir de acampada con tiendas de campaña de tamaño pequeño mediano en cortos periodos de tiempo, a estos clientes se les asignará una cuota mínima que les permitirá el uso del aseo comunitario.

Como ya he pronunciado el camping dispondrá de un aseo comunitario para señoras y otro para caballeros, donde cada uno contará con 6 duchas, 5 inodoros y 5 lavamanos, con accesibilidad a personas minusválidas.

4. Alcance del proyecto.

Las instalaciones necesarias que requiere el camping de playa a estudiar, pueden ser múltiples, en nuestro caso, se proyectaran las siguientes instalaciones:

- Instalación de iluminación y alumbrado exterior.
- Instalación de agua caliente sanitaria.
- Instalación de suministro de agua.
- Diseño de la planta fotovoltaica.
- Instalación de baja tensión.

El presente proyecto constará de los siguientes documentos:

1. Índice General
2. Memoria
3. Anexos.
 1. Planos.
 2. Pliego de Condiciones.
 3. Presupuesto.
 4. Estudios de seguridad y salud básica.

Este proyecto, aunque cumple con una exigencia descrita en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, para realizar un estudio de seguridad y salud con entidad propia, como es el límite presupuestario, no contará con un dicho estudio, pero si con un estudio de seguridad y salud básico, con el objetivo de reflejar dichos conocimientos en el presente ejercicio académico.

5. Normas y Referencias.

La reglamentación de los distintos documentos de este proyecto, se ha subordinado a las siguientes disposiciones y normas que le son de aplicación en materia específica:

5.1. Instalación de iluminación y alumbrado exterior.

- Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, y publicado en B.O.E. nº 74 de fecha 28 de marzo de 2006. En especial, los Documentos Básicos HE3: Eficiencia Energética de las instalaciones de Iluminación y SU4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, y publicado en el B.O.E. nº 224 de fecha 18 de septiembre de 2002.

- Normas UNE de referencia listadas en la Instrucción ITC-BT-02 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- BOC 81 del 27 de abril de 2010:ORDEN de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

5.2. Instalación de agua caliente sanitaria.

- Real Decreto 1751/1998 de 31 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios.
- Real Decreto 1244/1979 de 4 de abril por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión RAP.
- Modificado por el Real Decreto 507/1982 de 15 de enero de 1982 por el que se modifica el Reglamento de Aparatos a Presión aprobado por el RD 1244/1979 de 4 de abril de 1979 y por el Real Decreto 1504/1990 por el que se modifican determinados artículos del RAP.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para prevención y control de la legionelosis.
- UNE-EN 12975:2001 “Sistemas solares térmicos y componentes— Captadores”.
- UNE-EN 12976:2001 “Sistemas solares térmicos y componentes— Sistemas solares prefabricados”.
- UNE-EN 12977:2002 “Sistemas solares térmicos y componentes— Sistemas solares a medida”.
- UNE EN 806:2001 “Especificaciones para instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de edificios”.

- UNE EN 1717:2001 “Protección contra la contaminación del agua potable en las instalaciones de aguas y requisitos generales de los dispositivos para evitar la contaminación por reflujo”.
- UNE-EN 94 002: 2004 “Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: Cálculo de la demanda de energía térmica”.

5.3. Instalación suministro de agua.

- DECRETO 134/2011, de 17 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan las instalaciones interiores de suministro de agua y de evacuación de aguas en los edificios.
- UNE EN 545:2002 “Tubos, racores y accesorios en fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo”.
- UNE EN 806:2001 “Especificaciones para instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de los edificios.
- UNE EN 1 057:1996 “Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción”.
- UNE EN 1 254:1999 “Cobre y aleaciones de cobre”
- UNE EN 1 452:2000 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC – U).”
- UNE EN ISO 3 822:1997 “Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua.”
- UNE EN ISO 12 241:1999 “Aislamiento térmico para equipos de edificación e instalaciones industriales. Método de cálculo”.

5.4. Diseño planta fotovoltaica.

IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía).

- Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Aisladas de Red (última revisión data de Febrero de 2009).

Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento Eléctrico de Baja Tensión del 2003.

- ITC-BT-06. Redes Aéreas para Distribución en Baja Tensión.
- ITC-BT-18. Instalaciones de puesta a tierra.
- ITC-BT-21. Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.
- ITC-BT-22. Protecciones. Protección contra sobreintensidades.
- ITC-BT-23. Protección de instalaciones interiores. Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT-24. Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos.
- ITC-BT-40. Instalaciones generadoras de Baja Tensión.

5.5. Instalación de baja tensión.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, y publicado en el B.O.E. nº 224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- UNE 20460-5-523: Intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables.
- UNE 20434: Sistema de designación de cables.
- UNE-EN 60898-1: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades.
- UNE-EN 60947-2: Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.
- UNE-EN 60269-1: Fusibles de baja tensión.
- UNE-HD 60364-4-43: Protección para garantizar la seguridad.

6. Emplazamiento.

El camping estará situado en la provincia de Las Palmas, Municipio Puerto del Rosario, más concretamente a 100 metros de la costa entre el aeropuerto de Fuerteventura y el polígono industrial El Matorral.



Figura I. Distribución de parcelas de la playa de las Caletillas.

Se trata de la parcela 147 de la Figura 1 y cuenta con las siguientes características:

Datos del Bien Inmueble			
Referencia catastral	35018A008001470000UW  		
Localización	Polígono 8 Parcela 147 EL MATORRAL. PUERTO ROSARIO (LAS PALMAS)		
Clase	Rústico		
Coefficiente de participación	100,000000 %		
Uso	Agrario		
Datos de la Finca en la que se integra el Bien Inmueble			
	Localización	Polígono 8 Parcela 147 EL MATORRAL. PUERTO ROSARIO (LAS PALMAS)	
	Superficie gráfica parcela	11.837 m ²	
Cultivos			
Subparcelas	Clase de Cultivo	Intensidad Productiva	Superficie (ha)
0	E- Pastos	03	1,1837

Figura II. Datos de la parcela

Como vemos la parcela completa cuenta con una superficie de 11837m² de la cual solo se utilizará 8878.88m². Presenta una clase de suelo rústico de uso agrario.

Posteriormente en la sección de planos del proyecto podemos visualizar mejor su ubicación exacta.

7. Requisitos de diseño.

El diseño del camping estará condicionado de acuerdo con la normativa vigente, la legislación municipal de Puerto del Rosario y de acuerdo con los requisitos del peticionario.

7.1. Requisitos del peticionario.

Para que el edificio satisfaga el tipo de actividad que en él se desarrollará, éste contará con un mínimo de 28 plazas fijas, debido a que en estos últimos años la media de caravana en esta playa ha estado entre 15 y 20 caravanas.

Se establecerán diferentes tipos de plazas, con diferentes tarifas de hospedaje, dependiendo del tamaño, de los servicios con los que cuenta y de la distancia de las plazas a línea de mar.

El camping debe contar con un aseo comunitario, tanto para señoras como para caballeros, el cual dispondrá de duchas e inodoros, y tendrá acceso para personas discapacitadas.

Por último y más importante, el camping debe estar alimentado por energías limpias, haciendo uso de energías renovables, tales como la energía fotovoltaica, a su vez, también la energía térmica utilizada para calentar el agua caliente sanitaria debe ser captada con calentadores térmicos solares.

7.2. Requisito de las plazas.

Una vez conocido los siguiente requisitos, en primer lugar se ha seleccionado el lugar exacto del camping, expropiando así gran parte de la parcela 147 situada en el municipio de Puerto del Rosario.

El camping contará con 28 plazas exactas, distribuidas en tres líneas, para larga estancia, estas plazas contarán con diferentes privilegios según la necesidad y confort que requiera cada campista.

También tendrá una zona habilitada, con una superficie lisa y su área vallada, pensando en los campistas que vienen a pasar un fin de semana, con su pequeña tienda de campaña. Este tipo de clientes tendrán derecho al uso del aseo comunitario pagando una cuota mínima. Esta zona se le denominará “zona de Camping Express”.

Las plazas del camping tendrán las siguientes categorías:

La primera fila de plazas se compone de 5 plazas Vip, estas son las plazas de más categoría, en cuanto a cercanía, vistas, tamaño y servicios, son las únicas que disponen de instalación agua caliente, además su tamaño es de 10 m de ancho por 12 m de largo. En el lado derecho de la primera fila tenemos otras 7 plazas, estas cuentan con similares privilegios que las otras, en cambio, carece de instalación de agua caliente, contando solo con la instalación de agua fría.

La segunda fila se compone de dos partes con 4 plazas cada una, en estas plazas el tamaño sigue siendo el mismo, 10 x 12m, cuentan con instalación de agua fría sanitaria, y toma de corriente eléctrica.

Finalmente tenemos la tercera fila, en la que tenemos 8 plazas, de tamaño un poco más reducido al resto, con 7m de ancho y 10 m de largo, estas cuentan con suministro de agua fría sanitaria y toma de corriente.

7.3. Requisitos de las infraestructuras.

En primer lugar, se debe tener en cuenta que las infraestructuras no son objeto de este proyecto.

Como infraestructuras refiriéndonos a zonas con techo y cerramientos tenemos varias en el camping. Estas infraestructuras deben ser de módulos prefabricados, es decir con cerramientos de paneles sándwich o paneles de madera, este requisito es impuesto por la legislación municipal, ya que este suelo está catalogado como suelo rústico.

Una de las infraestructuras son los módulos de los aseos separados por una pared la cual se encarga de dividir el aseo de señoras con el de caballeros. También tenemos la sección de módulos de gestión del camping, este conjunto de módulos se divide en tres partes, la oficina, la sala de almacenamiento y control del camping, y finalmente la sala de mantenimiento. La otra infraestructura que tenemos un poco más aislada es la sala de baterías e inversores fotovoltaicos, situada al lado de la planta fotovoltaica.

7.4. Requisitos de las instalaciones.

Instalaciones de agua sanitaria

Para la instalación de agua caliente sanitaria se deberá reforzar el techo de los módulos de la zona de gestión del camping, instalando pilares y vigas de aceros adicionales, para así puedan sostener los captadores solares.

Los captadores solares irán conectado a los diferentes acumuladores, que estarán en la sala de almacenamiento y control, recibiendo agua fría del depósito y generando agua caliente y vertiéndola en el acumulador de agua caliente sanitaria.

El suministro tanto de agua caliente sanitaria como de agua fría, es realizado por un parque de bombas, situadas en la sala de almacenamiento y control, y encargadas de llevar el agua a una cierta presión a las diferentes acometidas del camping.

Instalaciones de corriente eléctrica

Por otro lado tenemos la instalación de la corriente eléctrica, esta es generada por la planta fotovoltaica que estará situada en la parte oeste del camping a 20 metros de la tercera línea de plazas.

La primera decisión que se tuvo que tomar fue diseñar la instalación fotovoltaica de modo que ésta se encontrase conectada con la red eléctrica en lugar de ser aislada, de este modo, existen dos tipos de instalaciones conectadas a red de acuerdo con la ITC-BT-40: interconectada y asistida por red, presentando cada una de ellas sus ventajas e inconvenientes, enumerados a continuación.

Instalaciones Interconectadas a red.

Ventajas:

1. No precisan de acumulación (baterías), lo cual abarata el coste.
2. Se rentabilizan en menor tiempo que las asistidas por red.
3. No necesitan gran dimensionamiento al depender de la red eléctrica.

Inconvenientes:

1. Siempre hay dependencia de la red al actuar en paralelo con la energía proporcionada por la instalación fotovoltaica.
2. Si la red eléctrica sufre un corte de tensión, esto también lo sufrirá la instalación solar. Requiere de una solicitud de punto de conexión con la red eléctrica, que hay que presentar a la Compañía Distribuidora mediante una Memoria técnica.
3. En este tipo de instalaciones existe un desfase entre la producción y el consumo de energía ya que su configuración no permite adaptarse a las situaciones en las cuales se demanda energía para consumo.

Instalaciones asistidas por red.

Ventajas:

1. Existe una menor dependencia de la red eléctrica.
2. Puede funcionar como instalación aislada siempre y cuando se cubra la demanda con instalación fotovoltaica.
3. A diferencia de las interconectadas, solamente es necesario comunicar el punto de conexión a la compañía distribuidora.

4. No existe desfase entre producción y consumo ya que su configuración permite adaptarse a las demandas al apoyarse en el sistema de acumulación mediante baterías para abastecer energía eléctrica.

Inconvenientes:

1. Aumento del coste al requerir acumulación por baterías.
2. Precisan de mayor tiempo para ser rentables en comparación con las interconectadas.

Si nos regimos a términos de económicos la instalación interconectada red resultaría más rentables, debido a que nuestra planta tendrá capacidad para abastecer notablemente al camping durante todo el año, además que el lugar presenta unas condiciones geográficas y climatológicas idóneas para dicha generación, con lo cual no necesitaríamos las baterías ni los inversores. En cambio, si nos regimos por ventajas técnicas, debemos decantarnos por la instalación asistida por red. Tratando de resolver dicha duda, se ha investigado en la legislación vigente, y aunque las ventajas de la instalación asistida son mejores, las desventajas aumentan un punto más al conocer artículo 9 de la Ley del Sector Eléctrico, que en su punto tercero dice lo siguiente:

“Todos los consumidores sujetos a cualquier modalidad de autoconsumo tendrán la obligación de contribuir a los costes y servicios del sistema por la energía autoconsumida, cuando la instalación de generación o de consumo esté conectada total o parcialmente al sistema eléctrico. Para ello estarán obligados a pagar los mismos peajes de acceso a las redes, cargos asociados a los costes del sistema y costes para la provisión de los servicios de respaldo del sistema que correspondan a un consumidor NO sujeto a ninguna de las modalidades de autoconsumo descritas en el apartado anterior”.

Con lo cual el coste de la asistida no solo será mayor por las baterías sino que además se debe pagar un peaje a la red eléctrica, aunque no se consuma energía.

Investigando más alternativas se ha llegado a la solución de realizar una instalación aislada, y auxiliada por un grupo electrógeno. Con este tipo de

instalación no evitaremos por completo la dependencia de la red eléctrica, además se ha analizado que sale más rentable a corto tiempo, el alquiler de dicho grupo, a empresas que disponen de estos para dicho fin, en los meses de más demanda del camping, y en los periodos de mantenimiento predictivo y correctivo de este.

Para el consumo de corriente en cada plaza se ha impuesto una nueva y original alternativa al contador de corriente, con la implantación de dispensadores de corriente, con este dispensador no solo el cliente puede contabilizar la energía consumida sino que puede administrar su consumo de energía conectándose al consumo cuando le sea necesario.

El modelo de dispensador a implar es el Dispenser del fabricante Circutor. Este permite al usuario la gestión inteligente de la energía disponible en redes cuya generación es limitada o pulsante tales como las realizadas con fuentes de energías renovables. Incluye un interruptor general que actúa como control de máxima potencia además de un relé auxiliar que puede ser utilizado para la conexión o desconexión de consumos no esenciales. Con este modelo podemos ofrecer conexiones a red de prepago es decir el cliente paga por cada vatio-hora consumido, mediante una tarjeta inalámbrica que recargaría en la oficina y tan solo pasando la tarjeta por el lector del dispensador ya estaría conectado.



Figura III. Dispensador de corriente Dispenser-Circutor.

8. Servicios del camping.

El camping contará con varios servicios ya mencionados, de los cuales detallaremos sus características y funciones.

Aseos comunitarios

Los aseos comunitarios tanto de señoras como de caballeros son equivalentes, ambos cuentan con los mismos servicios, excepto, que el baño de caballeros cuenta con 4 urinarios y el baño de señoras cuenta con un inodoro más.

Cada aseo tiene 5 duchas independientes con 5 vestuarios, tiene una sexta ducha un poco más grande y con vestuario incluido destinada para personas con discapacidad. Cuentan también con 5 lavamanos, con suministro de agua, y 4 inodoros para el caso de los caballeros y 5 para las señoras (Figura II).



Figura IV. Aseo comunitario.

Plazas del camping

Cada plaza del camping contará con una caja de contadores, con juntas que garanticen la impermeabilidad, para la acometida de electricidad, como un consumo máximo por plaza de 1.485 Kw.

Situado justo debajo de este tendrá otro cuadro de contadores impermeable con una toma de agua que garantizará un consumo máximo de caudal de 0.6 l/s, y una presión media de 150 KPa.

Además las plazas Vip, dispondrán de toma de agua caliente sanitaria con un caudal de servicio de 0.35l/s y una presión meda de 150 KPa.

Oficina

En la oficina se harán todos los cargos administrativos del camping, además se guardará todos los documentos administrativos, manuales técnicos y certificados y permisos legales.

Sala de mantenimiento.

Dicha sala irá destinada para el almacenaje de herramientas y útiles para el uso de mantenimiento, además dispone de un banco de trabajo para cualquier trabajo manual sencillo y concreto. También tendrá un uso de almacén de limpieza, donde irán ubicados los productos y útiles necesarios para limpiar la zona de los baños y oficina.

Sala de almacenamiento y control.

En esta sala de almacenamiento, como su propio nombre indica irán los tanques de agua caliente y agua fría, además del parque de bombas encargado de suministrar el agua a todas las acometidas del camping y la bomba de circulación de agua de trabajo. En esta sala completamente aislada de las bombas también ira el cuadro general eléctrico del camping.

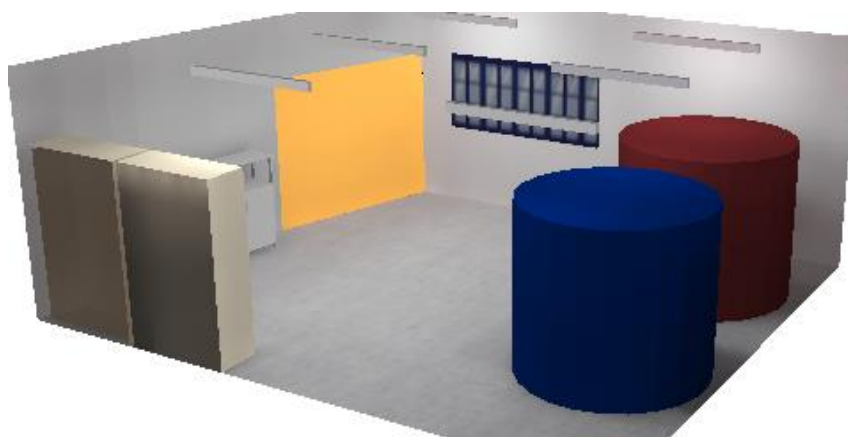


Figura V. Sala de almacenamiento y control.

9. Análisis de soluciones.

A continuación, se describirán las condiciones de las instalaciones necesarias, que garanticen el cumplimiento de la legislación vigente en cada caso.

9.1. Instalación de iluminación y alumbrado exterior.

El objeto de dicha instalación es conseguir una iluminación correcta y eficaz, en cada recinto o zona según su actividad a desarrollar, que garantice el confort humano, basándose en el cumplimiento del Código técnico de la edificación, Documento Básico HE3, y Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación.

9.1.1. Iluminación interior.

Independientemente, la iluminación interior tiene como objetivo iluminar las salas comunes y de gestión y control del camping, así como: los aseos comunitarios, la oficina, la sala de almacenamiento y control, y la sala de mantenimiento.

Aseo comunitario

La instalación de iluminación de los aseos comunitarios de señoras y caballeros es igual, debido a que tanto el tamaño en conjunto, como los accesorios de los aseos presentan similares medidas y localizaciones, respectivamente.

Cada aseo cuenta con una superficie de 58 m^2 , y están compuestas por 5 duchas, 5 vestuarios, un conjunto ducha vestuario para minusválido, una cabina WC para minusválido, en el caso de las señoras 4 cabinas WC más, en cambio en el de caballeros tiene 3 cabinas y 4 urinarios de pared.

Para garantizar lo establecido por la norma UNE 12464.1, se ha optado por utilizar 8 luminarias empotradas a techo, del fabricante Philips, más concretamente el modelo *RC165V W30L120 1XLED34S/830 PSD*.

El conjunto de luminarias presenta la ubicación que se muestra en la figura V:

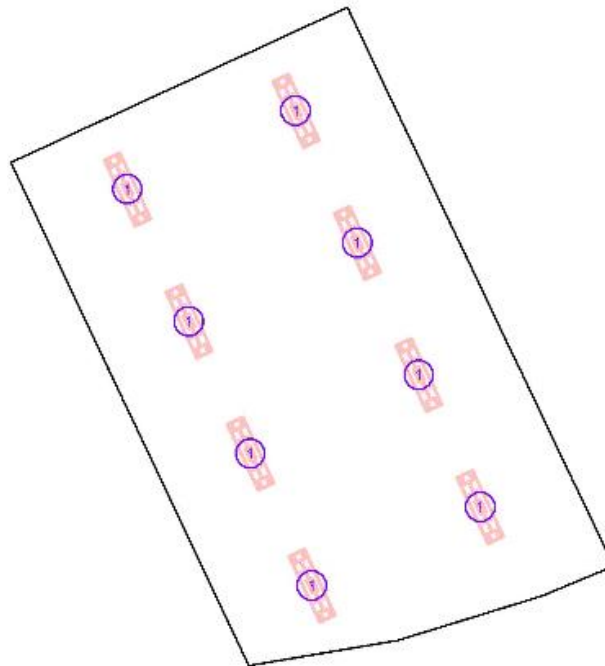


Figura VI. Ubicación luminarias (realizado en Dialux 4.12).

Con estas soluciones por la que se ha optado, hemos conseguido unos resultados luminotécnicos que están dentro del rango establecido por la norma. Con una luminancia media en el plano de estudio de 272 lúmenes y un valor de eficiencia energética de $2.08 \frac{W}{m^2}$ por cada 100 lux, con tan solo un consumo de 328 vatios.

Oficina

La oficina cuenta con una superficie de $22m^2$ y una altura de 2.8m. Esta está compuesta por una mesa de atención al cliente, unos muebles pegados a la pared, y una pequeña sala de espera con una disposición de un banco de tres sillas.

Para cumplir con lo establecido en la norma UNE 12464.1, en lo referente al apartado tabla de oficinas, se debe tener principalmente una iluminancia media de 500 lúmenes y un valor de eficiencia energética menor de 3.

Con el fin de cumplir dicho objetivo se han instalado 6 luminarias empotradas a techo, del fabricante Philips, más concretamente el modelo *RC165V W30L 120 1XLED34S/830 PSD*. Con la siguiente distribución que se muestra en la figura VI:

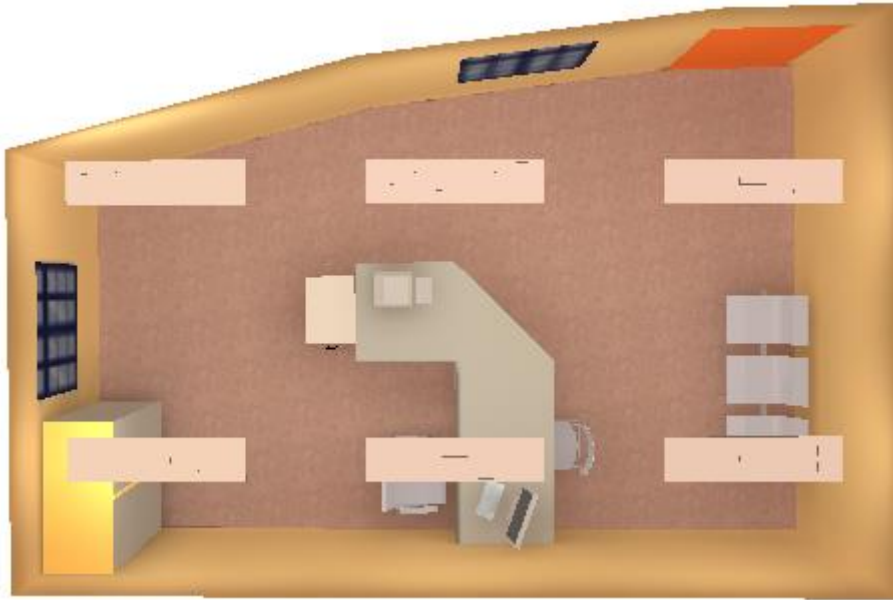


Figura VII. Ubicación luminarias (realizado en Dialux 4.12).

Finalmente, tenemos como resultados luminotécnicos, una luminancia media sobre el plano útil de 530 lúmenes, y un valor de eficiencia energética de $2.12 \frac{W}{m^2}$ por cada 100 lux, y con tan solo un consumo de 246 vatios.

Sala de mantenimiento.

La sala de mantenimiento, siendo el menor de los locales, cuenta con una superficie de 18 m², y una altura de 2.8 m.

Esta sala para cumplir con lo establecido en la norma UNE 12464.1, requiere una iluminancia media de 200 lúmenes y un valor de eficiencia energética menor de 4.

Con el fin de cumplir dicho objetivo se han instalado 2 luminarias empotradas a techo, del fabricante Philips, más concretamente el modelo *RC165V W30L 120 1XLED34S/830 PSD*, que consiguen que la iluminancia media sea 221 lux,

además de una eficiencia energética de $2.06 \frac{W}{m^2}$ por cada 100 lux, con un consumo de 82 vatios.

Sala de almacenamiento y control.

La sala de almacenamiento y control, cuenta con una superficie de $40 m^2$ y una altura de 2.8 m, siendo la superficie interior mayor a iluminar en el camping.

Dado que en dicha sala, según la clasificación de la norma UNE 12464.1, se realizan dos funciones diferentes, debemos regirnos por la situación o situaciones que incluyan los parámetros más desfavorables. En este caso los factores más desfavorables establecidos por la norma son iluminancia media no menor a 200 lux, un índice de deslumbramiento unificado menor de 22 y un rendimiento cromático mayor de 80%.

Con el fin de cumplir dicho objetivo se han instalado 6 luminarias empotradas a techo, del fabricante Philips, más concretamente el modelo *TMX204-DR58W HFP*. Con la distribución que se muestra en la figura VII:

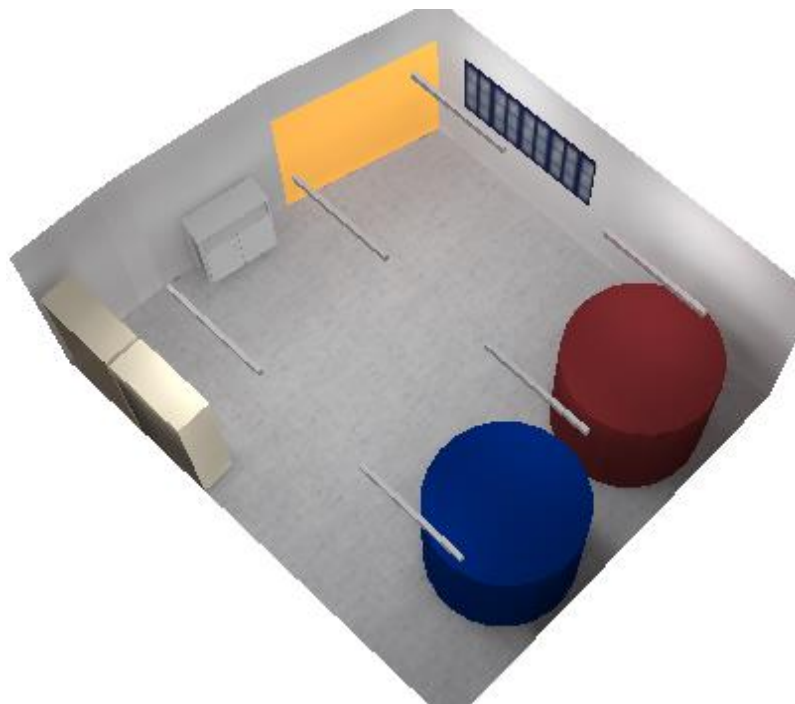


Figura VIII. Ubicación luminarias (realizado en Dialux 4.12).

Finalmente, tenemos como resultados luminotécnicos, una luminancia media sobre el plano útil de 379 lúmenes, un índice de deslumbramiento máximo de

20, un valor de eficiencia energética de $2.18 \frac{W}{m^2}$ por cada 100 lux, y con un consumo de 330 vatios.

9.1.2. Alumbrado exterior.

La ubicación de las luminarias exteriores se ha realizado, contando con un requisito fundamental, además de la normativa aplicada, el cual consiste en ubicar las luminarias, en las zonas de las plazas, coincidiendo con la linde de dos plazas contiguas.

Para simplificar el dimensionado del alumbrado del camping, este se ha dividido por zonas o calzadas.

Calzada V

La calzada V, es la calzada que da acceso a las plazas más privilegiadas del camping con vistas a la playa.

Para satisfacer las necesidades lumínicas establecidas por las normas de la serie UNE-EN 13201 "Iluminación de Carreteras", se ha optado por una disposición Bilateral de las luminarias, utilizando una luminaria del fabricante Philips, más concretamente el modelo *BGP6211*ECO60/830*.



Figura IX. Luminaria Philips BGP6211

Por lo que para la iluminación correcta de la calzada se han instalado 14 de estas luminarias, con una altura de 4m y un consumo total de 924W. En cuanto a la ubicación, se ha optado por una separación lateral de 20m, cumpliendo con la disposición bilateral, consiguiendo cada luminaria la ubicación de la siguiente figura IX:



Figura X. Plano calzada V1- V2 (realizado en AutoCAD).

Calzada U

La calzada U, es la que separa la segunda fila y la tercera fila de plazas, con una ancho de calzada de 7 m.

Con el fin satisfacer las necesidades lumínicas, establecidas por las normas de la serie UNE-EN 13201 “Iluminación de Carreteras”, se han instalado 9 luminarias de la marca Philips, más concretamente el modelo *BGP6211*ECO60/830*, cuya potencia total asciende a 450 vatios.

En cuanto a la ubicación exacta de las luminarias, se ha optado por una separación lateral de 20m, una altura de 4m, por lo que cumpliendo con la disposición bilateral, la ubicación de cada luminaria nos queda de la siguiente manera, ilustrada en la figura XI:



Figura XI. Plano Calzada U (realizado en AutoCAD).

Plazas aisladas

Con el fin del simplificado del dimensionado de lumínico, hemos tenido que separa varias plazas, que no estaban dentro del cálculo simétrico de la calzada, estas se trata de una plaza en el extremo derecho de la primera fila y otras dos plazas en el extremo izquierdo de la segunda fila de plazas.

Con el fin satisfacer las necesidades lumínicas de la plaza de la primera fila, se han instalado 2 luminarias de la marca Philips, más concretamente el modelo *BGP6211*ECO60/830*, cuya potencia total asciende a 100 vatios.

En cuanto a la ubicación exacta de las luminarias, se ha optado por una separación lateral de 10m, una altura de 4m, por lo que nos queda de la siguiente manera, como se muestra en la figura XII:

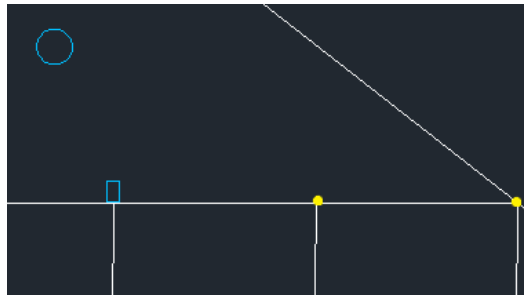


Figura XII. Plano iluminación plazas aisladas primera fila (realizado en AutoCAD).

En cambio, para las plazas de la segunda fila, se han instalado 3 luminarias de la marca Philips, más concretamente el modelo *BGP6211*ECO60/830*, cuya potencia total asciende a 150 vatios.

En cuanto a la ubicación exacta de las luminarias, se ha optado por una separación lateral de 10m, una altura de 4m, por lo que nos queda de la siguiente manera como se muestra en la figura XIII:

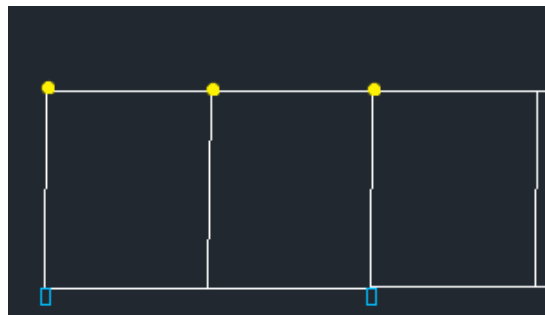


Figura XIII. Plano iluminación plazas aisladas segunda fila (realizado en AutoCAD).

Cruce

El cruce entre la calzada U y la calzada V que atraviesa delante de los aseos y oficina, ira iluminado con dos luminarias instaladas en un mismo mástil que estará en el centro del cruce.

Con el fin satisfacer las necesidades lumínicas, establecidas por las normas de la serie UNE-EN 13201 “Iluminación de Carreteras”, se han instalado 2 luminarias de la marca Philips, más concretamente el modelo *BGP6211*ECO60/830*, cuya potencia total asciende a 132 vatios.

En cuanto a la ubicación exacta de las luminarias, estarán a una altura de 6m, y ubicadas donde marca el siguiente plano(Figura XIV):

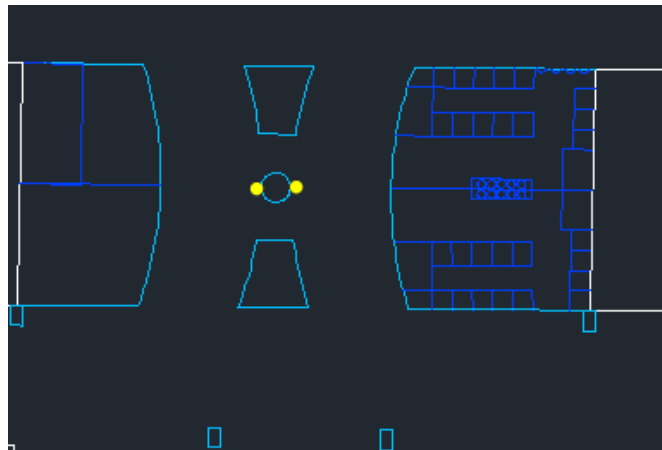


Figura XIV. Plano iluminación cruce(realizado en AutoCAD).

9.2. Instalación solar térmica de agua caliente sanitaria.

El objetivo de este capítulo es dotar al camping de una instalación solar térmica con un diseño que pueda satisfacer las necesidades de los usuarios cumpliendo con la aportación mínima de agua caliente sanitaria establecida en el Código Técnico de la Edificación.

Para realizar el dimensionado de nuestro circuito, se ha determinado un número mínimo de captadores solares necesarios para cubrir la demanda energética.

La instalación, unido mediante tuberías de cobre, consta de una bomba de circulación que será la encargada de impulsar el fluido de trabajo por el campo de captadores para posteriormente pasar por un intercambiador de calor, en este caso situado dentro del acumulador, lo que permitirá calentar de agua. También dispondrá de sistema de acumulación, un sistema de apoyo auxiliar, vaso de expansión, purgadores de aire, un sistema de control y la valvulería necesaria para el correcto funcionamiento de nuestro circuito (Figura XV).

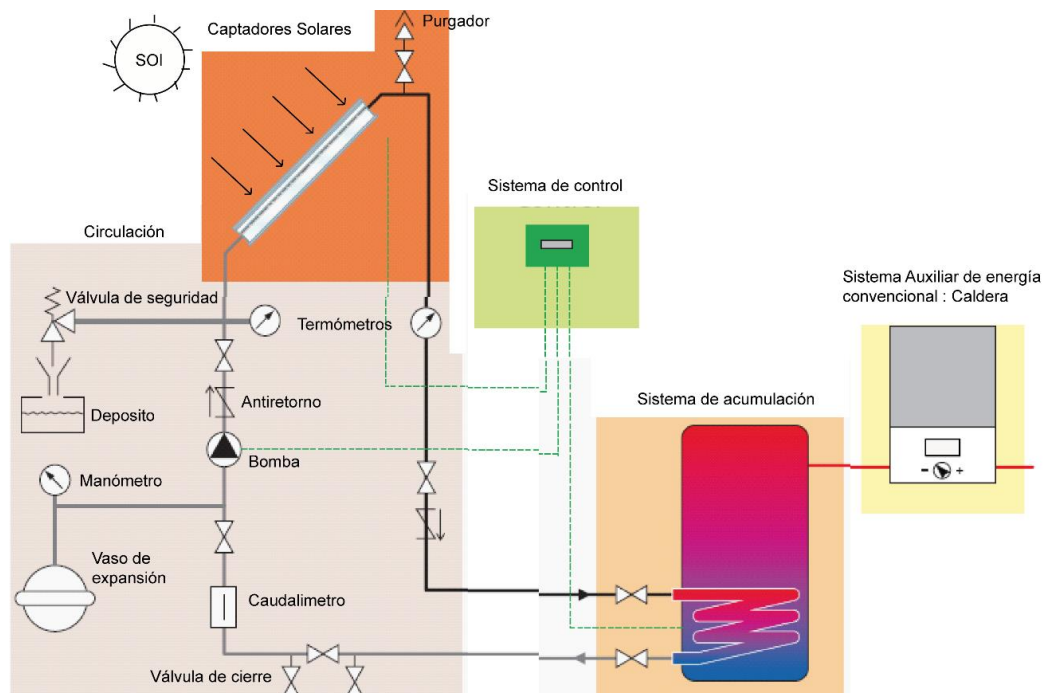


Figura XV. Esquema Instalación solar térmica.

9.2.1. Condiciones generales.

Las instalaciones se realizarán con un circuito primario y un circuito secundario independientes, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación.

La instalación propuesta en el presente proyecto, cuenta con más de 10 m² de captación correspondiente a un solo circuito, por lo que dicha instalación será de circulación forzada.

El DB-HE4 establece que “en instalaciones superiores a 50 m² se montarán dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario. En este caso se preverá el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática”. En nuestro caso, solo tenemos una superficie de captación de 30 m², pero debido a la distancia y a la

diferencia de cota entre el sistema de intercambio de calor en el acumulador y los módulos térmicos se instalarán dos bombas en paralelo, dejando una en reserva e intercambiándose automáticamente una media de dos o tres veces al día. Con ello no solo evitaremos sobrecalentamientos, sino también aumentaremos la vida útil del grupo de bombeo para efectuar al circulación del circuito primario.

No se admitirán componentes de acero galvanizado, ya que el CTE prohíbe su utilización si la instalación debe permitir que el agua alcance una temperatura de 60°C, como es el caso que se estudia.

En lo relativo a la protección contra descargas eléctricas, la instalación debe cumplir con lo fijado en la reglamentación vigente y en las normas específicas que la regulen, cuyo alcance no es objeto de estudio de nuestro proyecto.

9.2.2. Fluido de trabajo.

El fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los captadores, en este caso, puede utilizarse como fluido en el circuito primario agua de la red, agua desmineralizada o agua con aditivos.

En el presente proyecto, el fluido calor portador que se usará será el agua de red sin anticongelantes, pues la temperatura en el término municipal de Puerto del Rosario en ningún mes baja de 5°C.

9.2.3. Componentes de la instalación.

Los sistemas que conforman la instalación solar térmica para agua caliente en el presente proyecto son los siguientes:

- Sistema de captación
- Sistema de acumulación
- Sistema de intercambio
- Equipo de energía convencional auxiliar
- Circuito hidráulico
- Sistema de regulación y control

Se adjuntarán las especificaciones técnicas de cada modelo utilizado en el presente proyecto, destacando en el presente documento las características principales de cada uno de ellos.

Sistema de Captación.

Formado por captadores solares, es el encargado de transformar la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que circula por ellos.

En el Camping, se instalarán captadores solares de tubo de vacío, que presentan mejor captación de la energía solar para los diferentes ángulos de incidencia del sol que los colectores planos, los cuales tendrán incorporada tecnología heat pipe, la cual consiste en un tubo, generalmente de cobre de alta pureza, sellado al vacío, que contiene una pequeña cantidad de líquido volátil. El absorbedor transmite calor al tubo de calor, de este modo el líquido se evapora y el vapor asciende hacia la parte alta y fría del tubo, donde se condensa y cede su calor latente, cayendo por gravedad a la parte inferior del tubo.



Figura XVI. Colector solar Térmico Vitosol.

En este proyecto se instalarán un de total de 10 colectores de tubo vacío Vitosol 200T, de 3.26 m^2 , completando así la superficie de absorción de 32.6 m^2 , para poder cumplir con la aportación mínima establecida en el CTE. Este colector presenta las siguientes características:

Tabla 1. Características del colector Vitosol 200T

Superficie de absorción (m²)	3.26
Número de tubos	30
Superficie de apertura (m²)	3.49
Distancia entre colectores (mm)	44
Dimensiones:	
Ancho(mm)	2260
Largo(mm)	2390
Rendimiento óptico (%)	73
Coefficiente de pérdida de calor K1 W/(m²·K)	1.21
Coefficiente de pérdida de calor K2 W/(m²·K)	0.0075
Volumen del fluido (L)	0.92
Presión de trabajo (bar)	6

Sistema de acumulación e intercambiador de calor.

El sistema de acumulación está constituido por un depósito que almacena el agua caliente hasta que se precisa su uso. Se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

En el camping para cubrir la demanda de las 5 plazas, más la demanda del resto de clientes en las duchas comunitarias

Por lo que se instalará un acumulador comercial Lapesa de 2000 litros, vertical, exclusivo para el almacenamiento de agua para uso sanitario, más concretamente será el modelo vertical MXV 2000 SSB, con intercambiador de calor. Fabricado en acero inoxidable, decapado químicamente y pasivado después de ensamblar, este modelo en concreto tiene una superficie de intercambio del conjunto de serpentines aumentada para un mejor aprovechamiento de la energía procedente de los paneles solares.

Tabla 2. Características técnicas del acumulador.

Características técnicas /Conexiones /Dimensiones		MXV1500 SB/ SSB
Capacidad de A.C.S	l	1500
Temperatura máx. * depósito de A.C.S	°C	90
Presión máx. depósito de A.C.S. (*)	bar	8
Temperatura máx. circuito de calentamiento (**)	°C	120
Presión máx. circuito de calentamiento	bar	25
Número de serpentines -SB / -SSB	und	2 / 3
Capacidad de serpentines -SB / -SSB	l.	17 / 25
Superficie de intercambio-SB / -SSB	m ²	2.8 / 4.2
Peso en vacío aprox. -SB / -SSB	Kg	305 / 315

Sistema de Energía Convencional Auxiliar.

El equipo de energía convencional auxiliar, se utilizará para complementar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o demanda superior al previsto. Se dimensionará como si no se dispusiera de sistema solar. Queda prohibido el uso de sistemas de energía convencional auxiliar en el circuito primario de captadores.

En el presente proyecto se instalará un sistema convencional auxiliar modulante ya que no dispone de acumulación, es decir, será una fuente instantánea que será capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente con independencia de cuál sea la temperatura del agua de entrada al citado equipo.

El modelo elegido es Vitocrossal 200, con quemador de radiación modular Matrix, regulación Vitronic de fácil manejo con display de texto y gráficos, temperatura de servicio admisible de 95°C, presión de servicio admisible de 4 bar y con una potencia de 146 KW.

Bomba de circulación.

Las bombas son centrífugas monocelulares en línea, de la marca Grundfos, con motor estándar y cierre mecánico, del tipo de acoplamiento compacto, es decir la bomba y motor son unidades separadas. El modelo es el TP, TPD 32 250/2, el cual cuenta con impulsor y eje de acero inoxidable, y un consumo de potencia eléctrica de 1.5 KW, además de las siguientes características:

Caudal:	hasta 380 m ³ /h
Altura:	hasta 93 m
Temperatura del líquido:	-25 a +140°C
Presión máx. de trabajo:	16 bar

9.3. Instalación de suministro de agua.

El objeto de la instalación es conseguir un suministro de agua caliente sanitaria y agua fría sanitaria eficiente a la par que eficaz, en cada recinto o zona según su actividad a desarrollar.

En esta instalación tenemos dos tipos de circuitos, en los que se incluyen los circuitos de agua caliente sanitaria, y los de agua fría sanitaria.

El suministro de agua caliente sanitaria solo irá destinado para las duchas del aseo comunitario, y para las 5 plazas vip del camping. Las bombas para dicho fin, serán bombas centrífugas monocelulares en línea, de la marca Grundfos, con motor estándar y cierre mecánico, del tipo de acoplamiento compacto, es decir la bomba y motor son unidades separadas. Estas están diseñadas para aguantar una temperatura máxima de hasta 140 °C.

Con lo cual los modelos elegidos serán los siguientes:

Tabla 3. Consumo bombas de la instalación ACS.

ZONAS	BOMBAS	POTENCIA	HORAS DE CONSUMO AL MES	CONSUMO AL MES
PLAZAS VIP PRIMERA FILA	Grundfos TP, TPD 32 230/2	0.75 Kw	45 h	33.75 [Kwh/mes]

ASEOS	Grundfos TP, TPD 40 230/2	1.1 Kw	90 h	99 [Kwh/mes]
-------	------------------------------	--------	------	-----------------

En cuanto al suministro de agua fría sanitaria, siendo un poco más extenso, debe alimentar a todos los complementos de los aseos comunitarios, y las 28 plazas del camping, a las cuales se le debe entregar una caudal de 0.6 l/s a una presión de 150 Kpa. Para ello, se han seguido utilizando las bombas centrífugas del proveedor Grundfos, utilizando los siguientes modelos para los distintos circuitos:



Figura XVII. Bomba TP Grundfos.

Tabla 4. Consumo bombas de la instalación AFS.

ZONAS	BOMBAS	POTENCIA	HORAS DE CONSUMO AL MES	CONSUMO AL MES
ASEOS	Grundfos TP, TPD 50 290/2	3 Kw	150 h	540 [Kwh/mes]
PLAZAS VIP PRIMERA FILA	Grundfos TP, TPD 32 320/2	2.2 Kw	75 h	165 [Kwh/mes]
PLAZAS PRIMERA FILA	Grundfos TP, TPD 50 290/2	3 Kw	75 h	225 [Kwh/mes]
PLAZAS SEGUNDA FILA	Grundfos TP, TPD 50 290/2	3 Kw	75 h	225 [Kwh/mes]
PLAZAS TERCERA FILA	Grundfos TP, TPD 50 290/2	3 Kw	75 h	225 [Kwh/mes]

9.4. Diseño de la planta fotovoltaica.

Como ya hemos definido en el punto anterior 7.4. “Requisitos de las instalaciones” se diseñará una planta fotovoltaica en régimen de autoconsumo con inyección cero a red (aislada), con lo cual necesitaremos almacenamiento de la energía, mediante acumuladores. Nuestra instalación estará auxiliada mediante un grupo electrógeno de combustión y constará de los siguientes componentes principales (figura XVIII):

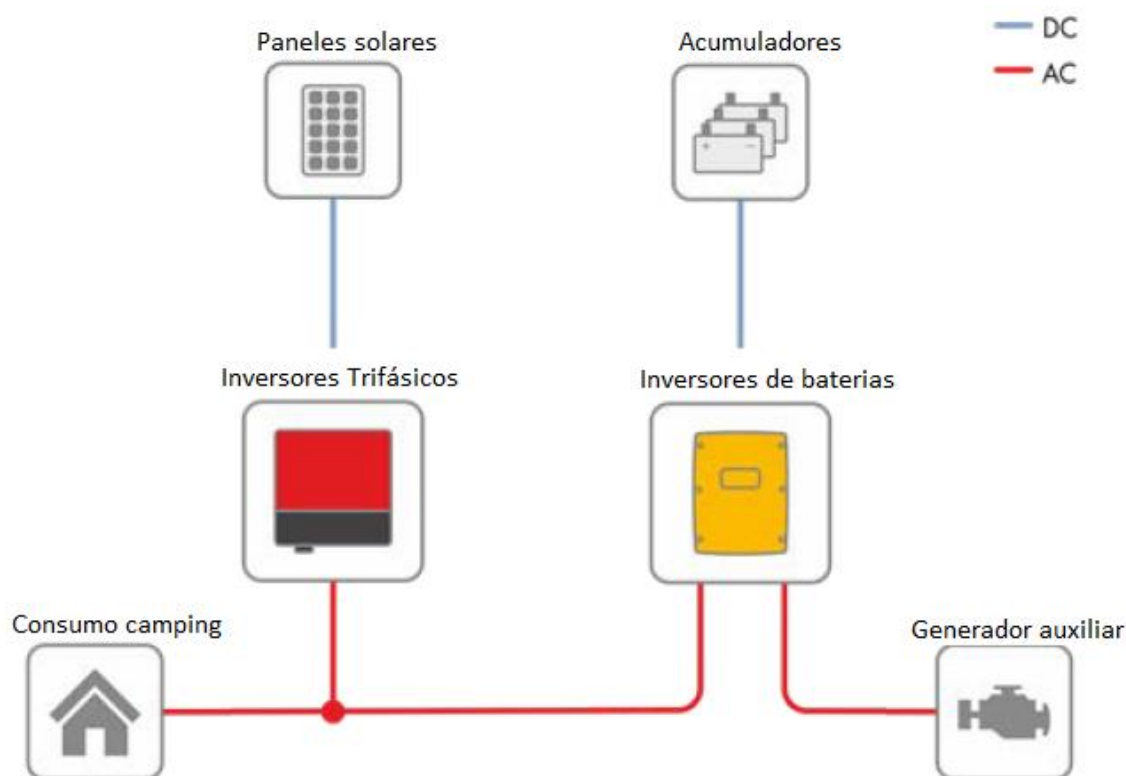


Figura XVIII. Esquema Básico de la instalación fotovoltaica aislada.

9.4.1. Módulos fotovoltaicos.

Siendo el componente primordial de la instalación, convierte la energía del sol en energía eléctrica en forma de corriente continua. Formado por la unión de varios paneles, dota a la instalación de la potencia necesaria.

Un panel o módulo solar fotovoltaico está constituido por varias células iguales conectadas eléctricamente entre sí, en serie y/o en paralelo, de forma que la tensión y corriente suministrada por el panel se incrementa hasta ajustarse al

valor deseado. La mayor parte de los paneles solares se construyen asociando primero células en serie hasta conseguir el nivel de tensión deseado, y luego asociando en paralelo varias asociaciones serie de células para alcanzar el nivel de corriente deseado. Además, el panel cuenta con otros elementos a parte de las células solares, que hacen posible la adecuada protección del conjunto frente a los agentes externos; asegurando una rigidez suficiente, posibilitando la sujeción a las estructuras que lo soportan y permitiendo la conexión eléctrica.

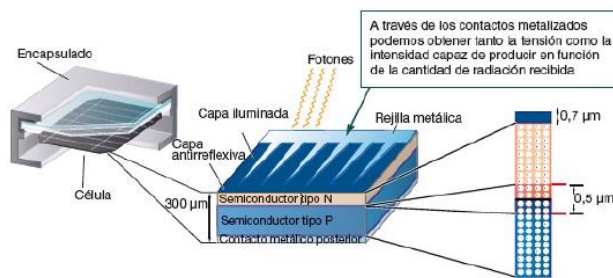


Figura XIX. Estructura de la célula solar.

En el presente proyecto, para el dimensionamiento de la planta fotovoltaica, hemos considerado la implantación de módulos fotovoltaicos policristalino de la marca Artesa, cuyo modelo A-310P GSE contiene 72 células fotovoltaicas que generaran una potencia máxima de 310 W, dispone de una cubierta frontal de cristal templado de 3.2 mm de grosor.

Este panel fotovoltaico presenta las siguientes características:

Tabla 5. Características del panel solar A-310P GSE.

Potencia Máxima (Pmax)	310 W
Tensión Máxima Potencia (Vmp)	37.32 V
Corriente Máxima Potencia (Imp)	8.31 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	45.72 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8.87 A
Eficiencia del Módulo (%)	15.94

9.4.2. Inversor.

Los inversores son elementos imprescindibles en las instalaciones fotovoltaicas, tanto las aisladas como en las conectadas a red. Se encargan de transformar la energía eléctrica de corriente continua producida por las placas fotovoltaicas en corriente alterna, aunque también los hay "dual", es decir, que también realizan la función inversa, pasar de corriente alterna a continua. Funcionan como reguladores de carga de las baterías haciendo innecesario incluir el regulador en la instalación.

Los inversores pueden dar una salida de onda senoidal o cuadrada, siendo lo más aplicado utilizar inversores con salida senoidal, ya que pueden aplicarse tanto en instalaciones aisladas y conectadas a red, mientras que los de cuadrada no se pueden usar en conectadas a red. De acuerdo con el Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones aisladas de red del IDAE, los inversores han de ser de onda senoidal pura.

Los fabricantes desprenden información sobre la posible variación de la frecuencia de salida, siempre en torno a los 50 Hz. Para instalaciones aisladas, que es el caso que atañe este proyecto, esta variación ha de estar comprendida dentro del $\pm 2\%$ de acuerdo con el Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones aisladas de red del IDAE.

Los inversor elegidos para nuestra instalación serán 6 inversores Sunny Tripower 6000TL, cuya potencia nominal individual es de 6125 W. Con un rendimiento del 97%, no solo garantiza unas ganancias excepcionalmente elevadas, sino que a través de su concepto de multistring combinado con un amplio rango de tensión de entrada también ofrece una alta flexibilidad de diseño y compatibilidad con muchos módulos fotovoltaicos disponibles. A cada uno de los inversores irán conectados 18 paneles de 310w, en dos hileras, conectadas a cada entrada, de 9 módulos fotovoltaicos. Además de los ya mencionados este tipo de inversor presenta los siguientes datos técnicos:

Tabla 6. Características Sunny Tripower 6000TL

Datos técnicos	Sunny Tripower 6000TL
Entrada (CC)	
Potencia máxima de CC (con $\cos \phi = 1$)	6 125 W
Tensión de entrada máx.	1 000 V
Rango de tensión MPP / tensión asignada de entrada	295 V - 800 V / 580 V
Tensión de entrada mín. / de inicio	150 V / 188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A / B	11 A / 10 A
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B	11 A / 10 A
Número de entradas de MPP independientes / strings por entrada de MPP	2 / A:2; B:2

9.4.3. Acumuladores e inversores de carga.

En la actualidad existen varios tipos de baterías para distintos tipos de aplicaciones, como por ejemplo los más cotidianos: vehículos, teléfonos móviles e instalaciones solares fotovoltaicas. Dependiendo de la aplicación, se utiliza un tipo de batería u otra. Se tienen de ion litio, níquel cadmio (Ni-Cd), níquel Methal hybride (Ni- Mh) y de plomo ácido (VRLA).

Concretamente para el caso que nos atañe, instalaciones solares fotovoltaicas, las baterías más empleadas con las de plomo ácido (VRLA), y tienen mayor capacidad energética que las demás. VRLA es la abreviatura del inglés “Valve Regulated Lead Acid”, esto es, batería de ácido-plomo regulada por válvula, son comúnmente conocidas como baterías de plomo selladas o sin mantenimiento, herméticas y generalmente sin emisiones de gases excepto en casos de sobrecarga o algún fallo en los componentes, siendo muy resistentes a los escapes excepcionales.

Principalmente de esta tecnología hay dos tipos de baterías:

- Baterías de Gel: el electrolito es inmovilizado en forma de gel y generalmente tienen mayor duración de vida y mejor capacidad de ciclos que las AGM. Dentro de las de Gel se tienen dos subtipos:
 - Flat Plate Gel.
 - Tubular Plate Gel: son las tubulares estacionarias OPzV.

- Baterías de AGM (Absorbed Glass Mat): en castellano, “separador de vidrio absorbente”. El electrolito se absorbe por capilaridad en una estera de fibra de vidrio entre sus componente.

El tipo de acumuladores elegidos para este tipo de instalación son las baterías estacionarias del tipo OPzS, las cuales se fabrican con la tecnología convencional de plomo y acido con una vida útil de hasta 20 años.



Figura XX. Baterías estacionarias OPzS.

Más concretamente el modelo elegido es el acumulador en tipo de celdas de 2 voltios, 12 OPzS 1200, cuya capacidad de celda es 1810 Ah, y tiene un peso entre 66 y 93 kilogramos.

Por lo que, para abastecer la demanda del camping necesitaremos 432 celdas de 2 voltios, distribuidas en 3 ramales por inversor y en cada ramal un conjunto de 24 celdas en serie.

Los inversores Sunny Island funcionan de acuerdo a lo que se llama “inversor dual”, actuando como:

- Cargador de baterías, cambiando de corriente alterna a continua la energía eléctrica procedente del Sunny Tripower y del Generador Diesel cuando éste opere.
- Inversor descargando las baterías, cambiando de corriente continua a alterna.

Estos inversores se eligen en función de la potencia instalada, y cuando forman un clúster dichos inversores han de ser del mismo modelo.

En nuestra instalación, se dispondrán de 6 inversores Sunny Island 8.0H del fabricante SMA Technology AG, de los cuales serán dos inversores por cada fase del circuito trifásico. Este tipo de inversor presenta las siguientes características:

Tabla 7. Datos técnicos Sunny Island 8.0H.

Datos técnicos	Sunny Island 8.0H
Salida de CA (equipo consumidor / red aislada)	
Tensión asignada de red / rango de tensión de CA	230 V / 202 V ... 253 V
Frecuencia nominal / rango de frecuencia (ajustable)	50 Hz / 45 Hz ... 65 Hz
Potencia asignada (a $U_{nom}, f_{nom} / 25\text{ }^{\circ}\text{C} / \cos \varphi = 1$)	6 000 W
Potencia de CA a 25 $^{\circ}\text{C}$ durante 30 min / 5 min / 3 s	8000 W / 9100 W / 11000 W
Intensidad asignada / corriente de salida máxima (pico)	26 A / 120 A
Coefficiente de distorsión no lineal de tensión de salida / factor de potencia para la potencia asignada	< 4 % / -1 ... +1
Entrada de CA (generador, red o MC-Box)	
Tensión asignada de entrada / rango de la tensión de entrada de CA	230 V / 172,5 V ... 264,5 V
Frecuencia asignada de entrada / rango de frecuencia de entrada permitida	50 Hz / 40 Hz ... 70 Hz
Corriente máxima de entrada de CA	50 A
Potencia máxima de entrada de CA	11500 W
Batería de entrada de CC	
Tensión asignada de entrada / rango de tensión de CC	48 V / 41 V ... 63 V
Corriente de carga máxima de la batería / corriente de carga asignada	140 A / 115 A
Tipo de batería / capacidad de la batería (rango)	FLA, VRLA / 100 Ah ... 10 000 Ah
Regulación de carga	Procedimiento de carga IUoU con carga completa y de compensación automáticas

9.5. Instalación de baja tensión.

El siguiente apartado abarca la instalación completa de líneas conductoras desde el cuadro general hasta los diferentes receptores. En el anexo V, hemos calculado la sección de cada línea conductora, además de las protecciones de cuadro general como el interruptor automático y el magnetotérmico. Para ello hemos lo hemos dividido en diferentes partes:

9.5.1. Instalación del parque de bombas.

En primer lugar, y como receptores más cercanos tenemos el parque de bombas, que se encuentra en la misma sala que el cuadro general (sala de almacenamiento y control).

La instalación de las bombas presenta una distribución monofásica de corriente alterna. Esta instalación, a su vez, se compone de 8 circuitos los cuales presentan los siguientes parámetros hallados en el anexo V:

Tabla 8. Parámetros instalación baja tensión parque de bombas.

<i>Circuito</i>	<i>Receptor</i>	<i>Potencia prevista[W]</i>	<i>Sección del conductor[mm²]</i>	<i>Interruptor automático[A]</i>	<i>Longitud del circuito[m]</i>	<i>Magneto-termico[KA]</i>
<i>Bombas suministro agua fría sanitaria</i>						
<i>C1 B</i>	Grundfos TP, TPD 50 290/2	3000	4	20	7	10
<i>C2 B</i>	Grundfos TP, TPD 32 320/2	2200	2,5	15	7	10
<i>C3 B</i>	Grundfos TP, TPD 50 290/2	3000	4	20	7	10
<i>C4 B</i>	Grundfos TP, TPD 50 290/2	3000	4	20	7	10
<i>C5 B</i>	Grundfos TP, TPD 50 290/2	3000	4	20	7	10
<i>Bombas de suministro de agua caliente sanitaria</i>						
<i>C6 B</i>	Grundfos TP, TPD 32 230/2	750	1,5	10	7	10
<i>C7 B</i>	Grundfos TP, TPD 40 230/2	1100	1,5	10	7	10
<i>Bomba de circulación térmica</i>						
<i>C8 B</i>	Grundfos TP, TPD 32 250/2	1500	1,5	10	7	10

9.5.2. Instalación circuitos de alumbrado exterior.

Para el dimensionado de la instalación del alumbrado exterior debemos dividirla en varios circuitos, ya que aunque la potencia eléctrica no es muy elevada la gran longitud del cable, aumentaría la caída de tensión por encima del 3%.

En el Anexo I, podemos conocer geográficamente la denominación técnica que se le han dado a cada calle, y así poder interpretar bien los diferentes circuitos calculados en el anexo V.

Tabla 9. Parámetros instalación baja tensión alumbrado exterior.

Circuito	Zona	Potencia prevista[W]	Sección del conductor[mm ²]	Interruptor automático[A]	Longitud del circuito[m]	Magnetotérmico[KA]
<i>Alumbrado exterior</i>						
C1 A	Tramo V1	462	2,5	20	90	10
C2 A	Tramo V2	462	2,5	20	120	10
C3 A	Tramo U1-U2 y plazas aisladas	475	2,5	20	90	10
C4 A	Tramos U3-U4 y cruce	352	2,5	20	70	10

9.5.3. Instalación circuitos de iluminación interior.

Estos circuitos se encargaran de alimentar la iluminación de las infraestructuras del camping como son los aseos, la oficina, la sala de almacenamiento y control y la sala de mantenimiento.

Tabla 10. Parámetros instalación baja tensión iluminación interior.

Circuito	Zona	Potencia prevista[W]	Sección del conductor[mm ²]	Interruptor automático[A]	Longitud del circuito[m]	Magnetotermico[KA]
C1 U	Aseos	656	2,5	10	40	10
C2 U	Oficina	246	2,5	10	15	10
C3 U	salas de mantenimiento y almacenamiento	412	2,5	10	25	10

9.5.4. Instalación circuitos de Fuerza del camping.

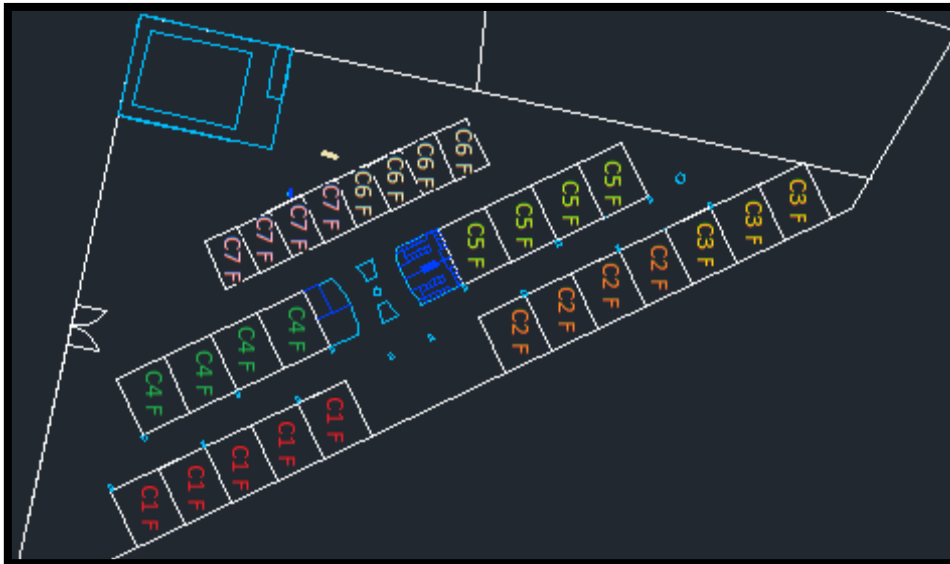
Esta instalación es la encargada de suministrar energía eléctrica para el uso diario de cada plaza. Se destinara una potencia máxima a cada plaza de 1.485KW.

Estos circuitos conducirán la energía desde el cuadro general a los diferentes dispensadores de energía que se encuentran en cada plaza. Con estos dispensadores cada cliente puede llevar un control exhaustivo de la energía consumida, y puede consumir los días que desea. El dispensador a instalar es el modelo Dispenser, un dispensador de energía monofásico del fabricante Circutor. Este presenta las siguientes características técnicas:

Tabla 11. Características técnicas de Dispenser- Circutor.

Características técnicas		Monofásico
Circuito alimentación	Tensión nominal (Tolerancia)	230/120 Vc.a. (80...115% U_n)
	Frecuencia	50...60 Hz
	Consumo	6 VA
Circuito de medida de tensión	Tensión nominal	230 Vc.a.
	Margen de medida de tensión	$\pm 20 U_n$
Circuito de medida de corriente	Corriente nominal I_n	10 A directos
	Corriente máxima	60 A
	Corriente mínima	$< 0,04 \times I_n$
	Corriente de arranque	< 20 mA

Estará compuesta por 7 circuitos, de los cuales, 3 de ellos alimentan la primera fila, y de los otros 4, se dividen en 2 circuitos para la segunda fila u otros 2 para la tercera (Figura XXII).

*Figura XXII. Planta del camping (realizado en AutoCAD).*

Tras realizar el dimensionado de los diferentes circuitos nos ha quedado los siguientes resultados:

Tabla 11. Parámetros instalación baja tensión Plazas del camping.

<i>Circuito</i>	Nº Plazas	Potencia [W]	Sección del conductor [mm ²]	Interruptor automático[A]	Longitud del circuito [m]	Magnetotermico[KA]
<i>Plazas del camping</i>						
<i>C1 F</i>	5	29700	16	40	60	10
<i>C2 F</i>	4	23760	16	40	70	10
<i>C3 F</i>	3	17820	16	40	100	10
<i>C4 F</i>	4	5940	10	40	40	10
<i>C5 F</i>	4	23760	10	40	60	10
<i>C6 F</i>	4	23760	10	40	60	10
<i>C7 F</i>	4	23760	10	40	60	10

10. Bibliografía.

Páginas web

- Febrero, 2016. www.construnario.com/catalogo/bombas-grundfos-espana-sa/catalogos
- Febrero, 2016. www.lapesa.es/es/agua-caliente-sanitaria/master-vitro.html
- Febrero, 2016. www.viessmann.es
- Marzo, 2016. <http://mapasolar.itccanarias.org/mapasolarcanarias/>
- Marzo, 2016. <http://www.codigotecnico.org/>
- Marzo, 2016. www.technosun.com
- Marzo, 2016. www.elcobre.com/publication/tubos-y-accesorios-de-cobre-medidas-y-normas
- Mayo, 2016. www.sunpower.com
- Mayo, 2016. www.solarweb.net
- Mayo, 2016. www.sma-iberica.com/es.html
- Mayo, 2016. <http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/>
- Mayo, 2016. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>
- Junio, 2016. www.efenfuses.com/n_fuses.php
- Junio, 2016. www.tumejorenergia.com/es/complementos-y-accesorios-fusibles-sensor-medicioncoriente/163-fusible-nh01-de-2-polos-sma-batfuse-b03.html
- Junio, 2016. www.hmsistemas.es/shop/catalog/calculadora_seccion.php
- Junio, 2016. www.safybox.com/web/fotovoltaica.htm
- Junio, 2016. www.windandsun.co.uk
- Junio, 2016. www.direct-electro.es
- Junio, 2016. www.albasolar.es/
- Junio, 2016. http://www.solarshop-europe.net/shopping_cart.php
- Junio, 2016. www.solarmania.es

Libros y Documentos:

- “Manual de Energía Solar Térmica – Diseño y cálculo de instalaciones” de Javier Cañada Ribera
- Marcelo Romero Tous. Ediciones CEAC. Energía solar fotovoltaica.
- Guía fotovoltaica final para instalaciones de energías renovables. Instalaciones
- fotovoltaicas. Gobierno de Canarias.
- Guía técnica- Agua caliente sanitaria central. IDAE Gobierno de España

Programas y bases de datos utilizadas.

Excel

Excel es un programa informático desarrollado y distribuido por Microsoft Corp. Se trata de un software que permite realizar tareas contables y financieras, así como cálculos y gráficos de bases de datos, gracias a sus funciones, desarrolladas específicamente para ayudar a crear y trabajar con hojas de cálculo.

Autocad

Autodesk AutoCAD es un software CAD utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. AutoCAD es un software reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D; es uno de los programas más usados por arquitectos, ingenieros, diseñadores industriales.

Dialux

Dialux es un software de cálculo y simulación luminotécnica usado por diseñadores de iluminación, consultores, arquitectos, técnicos de iluminación, ingenieros, etc. Puede ser utilizado para el cálculo de iluminación interior y exterior. Permite la importación de archivos de Autocad para su estudio. Se caracteriza por ser capaz de calcular los niveles de iluminación debidos a luz directa e indirecta. El método de cálculo es denominado cálculo por radiosidad.

Se basa en el principio de conservación de la energía, que asume que la luz que es proyectada sobre una superficie y no es absorbida por ésta, será remitida. La superficie también puede ser luminosa por sí misma.

Base de cálculo F-Chart

Para la obtención de estos datos, se ha utilizado una base de cálculo diseñada por la empresa Ecofys S.L., en el marco del proyecto europeo SOLARGE, con finalidad de ayudar a todos los actores del sector a hacer una estimación básica de una instalación solar térmica para la producción de ACS. La herramienta SOLARGE está basada en el método F-CHART, el cual tiene algunas limitaciones. Los datos usados en la herramienta provienen de: CTE (marzo de 2006), Censolar (datos climáticos) y el pliego de condiciones técnicas para instalaciones de energía solar Térmica de IDEA (PTE-REV –octubre).



Universidad
de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**Instalación eléctrica y sistema de agua caliente
sanitaria de un camping basados en energías
renovables**

❖ AUTOR: *ADRIÁN CABRERA HERNÁNDEZ*

**ANEXO I: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO
EXTERIOR**

ÍNDICE:

1. Objeto del proyecto.....	3
2. Normativa.....	3
3. Métodos de cálculo.....	4
3.1. Método de lúmenes.....	4
3.1.1. Método de lúmenes iluminación interior.....	4
3.1.2. Método de lúmenes iluminación interior.....	5
3.2. Método punto por punto.....	6
4. Cálculos luminotécnicos interior.....	8
4.1. Aseos de señoras y caballeros.....	8
4.2. Oficina.....	14
4.3. Almacén de herramientas y productos de limpieza.....	19
4.4. Sala de almacenamiento y control.....	24
5. Alumbrado Exterior	29
5.1. Campo de aplicación.....	29
5.2. Procedimiento de dimensionado.....	29
5.2.1. Clasificación de vías.....	29
5.2.2. Selección de clase de alumbrado.....	30
5.3. Eficiencia energética.....	33
6. Dimensionado alumbrado exterior.....	34
6.1. Dimensionado luminarias de las calzadas V1 y V2.....	34
6.2. Dimensionado luminarias de la calzada U.....	37
6.2.1. Tramo U1 y U4.....	38
6.2.2. Tramo U2 y U3.....	40
6.3. Dimensionado luminarias de plazas aisladas.....	42
6.4. Dimensionado luminarias Cruce.....	45
7. Resumen luminarias.....	48
7.1. Resumen luminarias interiores.....	48
7.2. Resumen luminarias exteriores.....	49

1. Objeto:

El objeto del presente documento, es dar a conocer las diferentes normas y conceptos básicos, necesarios para conseguir una iluminación correcta y eficaz, en cada recinto o zona según su actividad a desarrollar. Además, tiene el objetivo de justificar antes los organismos competentes, el cumplimiento del Código técnico de la edificación, Documento Básico HE3, y Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación.

2. Normativa:

La normativa aplicable en el presente documento, será aquella correspondiente a una instalación hospedaje temporal, catalogada como zona urbana. En la cual se deberá garantizar el bienestar de las personas.

De acuerdo con esto, la normativa a seguir es la siguiente:

- Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, y publicado en B.O.E. nº 74 de fecha 28 de marzo de 2006. En especial, los Documentos Básicos HE3: Eficiencia Energética de las instalaciones de Iluminación y SU4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, y publicado en el B.O.E. nº 224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Normas UNE de referencia listadas en la Instrucción ITC-BT-02 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas Técnicas de Construcción y Montaje de las Instalaciones Eléctricas de Distribución, que para el suministro tiene establecidas la compañía Distribuidora de la zona.

3. Métodos de Cálculo

Para realizar el proceso de cálculo de iluminación general en instalaciones interiores, se puede utilizar dos métodos:

3.1. Método de lúmenes

También denominado, Sistema General o Método del Factor de utilización.

El método de los lúmenes, es una forma muy práctica y sencilla de calcular el nivel medio, de la iluminancia en una instalación de alumbrado general. Proporciona una iluminancia media con un error de $\pm 5\%$ y nos da una idea muy aproximada de las necesidades de iluminación.

Para la realización de este método, se llevan diferentes pautas según sea un proyecto de iluminación interior o de alumbrado exterior.

3.1.1. Método lúmenes para la iluminación interior.

Primero se debe calcular el flujo luminoso total necesario, mediante la siguiente expresión:

$$\Phi T = \frac{Em * S}{\eta * Fm}$$

Siendo:

ΦT : es el flujo luminoso total.

Em : es la iluminancia media deseada.

S : es la superficie del plano de trabajo.

η : Coeficiente de utilización. Es la relación entre el flujo luminoso recibido por un cuerpo y el flujo emitido por la fuente luminosa. Lo proporciona el fabricante de la luminaria.

Fm : Coeficiente de mantenimiento. Es el cociente que indica el grado de conservación de una luminaria.

En segundo lugar, hay que determinar el número de luminarias mediante la siguiente ecuación.

$$Nl = \frac{\Phi T}{n * \Phi l}$$

Siendo:

NL = número de luminarias

T = flujo luminoso total necesario en la zona o local

L = flujo luminoso de una lámpara (se toma del catálogo)

n = número de lámparas que tiene la luminaria

El tercer paso sería determinar el emplazamiento de las luminarias, y por último comprobar los resultados; un nivel medio de iluminación superior al de las tablas.

3.1.2. Método lúmenes para la iluminación exterior.

La finalidad de este método es calcular la distancia de separación adecuada entre las luminarias que garantice un nivel de iluminancia medio determinado. Mediante un proceso iterativo, sencillo y práctico, que aunque no muy preciso nos da una idea para una primera aproximación.

Para llegar a la ecuación final debemos desglosar algunas definiciones empezando por el factor de utilización, este es una medida del conjunto lámpara-luminaria y se define como el cociente entre el factor útil (Φ_u) el que llega a la calzada y el emitido por la lámpara (Φ_L).

$$\eta = \frac{\Phi_u}{\Phi_{L0}}$$

A la misma vez sabemos que dichos factores se hallan de la siguiente manera:

$$\Phi_{L0} = \frac{\Phi_u}{\eta}$$

$$\Phi_u = E_m * S$$

$$\Phi_L = \frac{\Phi_{L0}}{f_m * C_d}$$

Donde:

E_m Iluminación media.

S superficie a iluminar = $a * d$.

η Factor de utilización.

f_m Factor de mantenimiento.

C_d Coeficiente de depreciación de las lámparas.

Por lo que si despejamos la distancia entre luminarias nos queda la siguiente ecuación:

$$d = \frac{\Phi_L * \eta * f_m * C_d}{E_m * a}$$

3.2. Método punto por punto.

Este método se utiliza, si lo que se desea es conocer los valores de la iluminancia en puntos concretos.

Este método, exige conocer de ante mano la luminaria a instalar, para poder conocer el nivel de iluminación en el área de trabajo. Dicha área se subdividirá en regiones más pequeñas creando así una malla de estudio.

Se estudiara el nivel de iluminación en cada una de estas regiones, de modo que cuantas más regiones, mayor precisión en los cálculos.

La iluminancia en cada región, es la suma de la luz proveniente de dos fuentes: una componente directa, producida por la luz que llega al plano de trabajo directamente de las luminarias, y otra indirecta o reflejada, procedente de la reflexión de la luz de las luminarias en el techo, paredes y demás superficies del local.

En lo referente al cálculo; primero se calculara, el ángulo formado por el rayo luminoso y la vertical que pasa por la luminaria.

Luego se debe calcular intensidad de flujo luminoso.

Para ello, se tiene que tener elegida tanto el tipo de lámpara como el tipo de luminaria.

Una vez con estos datos, se consulta con el fabricante de luminarias la curva fotométrica o curva de distribución luminosa, con la que se determinara el valor de la intensidad de gráfico.

La siguiente expresión, permite calcular la intensidad de flujo luminoso.

$$I_{\alpha} = \frac{Im * \Phi I}{1000}$$

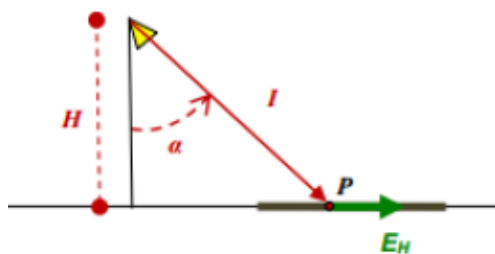
Donde:

Im: Intensidad luminosa de la luminaria para el ángulo, y la curva referida a un flujo luminoso emitido de 1.000 Im. (cd / klm).

Flujo del conjunto de lámparas instaladas en la luminaria.

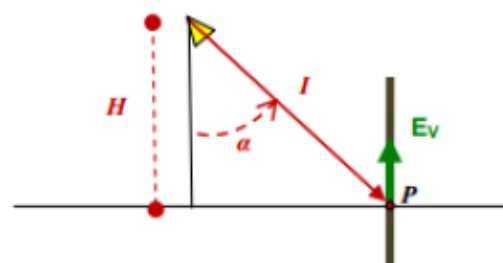
Por último, solo nos quedaría calcular el nivel de iluminación en una región de superficie horizontal o vertical.

Con las siguientes expresiones:



En el plano horizontal

$$E_H = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{H^2}$$



En el plano vertical

$$E_V = \frac{I \cdot \cos^2 \alpha \cdot \operatorname{sen} \alpha}{H^2}$$

Donde:

E_H: nivel de iluminación en un punto de una superficie horizontal (en LUX)

E_V: nivel de iluminación en un punto de una superficie vertical (en LUX)

I = intensidad de flujo luminoso según la dirección del punto a la fuente.

α = ángulo formado por el rayo luminoso y la vertical que pasa por la luminaria

H = altura del plano de trabajo a la lámpara (en m).

Para el estudio lumínico de nuestra instalación, nos hemos ayudado del programa informático Dialux; este programa emplea el método del punto por punto. Para ello crea una trama de puntos, y realiza todos los cálculos anteriormente comentados para todos los puntos.

4. Cálculos luminotécnicos interiores.

4.1. Aseos de señoras y caballeros.

En nuestro caso al tener, al tener los dos aseos simétricos con respecto a la pared que los separa, la iluminación será la misma, distribuida de manera simétrica de una a la otra.



Figura anexo 1.1 Plano planta de región de aseos (realizado con Autocad)

Como única diferencia podemos anotar que en el caso del aseo de señoras hay 4 cabinas de inodoros, en cambio en el de caballeros se han puesto solo 3 cabinas y se ha complementado con 4 urinarios de pared.

Cada aseo tiene una superficie de 58 m^2 , y están compuestas por 5 duchas, 5 vestuarios, un conjunto ducha vestuario para minusválido, una cabina WC para minusválido, en el caso de las señoras 4 cabinas WC más, en cambio en el de caballeros tiene 3 cabinas y 4 urinarios de pared, tal y como refleja el plano anterior.

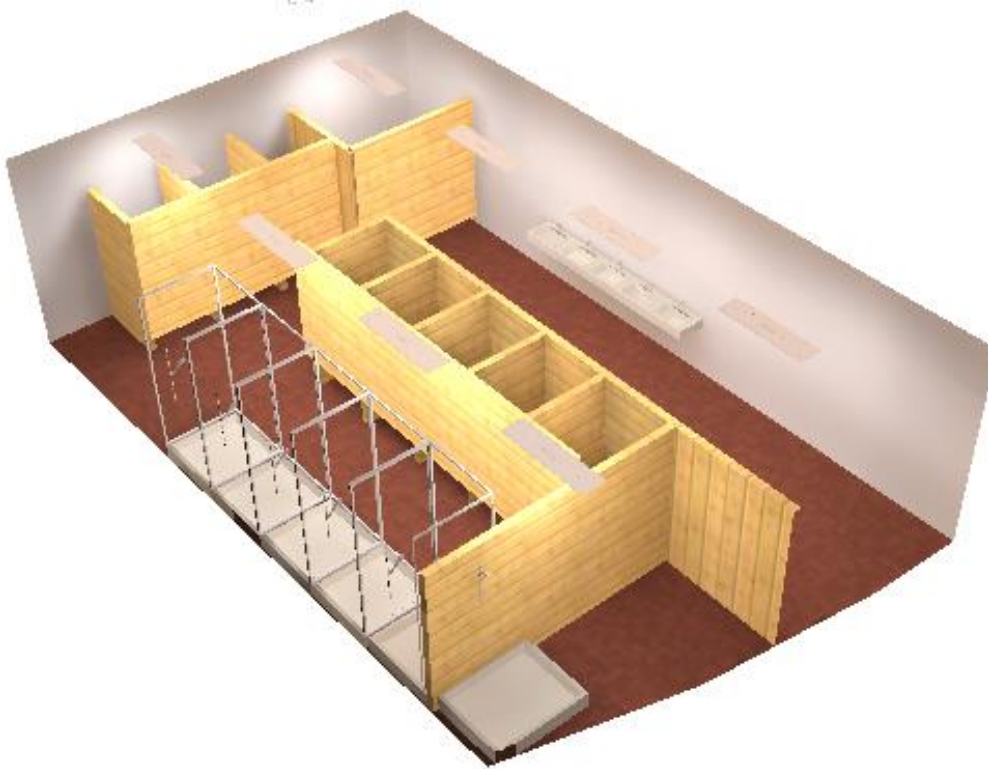


Figura anexo 1.2. Aseo señoras- caballeros (realizado con Dialux 4.12).

Según materiales y el acabado de las superficies de local, se ha estimado para el estudio de la iluminación, unos grados de reflexión de 30 % para el suelo del aseo, 50 % para las paredes, y 70 % para el techo.

La norma UNE 12464.1 en la tabla “*TABLA DE ZONA DE TRÁFICO Y ÁREAS COMUNES DE EDIFICIOS*”, concepto más aproximado a nuestro fin, estipula que los parámetros para este tipo de establecimientos son: una iluminación media horizontal de 200 lux, un índice de deslumbramiento unificado menos de 25 y un rendimiento cromático mayor de 90%.

El Código Técnico de Edificación, en su Documento Básico HE3, exige una eficiencia energética menor que 4(zonas comunes).

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,80.

Para cumplir con estos requisitos se ha optado por emplear 8 piezas de la siguiente luminaria. Esta es del tipo empotradas a techo.

Local 1 / Lista de luminarias

PHILIPS RC165V W30L120 1xLED34S/830 PSD
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm
 Potencia de las luminarias: 41.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 47 78 95 100 100
 Lámpara: 1 x LED34S/830/- (Factor de corrección 1.000).

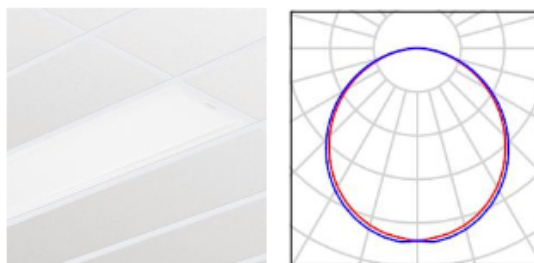
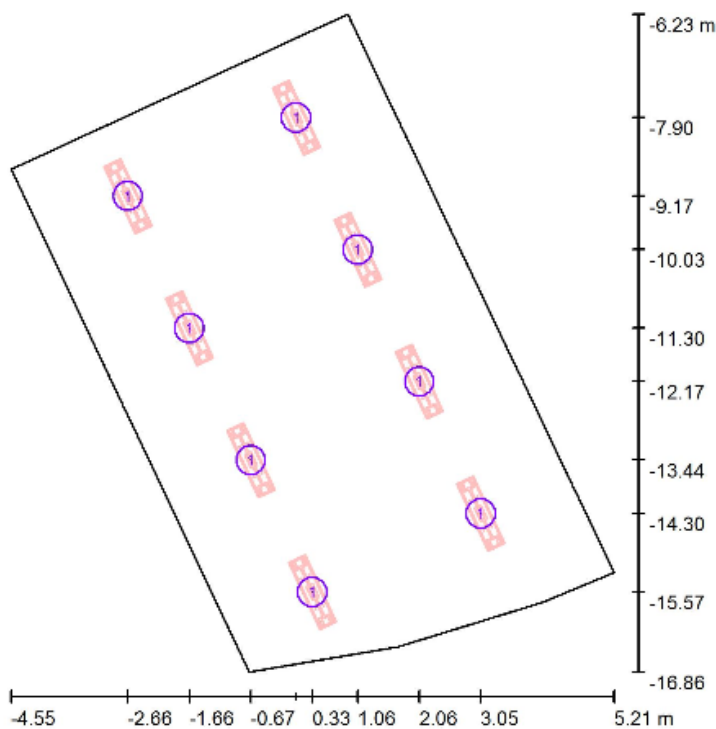


Figura anexo 1. 3. Tipo de luminaria (realizado con Dialux 4.12).

Las iluminarias estarán distribuidas de la siguiente manera:



E 1:100

Figura anexo 1.4. Ubicación luminarias (realizado con Dialux 4.12).

A continuación mostramos los resultados luminotécnicos, realizados por el software Dialux, con las luminarias mencionadas y distribuidas tal y como se muestra en la figura anterior.

Local 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 27200 lm
Potencia total: 328.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	195	76	272	/	/
Suelo	108	58	166	30	16
Techo	0.34	88	88	70	20
Pared 1	68	57	125	50	20
Pared 2	80	82	162	50	26
Pared 3	102	71	173	50	28
Pared 4	65	70	135	50	21
Pared 5	57	72	129	50	20
Pared 6	83	84	168	50	27

Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_m : 0.108 (1:9)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.069 (1:14)

Valor de eficiencia energética: $5.66 \text{ W/m}^2 = 2.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 57.99 m^2)

Figura anexo 1.5. Resultados Luminotécnicos (realizado con Dialux 4.12).

Para la realización del cálculo de las necesidades lumínicas, el software Dialux en base a las dimensiones del aseo, ha creado una trama de $128 * 128$ puntos, con un conjunto de luminarias cuya potencia asciende a los 328 Watios y que consiguen una iluminancia media (E_m), en el plano de estudio de 272 lux mayores de los 200 lux requeridos.

En cuanto a la eficiencia energética (VEEI), en lo que se refiere a cada uno de nuestros aseos con una superficie de 58 m^2 , se consigue un valor calculado de $2.08 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} * 100 \text{ lux}$, por lo que cumple con lo estipulado en el código técnico de edificación, siendo menos que $4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} * 100 \text{ lux}$.

Los niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de las isólineas obtenidas en el Dialux.

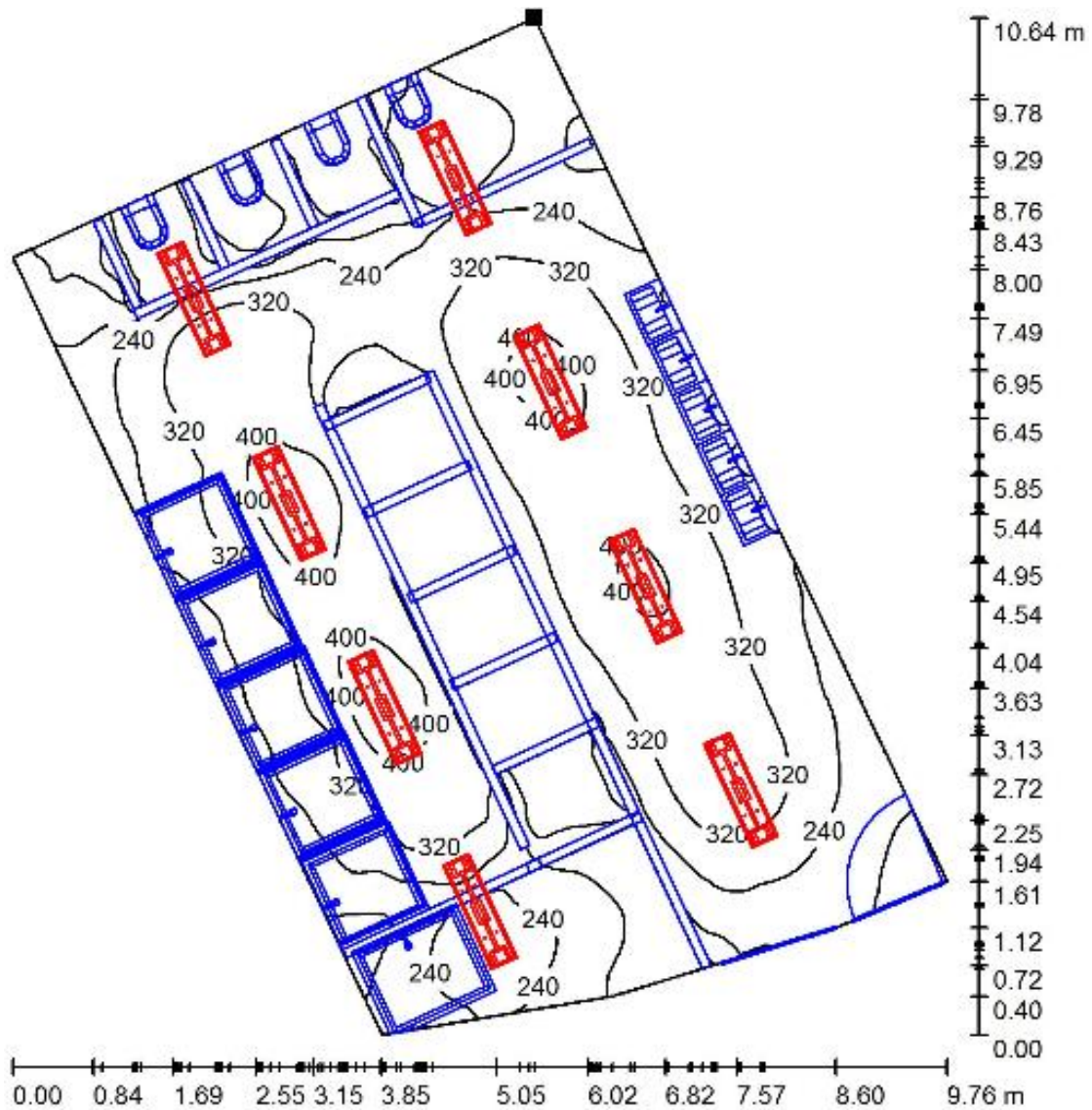
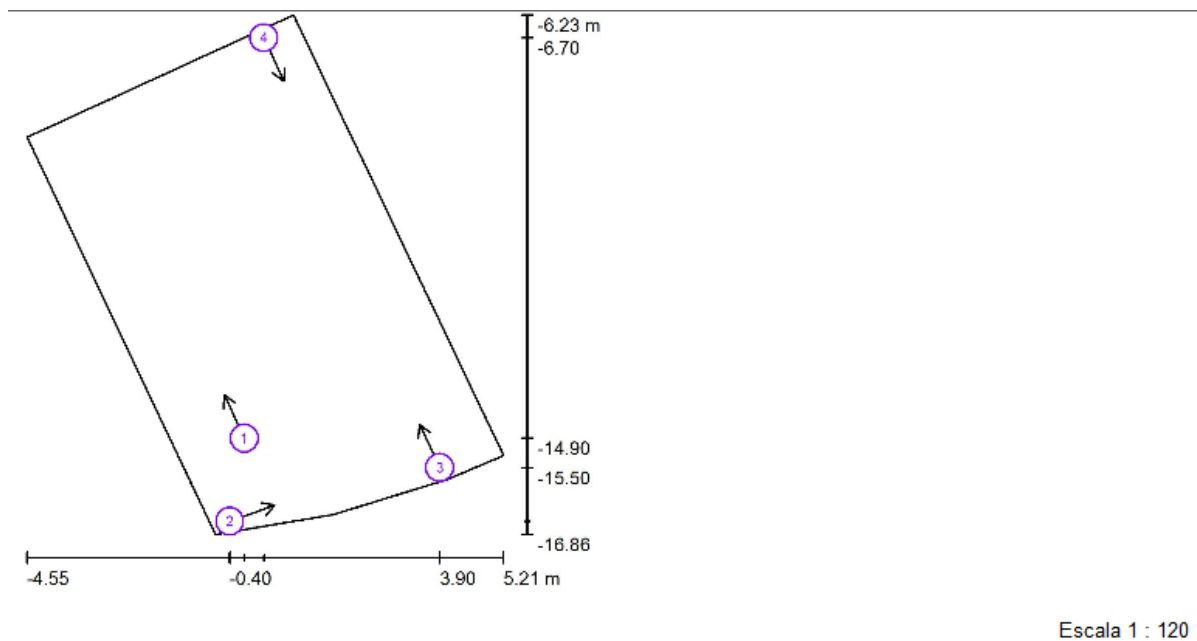


Figura anexo 1.6. Isólineas en el plano útil (realizado con Dialux 4.12).

Finalmente, hayamos el índice de deslumbramiento unificado (URG), mediante el software Dialux.

Debido a que el índice de deslumbramiento unificado depende de la posición del observador, se han estudio las cuatro orientaciones básicas.



Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	-0.100	-14.900	1.200	115.0	19
2	Punto de cálculo UGR 2	-0.400	-16.600	1.200	20.0	17
3	Punto de cálculo UGR 3	3.900	-15.500	1.200	115.5	20
4	Punto de cálculo UGR 4	0.300	-6.700	1.200	-65.3	14

Figura anexo 1.7. Lista de puntos UGR (software Dialux 4.12).

Como podemos comprobar en la tabla de la figura anterior, tenemos un índice de deslumbramiento máximo de 20, en el punto de observación 3, el cual se puede definir como el punto más desfavorable refiriéndose a la entrada del aseo. Dicho resultado lo podemos dar como aceptable debido a que está por debajo del límite de 25 establecido por la norma.

4.2. Oficina

El local que corresponde con la oficina, donde se realizará toda la gestión administrativa del camping, está situado al lado de la sala de limpieza, y de la zona de almacenamiento y control. La oficina cuenta con 22 m² y una altura de 2.8 m.



Figura anexo 1.8. Oficina (realizado con Dialux 4.12).

Debido al color Beige propuesto para las paredes estas representan un grado de reflexión de 49%, el tipo de suelo propuesto un 50%, y el techo, de un color más reflectante, tendrá un grado del 70%.

La norma UNE 12464.1 en la tabla “TABLA DE OFICINAS”, concretamente en el apartado de “ESCRITURA, ESCRITURA A MAQUINA Y TRATAMIENTOS DE DATOS”, estipula que los parámetros para este tipo de establecimientos son: una iluminación media horizontal de 500 lux, un índice de deslumbramiento unificado menos de 19 y un rendimiento cromático mayor de 80%.

En referencia al documento básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, exige un valor de eficiencia energética menor que 3 (zonas administrativo en general).

La conservación de la instalación, posición, depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido; influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,80.

Para cumplir con las anteriores necesidades lumínicas descritas, hemos optado por 6 piezas de la siguiente luminaria, del tipo empotradas a techo.

Local 1 / Lista de luminarias

PHILIPS RC165V W30L120 1xLED34S/830 PSD
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm
 Potencia de las luminarias: 41.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 47 78 95 100 100
 Lámpara: 1 x LED34S/830/- (Factor de corrección 1.000).

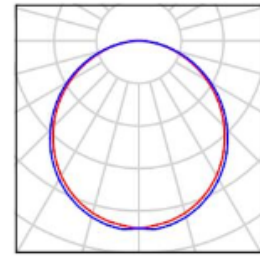


Figura anexo 1.9. Lista de luminarias (realizado con Dialux 4.12).

Ubicadas de la siguiente manera:

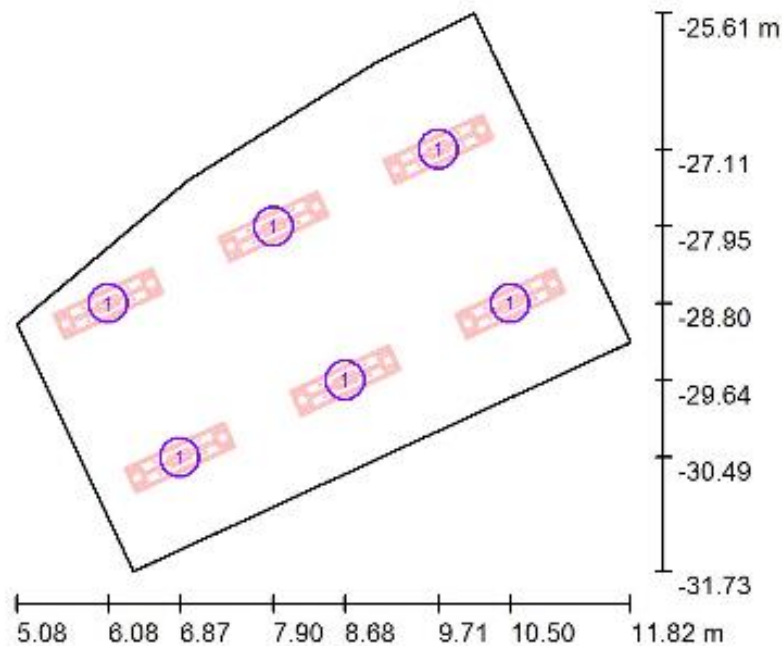


Figura anexo 1.10. Ubicación luminarias (realizado con Dialux 4.12).

A continuación mostramos los resultados luminotécnicos, realizados por el software Dialux, mediante el método punto por punto, con las luminarias mencionadas y distribuidas tal y como se muestra en la figura anterior.

Local 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 20400 lm
Potencia total: 246.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	383	148	530	/	/
Suelo	217	128	345	50	55
Techo	0.67	171	171	70	38
Pared 1	183	168	351	49	55
Pared 2	240	167	407	49	63
Pared 3	135	133	267	49	42
Pared 4	166	145	311	49	49
Pared 5	167	154	322	49	50
Pared 6	127	158	286	49	45

Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_m : 0.415 (1:2)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.342 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $11.25 \text{ W/m}^2 = 2.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.87 m^2)

Figura anexo 1.11. Resultados Luminotécnicos (realizado con Dialux 4.12).

Para la realización del cálculo de las necesidades lumínicas, el software Dialux en base a las dimensiones de la oficina, ha creado una trama de $128 * 128$ puntos, con un conjunto de luminarias cuya potencia asciende a los 246 Watos y que consiguen una iluminancia media (E_m), en el plano de estudio de 530 lux mayores de los 500 lux que establece como mínimo la norma para este tipo de establecimiento.

En cuanto a la eficiencia energética (VEEI), en lo que se refiere a la oficina con una superficie de 22 m^2 , se consigue un valor calculado de $2.12 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} * 100 \text{ lux}$, por lo que cumple con lo estipulado en el código técnico de edificación, siendo menos que $3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} * 100 \text{ lux}$.

Los niveles de iluminación, quedan distribuidos según refleja el siguiente grafico de las isóclinas obtenidas en el Dialux.

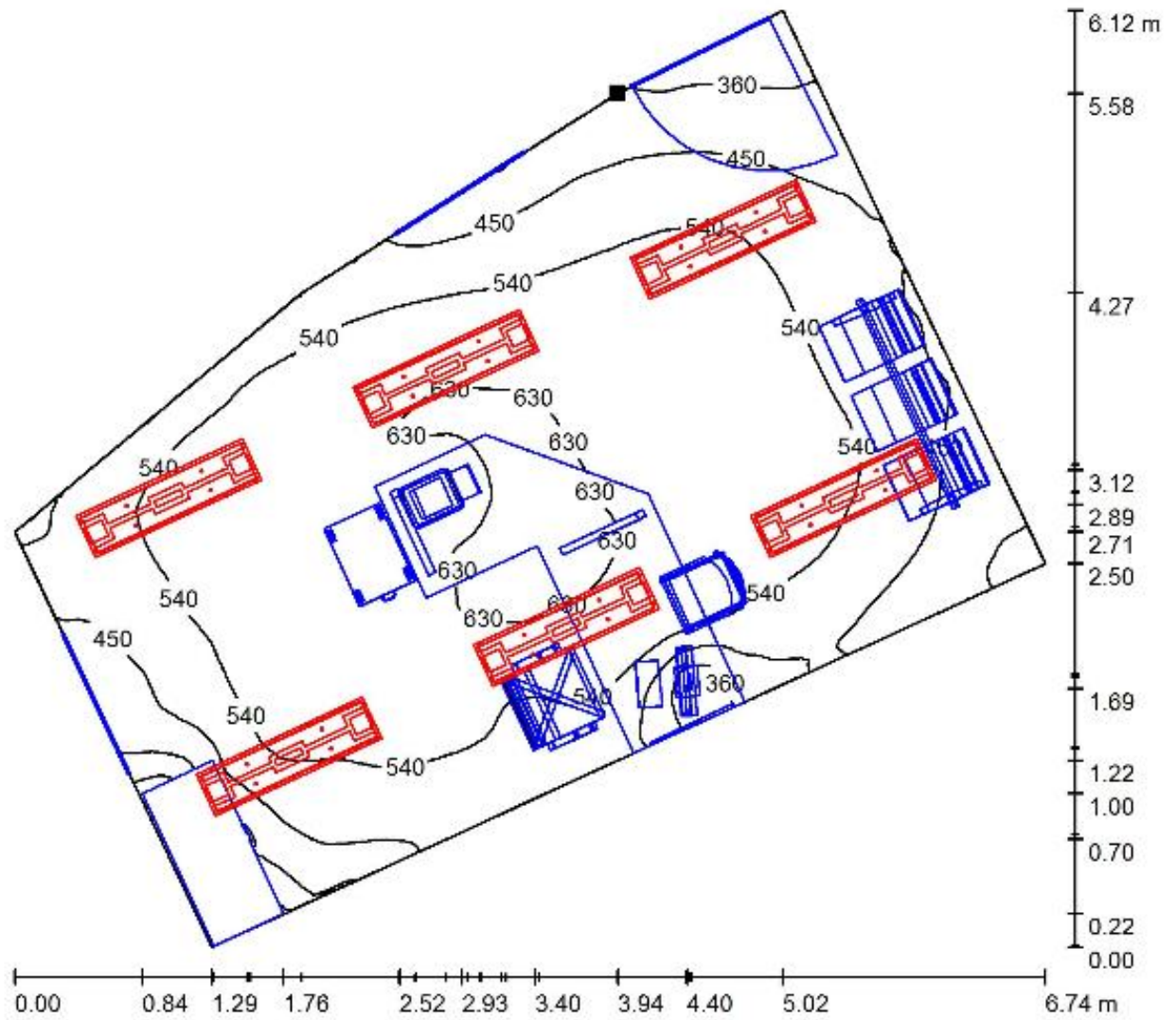
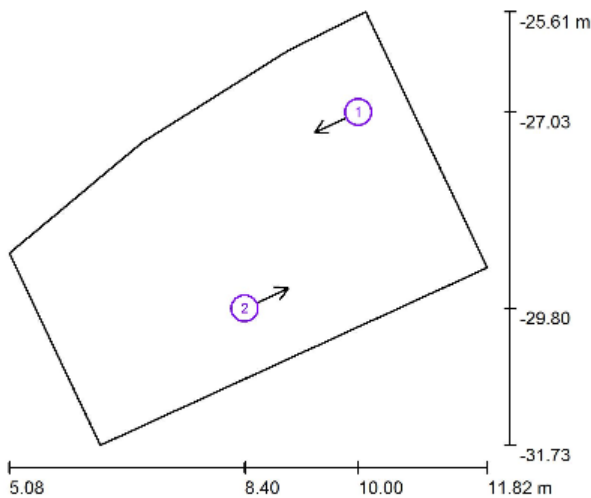


Figura anexo 1.12. Isóclinas en el plano útil (realizado con Dialux 4.12).

Finalmente, hallaremos el índice de deslumbramiento unificado (URG). De los puntos que son más desfavorables descrito en el siguiente plano:



Escala 1 : 80

Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	10.000	-27.029	1.200	-155.0	18
2	Punto de cálculo UGR 2	8.400	-29.800	1.200	25.0	16

Figura anexo 1.13. Lista de puntos UGR (realizado con Dialux 4.12).

Como podemos comprobar en la tabla de la figura anterior, tenemos un índice de deslumbramiento máximo de 19, en el punto de observación 1, el cual se puede definir como el punto más desfavorable refiriéndose a la entrada de la oficina y justo debajo de la luminaria. Dicho resultado lo podemos dar como aceptable debido a que está por debajo del límite de 19 establecido por la norma.

4.3. Almacén de herramientas y productos de limpieza.

Esta sala irá destinada a guardar los productos y accesorios de limpieza, que se necesitará para mantener una higiene diaria en las otras salas, además también se almacenarán diferentes tipos de herramientas y recambios de mantenimiento básico de las instalaciones. Esta sala cuenta con una superficie de 18 m^2 , y una altura de 2.8 m.



Figura anexo 1.14. Almacén de limpieza (realizado con Dialux 4.12).

Las paredes de la sala serán de yeso revocado, en el cual se mantendrá el color blanco, ya que es una sala donde el uso de herramientas y accesorios, conlleva a repintar la sala anualmente. El blanco de la pared hace que tenga un grado de reflexión del 78%, el techo presenta un 70% y el suelo 49%.

La norma UNE 12464.1 en el apartado de “SALAS DE MATERIAL” estipula que los parámetros para este tipo de establecimientos son: una iluminación media horizontal de 200 lux como mínimo, un índice de deslumbramiento unificado menos de 25 y un rendimiento cromático mayor de 60%.

El Código Técnico de Edificación, en su Documento Básico HE3, exige una eficiencia energética menor que 4 (almacenes).

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,80.

Para cumplir con las necesidades lumínicas descritas anteriormente, seguimos utilizando el mismo tipo de luminaria empotrada a techo, en este caso debido a las dimensiones de la sala, y a satisfacer las necesidades lumínicas hemos instalado dos piezas a lo largo.

Local 1 / Lista de luminarias

PHILIPS RC165V W30L120 1xLED34S/830 PSD
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm
Potencia de las luminarias: 41.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 47 78 95 100 100
Lámpara: 1 x LED34S/830/- (Factor de corrección 1.000).

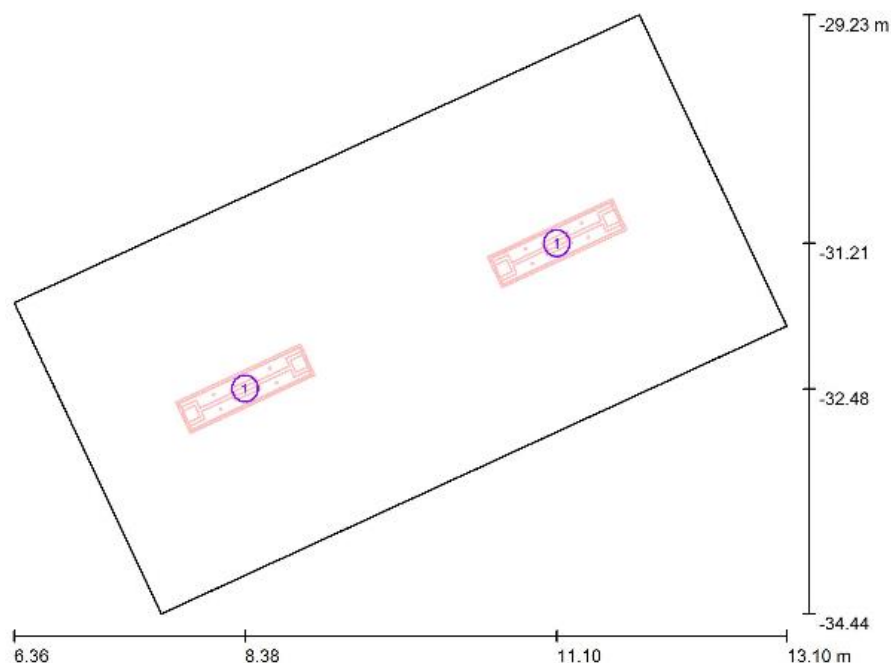
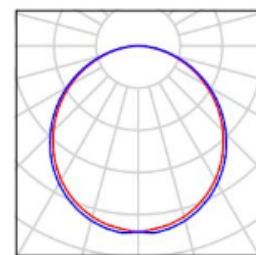


Figura anexo 1.15. Lista de luminarias y ubicación (realizado con Dialux 4.12).

A continuación mostramos los resultados luminotécnicos, realizados por el software Dialux, mediante el método punto por punto, con las luminarias mencionadas y distribuidas tal y como se muestra en la figura anterior.

Local 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 6800 lm
Potencia total: 82.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	157	64	221	/	/
Suelo	75	44	119	49	19
Techo	0.27	78	78	70	17
Pared 1	36	46	82	78	20
Pared 2	19	36	55	78	14
Pared 3	44	57	102	78	25
Pared 4	56	67	123	78	31

Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_m : 0.101 (1:10)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.067 (1:15)

Valor de eficiencia energética: $4.56 \text{ W/m}^2 = 2.06 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 18.00 m^2)

Figura anexo 1.16. Resultados Luminotécnicos (realizado con Dialux 4.12).

Para la realización del cálculo de las necesidades lumínicas, el software Dialux en base a las dimensiones de la oficina, ha creado una trama de $128 * 128$ puntos, con dos luminarias cuya potencia asciende a los 82 Watios y que consiguen una iluminancia media, en el plano de estudio de 221 lux, resultado que cumple con la norma la cual establece un mínimo de 200 lux.

En cuanto a la eficiencia energética, la sala de limpieza-herramientas con una superficie de 18 m^2 , se consigue un valor calculado de $2.06 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} * 100 \text{ lux}$, por lo que cumple con lo estipulado en el código técnico de edificación, siendo menos que $4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} * 100 \text{ lux}$.

Los niveles de iluminación, quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de las isóclinas obtenidas en el Dialux.

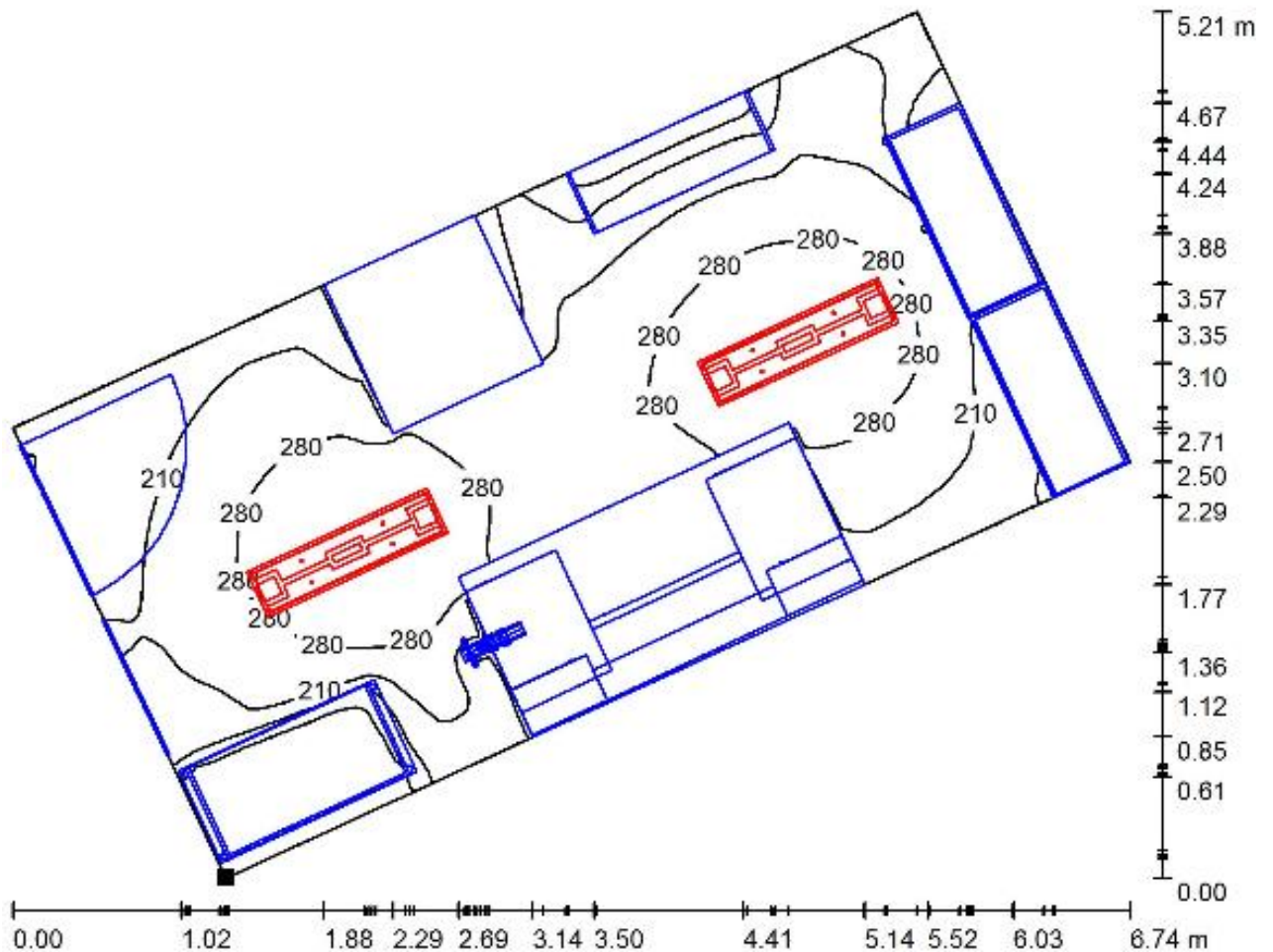
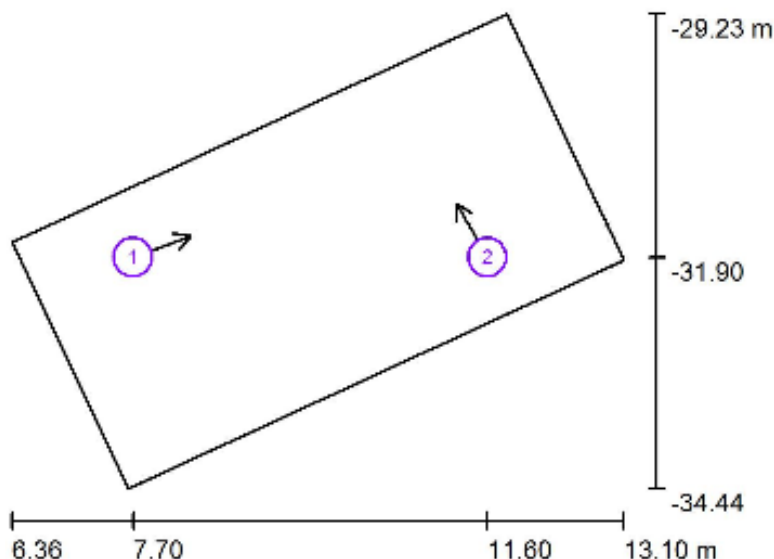


Figura anexo 1.17. Isóclinas en el plano útil (realizado con Dialux 4.12).

Finalmente, hallaremos el índice de deslumbramiento unificado (URG). De los puntos que son más desfavorables descrito en el siguiente plano:



Escala 1 : 90

Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	7.700	-31.900	1.200	20.0	17
2	Punto de cálculo UGR 2	11.600	-31.900	1.200	120.0	<10

Figura anexo 1.18. Lista de puntos UGR (realizado con Dialux 4.12).

Como podemos comprobar en la tabla de la figura anterior, tenemos un índice de deslumbramiento máximo de 17, en el punto de observación 1, el cual se puede definir como el punto más desfavorable refiriéndose a la entrada de la sala y en dirección a las iluminarias. Dicho resultado lo podemos dar como aceptable debido a que está por debajo del límite de 25 establecido por la norma.

4.4. Sala de almacenamiento y control.

Esta sala estará destinada para instalar los tanques de agua fría y caliente, además de instalar el termo auxiliar de gas, y los cuadros eléctricos desde donde controlaremos la corriente eléctrica del camping. Este cumple con una superficie de 40 m^2 y una altura de 2.8 m.

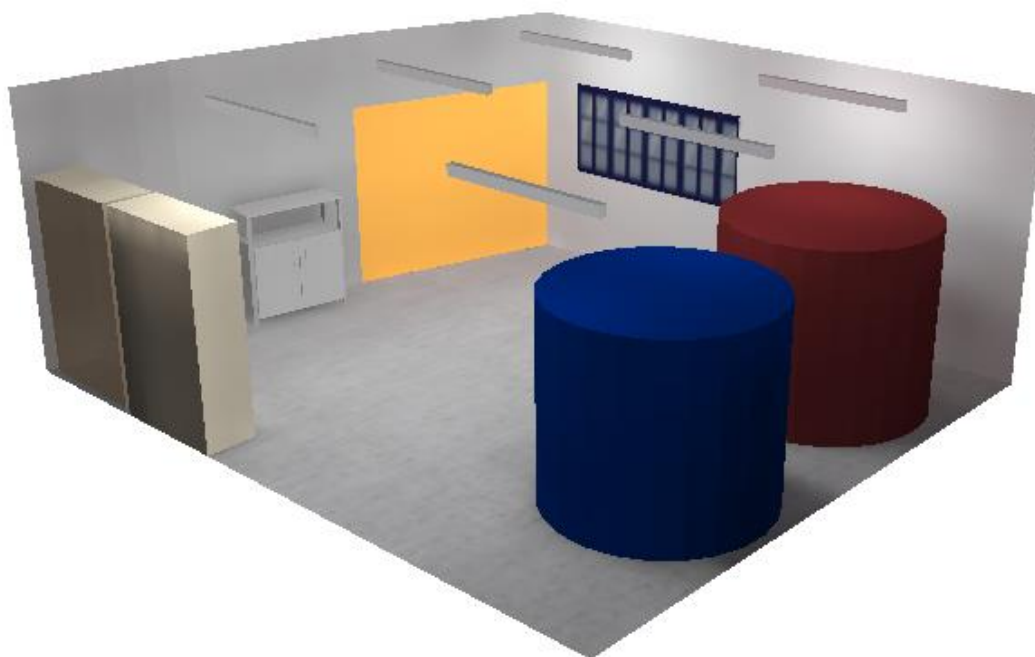


Figura anexo 1.19. Sala de control y almacenamiento (realizado con Dialux 4.12).

Las paredes estas representan un grado de reflexión de 50%, el tipo de suelo propuesto un 54%, y el techo, de un color más reflectante, tendrá un grado del 70%.

La norma UNE 12464.1 presenta dos situaciones en las cuales estará comprometido nuestra sala, estas son las siguientes:

3. SALAS DE CONTROL				
Nº REF	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_m lux	UGR_L	R_a
3.1	SALAS DE MATERIAL, SALAS DE MECANISMOS	200	25	60
3.2	SALA DE FAX, CORREOS, CUADRO DE CONTADORES	100	22	80

Figura anexo 1.20. Tabla de parámetros de iluminación según el uso (UNE 12464.1).

Por lo cual escogeremos los factores más desfavorables de cada caso, quedándonos con una iluminancia media no menor a 200 lux, un índice de deslumbramiento unificado menor de 22 y un rendimiento cromático mayor de 80%

En referencia al documento básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, exige un valor de eficiencia energética menor que 4 (almacenes y salas técnicas).

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,80.

Para cumplir con las necesidades lumínicas descritas anteriormente, utilizamos una nueva iluminaria de un fluorescente. Se han colocado 6 piezas distribuidas de la siguiente manera:

Local 1 / Lista de luminarias

PHILIPS TMX204 1xTL-DR58W HFP
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 5135 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 5240 lm
 Potencia de las luminarias: 55.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 81
 Código CIE Flux: 36 65 85 81 98
 Lámpara: 1 x TL-DR58W/840 (Factor de corrección 1.000).

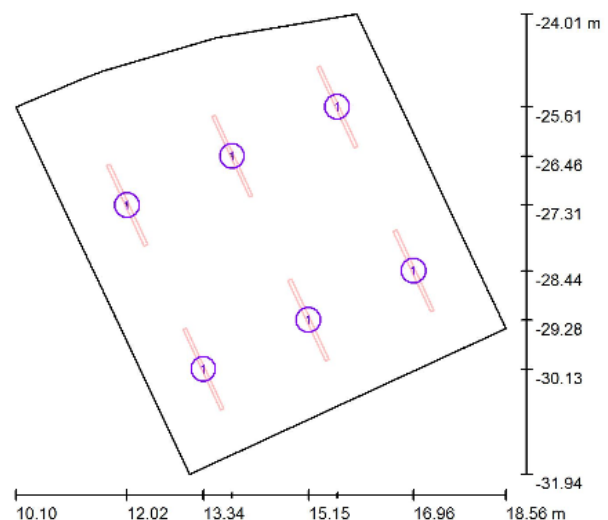
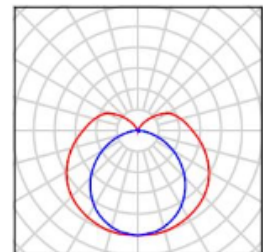


Figura anexo 1.21. Lista y Ubicación luminarias (realizado con Dialux 4.12).

A continuación mostramos los resultados luminotécnicos, realizados por el software Dialux, mediante el método punto por punto, con las luminarias mencionadas y distribuidas tal y como se muestra en la figura anterior.

Local 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 30811 lm
Potencia total: 330.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	237	142	379	/	/
Suelo	142	104	247	54	42
Techo	106	132	238	70	53
Pared 1	84	79	163	50	26
Pared 2	193	125	318	50	51
Pared 3	140	152	293	50	47
Pared 4	80	123	203	50	32
Pared 5	85	134	219	50	35
Pared 6	58	101	159	50	25
Pared 7	149	99	248	50	39

Simetrías en el plano útil
E_{min} / E_m: 0.074 (1:13)
E_{min} / E_{max}: 0.050 (1:20)

Valor de eficiencia energética: 8.27 W/m² = 2.18 W/m²/100 lx (Base: 39.91 m²)

Figura anexo 1.22. Resultados Luminotécnicos (realizado con Dialux 4.12).

Para la realización del cálculo de las necesidades lumínicas, el software Dialux en base a las dimensiones de la oficina, ha creado una trama de 128 * 128 puntos, con dos luminarias cuya potencia asciende a los 330 Watios y que consiguen una iluminancia media, en el plano de estudio de 379 lux, resultado que cumple con la norma la cual establece un mínimo de 200 lux.

En cuanto a la eficiencia energética, la sala de almacenamiento y control con una superficie de 40 m², se consigue un valor calculado de $2.18 \frac{W}{m^2} * 100lux$, por lo que cumple con lo estipulado en el código técnico de edificación, siendo menos que $4 \frac{W}{m^2} * 100lux$.

Los niveles de iluminación, quedan distribuidos según refleja el siguiente grafico de las isóclinas obtenidas en el Dialux.

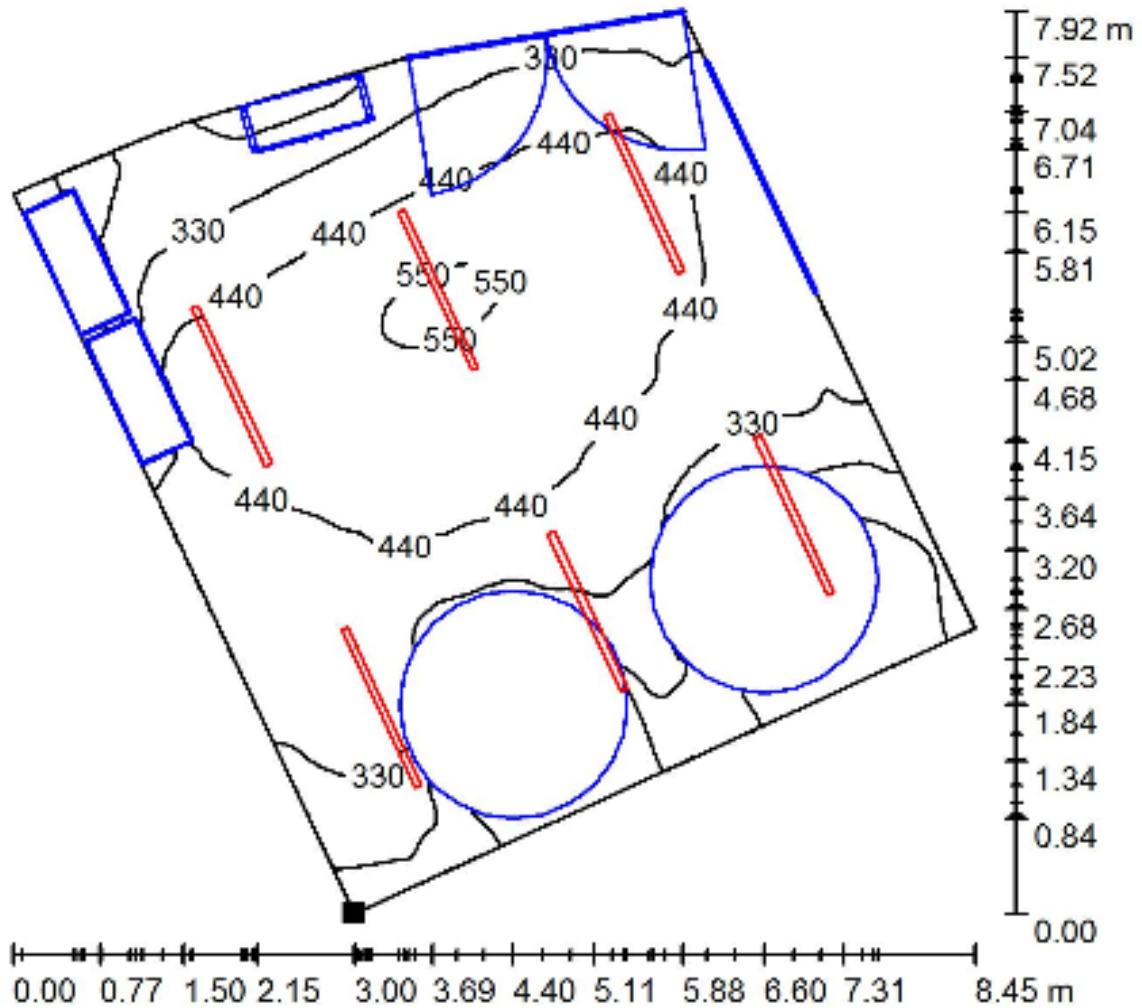
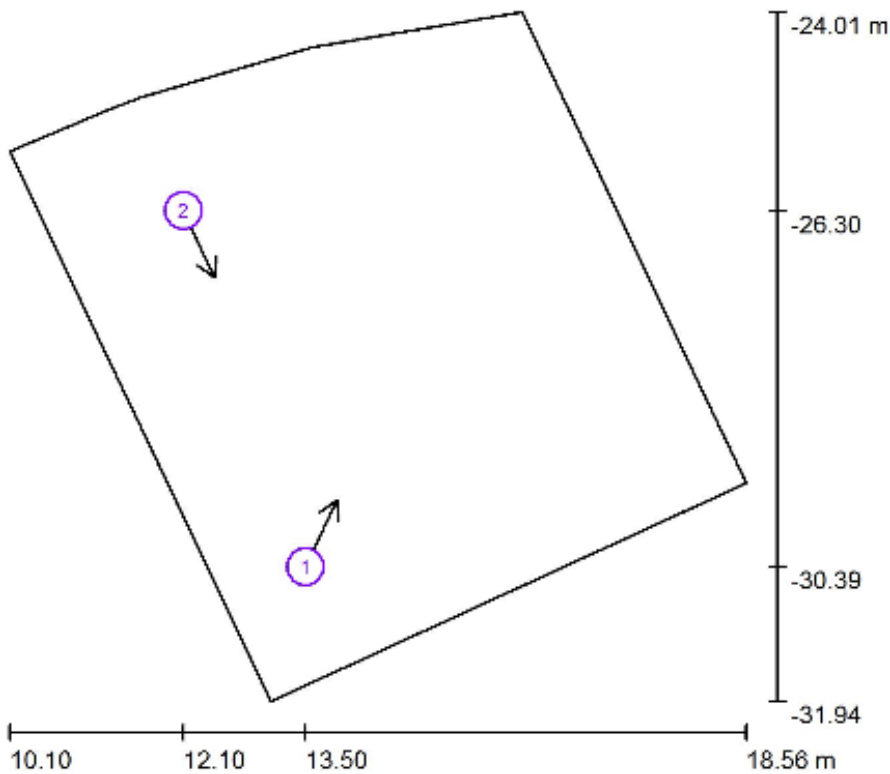


Figura anexo 1.23. Isolíneas del plano útil (realizado con Dialux 4.12).

Finalmente, hallaremos el índice de deslumbramiento unificado (URG). De los puntos que son más desfavorables descrito en el siguiente plano:



Escala 1 : 90

Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 2	13.500	-30.394	1.200	65.0	14
2	Punto de cálculo UGR 3	12.100	-26.300	1.200	-65.0	20

Figura anexo 1.24. Lista de puntos UGR (realizado con Dialux 4.12).

Como podemos comprobar en la tabla de la figura anterior, tenemos un índice de deslumbramiento máximo de 20, en el punto de observación 2, siendo el punto más desfavorable en dirección a las iluminarias. Dicho resultado lo podemos dar como aceptable debido a que está por debajo del límite de 22 establecido por la norma.

5. Alumbrado Exterior

5.1. Campo de aplicación.

Para el dimensionado del alumbrado exterior del camping nos vamos a regir principalmente por las guías técnicas ITC-EA-02 y ITC-BT-09, las cuales tiene como ámbito de aplicación en las instalaciones de alumbrado exterior, tanto de carácter privado como público.

5.2. Procedimiento de dimensionado.

Para realizar el correcto dimensionamiento de las iluminarias utilizaremos el software Dialux 4.12, complementando siempre con las guías técnicas ITC-EA de la 1 a la 7. En nuestro caso debemos realizar diferentes dimensionados ya que tenemos diferentes tipos de vías con diferentes situaciones.

El nivel de iluminación requerido por una vía depende de múltiples factores como son el tipo de vía, la complejidad de su trazado, la intensidad y sistema de control del tráfico y la separación entre carriles destinados a distintos tipos de usuarios.

En función de estos criterios, las vías de circulación se clasifican en varios grupos o situaciones de proyecto, asignándose a cada uno de ellos unos requisitos fotométricos específicos que tienen en cuenta las necesidades visuales de los usuarios así como aspectos medio ambientales de las vías.

5.2.1. Clasificación de las vías.

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, en la siguiente tabla nos muestra dichos parámetros:

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Figura anexo 1.25. Tipo de vía según la velocidad del tráfico (ITC-EA-02).

En el camping tendrán acceso, los peatones, ciclistas y vehículos motorizados con un límite de velocidad de 30 km/h, por lo que nuestro tipo de vía será de “baja velocidad” con una clasificación D.

5.2.2. Selección de la clase de alumbrado.

Mediante otros criterios, tales como el tipo de vía y la intensidad media de tráfico diario (IMD), se establecen subgrupos dentro de la clasificación anterior.

En la siguiente tabla se definen las clases de alumbrado para las diferentes situaciones de proyecto correspondientes a la clasificación de vías anteriores.

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ⁽¹⁾
C1	<ul style="list-style-type: none"> • Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas Flujo de tráfico de ciclistas Alto Normal	S1 / S2 S3 / S4
D1 - D2	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías. • Aparcamientos en general. • Estaciones de autobuses. Flujo de tráfico de peatones Alto Normal	CE1A / CE2 CE3 / CE4
D3 - D4	<ul style="list-style-type: none"> • Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada • Zonas de velocidad muy limitada Flujo de tráfico de peatones y ciclistas Alto Normal	CE2 / S1 / S2 S3 / S4

Figura anexo 1.26. Clases de alumbrado para tipos C y D (ITC-EA-02).

La situación de proyecto que se aplica, en la situación del camping, es la D3-D4, tipo de vía que cumple con las siguientes condiciones: medidas geométricas para tráfico tranquilo, dificultad en la tarea de conducción y el flujo de tráfico de peatones y ciclistas, también se incluye la consideración de la existencia de vehículos aparcados, el reconocimiento facial y riesgo de criminalidad, la complejidad del campo visual y los niveles de luminosidad ambiental.

En cuanto a la clase de alumbrado, el camping tendrá un tráfico alto de peatones, por lo que estaría entre las clases CE2/S1/S2, para resolver esta incógnita la guía técnica ITC-EA-02, nos da dos tablas de características.

TIPOS	DESCRIPCIÓN	CLASES DE ALUMBRADO
P1	Vías de muy elevado prestigio urbano.	CE1A
P2	Vías de alto prestigio urbano	CE2
P3	Calzadas de prestigio urbano	S1
P4	Utilización intensa por peatones o ciclistas	S2
P5	Utilización moderada por peatones o ciclistas	S3
P6	Utilización baja por peatones o ciclistas solo, asociada a las propiedades adyacentes	S4

Figura anexo 1.27. Clase de alumbrado según tipos P (ITC-EA-02).

Para resolverlo, debemos hallar el tipo, para ello la guía nos indica que el número que acompaña al tipo lo hallamos con la siguiente formula:

$$P = A - 6$$

Donde A es el peso específico y para hallarlo debemos resolver la encuesta de la siguiente tabla.

PARÁMETROS	OPCIONES	PESO ESPECÍFICO (a)	PESO ESPECÍFICO SELECCIONADO
Velocidad	Baja	1	
	Muy baja (andando)	0	
Intensidad de tráfico	Muy alta	1	
	Alta	0.5	
	Moderada	0	
	Baja	-0.5	
	Muy baja	-1	
Composicion de tráfico	Peatones, ciclistas y tráfico motorizado	2	
	Peatones y tráfico motorizado	1	
	Solo peatones y ciclistas	1	
	Solo peatones	0	
	Solo ciclistas	0	
Existencia de vehiculos aparcados	Si	0.5	
	No	0	
Luminosidad ambiental	Alta	1	
	Moderada	0	
	Baja	-1	
Reconocimiento facial	Necesario	Requisitos adicionales	
	No necesario	Ningún requisito adicional	
		Suma de los pesos específicos	A

Figura anexo 1.28. Parámetros- Peso específico vial (ITC-EA-02).

La combinación de una baja velocidad, un tráfico moderado de peatones, ciclistas y vehículos motorizados y la posibilidad de aparcar los vehículos en la vía, clasifica a nuestra vía de tipo 2 (P2), con una suma de pesos específicos de 4. Esto conlleva a que nuestra clase de alumbrado en el camping será CE2.

Clase de Alumbrado (¹)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media <i>E_m</i> (lux) [mínima mantenida(¹)]	Uniformidad Media <i>U_m</i> [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

(¹) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento () elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

(²) También se aplican es espacios utilizados por peatones y ciclistas.

Figura anexo 1.29. Series CE de clases de alumbrado para tipos C y D (ITC-EA-02).

Finalmente, según la tabla anterior el camping debe cumplir los requisitos mínimos de iluminancia horizontal para la clase de alumbrado CE2, que se compone de una iluminancia media de 20 lux, y una uniformidad Media de 0.4.

5.3. Eficiencia energética.

Nuestra instalación debe tener una eficiencia energética mínima de $17.5 \frac{m^2 \cdot lux}{W}$ para una iluminancia media de 20, tal y como corrobora la siguiente tabla:

Iluminancia media en servicio <i>E_m</i> (lux)	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
≤ 7,5	9,5

Figura anexo 1.30. Requisitos mínimos de eficiencia energética (ITC-EA-01).

6. Dimensionado Alumbrado Exterior

6.1. Dimensionado luminarias de las calzadas V1 y V2

La calzada V, es la calzada que da acceso a las plazas más privilegiadas del camping con vistas a la playa. El dimensionado debe hacerse prestando una importante atención al tamaño y situación geográfica de las plazas, debido a que las luminarias deben estar en la linde entre dos plazas. La calzada que separa las dos filas tiene un ancho de 7 m.



Figura anexo 1.31. Plano calzada V1- V2.

Las plazas de la primera y segunda fila del camping presentan unas dimensiones de 12m de largo por 10m de ancho, por lo que para esta calzada hemos elegido una distribución de luminarias de tipo Bilateral desplazado con una separación longitudinal de 20 m.

Para satisfacer las necesidades lumínicas halladas en el apartado anterior, junto con la disposición Bilateral de las luminarias, se ha optado por el siguiente tipo de luminaria.

Calle 1 / Lista de luminarias

PHILIPS BGP621 1xECO60/830 OFR2
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 5400 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 6000 lm
 Potencia de las luminarias: 66.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 40 78 98 100 90
 Lámpara: 1 x ECO60/830/- (Factor de corrección 1.000).

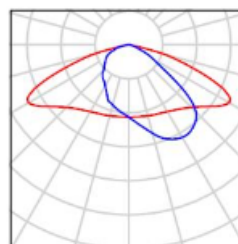


Figura anexo 1.32. Lista luminaria Exterior (realizado con Dialux 4.12).

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, junto a que es una instalación exterior con un ciclo de mantenimiento de 3 años, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, el factor de mantenimiento, se ha establecido en 0,57.

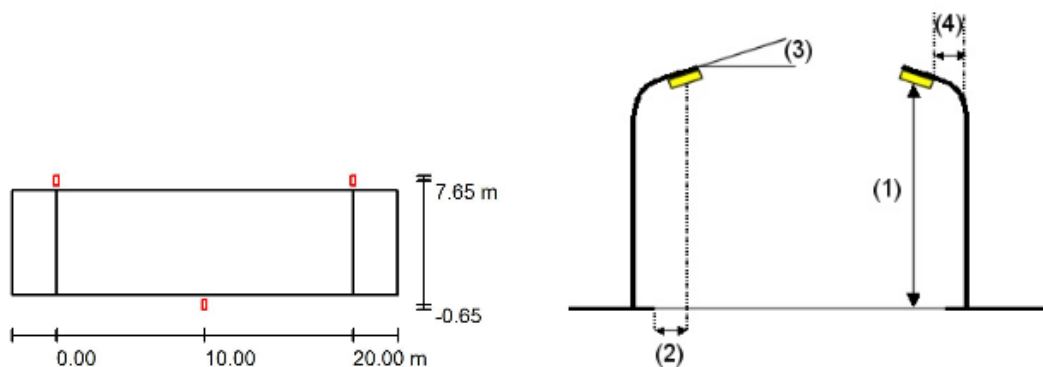
Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1

(Anchura: 7.000 m)

Factor mantenimiento: 0.57

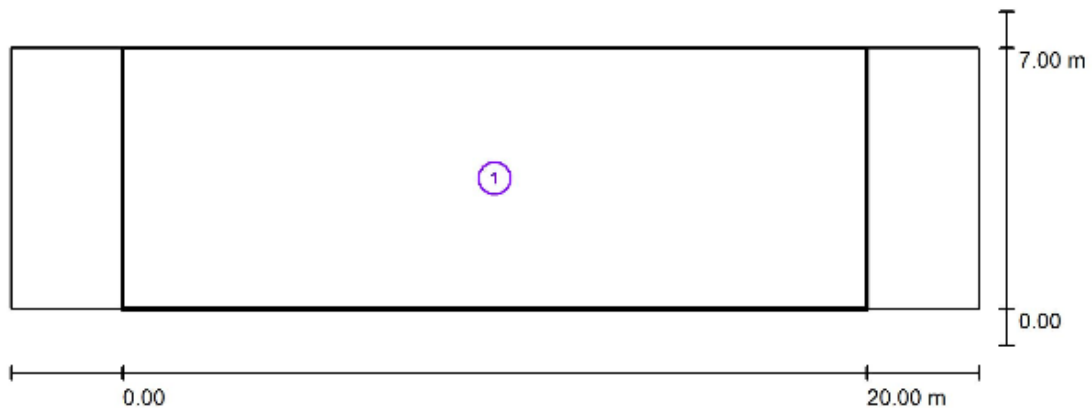
Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BGP621 1xECO60/830 OFR2	
Flujo luminoso (Luminaria):	5400 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	6000 lm	con 70°: 410 cd/klm
Potencia de las luminarias:	66.0 W	con 80°: 21 cd/klm
Organización:	bilateral desplazado	con 90°: 0.00 cd/klm
Distancia entre mástiles:	20.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura de montaje (1):	4.000 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
Altura del punto de luz:	3.880 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m	

Figura anexo 1.33. Datos de Planificación (realizado con Dialux 4.12).

Un total de 14 luminarias, cuya potencia total es 924 w, hacen posible que se cumplan los siguientes resultados luminotécnicos:

Calle 1 / Resultados luminotécnicos

Factor mantenimiento: 0.57

Escala 1:186

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1
 Longitud: 20.000 m, Anchura: 7.000 m
 Trama: 10 x 5 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.
 Clase de iluminación seleccionada: CE2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	24.46	0.46
Valores de consigna según clase:	≥ 20.00	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Figura anexo 1.34. Resultado Luminotécnicos (realizado con Dialux 4.12).

En cuanto a la eficiencia energética, en este caso, nos encontramos que en 20 m de longitud tenemos por un lado una luminaria y por otro lado dos medias luminarias, que en cuestión de potencia se suman resultando una luminaria. Esto quiere decir, que para 20m de largo y 7m de ancho disponemos de dos luminarias de 66 w cada una. Por lo que nos quedaría:

$$\varepsilon = \frac{S * E_m}{P} = \frac{140 * 20}{132} = 25.94 \frac{m^2 * lux}{W}$$

Como es mayor que $17.5 \frac{m^2 * lux}{W}$ nuestra instalación cumple el requisito.

6.2. Dimensionado luminaria de calzada U.

La calzada U, es la que separa la segunda fila y la tercera fila de plazas, con una ancho de calzada de 7 m. La tercera fila se compone de 8 plazas, cada plaza tiene una longitud de 10 metros de largo y 7 metros de ancho. Para el dimensionado de esta calzada lo hemos dividido en 4 tramos, donde el tramo 1 y 4 tendrá la misma disposición de iluminaria al igual que el tramo 2 y 3. Es decir, la calzada dispondrá de una disposición de luminarias simétrica con respecto a la línea imaginaria que divide la calzada en dos partes iguales.



Figura anexo 1.35. Plano Calzada U.

En cuanto a la elección del tipo de luminarias para la calzada U, sigue siendo la misma, aunque ahora con una potencia un inferior, debido a que disponemos de una menor distancia de mástiles. Por lo que se instalarán un total de 9 piezas de 50 w cada una, resultando una potencia total de 450 Watios.

Calle 1 / Lista de luminarias

PHILIPS BGP621 1xECO40/830 OFR1
 Nº de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 4000 lm
 Potencia de las luminarias: 50.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 40 77 97 100 90
 Lámpara: 1 x ECO40/830/- (Factor de corrección 1.000).

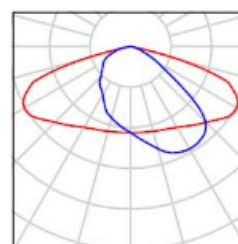


Figura anexo 1.36. Lista luminaria Exterior (realizado con Dialux 4.12).

6.2.1. Tramo U-1 y U-4.

En el dimensionado de los tramos de los extremos de la calzada U, hemos predispuesto una disposición unilateral, en la tercera fila, con una distancia de separación entre mástiles de 14 m, conjuntamente con otra disposición unilateral de 10m en el lado de la segunda fila.

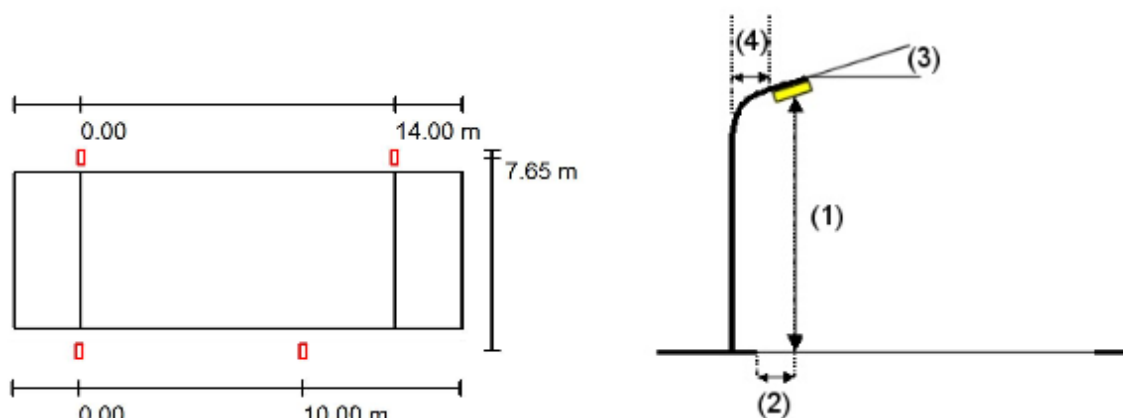
Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1

(Anchura: 7.000 m)

Factor mantenimiento: 0.57

Disposiciones de las luminarias



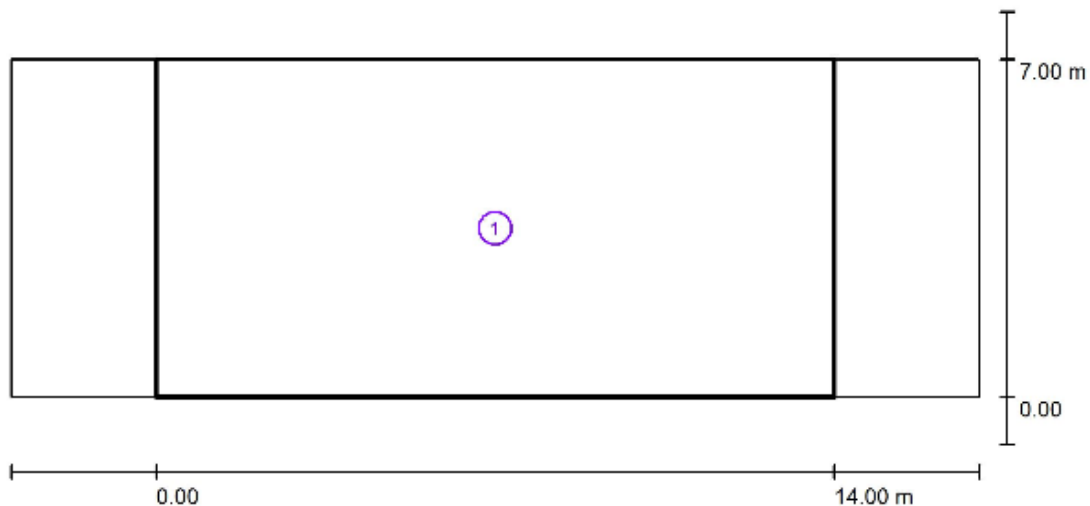
Luminaria:	PHILIPS BGP621 1xECO60/830 OFR2	
Flujo luminoso (Luminaria):	5400 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	6000 lm	con 70°: 410 cd/klm
Potencia de las luminarias:	50.0 W	con 80°: 21 cd/klm
Altura de montaje (1):	4.000 m	con 90°: 0.00 cd/klm

Figura anexo 1.37. Disposición luminaria exterior (realizado con Dialux 4.12).

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, junto a que es una instalación exterior con un ciclo de mantenimiento de 3 años, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, el factor de mantenimiento, se ha establecido en 0,57.

Dicha disposición conlleva a que se cumplan los resultados luminotécnicos deseados para la calzada del camping, que en este caso son los siguientes:

Calle 1 / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.57

Escala 1:143

Lista del recuadro de evaluación

1	Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 Longitud: 14.000 m, Anchura: 7.000 m Trama: 10 x 5 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1. Clase de iluminación seleccionada: CE2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)		
		E_m [lx]	U0
	Valores reales según cálculo:	27.90	0.58
	Valores de consigna según clase:	≥ 20.00	≥ 0.40
	Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Figura anexo 1.38. Resultados luminotécnicos (realizado con Dialux 4.12).

En cuanto a la eficiencia energética, en este caso, nos encontramos que en 14 m de longitud tenemos por un lado una luminaria y por otro lado dos medias luminarias, que en cuestión de potencia se convierten en un total de dos luminarias. Esto quiere decir, que para 14 m de largo y 7 m de ancho disponemos de dos luminarias de 50 w cada una. Por lo que nos quedaría:

$$\varepsilon = \frac{S * E_m}{P} = \frac{98 * 27.90}{100} = 20.71 \frac{m^2 * lux}{W}$$

Como es mayor que $17.5 \frac{m^2 * lux}{W}$ nuestra instalación cumple el requisito.

6.2.2. Tramo U-2 y U-3.

En estos tramos seguimos con una disposición en la tercera fila unilateral a 14 m, que debemos acompañar con una disposición unilateral a 8 m en el lado de la segunda fila, ya que no podemos colocar luminarias en el acceso entre las dos calzadas, y la salas de la oficina tiene una longitud de 6 m.

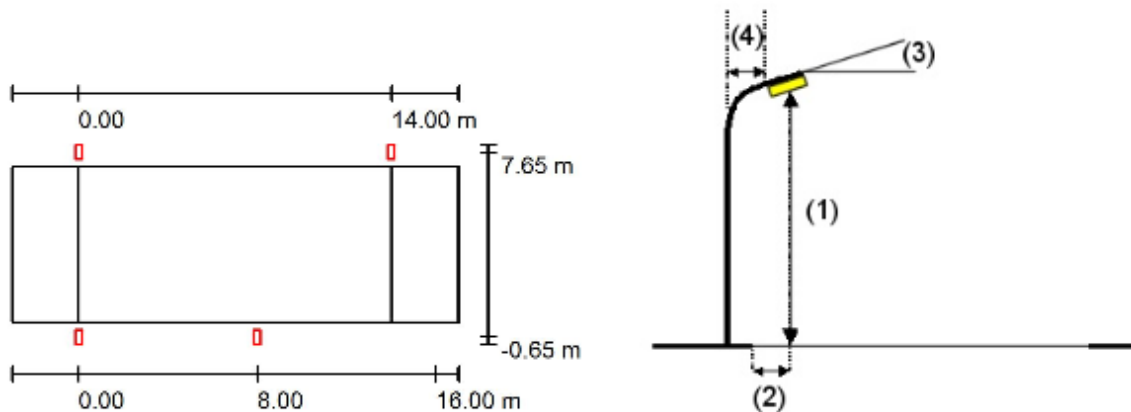
Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1

(Anchura: 7.000 m)

Factor mantenimiento: 0.57

Disposiciones de las luminarias

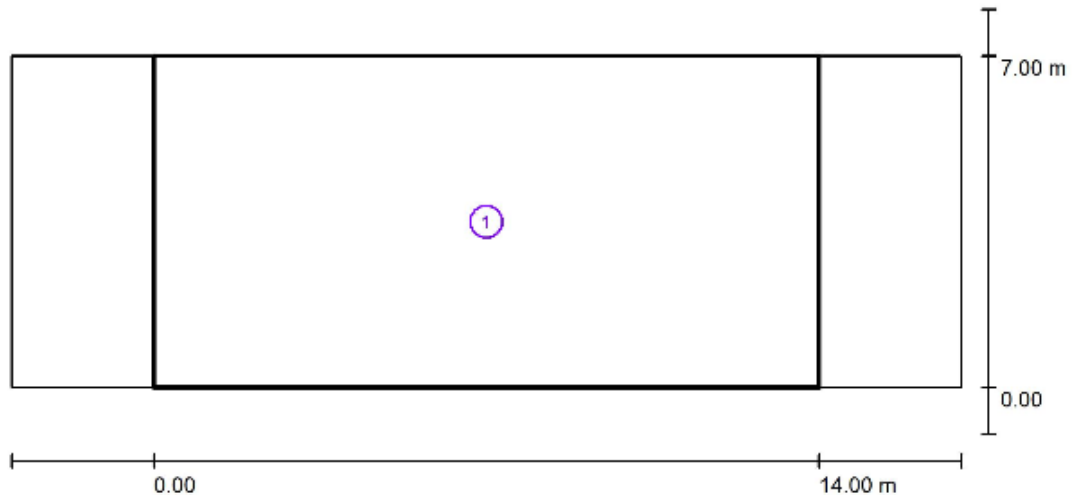


Luminaria:	PHILIPS BGP621 1xECO40/830 OFR1	
Flujo luminoso (Luminaria):	3600 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	4000 lm	con 70°: 428 cd/klm
Potencia de las luminarias:	50.0 W	con 80°: 24 cd/klm
Altura de montaje (1):	4.000 m	con 90°: 0.00 cd/klm

Figura anexo 1.39. Disposición luminaria exterior (realizado con Dialux 4.12).

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, junto a que es una instalación exterior con un ciclo de mantenimiento de 3 años, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, el factor de mantenimiento, se ha establecido en 0,57.

Dicha disposición conlleva a que se cumplan los resultados luminotécnicos deseados para la calzada del camping, que en este caso son los siguientes:



Factor mantenimiento: 0.57

Escala 1:143

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1
 Longitud: 14.000 m, Anchura: 7.000 m
 Trama: 10 x 5 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.
 Clase de iluminación seleccionada: CE2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	31.64	0.54
Valores de consigna según clase:	≥ 20.00	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Figura anexo 1.40. Resultados luminotécnicos (realizado con Dialux 4.12).

En cuanto a la eficiencia energética, en este caso, nos encontramos que en 14 m de longitud tenemos por un lado una luminaria y por otro lado dos medias luminarias, que en cuestión de potencia se convierten en un total de dos luminarias. Esto quiere decir, que para 14 m de largo y 7 m de ancho disponemos de dos luminarias de 50 w cada una. Por lo que nos quedaría:

$$\varepsilon = \frac{S * E_m}{P} = \frac{98 * 31.64}{100} = 31 \frac{m^2 * lux}{W}$$

Como es mayor que $17.5 \frac{m^2 * lux}{W}$ nuestra instalación cumple el requisito.

6.3. Dimensionado luminarias de las plazas aisladas.

En la primera fila, las dos plazas del extremo derecho no tienen en frente más plazas por lo que debemos de instalar otro tipo de disposición. También vamos a aplicar este dimensionado a la parte trasera de dos plazas de la segunda fila, con el objetivo crear una iluminación de detección, y así evitar accidentes en esa zona ya sea a peatones, como a las mismas caravanas. Para este dimensionamiento, hemos estipulado un ancho de calzada de 3.5 m que es la mitad del ancho de las calzadas, ya que solo se desea iluminar un lado de esta.

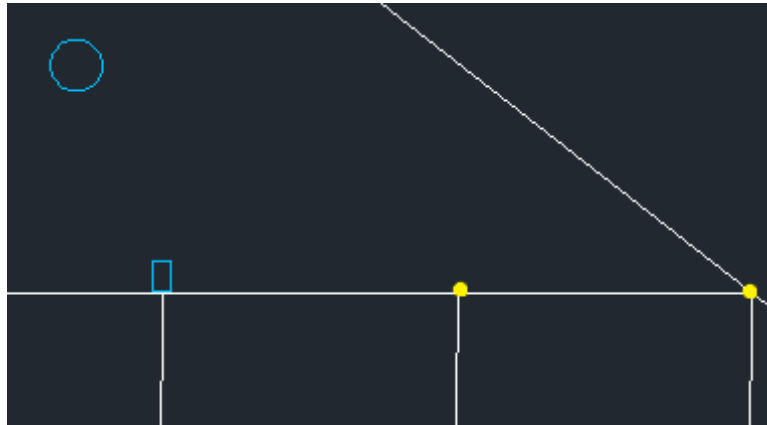


Figura anexo 1.41. Plano iluminación plazas aisladas primera fila.

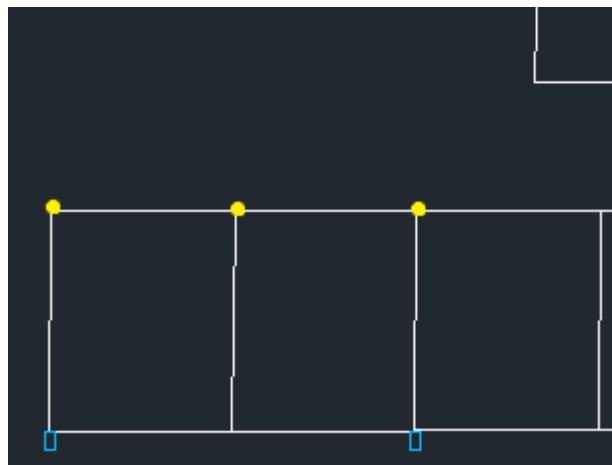


Figura anexo 1.42. Plano iluminación plazas aisladas segunda fila.

Respecto al tipo de iluminaria seguiremos utilizando la misma, pero ahora con una disposición unilateral de 10 m entre mástiles.

Calle 1 / Lista de luminarias

PHILIPS BGP621 1xECO40/830 OFR1
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 4000 lm
 Potencia de las luminarias: 50.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 40 77 97 100 90
 Lámpara: 1 x ECO40/830/- (Factor de corrección 1.000).

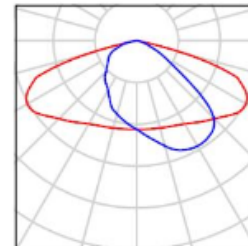


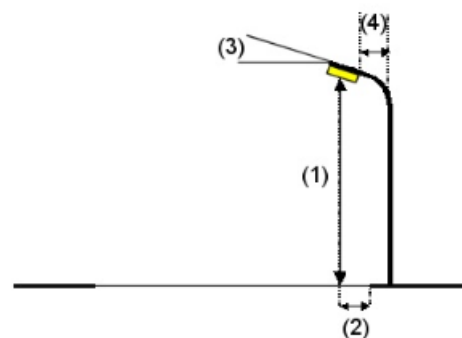
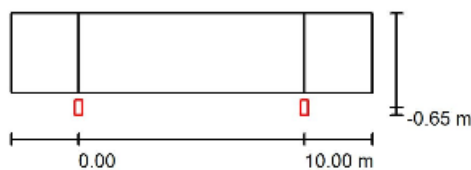
Figura anexo 1.43. Lista luminaria Exterior (realizado con Dialux 4.12).

En este caso, entre las dos situaciones instalaremos un total de 5 luminarias, con una altura de 4 metros, de las cuales dos se instalarán en la primera fila y tres en la segunda, haciendo necesaria una potencia total de 250 vatios.

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1 (Anchura: 3.500 m)
 Factor mantenimiento: 0.57

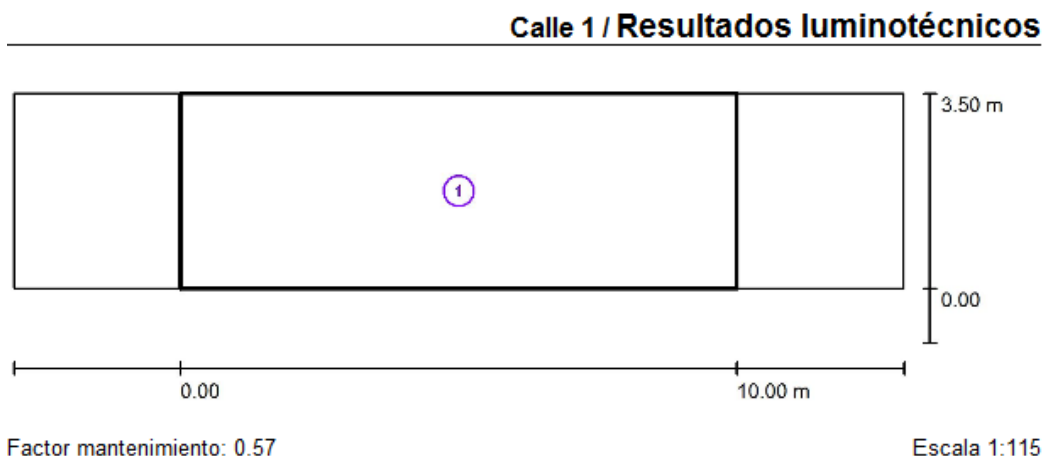
Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BGP621 1xECO40/830 OFR1	
Flujo luminoso (Luminaria):	3600 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	4000 lm	con 70°: 428 cd/klm
Potencia de las luminarias:	50.0 W	con 80°: 24 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	con 90°: 0.00 cd/klm
Distancia entre mástiles:	10.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura de montaje (1):	4.000 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
Altura del punto de luz:	3.880 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m	

Figura anexo 1.44. Disposición luminaria exterior (realizado con Dialux 4.12).

Dicha disposición conlleva a que se cumplan los resultados luminotécnicos deseados para la calzada del camping, que en este caso son los siguientes:



Factor mantenimiento: 0.57

Lista del recuadro de evaluación

1	Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 Longitud: 10.000 m, Anchura: 3.500 m Trama: 10 x 3 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1. Clase de iluminación seleccionada: CE2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)	E_m [lx]	U0
	Valores reales según cálculo:	28.25	0.56
	Valores de consigna según clase:	≥ 20.00	≥ 0.40
	Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Figura anexo 1.45. Resultados luminotécnicos (realizado con Dialux 4.12).

En cuanto a la eficiencia energética, en este caso, nos encontramos que en 10 m de longitud tenemos dos medias luminarias, que en cuestión de potencia se convierten en un total de una luminaria. Esto quiere decir, que para 10 de largo y 3.5 m de ancho disponemos de una luminaria de 50 w. Por lo que nos quedaría:

$$\epsilon = \frac{S * Em}{P} = \frac{35 * 28.25}{50} = 19.775 \frac{m^2 * lux}{W}$$

Como es mayor que $17.5 \frac{m^2 * lux}{W}$ nuestra instalación cumple el requisito.

6.4. Dimensionado luminarias Cruce.

El cruce entre la calzada U y la calzada V que atraviesa delante de los aseos y oficina, ira iluminado con dos luminarias instaladas en un mismo mástil que estará en el centro del cruce.

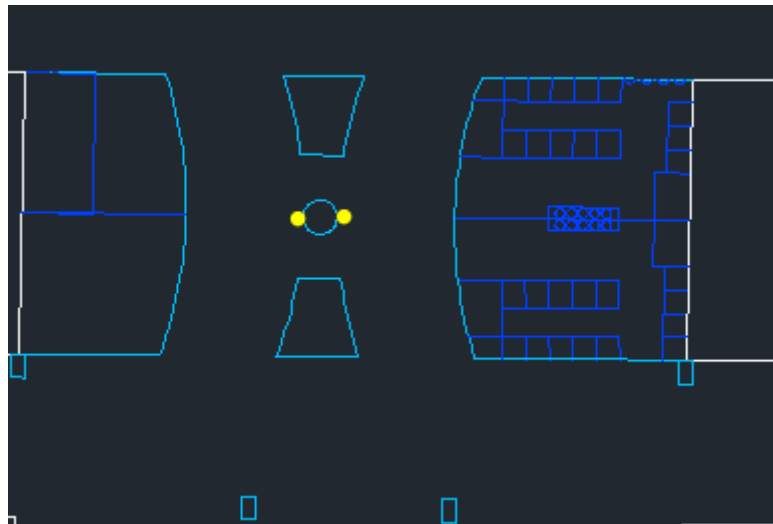


Figura anexo 1.46. Plano iluminación cruce.

El tipo de luminarias a utilizar es el que hemos utilizado para el resto del camping, con una potencia total entre las dos luminarias de 132 wattios.

Calle 1 / Lista de luminarias

PHILIPS BGP621 1xECO60/830 OFR2
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 5400 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 6000 lm
 Potencia de las luminarias: 66.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 40 78 98 100 90
 Lámpara: 1 x ECO60/830/- (Factor de corrección 1.000).

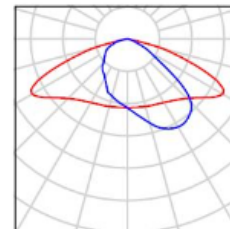


Figura anexo 1.47. Lista luminarias (realizado con Dialux 4.12).

En cambio para este tipo de cruce con una altura de mástil de 4 metros la uniformidad media no cumpliría con el valor requerido. Por lo que hemos puesto una altura de luminaria de 6 m. Con esto no iluminaremos solo la calzada sino que también se iluminara parte de la fachada donde se tiene acceso a los aseos y a la oficina.

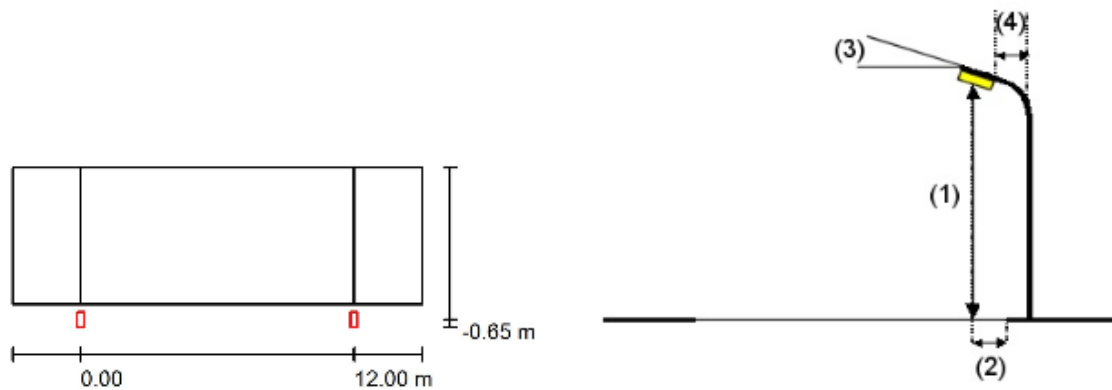
Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1

(Anchura: 6.000 m)

Factor mantenimiento: 0.57

Disposiciones de las luminarias



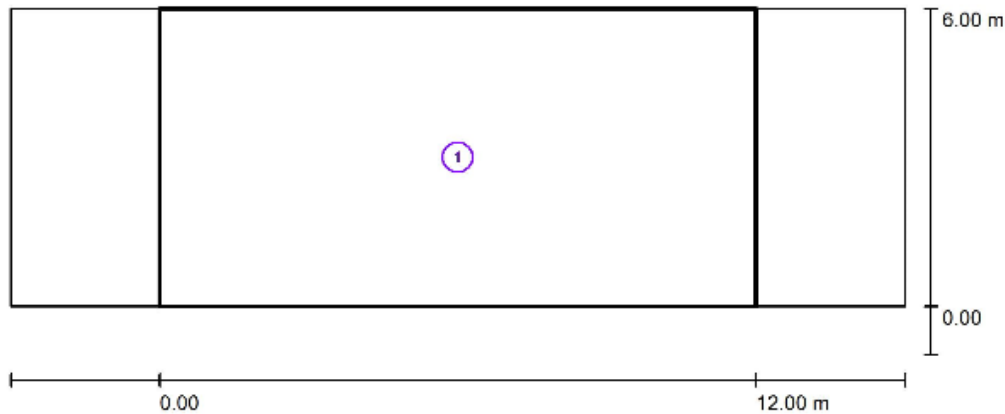
Luminaria:	PHILIPS BGP621 1xECO60/830 OFR2	
Flujo luminoso (Luminaria):	5400 lm	Valores máximos de la intensidad luminica
Flujo luminoso (Lámparas):	6000 lm	con 70°: 410 cd/klm
Potencia de las luminarias:	66.0 W	con 80°: 21 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	con 90°: 0.00 cd/klm
Distancia entre mástiles:	12.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos
Altura de montaje (1):	6.000 m	especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas
		aptas para el funcionamiento).

Figura anexo 1.48. Planificación de las luminarias (realizado con Dialux 4.12).

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, junto a que es una instalación exterior con un ciclo de mantenimiento de 3 años, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, el factor de mantenimiento, se ha establecido en 0,57.

Dicha disposición conlleva a que se cumplan los resultados luminotécnicos deseados para la calzada del camping, que en este caso son los siguientes:

Calle 1 / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.57

Escala 1:129

Lista del recuadro de evaluación

1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 12.000 m, Anchura: 6.000 m

Trama: 10 x 4 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: CE2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	22.66	0.44
Valores de consigna según clase:	≥ 20.00	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Figura anexo 1.49. Resultado Luminotécnicos (realizado con Dialux 4.12).

En cuanto a la eficiencia energética, en este caso, nos encontramos que en 12 m de longitud tenemos una luminaria de 66 vatios de potencia, para un ancho de carretera de 6m y un largo de 12 m. Por lo que nos quedaría:

$$\varepsilon = \frac{S * E_m}{P} = \frac{72 * 22.66}{66} = 24.72 \frac{m^2 * lux}{W}$$

Como es mayor que $17.5 \frac{m^2 * lux}{W}$ nuestra instalación cumple el requisito.

7. Resumen de iluminación.

7.1. Resumen Luminarias de interior.

Tabla 7.1. Resumen luminaria interior.

ZONAS	T.LUMINARIA	LUMINARIA	ALTURA	POTENCIA	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL
ASEO SEÑORAS	Empotrada	Philips 1*LED34S/830	2.8 m	41 w	8 piezas	328 w
ASEO CABALLERO	Empotrada	Philips 1*LED34S/830	2.8 m	41 w	8 piezas	328 w
OFICINA	Empotrada	Philips 1*LED34S/830	2.8 m	41 w	6 piezas	246 w
SALA MANTENIMIENTO	Empotrada	Philips 1*LED34S/830	2.8 m	41 w	2 piezas	82 w
SALA ALMACENAMIENTO	Fluorecente	Philips 1*TL-DR58W	2.8 m	55 w	6 piezas	330 w

Por lo que finalmente, se consumirá una potencia total para alimentar a los receptores de iluminación interior serán:

Tabla 7.2. Consumo luminarias interiores.

ZONAS	LUMINARIA	POTENCIA	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL	HORAS DE CONSUMO AL MES	CONSUMO AL MES
ASEO SEÑORAS	Philips 1*LED34S/830	41 w	8 piezas	328 w	120 h	39.36 [Kwh/mes]
ASEO CABALLERO	Philips 1*LED34S/830	41 w	8 piezas	328 w	120 h	39.36 [Kwh/mes]
OFICINA	Philips 1*LED34S/830	41 w	6 piezas	246 w	15 h	3.69 [Kwh/mes]
SALA MANTENIMIENTO	Philips 1*LED34S/830	41 w	2 piezas	82 w	15 h	1.23 [Kwh/mes]
SALA ALMACENAMIENTO	Philips 1*TL-DR58W	55 w	6 piezas	330 w	30 h	9.9 [Kwh/mes]

Tabla 7.3. Consumo iluminación interior.

Consumo iluminación interior		
Día [Kwh/día]	Mes [Kwh/mes]	Año [Kwh/año]
3.118	96.54	1138.07

7.2. Resumen Luminarias de Exterior.

Tabla 7.4. Resumen luminarias Exterior.

ZONAS	T.LUMINARIA	LUMINARIA	ALTURA	POTENCIA	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL
CALZADA V	Luminaria de viario	Philips LUMA 1xECO60/830	4 m	66 w	14 piezas	924 w
CALZADA U	Luminaria de viario	Philips LUMA 1Xeco40/830	4 m	50 w	9 piezas	450 w
PLAZAS AISLADAS	Luminaria de viario	Philips LUMA 1Xeco40/830	4 m	50 w	5 piezas	250 w
CRUCE	Luminaria de viario	Philips LUMA 1Xeco60/830	6 m	66 w	2 piezas	132 w

Finalmente, se requiere una potencia total de 1756 watos para alimentar a los receptores de alumbrado exterior.

Tabla 7.5. Consumo luminarias interiores.

ZONAS	LUMINARIA	POTENCIA	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL	HORAS DE CONSUMO AL MES	CONSUMO AL MES
CALZADA V	Philips LUMA 1xECO60/830	66 w	14 piezas	924 w	330 h	304.92 [Kwh/mes]
CALZADA U	Philips LUMA 1Xeco40/830	50 w	9 piezas	450 w	330 h	148.5 [Kwh/mes]
PLAZAS AISLADAS	Philips LUMA 1Xeco40/830	50 w	5 piezas	250 w	330 h	82.5 [Kwh/mes]
CRUCE	Philips LUMA 1Xeco60/830	66 w	2 piezas	132 w	330 h	43.56 [Kwh/mes]

Tabla 7.6. Consumo iluminación interior.

Consumo alumbrado		
Día [Kwh/día]	Mes [Kwh/mes]	Año [Kwh/año]
19.316	579.48	7050.34

En total la iluminación completa del camping tendrá un consumo de 8200 Kwh anuales.



Universidad
de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**Instalación eléctrica y sistema de agua caliente
sanitaria de un camping basados en energías
renovables**

❖ AUTOR: *ADRIÁN CABRERA HERNÁNDEZ*

ANEXO II: INSTALACIÓN AGUA CALIENTE SANITARIA.

ÍNDICE:

1. Generalidades.....	3
2. Características y cuantificación de las exigencias.....	3
2.1. Contribución solar mínima.....	3
3. Características y cuantificación de las exigencias.....	5
3.1. Contribución solar mínima.....	5
3.2. Condiciones Generales.....	5
3.2.1. <i>Fluido de trabajo</i>	6
3.2.2. <i>Protección contra heladas</i>	6
3.2.3. <i>Sobrecalentamientos</i>	6
3.2.4. <i>Resistencia a presión</i>	7
3.2.5. <i>Prevención de flujo inverso</i>	7
4. Calculo y Dimensionado.....	8
4.1. Cálculo de la demanda.....	8
4.2. Radiación solar media.....	9
4.3. Dimensionado básico (f-Chart).....	11
4.4. Pérdidas por sombras, orientación e inclinación.....	15
4.5. Sistemas de captación.....	16
4.6. Conexionado.....	17
4.7. Estructura de soporte.....	17
4.8. Sistema de acumulación solar.....	18
4.8.1. <i>Sistema de intercambio</i>	20
4.9. Componentes del circuito hidráulico.....	21
4.10. Sistema de energía convencional auxiliar.....	23
4.11. Grupo de bombeo de circulación.....	26
4.11.1. <i>Cálculo de la velocidad</i>	27
4.11.2. <i>Cálculo altura manométrica</i>	28
4.11.3. <i>Consumo eléctrico de la bomba</i>	34

1. Generalidades

Para el dimensionado del sistema de producción de agua caliente sanitaria (ACS) se tomará lo estipulado en el Documento Básico HE 4 “Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria” descrito en el CTE (Código Técnico de la Edificación).

En el diseño de la instalación se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- La contribución solar mínima.
- El Cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado.
- El cumplimiento de las condiciones de mantenimiento.

La justificación que conlleva este anexo de la instalación de agua caliente sanitaria viene descrita en la memoria descriptiva del presente proyecto.

2. Características y cuantificación de las exigencias.

2.1. Contribución solar mínima.

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual para ACS obtenidos a partir de los valores mensuales.

En la tabla 2.1 se establece, para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de ACS a una temperatura de referencia de 60°C, la contribución solar mínima anual exigida para cubrir las necesidades de ACS.

Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en % (DB HE-4)

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

La contribución solar mínima para ACS podrá sustituirse parcial o totalmente por una instalación alternativa de otras energías renovables o procesos de cogeneración.

Para poder realizar la sustitución se justificará documentalmente que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda de ACS.

3. Condiciones generales de la instalación.

3.1. Definición.

La instalación solar térmica es la encargada de captar la radiación solar y transformarla en energía térmica, la cual se cederá a un fluido de trabajo y por último, se almacenará dicha energía térmica de forma eficiente. Una instalación solar térmica está compuesta por:

- Un sistema de captación formado por captadores solares
- Un sistema de acumulación
- Un circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc.
- Un sistema de intercambio
- Un sistema de regulación y control
- Adicionalmente, se dispone de un equipo de energía convencional auxiliar que se utiliza para complementar la contribución solar.

3.2. Condiciones generales.

El objetivo básico del sistema solar es suministrar al usuario una instalación solar que optimice el ahorro energético global de la instalación en combinación con el resto de equipos térmicos y garantice una durabilidad y calidad suficientes.

Las instalaciones se realizarán con un circuito primario, con producto químico anticongelante si fuera necesario, y un circuito secundario independientes. En nuestra instalación, sólo se usará agua de red pues en Fuerteventura la temperatura mínima no es inferior a 0°C según los datos proporcionados por la UNE 94.002/95, por lo que la posibilidad de congelación de nuestro fluido de trabajo es prácticamente nula.

La instalación se considerará de circulación forzada debido a que solo dispondrá de un solo circuito primario que contará con más de 10 m² de captación. Además no contará con componentes de acero galvanizado ya que la instalación debe permitir que el agua alcance una temperatura de 60°C.

Respecto a la protección contra descargas eléctricas, las instalaciones deben cumplir con lo fijado en la reglamentación vigente y en las normas específicas que la regulen.

3.2.1. Fluido de trabajo

El fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los captadores. Pueden utilizarse como fluidos en el circuito primario agua de la red, agua desmineralizada o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar de instalación y de la calidad del agua empleada.

El fluido de trabajo tendrá un pH a 20 °C entre 5 y 9, y un contenido en sales que se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:

- La salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650 µS/cm;
- El contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l, expresados como contenido en carbonato cálcico.
- El límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l.

Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada

Entendemos para la realización de nuestra instalación que el fluido elegido, agua de red, cumple con dichos valores, por lo que no será necesario realizar tratamientos al fluido antes de utilizarlo para dicho fin.

3.2.2. Protección contra heladas.

No se tendrán en cuenta las heladas ya que en Puerto del Rosario la temperatura mínima en ningún caso será inferior a 0° C según UNE94.002/95.

3.2.3. Sobrecalentamientos.

Protección contra sobrecalentamientos.

Como se indica en el CTE, se debe dotar a las instalaciones solares de dispositivos de control manuales o automáticos que eviten los sobrecalentamientos de la instalación que puedan dañar los materiales o equipos y penalicen la calidad del suministro energético.

En nuestro caso, al ser un camping vacacional tendremos que tener especial cuidado con las instalaciones tomando medidas en el periodo de baja o nula utilización para así evitar el sobrecalentamiento por el no uso de la instalación.

En cuanto al método de drenajes como protección ante sobrecalentamientos, la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente o vapor del drenaje no supongan ningún peligro para los clientes que habitan en el camping.

Protección contra quemaduras.

La normativa estipula que será necesaria la instalación de un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60°C en todos los puntos de consumo. Este sistema debe ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

Protección de materiales contra altas temperaturas.

El sistema será calculado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes como indica el CTE.

3.2.4. Resistencia a presión.

En cuanto a la resistencia a presión el CTE estipula que:

- Los circuitos deben someterse a una prueba de presión de 1,5 veces el valor de la presión máxima de servicio. La presión hidráulica no deberá caer más de un 10 % del valor medio medido al principio del ensayo.
- El circuito de consumo deberá soportar la máxima presión requerida por las regulaciones nacionales/europeas de agua potable para instalaciones de agua de consumos abiertas o cerradas.

- En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

3.2.5. Prevención de flujo inverso.

Para evitar flujos inversos implantaremos válvulas antirretorno en los puntos de la instalación donde la energía potencial del fluido pueda en algún caso ser inferior a cero.

3.2.6. Bombas.

Si el circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación, la caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito.

El DB-HE4 establece que “en instalaciones superiores a 50 m² se montarán dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario. En este caso se preverá el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática”. En nuestro caso, solo tenemos una superficie de captación de 30 m², pero debido a la distancia y a la diferencia de cota entre el sistema de intercambio de calor en el acumulador y los módulos térmicos se instalarán dos bombas en paralelo, dejando una en reserva e intercambiándose automáticamente una media de dos o tres veces al día. Con ello no solo evitaremos sobrecalentamientos, sino también aumentaremos la vida útil del grupo de bombeo para efectuar al circulación del circuito primario.

4. CÁLCULO Y DIMENSIONADO.

4.1. Cálculo de la demanda.

Para valorar las demandas se tomarán los valores unitarios que aparecen en la siguiente tabla 3.1 del DB- HE4 (Demanda de referencia a 60°C).

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60°C(DB-HE4).

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel ****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

En nuestro caso el criterio de demanda será el camping, donde el código técnico ya nos da una cifra media de demanda de unos 21 litros de agua caliente por persona al día. Debido a que el camping solo dispondrá de 5 emplazamientos con suministro de agua caliente, y el resto de la demanda se satisfará en los baños donde dispondrán de duchas colectivas debemos también optar por el criterio de demanda definido como duchas colectivas.

Para obtener una aproximación un poco orientativa, el código técnico nos aporta un tabla para saber la media de personas por emplazamiento, haciendo referencia a una vivienda unifamiliar, que tiene por datos, el número medio de personas que habitan en dicha vivienda según la cantidad de dormitorios:

Tabla 4.2. Relación personas dormitorios (DB-HE4)

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	más de 7
Número de Personas	1,5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

Dado que las caravanas, auto caravanas o casetas prefabricadas móviles tienen una media de dos dormitorios, los emplazamientos tendrán una media de 3 personas, por lo que:

- Personas de los emplazamientos (con agua caliente): 5 plaza * 3 pers./plaza = 15 pers.
- Personas de los emplazamientos (sin agua caliente): 23 plaza*3 pers./plaza = 69 pers.

Además debemos contar con la zona de camping exprés, donde habrá por día una media de 5 tiendas de campañas de tamaño medio y de las cuales tendremos una media de dos personas por tienda:

- Personas zona camping exprés: 5 tienda * 2 pers./ tienda = 10 personas.

Por lo que tendremos una media de 79 persona que utilizarán las duchas comunitarias.

- Emplazamiento sin suministro de agua caliente: 79 personas * 21l/personas = 1659 l.
- Emplazamiento con suministro de agua caliente: 15 personas * 21 litros = 315 l.

Finamente la demanda total del camping sumando el suministro a los emplazamientos y a las duchas comunitarias será:

- Demanda total del camping: 315 litros + 1659 litros = 1974 litros/día.

4.3. Dimensionado básico(F-Chart).

El CTE indica que debe establecerse el método de cálculo, especificando, al menos en base mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y de la contribución solar. Asimismo deberá incluir las prestaciones globales anuales definidas por:

- La demanda de energía térmica.
- La energía solar térmica aportada.
- Las fracciones solares mensual y anual.
- El rendimiento medio anual.

Para el dimensionado de las instalaciones de energía solar térmica se sugiere el método de las curvas f (F-Chart), que permite realizar el cálculo de la cobertura de un sistema solar, es decir, de su contribución a la aportación de calor total necesario para cubrir las cargas térmicas, y de su rendimiento medio en un largo período de tiempo.

Para la obtención de estos datos, se ha utilizado una base de cálculo diseñada por la empresa Ecofys S.L., en el marco del proyecto europeo SOLARGE, con finalidad de ayudar a todos los actores del sector a hacer una estimación básica de una instalación solar térmica para la producción de ACS. La herramienta SOLARGE está basada en el método F-CHART, el cual tiene algunas limitaciones. Los datos usados en la herramienta provienen de: CTE (marzo de 2006), Censolar (datos climáticos) y el pliego de condiciones técnicas para instalaciones de energía solar Térmica de IDEA (PTE-REV –octubre).

Según el “Manual de Energía Solar Térmica – Diseño y cálculo de instalaciones” de Javier Cañada Ribera, el método de cálculo F-Chart aporta resultados anuales bastante adecuados ya que está basado en correlaciones obtenidas de múltiples datos experimentales.

En primer lugar se seleccionará la zona climática (1 a 5) para la instalación del sistema en una ubicación específica de España según el mapa del CTE. Para

nuestro proyecto seleccionamos la zona 5 y además se hace una distinción entre canarias y península, en la cual elegimos canarias.

Seguidamente nos piden la latitud correcta y la inclinación de los colectores, que corresponden con 28° de latitud y una inclinación de 15° .

Ya con estos datos la base de cálculo es capaz de darnos la radiación horizontal media y una temperatura aproximada del agua fría.

Tabla 4.4. Radiación térmica y temperatura el agua fría (base de cálculo).

Mes	Radiación (MJ/m ² día)	T ^a agua red
Enero	12,5	8
Febrero	15,3	9
Marzo	19,2	11
Abril	21	13
Mayo	23,5	14
Junio	24	15
Julio	26,5	16
Agosto	25	15
Septiembre	22,1	14
Octubre	17,07	13
Noviembre	13,5	11
Diciembre	11,7	8

En el siguiente paso elegiremos la orientación de los colectores entre: este ($+90^{\circ}$) y oeste (-90°) en nuestro caso los colectores irán orientados al sur por lo que pondremos 0° .

En el quinto paso se debe seleccionar el consumo diario del camping (1385 l/día).

En el sexto paso se tanteará el número total de captadores a instalar hasta cumplir con las exigencias mínimas establecidas en el CTE. En el caso que se estudia es una fracción solar del 70%.

Finalmente en el sexto paso establecemos el tipo de caldera auxiliar optando por una de gas de rendimiento medio 0.7%.

El resultado final del método es la fracción solar, definida como el cociente entre la cantidad de energía aportada por la instalación solar en un periodo de tiempo determinado y la demanda de energía en ese mismo periodo. A partir de

ese valor, y conociendo la demanda total de energía durante dicho periodo, se puede calcular la cantidad de energía térmica aportada por la instalación solar.

Tabla 4.5. Resultados del consumo del camping (base de cálculo).

Porcentaje de uso	Mes	Demanda Tª de Uso (l/día)	Demanda térmica (MJ/día)	Demanda (KWh/mes)
50%	Enero	987	215	1850
50%	Febrero	987	211	1639
100%	Marzo	1974	405	3487
100%	Abril	1974	388	3237
100%	Mayo	1974	380	3274
100%	Junio	1974	372	3099
100%	Julio	1974	364	3132
100%	Agosto	1974	372	3203
100%	Septiembre	1974	380	3168
100%	Octubre	1974	388	3345
100%	Noviembre	1974	405	3375
50%	Diciembre	987	215	1850
Valores medios anuales		1727	341	34661

Por lo que realizando una estimación de ocupación del camping en los meses de invierno del 50%, y los demás meses del 100%. El resultado aportado para que la fracción solar sea mayor del 70% es una superficie de captación de 30 m² con un volumen de acumulación de 1800 L.

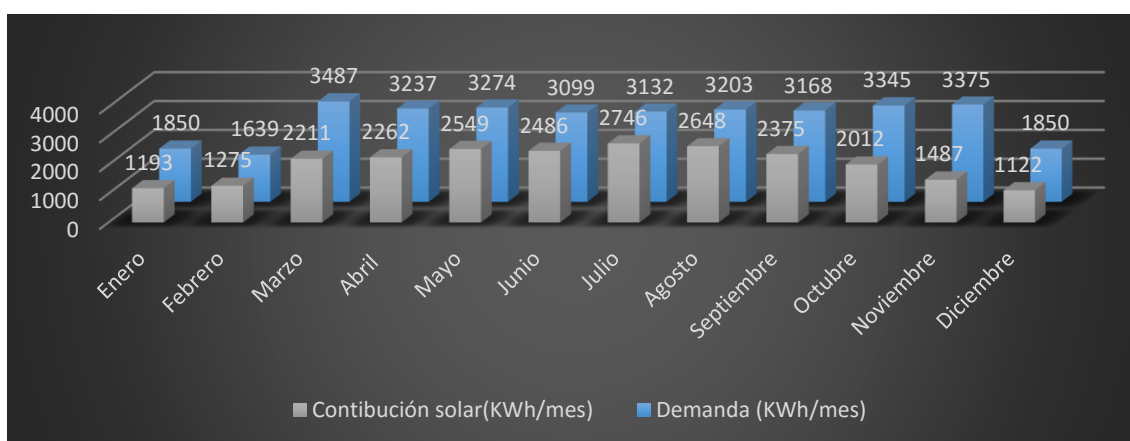
Finalmente el resultado aportado es el siguiente:

En la siguiente tabla se representa las diferentes maneras de consumo del camping. La primera columna es el consumo diario de agua, siendo la calculada anteriormente, salvo los meses de invierno donde el nivel de ocupación en el camping desciende a la par que su consumo. La tercera columna es la que más debemos destacar, representa el consumo térmico en kilovatios horas al mes, el cual es hallado a partir del incremento de temperatura entre el agua de red y el agua de consumo en el mes correspondiente.

En el siguiente resultado, se muestra como hemos llegado a la finalidad del método f-chart, en el, tenemos la demanda de energía térmica frente a la contribución térmica aportada. Donde podemos comprobar se ha cumplido con lo establecido en el DB HE, en lo referente a que la contribución solar mínima debe ser un mínimo del 70%, llegando nosotros al 70.03%.

Tabla 4.6. Fracción solar del camping (base de cálculo).

Porcentaje de uso	Mes	Demanda (KWh/mes)	Contribución solar(KWh/mes)	Contribución solar(%)
50%	Enero	1850	1193	64
50%	Febrero	1639	1275	78
100%	Marzo	3487	2211	63
100%	Abril	3237	2262	70
100%	Mayo	3274	2549	78
100%	Junio	3099	2486	80
100%	Julio	3132	2746	88
100%	Agosto	3203	2648	83
100%	Septiembre	3168	2375	75
100%	Octubre	3345	2012	60
100%	Noviembre	3375	1487	44
50%	Diciembre	1850	1122	61
Valores medios anuales		34661	24367	70%

*Gráfica 4.1. Contribución- Demanda (base de cálculo).*

4.4. Pérdidas por sombras, orientación e inclinación.

Según el DB – HE del CTE, la disposición de los módulos se hará de tal manera que las pérdidas debidas a la orientación e inclinación del sistema y a las sombras sobre el mismo deben ser inferiores a los límites que se muestran a continuación:

Tabla 4.7. Perdidas límite (DB-HE4)

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

En todos los casos se han de cumplir las tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores obtenidos con orientación e inclinación óptimas y sin sombra alguna.

Se considerará como la orientación optima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- a) demanda constante anual: la latitud geográfica;
- b) demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10 °;
- c) demanda preferente en verano: la latitud geográfica – 10 °.

- Sombras: al estar situado en una zona sin edificación y ausente de montañas o cordilleras, en combinación con una colocación estratégica de los captadores solares, los cuales estarán sobre el cuarto de almacenamiento de agua, las perdidas por sombras serán un 0%.
- Orientación: los módulos fotovoltaicos están orientados hacia el sur por lo que las pérdidas por orientación son un 0%.
- Inclinación: como se ha mostrado anteriormente la inclinación óptima de los módulos solares es la latitud geografía, que en nuestro caso es 28.426° colocaremos los captadores con una inclinación comercial de estructuras de 30°, teniendo perdidas por inclinación nada significativas.

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \cdot 10^{-4} \times (\beta - \beta_{opt})^2]$$

Ecuación I – Pérdidas por inclinación (DB – HE)

- $\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \cdot 10^{-4} \times (28.426 - 30)^2] = 0.029\%$

Como señalábamos anteriormente la suma de las pérdidas por una inclinación de 1.6° menos de la óptima, son despreciables, en nuestro caso en concreto suman 0.029% por lo que se encuentra dentro del límite de pérdidas establecido en el DB – HE del CTE.

4.5. Sistemas de captación.

El CTE indica que el captador seleccionado deberá poseer la certificación emitida por el organismo competente en la materia según lo regulado en el RD 891/1980 de 14 de Abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de Julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares, o la certificación o condiciones que considere la reglamentación que lo sustituya.

En el presente proyecto, se cumple con lo establecido en el CTE al disponer de captadores con un coeficiente global de pérdida máximo de $1,39 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, estando por debajo del límite máximo establecido para instalaciones destinadas exclusivamente a la producción de ACS mediante energía solar.

En el Camping, se instalarán captadores solares de tubo de vacío, que presentan mejor captación de la energía solar para los diferentes ángulos de incidencia del sol que los colectores planos, ya que la superficie de captación de los colectores de tubos de vacío se mantiene incluso con ángulos de incidencia de los rayos solares de 45° , y son menos propensos a sufrir condensaciones. Además en nuestro caso debido a los fuertes vientos de la isla y al ser un terreno arenoso los colectores planos acumularían mucho más polvo y perderían gran parte de su eficacia.

Tendrán incorporada tecnología heat pipe, la cual consiste en un tubo, generalmente de cobre de alta pureza, sellado al vacío, que contiene una pequeña cantidad de líquido volátil. El absorbedor transmite calor al tubo de calor, de este modo el líquido se evapora y el vapor asciende hacia la parte alta y fría del tubo, donde se condensa y cede su calor latente, cayendo por gravedad a la parte inferior del tubo. Este ciclo se repite obteniendo de esta forma una transferencia de calor de la parte inferior del tubo a la parte superior. Para garantizar la recirculación del líquido de evaporación en el intercambiador de calor del tubo, el ángulo de inclinación debe ser mayor que cero.

En este proyecto se instalarán un total de 10 colectores de tubo de vacío Vitosol 200T, de 3.26 m², completando así la superficie de absorción de 32.6 m², para poder cumplir con la aportación mínima establecida en el CTE.

4.6. Conexionado.

En el conexionado se debe prestar especial atención a la estanquidad y durabilidad de las conexiones de los captadores, debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y la salida de cada batería y entre las bombas que se instalen en el circuito, además deberá instalarse una válvula de seguridad por fila con el fin de proteger el circuito, y para así cumplir lo establecido en el CTE.

En el presente proyecto la planta de absorción está compuesta por 2 filas, y en cada fila una batería, a su vez cada batería dispondrá de 5 colectores en paralelo, cumpliendo así con el número máximo de colectores conectados en paralelo permitido por el fabricante, que es de 20 m².

4.7. Estructura soporte.

La estructura de soporte elegida, será una estructura comercial destinada a dicho fin, cuya referencia es STR05V-1642-994 de la empresa TECHNOSUN. Es un soporte para superficies planas de inclinación regulable entre 30 y 60 grados. El sistema de sujeción regulable para suelo plano de Techno Sun permite maximizar su producción a lo largo del año, permitiendo buscar el mejor ajuste azimutal de inclinación gracias a sus patas regulables entre 30 y 60 grados (opcional 15/30 grados) y su situación en superficies planas irregulares.

El sistema elegido será el K2 MultiRail System de la empresa K2 Systems. Se aplicará a la estructura soporte las exigencias del Código Técnico de la Edificación en cuanto a seguridad.

4.8. Sistema de acumulación solar.

En cuanto al sistema de acumulación se debe dimensionar acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

En el camping para cubrir la demanda de las 5 plazas, más la demanda del resto de clientes en las duchas comunitarias, de acuerdo a lo estipulado en el

apartado 3.1 de este anexo, necesitaremos un depósito con un volumen mínimo de:

- Demanda total del camping: 315 litros (plazas)+ 1659 litros (duchas) = 1974 litros.

Por lo que se instalará un acumulador comercial Lapesa de 2000 litros, vertical, exclusivo para el almacenamiento de agua para uso sanitario.

Para la aplicación de ACS, el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < \frac{V}{A} < 180$$

Ecuación II: Dimensionar Volumen- Área acumuladores.

Siendo:

A la suma de las áreas de los captadores [m²];

V el volumen del depósito de acumulación solar [litros].

En nuestro caso:

$$50 < \frac{2000 \text{ l}}{32.6 \text{ m}^2} < 180$$

Obtenemos un volumen de acumulación solar previsto de 61.34 l/m².
Cumpliendo con las condiciones del CTE.

El acumulador elegido será el modelo vertical MVV 2000 SSB de la marca comercial LAPESA, con intercambiador de calor. Fabricado en acero vitrificado según DIN4753, con los procedimientos de conformación y soldadura automáticos más avanzados, unidos a rigurosos controles de calidad en el 100% de la producción, de acuerdo con nuestro registro de calidad ISO 9001. El equipo complementario de protección catódica permanente y libre de mantenimiento "lapesa - correx up" asegura con total garantía la longevidad del conjunto. Como opción, se suministran con equipo de protección catódica compuesta por ánodos consumibles de magnesio y medidor de carga de ánodo.

Este modelo del fabricante Lapesa, tiene la superficie de intercambio del conjunto aumentada, para un mejor aprovechamiento de la energía procedente de los paneles solares.

Tabla 4.8. Características técnicas del acumulador.

Características técnicas /Conexiones /Dimensiones		MVV2000 SB/ SSB
Capacidad de A.C.S	l	2000
Temperatura máx. * depósito de A.C.S	°C	90
Presión máx. depósito de A.C.S. (*)	bar	8
Temperatura máx. circuito de calentamiento (**)	°C	120
Presión máx. circuito de calentamiento	bar	25
Número de serpentines -SB /-SSB	und	2 / 3
Capacidad de serpentines -SB /-SSB	l.	19 / 29
Superficie de intercambio -SB /-SSB	m ²	3.4 / 5.0
Peso en vacío aprox. -SB /-SSB	Kg	495 / 510

Estará ubicado en la región de producción del camping, más concretamente en el interior de uno de los establecimientos de acumulación, los cuales están correctamente techados y aislado de las condiciones climatológicas, cumpliendo así, las recomendaciones establecidas en el DB-HE4.

En la instalación únicamente con el fin y con la periodicidad que contemple la legislación vigente referente a la prevención y control de la legionelosis, conectaremos el sistema auxiliar y el acumulador solar, de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar.

Se instalará un termómetro cuya lectura sea fácilmente visible por el usuario. Únicamente con el fin y con la periodicidad que contemple la legislación vigente referente a la prevención y control de la legionelosis, podrá realizarse un conexionado puntual entre el sistema auxiliar y el acumulador solar, de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar.

El CTE indica la conexión de entrada de agua caliente procedente de los captadores al acumulador se realizará, preferentemente a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del mismo. La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia los captadores se realizará por la parte inferior de éste. Finalmente, la extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior.

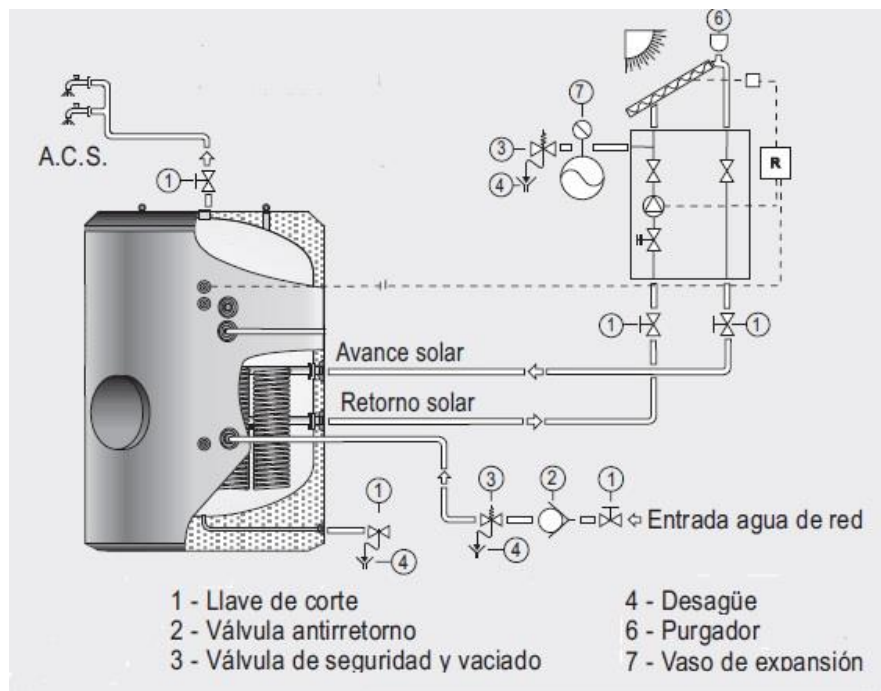


Figura anexo 2.2. Croquis instalación de ACS.

4.8.1. Sistema de intercambio.

El CTE indica que para el caso de intercambiador incorporado al acumulador, la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0,15. En nuestro caso, como podemos ver en la tabla 4.6, podemos elegir entre dos serpentines con una superficie de intercambio total de 3.4 m^2 o tres serpentines con una superficie total de 5 m^2 .

$$\frac{\text{Área interc.}}{\text{Área capt.}} > 0.15$$

Calculo para 2 serpentines:

$$\frac{3.4 \text{ m}^2}{32.6 \text{ m}^2} = 0.10429 < 0.15$$

Calculo para 3 serpentines:

$$\frac{5 \text{ m}^2}{32.6 \text{ m}^2} = 0.1534 > 0.15$$

Por lo que

Por lo que nuestro acumulador dispondrá de un intercambiador interno compuesto por 3 serpentines y con una superficie de intercambio total de 5 m^2 .

4.9. Componentes del circuito hidráulico.

Debe concebirse inicialmente un circuito hidráulico de por sí equilibrado. Si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado. Éste está formado por el conjunto de tuberías, bombas, válvulas, accesorios, etc. que se encargan de conectar entre sí, los principales componentes de la instalación solar.

Tuberías

El sistema de tuberías y sus materiales deben ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo. También debemos tener en cuenta la perdidas térmicas, para ello, debemos minimizar al máximo la longitud de las tuberías, y además, el aislamiento de las tuberías deberá llevar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes. En el camping, las tuberías que conforman el circuito hidráulico serán de cobre.

Vasos de expansión

Los vasos de expansión se conectarán en la aspiración de la bomba. La altura en la que se situarán los vasos de expansión abiertos será tal que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario.

Purga de aire

En los puntos altos de la salida de las baterías de captadores donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán unos sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³.

Sistema de control

El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprenderá el control de funcionamiento de los circuitos y los sistemas de protección y seguridad contra sobrecalentamientos, heladas, etc.

El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.

Sistema de medida

Además de los aparatos de medida de presión y temperatura que permitan la correcta operación, para el caso de instalaciones mayores de 20 m² se deberá disponer al menos de un sistema analógico de medida local y registro de datos que indique como mínimo la temperatura de entrada agua fría de red, la temperatura de salida acumulador solar y el caudal de agua fría de red.

4.10. Sistema de energía convencional auxiliar.

El CTE establece que para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía convencional auxiliar, el cual queda prohibido conectarlo en el circuito primario de captadores.

El sistema de aporte de energía convencional auxiliar con acumulación o en línea, siempre dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con la legislación vigente en cada momento referente a la prevención y control de la legionelosis.

El sistema convencional auxiliar sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación. En nuestro caso el sistema de energía convencional auxiliar no dispondrá de acumulación, es decir una fuente instantánea, por lo que el equipo debe ser modulante, es decir, capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente con independencia de cuál sea la temperatura del agua de entrada al citado equipo.

Para dimensionar el sistema auxiliar se debe tener en cuenta que la potencia en producción debe ser capaz de proporcionar las necesidades del momento más desfavorable del año, el resto del tiempo la regulación adecuará la potencia a las necesidades de cada momento.

En primer lugar, para dimensionar debemos hallar los caudales de cada aparato, para ello, el Código Técnico de la Edificación en su documento HS4 “Instalaciones de Salubridad Suministro de agua” establece: “La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la tabla 2.1.” Estos caudales son los mínimos fijados en la norma UNE 149201/2008.

Tabla 4.9. Caudal instantáneo mínimo.

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10

En el camping dispondremos de dos baños, cada uno dispondrá de 6 duchas que tendrán agua caliente, también tendremos que abastecer a los 5 emplazamientos, cada uno con una ducha y un lavamanos. Por lo que tendremos un caudal de agua caliente de:

$$\text{Baños comunitarios} \rightarrow 12 \text{ duchas} * 0.1 \text{ l/s} = 1.2 \text{ l/s}$$

Emplazamientos → 5 duchas * 0.1 l/s = 0.5 l/s
 → 5 lavamanos * 0.03 l/s = 0.15l/s

El caudal total de agua caliente es: 1.2 + 0.5 + 0.15 [l/s] = 1.85 l/s.

Una vez hallado el caudal debemos hallar el caudal simultaneo (Qc) es el caudal utilizado para dimensionar los distintos tramos de la instalación, estableciéndose su valor a partir de la suma (Qt) de los caudales instantáneos de cada aparato del tramo. Para hallarlo debemos usar la siguiente expresión:

$$QC = A \times (Qt)^B + C$$

Ecuación III: Caudal simultaneo.

Donde A, B y C son coeficientes que dependen del tipo de edificio, de los caudales totales del edificio y de los caudales máximos por aparatos. Estos están representados en la siguiente tabla:

OBTENCIÓN DEL CAUDAL DE CÁLCULO SEGÚN UNE 149201					
Se efectúa mediante función potencial: $Q_c = a \cdot (Q_t)^b + c$					
COEFICIENTES		a	b	c	
Ed. viviendas					
Qt > 20 l/s		1,7	0,21	-0,7	
Qt ≤ 20 l/s	Qmin < 0,5 l/s	0,682	0,45	-0,14	
	Qmin ≥ 0,5 l/s	Qt ≤ 1 l/s	1	1	0
		Qt > 1 l/s	1,7	0,21	-0,7
Ed. de oficinas					
Qt > 20 l/s		0,4	0,54	0,48	
Qt ≤ 20 l/s	Qmin < 0,5 l/s	0,682	0,45	-0,14	
	Qmin ≥ 0,5 l/s	Qt ≤ 1 l/s	1	1	0
		Qt > 1 l/s	1,7	0,21	-0,7
Ed. de hoteles					
Qt > 20 l/s		1,08	0,5	-1,83	
Qt ≤ 20 l/s	Qmin < 0,5 l/s	0,698	0,5	-0,12	
	Qmin ≥ 0,5 l/s	Qt ≤ 1 l/s	1	1	0
		Qt > 1 l/s	1	0,366	0
Ed. de C. comerciales					
Qt > 20 l/s		4,3	0,27	-6,65	
Qt ≤ 20 l/s	Qmin < 0,5 l/s	0,698	0,5	-0,12	
	Qmin ≥ 0,5 l/s	Qt ≤ 1 l/s	1	1	0
		Qt > 1 l/s	1	0,366	0

Figura anexo 2.3. Coeficientes del caudal simultáneo.

En nuestro caso, como no hay coeficientes específicos para camping, elegiremos los coeficientes de hoteles, siendo estos los más parecidos en cuando a su actividad profesional y diaria.

Por lo que:

Los coeficientes de trabajo serán:

$$A = 1$$

$$B = 0.366$$

$$C = 0$$

$$QC = 1 \times (1.85)^{0.366} + 0 = 1.253 \text{ l/s}$$

Tenemos un caudal simultáneo de agua caliente sanitaria de 1.253 l/s.

A continuación, según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), para hallar la potencia térmica debemos usar la siguiente expresión:

$$P(W) = Qc * 3600 \left(\frac{s}{h}\right) * (T_{ACS} - T_{AFCH})(^{\circ}C) * 1.16 \left(\frac{W \cdot h}{l \cdot ^{\circ}C}\right)$$

Ecuación VI – Potencia térmica (IDAE)

Teniendo en cuenta que la temperatura media anual del agua fría de red es 18 °C, podemos resolver la potencia que nos da:

$$P(W) = 1.253 \frac{l}{s} * 3600 \left(\frac{s}{h}\right) * (45 - 18)(^{\circ}C) * 1.16 \left(\frac{W \cdot h}{l \cdot ^{\circ}C}\right)$$

$$P(W) = 141278.256 \text{ W} = 142 \text{ KW.}$$

Una vez conocida la potencia, elegimos una caldera de gas modulante e instantáneo. El modelo elegido es Vitocrossal 200, con quemador de radiación modular Matrix, y con una potencia de 146 KW.

4.11. Grupo de bombeo de circulación.

El circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación con el fin de mantener la caída de presión aceptablemente baja en todo el circuito.

El CTE nos recomienda que las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

Para la elección de las bombas habrá que prever las pérdidas de carga que necesitamos salvar para el correcto funcionamiento de nuestra instalación, las cuales vendrán dadas por la siguiente expresión.

$$H_{\text{bomba}} = \Delta z + \Delta h$$

$$\Delta h = h_{\text{prim}} + h_{\text{colectores}}$$

Ecuación V – Pérdidas de carga total en el circuito (José Agüera Soriano).

Donde:

H_{bomba}: pérdidas de carga total (que debe salvar la bomba)

ΔZ : diferencia de cota

Δh : pérdidas en el circuito primario (tuberías, componentes y accesorios)

Las tuberías que se usarán en nuestros circuitos serán de cobre.

Cuando las conexiones de los captadores son en paralelo, el caudal nominal será el igual caudal unitario de diseño multiplicado por la superficie total de captadores en paralelo.

Para un caudal de 50 (l/h*m²) con nuestros 32.6 m² de absorción, nos sale un caudal de cálculo de 1630 l/h o lo que es lo mismo 0.453*10⁻³ m³/s. Dicho caudal se ha estimado siguiendo las recomendaciones del libro “Manual de Energía Solar Térmica” de Javier Cañada Ribera, siendo el fluido agua.

4.11.1. Cálculo de velocidad.

Para el cálculo de la velocidad, tomaremos varios diámetros de tubería para comprobar cual cumpliría con lo establecido en el CTE, siendo la velocidad mínima mayor de 0,3 m/s para evitar acumulaciones de aire. El libro “Manual de Energía Solar Térmica – Diseño y cálculo de instalaciones” recomienda una velocidad aproximada para el circuito primario de 1,3 m/s y de 2,5 m/s para el secundario.

Para hallar la velocidad, sabemos que la expresión universal del caudal interior de un cilindro se representa como:

$$Q = \left(\frac{\pi * D_{int}^2}{4} \right) * V$$

Así que despejamos la velocidad quedándonos la siguiente expresión:

$$V = \frac{Q}{\left(\frac{\pi * D_{int}^2}{4} \right)}$$

Una vez despejada la ecuación vamos a probar con diferentes medidas de tuberías de cobre y así escoger la que más se aproxime a la velocidad recomendada.

Tabla 4.10. Velocidades tuberías de cobre.

Tubería (mm)	Dint.(mm)	Sección(m2)	velocidad (m/s)
18	16	2,01E-04	2,253
22	20	3,14E-04	1,442
28	26	5,31E-04	0,853
35	33	8,55E-04	0,530

Elegimos la tubería de cobre de 22 mm, ya que es la que tiene el mayor diámetro cumpliendo que la velocidad este dentro del rango recomendado.

4.11.2. Altura manométrica de la bomba.

En primer lugar hallaremos las pérdidas de carga aproximadas de las tuberías que conectan los captadores con el intercambiador interno del acumulador, la longitud aproximada de estas tuberías será la altura del recinto de almacenamiento de agua, más dos veces la longitud de cada fila, más 4 veces la altura de los captadores. Por lo que nos queda una longitud de tubería de:

1º tramo (elevación y descenso)- altura del recinto $3.5\text{m} * 2 = 7 \text{ m}$.

2º tramo (tramos horizontales) = 40 m (longitud aproximada)

Longitud total = 47 m

A estas longitudes tenemos que sumarle las longitudes equivalentes de los accesorios de la instalación. Para hallar las pérdidas de carga de los diferentes tramos utilizamos la siguiente ecuación:

$$h_{tub} = f * \left(\frac{L}{D_{int.}} \right) * \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

Ecuación perdida de carga (Ec. Darcy – Weisbach)

Donde:

F es el coeficiente de fricción.

L la longitud de la tubería.

V la velocidad del fluido.

D_{int} es el diámetro interior de la tubería.

Para hallar el coeficiente de fricción podemos realizar diferentes métodos, en nuestro caso lo hallaremos mediante el diagrama de Moody, para ello antes debemos hallar el número de Reynolds.

Para hallar el número de Reynolds usaremos la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{V * D_{int.} * \rho}{\mu}$$

Ecuación XI – Número de Reynolds (José Agüera Soriano)

Donde:

V es la velocidad del fluido.

D_{int} es el diámetro interior de la tubería.

ρ es la densidad del fluido.

μ es la viscosidad dinámica del fluido.

$$Re = \frac{1.44 \frac{m}{s} * 0.020m * 1000 Kg/m^3}{0.001 \frac{Kg m}{m^2 s}} = 28800$$

Como cumple las dos condiciones damos el número de Reynolds como válido.

Tubería lisa

$Re < 100000$

Seguidamente usamos el diagrama de Moody para averiguar el coeficiente de fricción.

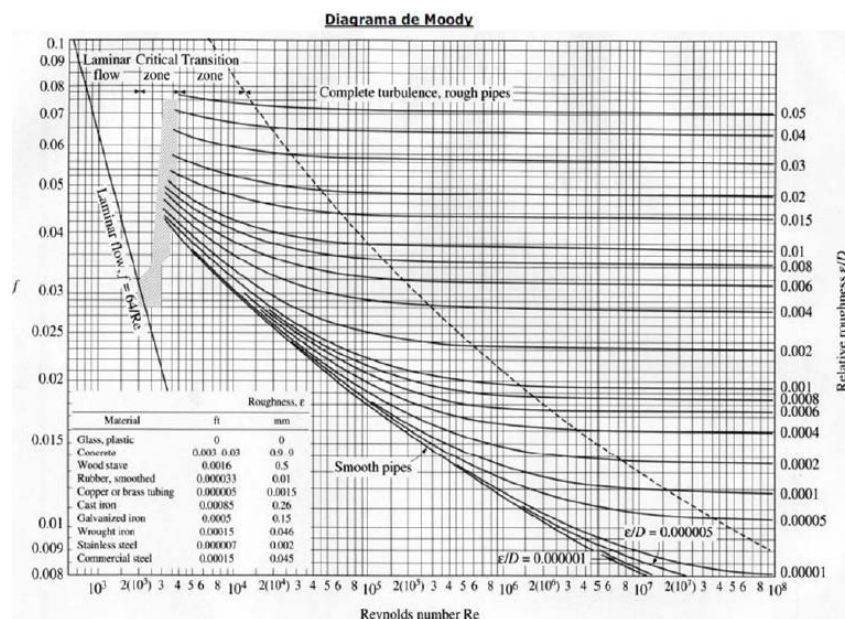


Figura anexo 2.4. Diagrama de Moody.

Para el cobre (“cooper” en inglés) la rugosidad es de 0,0015mm, un número de Reynolds de 28800 y nuestro diámetro de 20 mm, marcamos los valores en las curvas y obtenemos un valor de f de 0,023 aproximadamente.

Aplicamos la ecuación de Darcy-Weissbach en función de la longitud:

$$h_{tub} = 0.023 * \left(\frac{47m}{0.020m} \right) * \left(\frac{1.44^2 m^2/s^2}{2 * 9.81 m^2/s} \right) = 5.712 \text{ m. c. a}$$

$$= 5712.44 \text{ mm. c. a}$$

En el caso de los accesorios una vez tenemos la longitud equivalente lo hallamos de igual manera.

Tabla 4.11. Longitudes equivalentes de accesorios (medidos en metros).

Diámetro Tubería (mm)	Válvula de Retención	Codos	T	Válvula de Esfera
12	1,200	0,370	0,530	0,150
15	1,500	0,420	0,600	0,180
18	1,800	0,480	0,670	0,210
22	2,400	0,610	0,900	0,270

En nuestro caso tendremos los siguientes accesorios:

- Codos (90°) – 18 unidades * 0.610 m/unidad = 10.98 m.
- T – 2 unidades * 0.9 m / unidad = 1.8 m.
- Válvula de cierre (abierta) – 3 unidades * 0.270 m / unidad = 0.81 m.
- Válvula de seguridad – 1 unidad * 2.4 m / unidad = 2.4 m.

Por lo que nos que una longitud equivalente total de 15.99 m, que conllevan unas pérdidas de carga de:

$$h_{acs} = 0.023 * \left(\frac{15.99 \text{ m}}{0.016 \text{ m}} \right) * \left(\frac{1.795^2 \text{ m}^2/\text{s}^2}{2 * 9.81 \text{ m}^2/\text{s}^2} \right) = 3.7747 \text{ m. c. a} = 3774.7 \text{ mm. c. a}$$

Una vez hallados las pérdidas de carga de las tuberías y accesorios debemos hallar las pérdidas de carga en el intercambiador y los captadores.

Para el intercambiador interno en el acumulador el fabricante Lapesa nos da un diagrama característico de este tipo de intercambiador donde refleja las pérdidas de carga del serpentín frente al caudal primario de agua que circula por él, que en este caso es $0.361 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ o lo que es lo mismo $1.2996 \text{ m}^3/\text{h}$.

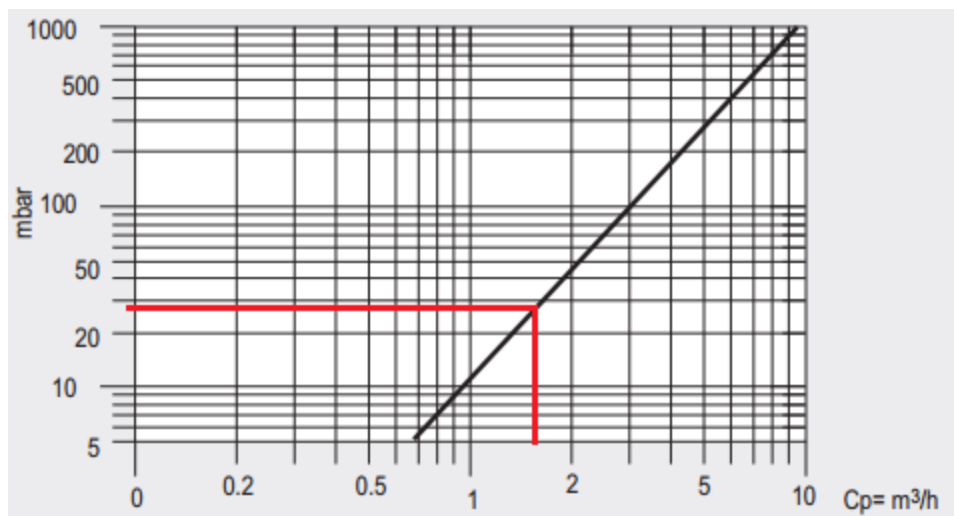


Figura anexo 2.5. Diagrama pérdidas de carga del intercambiador "Acumulador Lapesa".

Según la gráfica para una caudal de $1.630 \text{ m}^3/\text{h}$, tenemos unas pérdidas de carga de 29 mbar. Sabiendo que 1 bar son 10.2 metros columna de agua tenemos que las pérdidas de carga en mm.c.a. son :

$$h_{inter.} = 29 \text{ mbar} * \frac{1 \text{ bar}}{1000 \text{ mbar}} * \frac{10.2 \text{ m. c. a.}}{1 \text{ bar}} * \frac{1000 \text{ mm. c. a.}}{1 \text{ m. c. a.}} = 295.8 \text{ mm. c. a.}$$

En cuanto a los colectores, el fabricante en su catálogo nos da una pérdida de carga por captador, que multiplicado por el número de captadores nuestros nos da una pérdida de carga de:

$$h_{colectores} = 9462.36 \text{ mm. c. a.}$$

Por lo tanto las pérdidas de carga totales de la instalación son:

$$\Delta H = h_{tub} + h_{acs.} + h_{inter.} + h_{colectores}$$

$$\begin{aligned} \Delta H &= 5712.44 + 3774.7 + 295.8 + 9462.36 \\ &= 19245.3 \text{ mm. c. a.} \end{aligned}$$

Para el cálculo de ΔH_{Total} tendremos en cuenta la altura o cota deberá salvar el fluido, en cambio, en este caso, si consideramos el principio del circuito justo a la salida de la bomba y el final en la entrada de la bomba, los 4.5m de la altura de la sala de almacenamiento se anulan, debido a que en un principio tendremos 4.5m.c.a en positivo y después de pasar el fluido el proceso de captación de energía térmica el agua descenderá al acumulador quedándonos con 4.5 m.c.a. en negativo. No se tendrán en cuenta los términos de la velocidad para nuestro balance de energía debido a que la variación del diámetro de la tubería a lo largo de todo el circuito primario es despreciable.

$$\Delta H_{Bomba 1} = \Delta H = 19.25 \text{ m. c. a.} = 19.25 \text{ m. c. a.}$$

Como equipo de presión hemos optado por una bomba centrífuga, ya que estas bombas dentro de sus límites podemos variar su curva característica

aumentado o disminuyendo la velocidad del motor y regulando las válvulas de cierre, para así llevarlo al caudal y altura manométrica necesarios.

La bomba es centrífuga monocelular en línea, de la marca Grundfos, con motor estándar y cierre mecánico, del tipo de acoplamiento compacto, es decir la bomba y motor son unidades separadas. El modelo es el TP, TPD 32 230/2, el cual cuenta con impulsor y eje de acero inoxidable, y un consumo de potencia eléctrica de 0.75 KW.

4.11.3. Consumo eléctrico de la bomba.

Tabla 4.12. Consumo Bomba circulación.

Consumo eléctrico de la bomba de circulación		
Día [Kwh/día]	Mes [Kwh/mes]	Año [Kwh/año]
7.5	225	2700

Por lo que, la bomba de circulación, tendrá aproximadamente un consumo eléctrico total de 2700 Kwh anuales, sin tener en cuenta los meses de cierre del camping.



Universidad
de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERIA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**Instalación eléctrica y sistema de agua caliente
sanitaria de un camping basados en energías
renovables**

❖ AUTOR: *ADRIÁN CABRERA HERNÁNDEZ*

ANEXO III: SUMINISTROS DE AGUA SANITARIA

ÍNDICE:

1. Objeto del proyecto.....	3
2. Normativa.....	3
3. Caracterización y cuantificación de las exigencias.....	4
3.1. <i>Propiedades de la instalación</i>	4
3.1.1. <i>Calidad del agua</i>	4
3.1.2. <i>Protección contra retornos</i>	4
3.1.3. <i>Condiciones mínimas de suministro</i>	5
3.1.4. <i>Mantenimiento</i>	6
3.1.5. <i>Separaciones respecto a otras instalaciones</i>	6
3.1.6. <i>Señalización</i>	6
4. Elementos principales que componen la instalación.....	7
4.1. <i>Acometida</i>	7
4.2. <i>Llave de corte general</i>	7
4.3. <i>Filtro de la instalación general</i>	7
5. Dimensionado.....	7
5.1. <i>Procedimiento de dimensionado</i>	8
5.2. <i>Instalación suministro agua caliente sanitaria</i>	13
5.2.1. <i>Instalación aseos comunitarios</i>	13
5.2.2. <i>Instalación Plazas Vip</i>	17
5.3. <i>Dimensionado Instalaciones agua fría sanitaria</i>	21
5.3.1. <i>Instalación aseos comunitarios</i>	21
5.3.2. <i>Instalación Plazas Vip</i>	26
5.3.3. <i>Instalación Plazas primera fila</i>	30
5.3.4. <i>Instalación Plazas segunda fila</i>	33
5.3.5. <i>Instalación Plazas tercera fila</i>	37
6. Consumo eléctrico de grupos de bombeo.....	41
7. Ejecución.....	42
8. Mantenimiento y conservación.....	44

1. Objeto:

El objeto del presente documento, es dar a conocer las diferentes normas y conceptos básicos, necesarios para conseguir un suministro de agua caliente sanitaria y agua fría sanitaria eficiente a la par que eficaz, en cada recinto o zona según su actividad a desarrollar. Además, tiene el objetivo de justificar antes los organismos competentes, el cumplimiento del Código técnico de la edificación, Documento Básico De Salubridad, en concreto la exigencia básica de suministro de agua (HS4).

2. Normativa:

La normativa aplicable en el presente documento, será aquella correspondiente a una instalación hospedaje temporal, catalogada como zona urbana. En la cual se deberá garantizar el bienestar de las personas.

De acuerdo con esto, la normativa a seguir es la siguiente:

- DECRETO 134/2011, de 17 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan las instalaciones interiores de suministro de agua y de evacuación de aguas en los edificios.
- El Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE), como desarrollo de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, se aprueba una nueva regulación en las materias de suministro de agua y de evacuación de aguas, que viene a sustituir la Norma Básica citada anteriormente y cuyos contenidos se desarrollan en los Documentos Básicos HS4 y HS5 respectivamente, como herramientas de aplicación del citado Código Técnico.

3. Caracterización y cuantificación de las exigencias.

3.1. Propiedades de la instalación.

3.1.1. Calidad del agua.

El agua de la instalación debe cumplir lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano.

Los materiales que se vayan a utilizar en la instalación, en relación con su afectación al agua que suministren, deben ajustarse a los siguientes requisitos:

Para las tuberías y accesorios deben emplearse materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por la el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

- No deben modificar la potabilidad, el olor, el color ni el sabor del agua.
- Deben ser resistentes a la corrosión interior.
- Deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas.
- No deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí.

Para cumplir las condiciones anteriores pueden utilizarse revestimientos, sistemas de protección o sistemas de tratamiento de agua.

3.1.2. Protección contra retornos.

Se evitará la inversión del sentido del flujo:

1. Después de los contadores.
2. En la base de las ascendentes.
3. Antes del equipo de tratamiento de agua.
4. En tubos de alimentación no destinados a usos domésticos.
5. Antes de aparatos y equipos.

No se conectará directamente la instalación de suministro de agua:

1. A instalaciones de evacuación.
2. A instalaciones de suministro de origen diferente a la red pública.
3. Se combinarán sistema antirretorno con grifos de vaciado para posibilitar el purgado de cualquier tramo de red.

3.1.3. Condiciones mínimas de suministro.

Se limitará la presión en los puntos de consumo, según lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 3.1. Condiciones límites de presión del agua.

Punto de consumo	Presión mínima (bar)	Presión máxima (bar)
Grifos comunes	1	5
Fluxores y calentadores	1,5	5

Se suministrará a los aparatos y equipos sanitarios los caudales mínimos de agua fría indicados en la tabla:

Tabla 3.2. Caudales mínimos de diferentes servicios.

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

En el camping la instalación de suministro de agua caliente sanitaria, tendrá como receptores las 12 duchas comunitarias en los aseos, y en las 5 plazas Vip tendrán una ducha, un fregadero y un lavamanos por plaza.

En cuanto al suministro de agua fría sanitaria, se calculara por plaza una ducha, un fregadero, un lavamanos y un grifo aislado. Además debemos contar con las 12 duchas, los 10 lavamanos, 8 inodoros con cisterna, y 4 urinarios verticales de hombres de los aseos comunitarios.

3.1.4. Mantenimiento.

Las redes de tuberías, incluso en las instalaciones interiores particulares si fuera posible, deben diseñarse de tal forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual deben estar a la vista, alojadas en huecos o patinillos registrables o disponer de arquetas o registros.

3.1.5. Separaciones respecto de otras instalaciones.

El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal modo que no resulten afectadas por los focos de calor y por consiguiente deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción) a una distancia de 4 cm, como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la de agua caliente.

3.1.6. Señalización.

Las tuberías de agua potable se señalarán con los colores verde oscuro o azul.

Si se dispone una instalación para suministrar agua que no sea apta para el consumo, las tuberías, los grifos y los demás puntos terminales de esta instalación deben estar adecuadamente señalados para que puedan ser identificados como tales de forma fácil e inequívoca.

4. Elementos principales que componen la instalación.

4.1. Acometida.

La acometida debe disponer, como mínimo, de los elementos siguientes:

- a) una llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abra el paso a la acometida;
- b) un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general;

4.2. Llave de corte general.

La llave de corte general servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso común, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación.

4.3. Filtro de la instalación general

El filtro de la instalación general debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 μm , con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable.

5. Dimensionado.

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

- a) El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo.
- b) Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.

- c) Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- d) Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
 - i. tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s.
 - ii. tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s
- e) Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

5.1. Procedimiento de dimensionado

En primer lugar, atendiendo a las siguientes ecuaciones, dimensionamos el diámetro de las y teniendo en cuenta los límites establecidos por el CTE, tuberías.

$$Q = V * S$$

Ecuación I. Definición de Caudal.

Donde:

Q Caudal de agua.

V velocidad del agua.

S Sección de la tubería.

$$S = \frac{\pi * d^2}{4}$$

Ecuación II. Sección de un cilindro.

Donde:

d es el diámetro interno de la tubería.

Una vez conocemos el diámetro de las tuberías de la instalación para conducir un caudal de agua determinado, dentro de los límites de velocidad, debemos calcular a que altura se debe enfrentar la bomba a causa de las pérdidas de carga. Para hallar la altura manométrica que debe vencer la bomba debemos tener en cuenta la diferencia de cota y las pérdidas de carga que se produce en las tuberías.

$$H_{\text{Bomba}} = H_r + Z$$

En nuestro caso, la diferencia de cota entre la entrada y las diferentes salidas de la instalación se considerará despreciable, debido a que la salida de los depósitos estará a similar altura que las tomas de los baños comunitarios y las cajas de contadores en cada plaza.

Para hallar las pérdidas de carga de las diferentes conducciones debemos utilizaremos la ecuación de Darcy Weisbach:

$$H_r = f * \frac{L * V^2}{D * 2g}$$

Ecuación III. Ecuación Darcy Weisbach.

Donde:

f es el coeficiente de fricción.

L la longitud de la tubería.

V la velocidad del fluido conducido.

g la fuerza de la gravedad.

Antes debemos hallar el coeficiente de fricción, el cual en nuestro caso lo hallaremos mediante el diagrama de Moody.

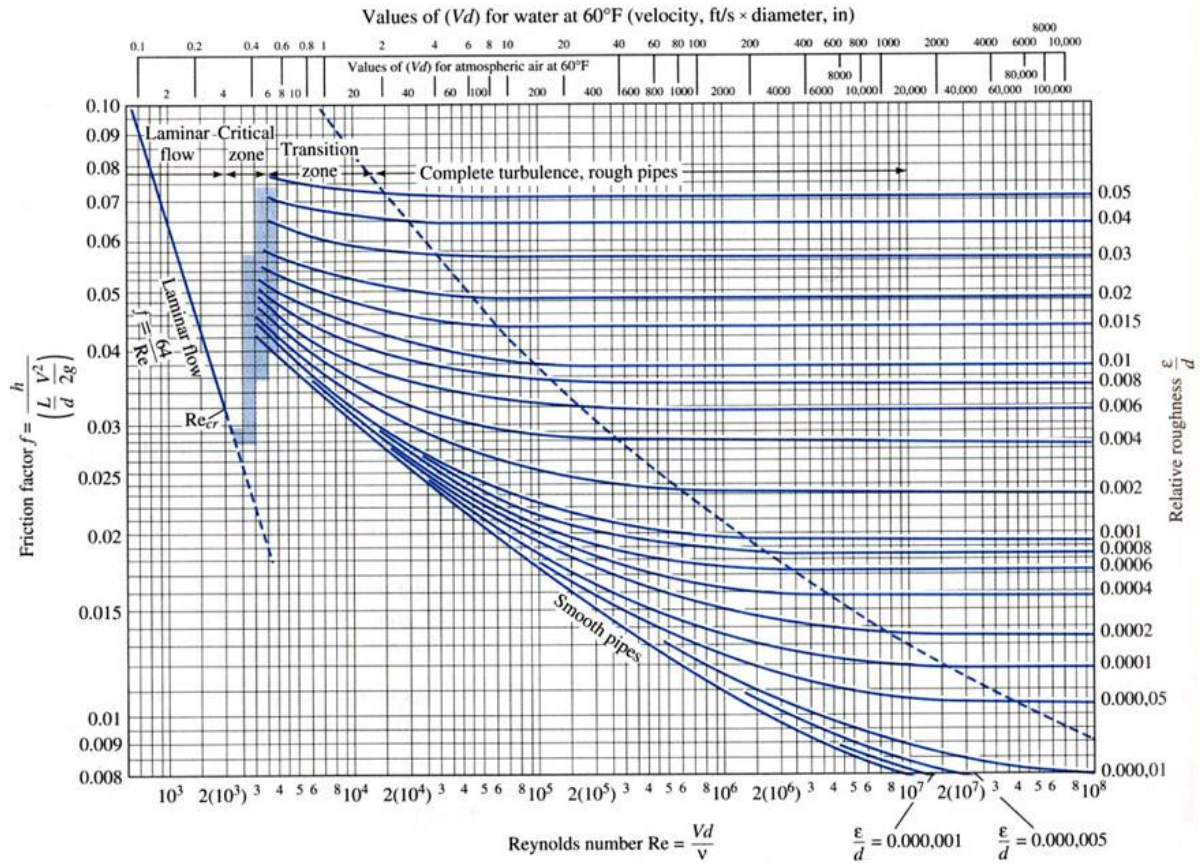


Figura anexo 3.1. Diagrama de Moody.

A su vez, para hallar el coeficiente de fricción debemos hallar el número de Reynolds y la rugosidad relativa mediante las siguientes ecuaciones:

$$Re = \frac{\rho * D * V}{\mu}$$

Ecuación IV. Número de Reynolds.

Donde:

ρ la densidad del líquido. (En este caso a 60°C)

D diámetro interno de la tubería.

V velocidad del fluido.

μ viscosidad dinámica. (En este caso a 60°C)

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

Ecuación V. Rugosidad relativa en cilindros.

Donde ε es la rugosidad absoluta del material o lo que es lo mismo la longitud de la rugosidad de la tubería, estas quedan reflejadas en la siguiente tabla según el material:

Tabla 5.1. Rugosidad absoluta de los materiales.

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES			
Material	ε (mm)	Material	ε (mm)
Plástico (PE, PVC)	0,0015	Fundición asfaltada	0,06-0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01	Fundición	0,12-0,60
Tubos estirados de acero	0,0024	Acero comercial y soldado	0,03-0,09
Tubos de latón o cobre	0,0015	Hierro forjado	0,03-0,09
Fundición revestida de cemento	0,0024	Hierro galvanizado	0,06-0,24
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024	Madera	0,18-0,90
Fundición centrifugada	0,003	Hormigón	0,3-3,0

Para hallar las pérdidas de carga que se producen en los accesorios utilizaremos el diagrama de longitud equivalente, el cual nos dará una longitud equivalente en metros a un tubería, pudiendo resolverlo así mediante la ecuación de Darcy weisbach. (Siguiente página).

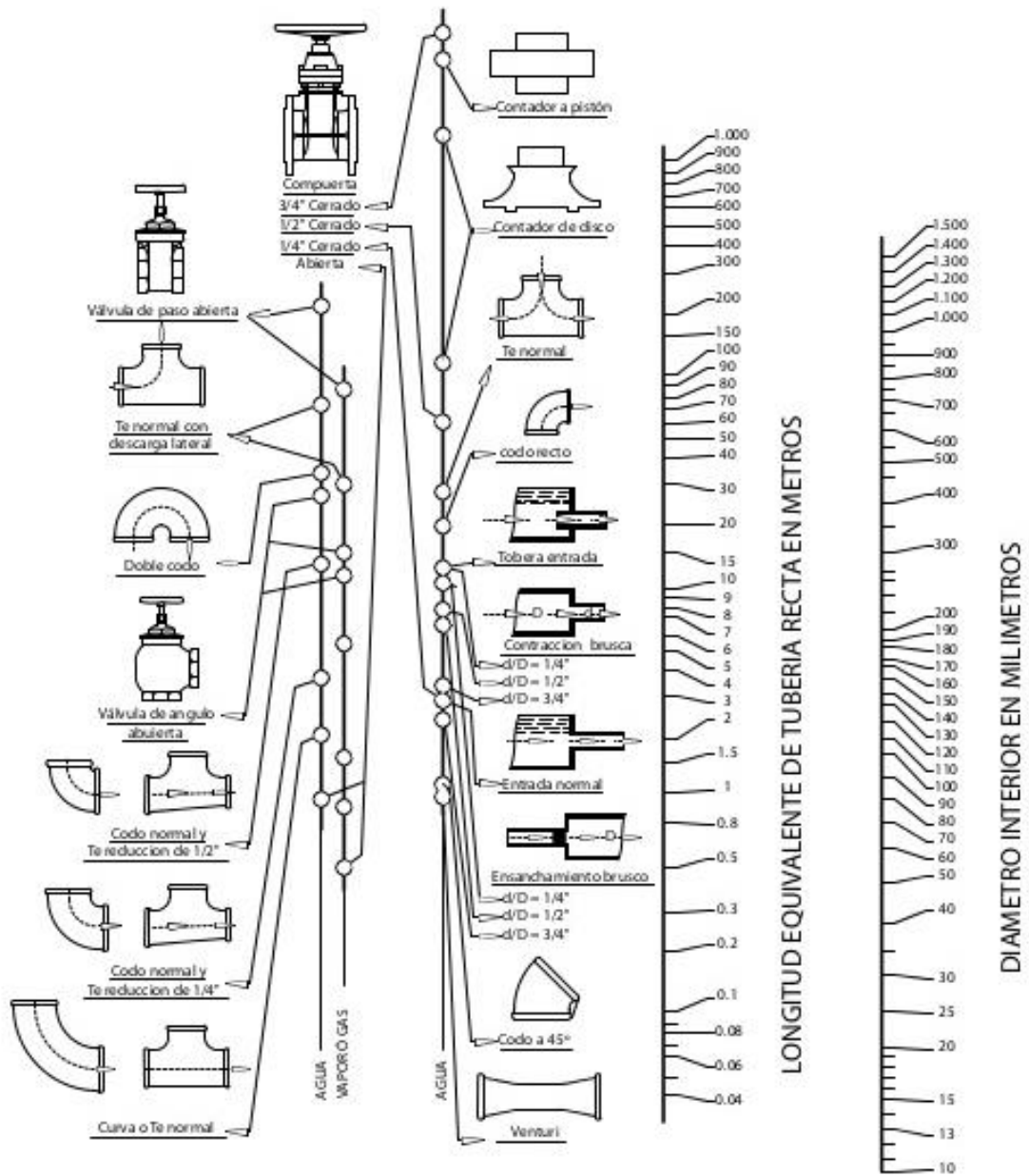


Figura anexo 3.2. Longitud equivalente de los accesorios.

5.2. Instalación suministro agua caliente sanitaria.

El material de las tuberías elegido para la distribución del agua caliente sanitaria es el cobre.

5.2.1. Instalación aseos comunitarios.

Los aseos comunitarios solo dispondrán de agua caliente sanitaria en las duchas. Cada ducha debe tener un caudal mínimo de 0.1 l/s, por lo que para satisfacer a las 12 duchas situadas en los dos aseos tendremos que disponer de un caudal total de instalación de 1.2 l/s.



Figura anexo 3.3. Croquis instalación ACS de los aseos.

Para el suministro de agua caliente hemos elegido distintos tamaños de tuberías de cobre, para así garantizar una buena conducción térmica. Esto implica que la velocidad del fluido debe estar entre 0.5 y 2 m/s.

Tabla 5.2. Parámetros de la instalación ACS "aseos".

Tramos	Caudal (l/s)	Tubería	D. interno (mm)	Sección (mm ²)	Velocidad (m/s)
0-1	1.2	35	33	855.3	1.4
1-3	0.6	22	20	314.16	1.91
Punto 3	0.4	22	20	314.16	1.27
3-4	0.3	18	16	201.06	1.49
Punto 4	0.1	18	16	201.06	0.49
1-5	0.6	22	20	314.16	1.91
Punto 6	0.4	22	20	314.16	1.27
6-7	0.3	18	16	201.06	1.49
Punto 7	0.1	18	16	201.06	0.49

Las distintas tuberías de cobre elegidas cumplen con lo establecido en el CTE, ya que es una tubería metálica y la velocidad no pasa de 2 m/s.

Para dimensionar la bomba que vamos a utilizar, principalmente debemos tener en cuenta que cada ducha debe tener un mínimo de presión de 100 KPa, por lo que para comenzar los cálculos debemos tener en cuenta que en el punto 4 y 7 debemos tener una presión de 120 KPa, que en términos de altura manométrica sería unos 12.4 mca, presión que debemos sumarle a las pérdidas de carga de la instalación.

Para calcular las pérdidas de carga, debemos aproximar la presión del fluido a la presión atmosférica. En nuestro caso debemos saber que los parámetros del agua a presión atmosférica y a 60°C son los siguientes:

Tabla 5.3. Parámetros del agua a presión atmosférica

Temperatura T (°C)	Densidad ρ (kg/m ³)	Módulo elasticidad K·10 ⁻⁹ (N/m ²)	Viscosidad dinámica μ·10 ³ (N·s/m ²)	Viscosidad cinemática ν·10 ⁶ (m ² /s)	Tensión superficial σ (N/m)	Presión de vapor P _v kPa
0	999,8	1,98	1,781	1,785	0,0756	0,61
5	1000,0	2,05	1,518	1,519	0,0749	0,87
10	999,7	2,10	1,307	1,306	0,0742	1,23
15	999,1	2,15	1,139	1,140	0,0735	1,70
20	998,2	2,17	1,002	1,003	0,0728	2,34
25	997,0	2,22	0,890	0,893	0,0720	3,17
30	995,7	2,25	0,798	0,800	0,0712	4,24
40	992,2	2,28	0,653	0,658	0,0696	7,38
50	988,0	2,29	0,547	0,553	0,0679	12,33
60	983,2	2,28	0,466	0,474	0,0662	19,92
70	977,8	2,25	0,404	0,413	0,0644	31,16
80	971,8	2,20	0,354	0,364	0,0626	47,34
90	965,3	2,14	0,315	0,326	0,0608	70,10
100	958,4	2,07	0,282	0,294	0,0589	101,33

Para la realización de los cálculos, vamos a limitarnos a hallar las pérdidas de carga del tramo que llegue al punto más desfavorable, por lo que en este caso analizaremos el primer tramo (tramo 0-1) y el segundo tramo (Tramo 1-4) ya que la longitud es mayor y las pérdidas de carga serán mayores.

La instalación dispone de los siguientes accesorios, los cuales presentan las siguientes pérdidas de carga:

Tramo 0-1 (Diámetro interior 33mm):

- 4 codos de 90°.
- Una válvula de paso.
- Una T.

Tramo 1-3 ó 1-6 (Diámetro interior 20mm):

- Un codo de 90°.
- Una válvula de paso.
- 2 T.
- 1 T de reducción ¼.

Tramo 3-4 ó 6-7 (Diámetro interior 16mm):

- Un codo de 90°
- 2 T

Tabla 5.4. Pérdidas de carga en accesorios “aseos”.

Accesorios	Rugosidad relativa	Número de Reynolds	Coefficiente de fricción	Longitud equivalente (m)	Pérdidas de carga (m)
Codo 33	0.000045454	97476.0515	0.018	2	0.178
T de 33	0.000045454	97476.0515	0.018	0.7	0.063
Válvula 33	0.000045454	97476.0515	0.018	0.2	0.018
Codo 20	0.000075	80597.0816	0.019	1.4	0.247
T de 20	0.000075	80597.0816	0.019	0.45	0.079
Válvula 20	0.000075	80597.0816	0.019	0.15	0.026
Codo 16	0.0000938	50299,3304	0.021	0.9	0.1336
T de 16	0.0000938	50299,3304	0.021	1	0.1485
T 20 R 1/4	0.000075	80597.0816	0.019	0.6	0.106

Una vez halladas las pérdidas de carga en los accesorios, hallamos las producidas por las tuberías e cobre de diferentes tamaños y las sumamos para conocer el total.

Tabla 5.5. Peridas de carga de la instalación "aseos".

Tramos	Longitud (m)	Rugosidad relativa	Número de Reynolds	Coefficiente de fricción	Perdidas de carga tuberías (m)	Perdidas de carga accesorios (m)	Perdidas de carga totales (m)
0-1	17	0.00004545	97476.0515	0.018	0.9263	0.793	1.7193
1-3	10.5	0.000075	80597.0816	0.019	1.8547	0.537	2.3917
3-4	2.5	0.0000938	50299,3304	0.021	0,3713	0.4306	0.8019

Por lo que finalmente, nos quedan los siguientes resultados:

La altura manométrica que debe superar la bomba de agua, a causa de las pérdidas de carga del primer tramo (tramo 0-1) y del segundo tramo más desfavorable (tramo 1-4), es de 4.9129 m, que sumado a la presión que debemos aportar a cada uno de los puntos, esta debe vencer una altura de 17.3129 mca.

Por lo que nuestra bomba debe suministrar un caudal de $4.32 \text{ m}^3/\text{h}$ y alcanzar una altura manométrica de 17.3129 m.

Como equipo de presión hemos optado por una bomba centrífuga, ya que estas bombas dentro de sus límites podemos variar su curva característica aumentado o disminuyendo la velocidad del motor y regulando las válvulas de cierre, para así llevarlo al caudal y altura manométrica necesarios.

La bomba es centrífuga monocelular en línea, de la marca Grundfos, con motor estándar y cierre mecánico, del tipo de acoplamiento compacto, es decir la bomba y motor son unidades separadas. El modelo es el TP,TPD 32 230/2, el cual cuenta con impulsor y eje de acero inoxidable, y un consumo de potencia eléctrica de 0.75 KW.

5.2.2. Instalación plazas VIP.

Las plazas vip dispondrán de una toma de agua caliente que estará situado en una caja de contador de agua, que a su vez estará situada en la esquina izquierda de cada plaza. Como tenemos 5 plazas Vip debemos llevar a cada plaza tener 5 tomas de agua caliente.

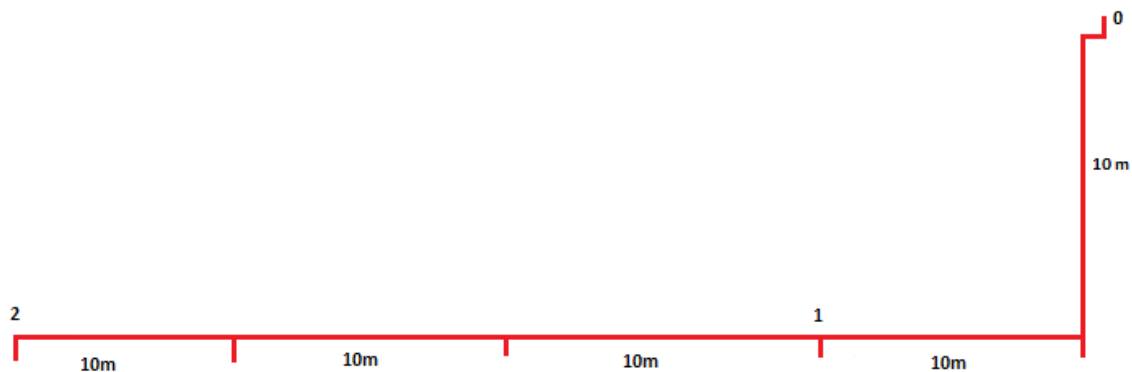


Figura anexo 3.4. Croquis instalación ACS plazas Vip.

Para hallar el caudal necesario de agua caliente sanitaria para cada toma, estimamos que en cada plaza el uso de agua caliente se empleará en una ducha, un fregadero, y un grifo aislado para ducha exterior. Por lo que en total tendremos un caudal de agua caliente sanitaria de 0.35 l/s por plaza, que sumando las 5 plazas nos da un caudal total de 1.75 l/s.

Como la instalación de los aseos comunitarios, en esta, también se utilizarán tuberías de cobre para conducir el agua.

Como vemos en la representación anterior la instalación la hemos dividido en dos tramos, los cuales tendrán los siguientes parámetros.

Tabla 5.6. Parametros de la instalación ACS "Plazas VIP".

Tramos	Caudal (l/s)	Tubería	D. interno (mm)	Sección (mm ²)	Velocidad (m/s)
0-1	1.75	40	38	1134.11	1.54
Punto 1	1.4	40	38	1134.11	1.23
1-2	1.05	28	26	615.75	1.70
Punto 2	0.35	28	3326	615.75	0.57

Como hemos podido comprobar en la tabla anterior, la instalación se compone de dos tramos. En el primer tramo se instalará tubería de cobre de 40, con un diámetro interno de 38 mm, y en el segundo tramo una tubería de 28 con un diámetro interior de 26 mm. La velocidad más elevada es 1.70 m/s y la más baja es de 0.57 m/s, dicho valores están dentro de los límites establecidos por el código técnico, por lo que el dimensionado de las tuberías es correcto.

Una vez dimensionado los tubos debemos dimensionar la bomba encargada de darle la energía necesaria al fluido para que llegue a las tomas con los parámetros necesarios para cumplir con las normas del CTE.

En este caso como el dimensionado no va a ser hasta el grifo, sino hasta una acometida en la cual se instalará la red de distribución propia de cada cliente, la presión que debemos tener en cada acometida debe ser mayor al límite establecido por el CTE, para que a la salida del grifo la presión este por encima del límite de los 100 KPa, por lo que en cada acometida se dispondrá de una presión de 150 KPa, que en términos de altura manométrica son 15.296 mca.

Para calcular las pérdidas de carga, debemos aproximar la presión del fluido a la presión atmosférica. En nuestro caso debemos saber que los parámetros del agua a presión atmosférica y a 60°C son los siguientes:

Tabla 5.7. Parámetros del agua a presión atmosférica.

Temperatura T (°C)	Densidad ρ (kg/m ³)	Módulo elasticidad K·10 ⁻⁹ (N/m ²)	Viscosidad dinámica μ·10 ³ (N·s/m ²)	Viscosidad cinemática ν·10 ⁶ (m ² /s)	Tensión superficial σ (N/m)	Presión de vapor P _v kPa
0	999,8	1,98	1,781	1,785	0,0756	0,61
5	1000,0	2,05	1,518	1,519	0,0749	0,87
10	999,7	2,10	1,307	1,306	0,0742	1,23
15	999,1	2,15	1,139	1,140	0,0735	1,70
20	998,2	2,17	1,002	1,003	0,0728	2,34
25	997,0	2,22	0,890	0,893	0,0720	3,17
30	995,7	2,25	0,798	0,800	0,0712	4,24
40	992,2	2,28	0,653	0,658	0,0696	7,38
50	988,0	2,29	0,547	0,553	0,0679	12,33
60	983,2	2,28	0,466	0,474	0,0662	19,92
70	977,8	2,25	0,404	0,413	0,0644	31,16
80	971,8	2,20	0,354	0,364	0,0626	47,34
90	965,3	2,14	0,315	0,326	0,0608	70,10
100	958,4	2,07	0,282	0,294	0,0589	101,33

La instalación dispone de los siguientes accesorios, los cuales presentan las siguientes pérdidas de carga:

Tramo 0-1 (Diámetro interior 38mm):

- 4 codos de 90°.
- Una válvula de paso.
- Una T.
- 1 T de reducción ¼.

Tramo 1-2 (Diámetro interior 26mm):

- Un codo de 90°.
- 2 T.

Tabla 5.8. Pérdidas de carga de accesorios instalación ACS "Plazas Vip".

Accesorios	Rugosidad relativa	Número de Reynolds	Coefficiente de fricción	Longitud equivalente (m)	Pérdidas de carga (m)
Codo 38	0.000039474	123469,665	0.017	2	0,108
T de 38	0.000039474	123469,665	0.017	2.1	0.113
Válvula 38	0.000039474	123469,665	0.017	0.3	0.016
Codo 26	0.00005769	93256,309	0.019	1.6	0.172
T de 26	0.00005769	93256,309	0.019	1.61	0.173
T 38 R 1/4	0.000039474	123469,665	0.017	1	0.054

Una vez halladas las pérdidas de carga en los accesorios, hallamos las producidas por las tuberías de cobre de diferentes tamaños y las sumamos para conocer el total.

Tabla 5.9. Pérdidas de carga de ACS "Plazas Vip".

Tramos	Longitud (m)	Rugosidad relativa	Número de Reynolds	Coefficiente de fricción	Pérdidas de carga tuberías (m)	Pérdidas de carga accesorios (m)	Pérdidas de carga totales (m)
0-1	20	0.00003947	123469,665	0.017	1.082	0.615	1.697
1-2	30	0.00005769	93256,309	0.019	3.229	0.518	3.747

Por lo que finalmente, nos quedan los siguientes resultados:

La altura manométrica que debe superar la bomba de agua, a causa de las pérdidas de carga del primer y del segundo tramo es de 5.444 m, que sumado a la presión que debemos aportar a cada uno de los puntos, esta debe vencer una altura de 20.740 mca.

Por lo que nuestra bomba debe suministrar un caudal de $6.3 \text{ m}^3/\text{h}$ y alcanzar una altura manométrica de 20.75 m.

Como equipo de presión hemos optado por una bomba centrífuga, ya que estas bombas dentro de sus límites podemos variar su curva característica aumentado o disminuyendo la velocidad del motor y regulando las válvulas de cierre, para así llevarlo al caudal y altura manométrica necesarios.

La bomba es centrífuga monocelular en línea, de la marca Grundfos, con motor estándar y cierre mecánico, del tipo de acoplamiento compacto, es decir la bomba y motor son unidades separadas. El modelo es el TP, TPD 40 230/2, el cual cuenta con impulsor y eje de acero inoxidable, y un consumo de potencia eléctrica de 1.1 KW.

5.3. Dimensionado Instalaciones agua fría sanitaria.

El material que se va a utilizar para la circulación del agua fría, serán tuberías de PVC de diferentes tamaños.

5.3.1. Instalación aseo comunitario.

Los dos aseos comunitarios en conjunto tendrán los siguientes receptores, que consumen los siguientes caudales mínimos:

Tabla 5.10. Caudales instalación AFS "aseos comunitarios".

Receptor	Caudal(l/s)	Cantidad	Caudal total(l/s)
Lavamanos	0.05	10	0.5
Duchas	0.20	12	2.4
Inodoro cisterna	0.1	9	0.9
urinario	0.15	4	0.6

Por lo que la bomba a dimensionar debe alimentar el circuito con un caudal de 4.4 l/s. El siguiente esquema representa el número de tramos seleccionados y la longitud de cada uno de ellos.

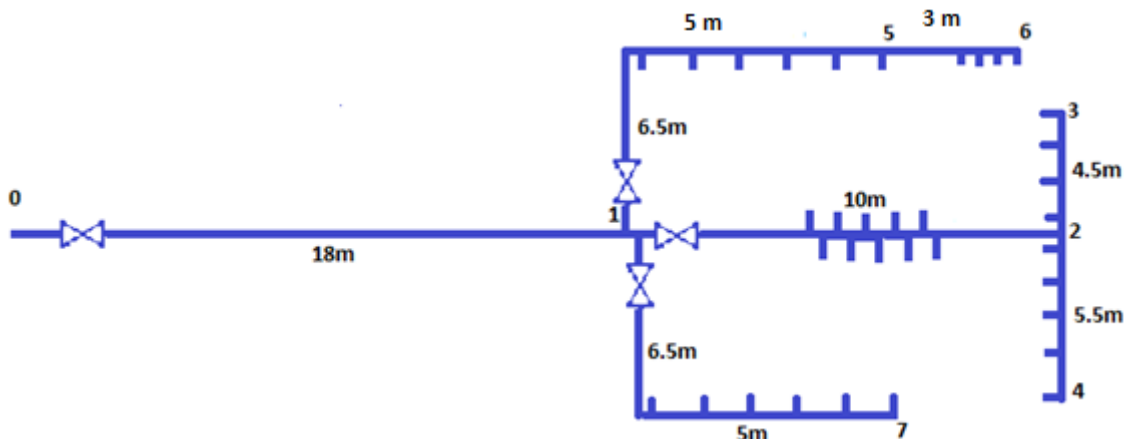


Figura anexo 3.5. Croquis instalación AFS aseos comunitarios.

Como podemos comprobar, la instalación la hemos dividido en 6 tramos, cada uno con diferente sección de tubería. Para dimensionamiento de las tuberías hemos calculado los siguientes parámetros y así cumplir con lo establecido con el CTE.

Tabla 5.11. Parámetros instalación AFS “aseos comunitarios”.

Tramos	Caudal (l/s)	Tubería	D. interno (mm)	Sección (mm ²)	Velocidad (m/s)
0-1	4.4	50	47.2	1749.74	2.51
1-2	1.4	32	29	660.52	2.12
2-3	0.4	16	13.6	145.27	2.75
Punto 3	0.1	16	13.6	145.27	0.68
2-4	0.5	16	13.6	145.27	3.44
Punto 4	0.1	16	13.6	145.27	0.68
1-7	1.2	25	21.2	352.98	3.4
1-5	1.8	25	22.6	401.15	1.91
5-6	0.6	20	17	226.98	2.64

Como hemos podido comprobar en la tabla anterior, la instalación comienza con un primer tramo con una tubería de PVC con un diámetro interior de 47.2mm, este tramo se ramifica en tres. La primera rama alimenta los inodoros y los

lavamanos lleva un caudal de 1.4l/s, y a su vez se divide en tres tramos, el primero con un diámetro de 29mm alimenta los otros dos pertenecientes a los inodoros con un diámetro de 13.6. La segunda rama alimenta las duchas y urinarios del baño de caballeros y se compone de dos tramos uno primero 22.6mm de diámetro y el contiguo con un diámetro de 17mm para alimentar los urinarios. Finalmente, la tercera rama encargada de las duchas del aseo de señoras conduce un caudal de 1.2l/s con un diámetro interior de 21.2mm.

La velocidad más elevada es 3.55 m/s y la más baja es de 0.68 m/s, dicho valores están dentro de los límites de velocidad, en tuberías termoplásticas, establecidos por el código técnico, por lo que el dimensionado de las tuberías es correcto.

Una vez dimensionadas las tuberías, debemos dimensionar la bomba, encargada de darle la energía necesaria al fluido para que llegue a las tomas con los parámetros necesarios para cumplir con las normas del CTE.

Para calcular las pérdidas de carga, debemos aproximar la presión del fluido a la presión atmosférica. En nuestro caso debemos saber que los parámetros del agua a presión atmosférica y a 60°C son los siguientes:

Tabla 5.12. Parámetros del agua a presión atmosférica.

Temperatura T (°C)	Densidad ρ (kg/m ³)	Módulo elasticidad K·10 ⁻⁹ (N/m ²)	Viscosidad dinámica μ·10 ³ (N·s/m ²)	Viscosidad cinemática ν·10 ⁶ (m ² /s)	Tensión superficial σ (N/m)	Presión de vapor P _v kPa
0	999,8	1,98	1,781	1,785	0,0756	0,61
5	1000,0	2,05	1,518	1,519	0,0749	0,87
10	999,7	2,10	1,307	1,306	0,0742	1,23
15	999,1	2,15	1,139	1,140	0,0735	1,70
20	998,2	2,17	1,002	1,003	0,0728	2,34
25	997,0	2,22	0,890	0,893	0,0720	3,17
30	995,7	2,25	0,798	0,800	0,0712	4,24
40	992,2	2,28	0,653	0,658	0,0696	7,38
50	988,0	2,29	0,547	0,553	0,0679	12,33
60	983,2	2,28	0,466	0,474	0,0662	19,92
70	977,8	2,25	0,404	0,413	0,0644	31,16
80	971,8	2,20	0,354	0,364	0,0626	47,34
90	965,3	2,14	0,315	0,326	0,0608	70,10
100	958,4	2,07	0,282	0,294	0,0589	101,33

Para dimensionar la bomba que vamos a utilizar, principalmente debemos tener en cuenta que cada ducha debe tener un mínimo de presión de 100 KPa, por lo que para comenzar los cálculos debemos tener en cuenta que en el punto más desfavorable, en cuanto cantidad de pérdidas de carga deba atravesar el fluido, debe tener una presión de 120 KPa, que en términos de altura manométrica sería unos 12.4 mca, presión que debemos sumarle a las pérdidas de carga de la instalación.

En este caso para el dimensionamiento, el punto más desfavorable es el 4, por lo que las pérdidas de carga que debemos tener en cuenta son la del primer tramo (tramo 0-1), las de la primera rama (tramo 1-2) y a su vez la segunda rama (tramo 2-4). En dichos tramos encontramos los siguientes accesorios:

Tramo 0-1 (Diámetro interior 47.2mm):

- 4 codos de 90°.
- Una válvula de paso.
- 2 T. de reducción ½.
- Contracción brusca ½.

Tramo 1-2 (Diámetro interior 29mm):

- 2 codos de 90°.
- Una válvula de paso.
- 10 T.
- 1 T de reducción ¼.

Tramo 2-4 (Diámetro interior 13.6mm):

- Un codo de 90°.
- 4 T.

Tabla 5.13. Pérdidas de carga de accesorios instalación AFS “aseos comunitarios”.

Accesorios	Rugosidad relativa	Número de Reynolds	Coefficiente de fricción	Longitud equivalente (m)	Pérdidas de carga (m)
Codo 47.2	0.00003178	103920,43	0,018	3,2	0,391858187
T 47.2 R 1/2	0.00003178	103920,43	0,018	1,5	0,183683525
Válvula 47.2	0.00003178	103920,43	0,018	0,3	0,036736705
Contrac. 47.2	0.00003178	103920,43	0,018	0,5	0,061227842
Codo de 29	0.00005172	53928,5935	0,02	2	0,315961897
Válvula 29	0.00005172	53928,5935	0,02	0,2	0,03159619
T de 29	0.00005172	53928,5935	0,02	2	0,315961897
T 29 R 1/4	0.00005172	53928,5935	0,02	0,8	0,126384759
Codo de 13.6	0,000110294	41037,6597	0,022	1	0,975667086
T de 13.6	0,000110294	41037,6597	0,022	1	0,975667086

Una vez halladas las pérdidas de carga en los accesorios, hallamos las producidas por las tuberías de PVC de diferentes tamaños y las sumamos para conocer el total.

Tabla 5.14. Pérdidas de carga de la instalación AFS “aseos comunitarios”.

Tramos	Longitud (m)	Rugosidad relativa	Número de Reynolds	Coefficiente de fricción	Pérdidas de carga tuberías (m)	Pérdidas de carga accesorios (m)	Pérdidas de carga totales (m)
0-1	18	0.00003178	103920,43	0.018	2,204202	2,032764	4,237
1-2	10	0.00005172	53928,5935	0.02	1,579809	3,949524	5,529
2-4	5.5	0,000110294	41037,6597	0.022	5,366169	4,87833543	10,245

Por lo que finalmente, nos quedan los siguientes resultados:

La altura manométrica que debe superar la bomba de agua, a causa de las pérdidas de carga es de 20 m, que sumado a la presión que debemos aportar a cada uno de los puntos, esta debe vencer una altura de 32.4 mca.

Por lo que nuestra bomba debe suministrar un caudal de $15.84 \text{ m}^3/\text{h}$ y alcanzar una altura manométrica de 32.4 m.

Como equipo de presión hemos optado por una bomba centrífuga, ya que estas bombas dentro de sus límites podemos variar su curva característica aumentando o disminuyendo la velocidad del motor y regulando las válvulas de cierre, para así llevarlo al caudal y altura manométrica necesarios.

La bomba es centrífuga monocelular en línea, de la marca Grundfos, con motor estándar y cierre mecánico, del tipo de acoplamiento compacto, es decir la bomba y motor son unidades separadas. El modelo es el TP, TPD 50 290/2, el cual cuenta con impulsor y eje de acero inoxidable, y un consumo de potencia eléctrica de 3 KW.

5.3.2. Instalación Plazas Vip.

Para el dimensionado de la instalación de agua fría sanitaria destinado al consumo de las plazas, vamos a dividirlo en 4 instalaciones con 4 bombas separadas, debido a la elevada longitud de tuberías. La primera instalación incluye la primera fila de camping a pie de playa, esta se compone de las 5 plazas vip y dos tomas más que serán duchas de servicio y van situadas a la entrada del camping por el acceso de la playa.

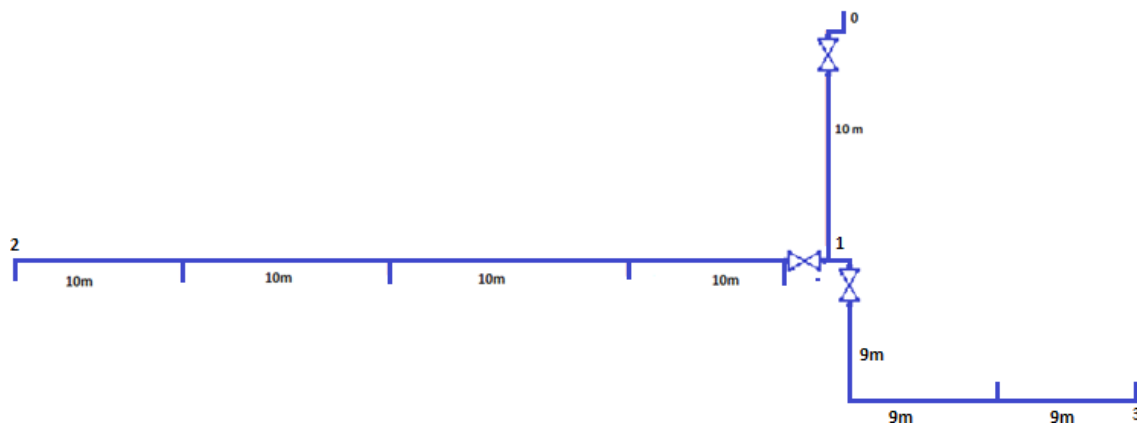


Figura anexo 3.6. Croquis instalación AFS Plazas Vip.

Al igual que el agua caliente, la instalación de agua fría sanitaria tendrán las diferentes acometidas de cada plaza en una caja de contador, por lo que la instalación no llegara a los distintos receptores de servicios por lo que la

presión en la acometida debe ser mayor de 100KPa. En nuestro caso, a cada acometida llegara una presión de 150 KPa.

Para aproximar el caudal de consumo de cada plaza, hemos optado por que tenga los siguientes receptores con sus correspondientes caudales:

- Un lavamanos 0.05 l/s
- Una ducha 0.20 l/s.
- Un fregadero 0.20 l/s.
- Un grifo aislado (ducha o fregadero exterior) 0.15 l/s.

Por lo que nos da un caudal de agua fría sanitaria por plaza de 0.60 l/s, que contando con las 5 plazas vip y las dos duchas exteriores nos queda un caudal total de 3.4 l/s.

Para un óptimo dimensionamiento, como vemos en la representación anterior, la instalación la hemos dividido en 4 tramos, los cuales tendrán los siguientes parámetros.

Tabla 5.15. Parámetros instalación AFS "Plazas vip".

Tramos	Caudal (l/s)	Tubería	D. interno (mm)	Sección (mm²)	Velocidad (m/s)
0-1	3.4	50	46.4	1690.93	2.01
1-2	2.4	40	36	1017.88	2.35
Punto 2	0.6	40	36	1017.88	0.60
1-3	0.4	25	22	380.13	1.05
Punto 3	0.2	25	22	380.13	0.53

Como hemos podido comprobar en la tabla anterior, la instalación comienza con un primer tramo con una tubería de PVC con un diámetro interior de 46.4mm, este tramo se ramifica en dos. La primera rama, con un diámetro 36mm, alimenta las plazas y lleva un caudal de 3 l/s, aunque a la hora de dimensionar se ha utilizado 2.4 l/s, ya que la primera acometida esta justo al principio del tramo. La otra rama alimenta las duchas de servicio destinadas a endulzar a los clientes bañistas, esta lleva una caudal de 0.4l/s y tiene un diámetro interior de 22mm.

La velocidad más elevada es 2.35 m/s y la más baja es de 0.53 m/s, dicho valores están dentro de los límites de velocidad, en tuberías termoplásticas, establecidos por el código técnico, por lo que el dimensionado de las tuberías es correcto.

Una vez dimensionadas las tuberías, debemos dimensionar la bomba, encargada de darle la energía necesaria al fluido para que llegue a las tomas con los parámetros necesarios para cumplir con las normas del CTE.

Para calcular las pérdidas de carga, debemos aproximar la presión del fluido a la presión atmosférica. En nuestro caso debemos saber que los parámetros del agua a presión atmosférica y a 60°C son los siguientes:

Tabla 5.16. Parámetros del agua a presión atmosférica.

Temperatura T (°C)	Densidad ρ (kg/m ³)	Módulo elasticidad K·10 ⁻⁹ (N/m ²)	Viscosidad dinámica μ·10 ³ (N·s/m ²)	Viscosidad cinemática ν·10 ⁶ (m ² /s)	Tensión superficial σ (N/m)	Presión de vapor P _v kPa
0	999,8	1,98	1,781	1,785	0,0756	0,61
5	1000,0	2,05	1,518	1,519	0,0749	0,87
10	999,7	2,10	1,307	1,306	0,0742	1,23
15	999,1	2,15	1,139	1,140	0,0735	1,70
20	998,2	2,17	1,002	1,003	0,0728	2,34
25	997,0	2,22	0,890	0,893	0,0720	3,17
30	995,7	2,25	0,798	0,800	0,0712	4,24
40	992,2	2,28	0,653	0,658	0,0696	7,38
50	988,0	2,29	0,547	0,553	0,0679	12,33
60	983,2	2,28	0,466	0,474	0,0662	19,92
70	977,8	2,25	0,404	0,413	0,0644	31,16
80	971,8	2,20	0,354	0,364	0,0626	47,34
90	965,3	2,14	0,315	0,326	0,0608	70,10
100	958,4	2,07	0,282	0,294	0,0589	101,33

Como se comentó anteriormente, el dimensionado va a ser hasta una acometida en la cual se instalará la red de distribución propia de cada cliente, la presión que debemos tener en cada acometida debe ser mayor al límite establecido por el CTE, por lo que en cada acometida se dispondrá de una presión de 150 KPa, que en términos de altura manométrica son 15.296 mca.

Para el dimensionado de la bomba, debemos tener en cuenta el tramo más desfavorable, en cuanto a pérdida de carga se refiere, que en este caso es el primer tramo(tramo 0-1), y la primera rama que alimenta las plazas (tramo 1-2), debido a la longitud, a la cantidad de accesorios y el caudal que transporta.

Los accesorios presentes en dichos tramos son los siguientes:

Tramo 0-1 (Diámetro interior 46.4mm):

- 4 codos de 90°.
- Una válvula de paso.
- 1 T. de reducción ½.
- Contracción brusca ½.

Tramo 1-2 (Diámetro interior 36mm):

- Un codo de 90°.
- Una válvula de paso.
- 4 T.

Tabla 5.17. Pérdidas de Carga accesorios instalación AFS "Plazas vip".

Accesorios	Rugosidad relativa	Número de Reynolds	Coefficiente de fricción	Longitud equivalente (m)	Pérdidas de carga (m)
Codo 46.4	0.00003233	81808,65882	0,019	3	0,252958913
T 46.4 R 1/2	0.00003233	81808,65882	0,019	1,5	0,126479457
Válvula 46.4	0.00003233	81808,65882	0,019	0,33	0,02782548
Contrac. 46.4 1/2	0.00003233	81808,65882	0,019	0,5	0,042159819
Codo 36	0.00004167	74208,83231	0.019	2,2	0,326821412
T de 36	0.00004167	74208,83231	0.019	2	0,297110375
valvula 36	0.00004167	74208,83231	0,019	0,3	0,044566556

Una vez halladas las pérdidas de carga en los accesorios, hallamos las producidas por las tuberías de PVC de diferentes tamaños y las sumamos para conocer el total.

Tabla 5.18. Pérdidas de carga de la instalación AFS "Plazas vip".

Tramos	Longitud (m)	Rugosidad relativa	Número de Reynolds	Coefficiente de fricción	Pérdidas de carga tuberías (m)	Pérdidas de carga accesorios (m)	Pérdidas de carga totales (m)
0-1	10	0.00003233	81808,66	0,019	0,843196	1,20830041	2,05149679
1-2	40	0.00004167	74208,83	0,019	5,942207	1,55982947	7,50203697

Por lo que finalmente, nos quedan los siguientes resultados:

La altura manométrica que debe superar la bomba de agua, a causa de las pérdidas de carga es de 9.55 m, que sumado a la presión que debemos aportar a cada uno de los puntos, esta debe vencer una altura de 24.85 mca.

Por lo que nuestra bomba debe suministrar un caudal de $12.24 \text{ m}^3/\text{h}$ y alcanzar una altura manométrica de 24.9m.

Como equipo de presión hemos optado por una bomba centrífuga, ya que estas bombas dentro de sus límites podemos variar su curva característica aumentado o disminuyendo la velocidad del motor y regulando las válvulas de cierre, para así llevarlo al caudal y altura manométrica necesarios.

La bomba es centrífuga monocelular en línea, de la marca Grundfos, con motor estándar y cierre mecánico, del tipo de acoplamiento compacto, es decir la bomba y motor son unidades separadas. El modelo es el TP, TPD 32 320/2, el cual cuenta con impulsor y eje de acero inoxidable, y un consumo de potencia eléctrica de 2.2 KW.

5.3.3. Dimensionado Plazas primera fila

El siguiente dimensionado será de las plazas de la primera fila a línea de playa, que no están consideradas como vip por su ausencia de agua caliente. Estas son 7 plazas y a cada una de ellas llega una acometida, en una caja de contador, con un caudal de 0.6l/s.

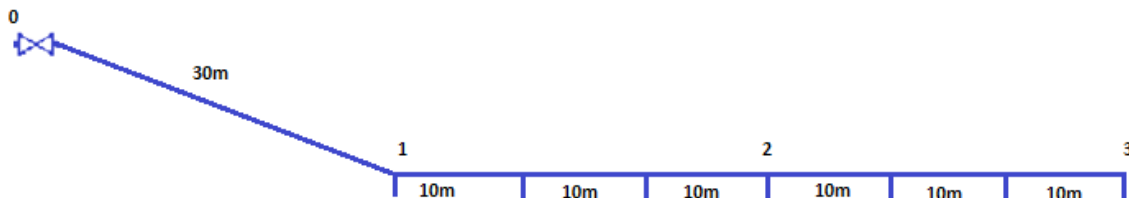


Figura anexo 3.7. Croquis instalación AFS "Plazas primera fila".

Por lo que contando con las 7 plazas, la bomba debe suministrar un caudal total de 4.2 l/s.

Para un óptimo dimensionamiento, como vemos en la representación anterior, la instalación la hemos dividido en 3 tramos, los cuales tendrán los siguientes parámetros.

Tabla 5.19. Parámetros instalación AFS "Plazas primera fila".

Tramos	Caudal (l/s)	Tubería	D. interno (mm)	Sección (mm ²)	Velocidad (m/s)
0-1	4.2	50	46.4	1690.93	2.48
1-2	4.2	50	46.2	1690.93	2.48
Punto 2	2.4	50	46.2	1690.93	1.42
1-3	2.4	40	36	1017.88	2.36
Punto 3	0.2	25	22	380.13	0.59

Como hemos podido comprobar en la tabla anterior, la instalación comienza con un primer tramo con una tubería de PVC con un diámetro interior de 46.4mm, y continua con el segundo tramo, con un diámetro 36mm. El primer tramo alimenta las 4 primeras plazas mientras que el segundo las 3.

La velocidad más elevada es 2.48 m/s y la más baja es de 0.59 m/s, dicho valores están dentro de los límites de velocidad, en tuberías termoplásticas, establecidos por el código técnico, por lo que el dimensionado de las tuberías es correcto.

Una vez dimensionadas las tuberías, debemos dimensionar la bomba, encargada de darle la energía necesaria al fluido para que llegue a las tomas con los parámetros necesarios para cumplir con las normas del CTE.

Para calcular las pérdidas de carga, debemos aproximar la presión del fluido a la presión atmosférica. En nuestro caso debemos saber que los parámetros del agua a presión atmosférica y a 60°C son los siguientes

Como se comentó anteriormente, el dimensionado va a ser hasta una acometida en la cual se instalará la red de distribución propia de cada cliente, la presión que debemos tener en cada acometida debe ser mayor al límite establecido por el CTE, por lo que en cada acometida se dispondrá de una presión de 150 KPa, que en términos de altura manométrica son 15.296 mca.

Los accesorios presentes en la instalación que debemos tener en cuenta para el dimensionamiento de la bomba son:

Tramo 0-1 (Diámetro interior 46.4mm):

- 4 codos de 90°.
- 1 curva suave
- Una válvula de paso.

Tramo 1-2 (Diámetro interior 46.4mm):

- 4 T

Tramo 1-2 (Diámetro interior 36mm):

- Un codo de 90°.
- 2 T

Tabla 5.20. Pérdidas de carga accesorios instalación AFS "Plazas primera fila".

Accesorios	Rugosidad relativa	Número de Reynolds	Coefficiente de fricción	Longitud equivalente (m)	Pérdidas de carga (m)
Codo 46.4	0.00003233	100938,0467	0,018	3	0,364821259
T de 46,4	0.00003233	100938,0467	0,018	3	0,364821259
Válvula 46.4	0.00003233	100938,0467	0,018	0,33	0,040130339
Curva S 46,4	0.00003233	100938,0467	0,018	1	0,121607086
Codo 36	0.00004167	74524,61457	0.019	2,2	0,329608789
T de 36	0.00004167	74524,61457	0.019	2	0,299644354

Una vez halladas las pérdidas de carga en los accesorios, hallamos las producidas por las tuberías de PVC de diferentes tamaños y las sumamos para conocer el total.

Tabla 5.21. Pérdidas de carga de la instalación AFS "Plazas primera fila".

Tramos	Longitud (m)	Rugosidad relativa	Número de Reynolds	Coefficiente de fricción	Pérdidas de carga tuberías (m)	Pérdidas de carga accesorios (m)	Pérdidas de carga totales (m)
0-1	30	0.00003233	100938	0,018	3,648213	1,62102246	5,26923505
01-feb	30	0.00003233	100938	0,018	3,648213	1,45928504	5,10749763
02-mar	30	0.00004167	74524,61	0,019	4,494665	0,9288975	5,4235628

Por lo que finalmente, nos quedan los siguientes resultados:

La altura manométrica que debe superar la bomba de agua, a causa de las pérdidas de carga es de 15.8 m, que sumado a la presión que debemos aportar a cada uno de los puntos, esta debe vencer una altura de 31.1 mca.

Por lo que nuestra bomba debe suministrar un caudal de $15.12 \text{ m}^3/\text{h}$ y alcanzar una altura manométrica de 31.1m.

Como equipo de presión hemos optado por una bomba centrífuga, ya que estas bombas dentro de sus límites podemos variar su curva característica aumentando o disminuyendo la velocidad del motor y regulando las válvulas de cierre, para así llevarlo al caudal y altura manométrica necesarios.

La bomba es centrífuga monocelular en línea, de la marca Grundfos, con motor estándar y cierre mecánico, del tipo de acoplamiento compacto, es decir la bomba y motor son unidades separadas. El modelo es el TP, TPD 50 290/2, el cual cuenta con impulsor y eje de acero inoxidable, y un consumo de potencia eléctrica de 3 KW.

5.3.4. Dimensionado plazas segunda fila

El siguiente dimensionado será de las plazas de la segunda fila. Estas hacen un total de 8 plazas y a cada una de ellas llega una acometida, en una caja de contador, con un caudal de 0.6l/s.

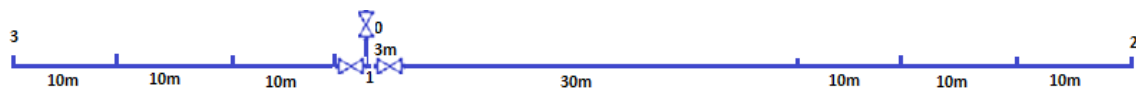


Figura anexo 3.8. Croquis instalación AFS "Plazas segunda fila".

Por lo que contando con las 8 plazas, la bomba debe suministrar un caudal total de 4.8 l/s.

Para un óptimo dimensionamiento, como vemos en la representación anterior, la instalación la hemos dividido en 3 tramos, los cuales tendrán los siguientes parámetros.

Tabla 5.22. Parámetros instalación AFS "Plazas segunda fila".

Tramos	Caudal (l/s)	Tubería	D. interno (mm)	Sección (mm ²)	Velocidad (m/s)
0-1	4.8	50	46.4	1690.93	2.84
1-2	2.4	40	36	1017.88	2.36
Punto 2	0.6	40	36	1017.88	0.59
1-3	2.4	40	36	1017.88	2.36
Punto 3	0.6	40	36	1017.88	0.59

Como hemos podido comprobar en la tabla anterior, la instalación comienza con un primer tramo, de diámetro interior 46.4mm, este se ramifica en dos, dividiendo su caudal por la mitad, es decir el 50% de este va por el segundo tramo y el otro 50% por el tercer tramo. El segundo tramo corresponde a la rama más larga con un total de 60 m de longitud y 36mm de diámetro interno, y por último el tercer tramo, que corresponde con la otra rama más corta y tiene un diámetro interior de 36mm.

La velocidad más elevada es 2.84 m/s y la más baja es de 0.59 m/s, dicho valores están dentro de los límites de velocidad, en tuberías termoplásticas, establecidos por el código técnico, por lo que el dimensionado de las tuberías es correcto.

Una vez dimensionadas las tuberías, debemos dimensionar la bomba, encargada de darle la energía necesaria al fluido para que llegue a las tomas con los parámetros necesarios para cumplir con las normas del CTE.

Para calcular las pérdidas de carga, debemos aproximar la presión del fluido a la presión atmosférica. En nuestro caso debemos saber que los parámetros del agua a presión atmosférica y a 60°C son los siguientes

Como se comentó anteriormente, el dimensionado va a ser hasta una acometida en la cual se instalará la red de distribución propia de cada cliente, la presión que debemos tener en cada acometida debe ser mayor al límite establecido por el CTE, por lo que en cada acometida se dispondrá de una presión de 150 KPa, que en términos de altura manométrica son 15.296 mca.

Para el dimensionado de la bomba, debemos tener en cuenta el tramo más desfavorable, en cuanto a pérdida de carga se refiere, que en este caso es el primer tramo(tramo 0-1), y la primera rama que alimenta las plazas de la izquierda del camping (tramo 1-2), este segundo tramo es más desfavorable solo a causa de la longitud de la tubería por lo que como la longitud es el doble y todos los demás parámetros son iguales las pérdidas de carga del tramo 2 serán el doble que las del 3.

Los accesorios presentes en la instalación que debemos tener en cuenta para el dimensionamiento de la bomba son:

Tramo 0-1 (Diámetro interior 46.4mm):

- 2 codos de 90°.
- Una T de reducción 1/2
- Una válvula de paso.

Tramo 1-2 (Diámetro interior 36mm):

- 5 codo de 90°.
- 3 T
- Una válvula de paso.

Tramo 1-3 (Diámetro interior 36mm):

- 5 codo de 90°.
- 3 T.
- Una válvula de paso.

Tabla 5.23. Perdidas de carga de accesorios instalación AFS "Plazas segunda fila".

Accesorios	Rugosidad relativa	Número de Reynolds	Coefficiente de fricción	Longitud equivalente (m)	Perdidas de carga (m)
Codo 46.4	0.00003233	115590,3438	0,018	3	0,478424549
T 46,4 R 1/2	0.00003233	115590,3438	0,018	1,5	0,239212275
Válvula 46.4	0.00003233	115590,3438	0,018	0,33	0,0526267
Válvula 36	0.00004167	74524,61457	0,019	0,3	0,044946653
Codo 36	0.00004167	74524,61457	0.019	2,2	0,329608789
T de 36	0.00004167	74524,61457	0.019	2	0,299644354

Una vez halladas las pérdidas de carga en los accesorios, hallamos las producidas por las tuberías de PVC de diferentes tamaños y las sumamos para conocer el total.

Tabla 5.24. Pérdidas de carga de la instalación AFS "Plazas segunda fila".

Tramos	Longitud (m)	Rugosidad relativa	Número de Reynolds	Coefficiente de fricción	Pérdidas de carga tuberías (m)	Pérdidas de carga accesorios (m)	Pérdidas de carga totales (m)
0-1	3	0.00003233	115590,3	0,018	0,478425	1,24868807	1,72711262
1-2	60	0.00004167	74524,61	0,019	8,989331	2,59192366	11,5812543

Por lo que finalmente, nos quedan los siguientes resultados:

La altura manométrica que debe superar la bomba de agua, a causa de las pérdidas de carga es de 13.308 m, que sumado a la presión que debemos aportar a cada uno de los puntos, esta debe vencer una altura de 28.6 mca.

Por lo que nuestra bomba debe suministrar un caudal de $17.28 \text{ m}^3/\text{h}$ y alcanzar una altura manométrica de 28.6m.

Como equipo de presión hemos optado por una bomba centrífuga, ya que estas bombas dentro de sus límites podemos variar su curva característica aumentando o disminuyendo la velocidad del motor y regulando las válvulas de cierre, para así llevarlo al caudal y altura manométrica necesarios.

La bomba es centrífuga monocelular en línea, de la marca Grundfos, con motor estándar y cierre mecánico, del tipo de acoplamiento compacto, es decir la bomba y motor son unidades separadas. El modelo es el TP, TPD 50 290/2, el cual cuenta con impulsor y eje de acero inoxidable, y un consumo de potencia eléctrica de 3 KW.

5.3.5. Dimensionado plazas tercera fila

El siguiente dimensionado será de las plazas de la tercera fila. Estas hacen un total de 8 plazas y a cada una de ellas llega una acometida, en una caja de contador, con un caudal de 0.6l/s.

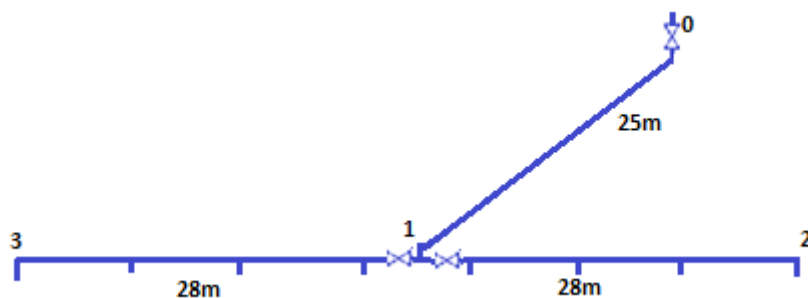


Figura anexo 3.9. Croquis instalación AFS "Plazas tercera fila".

Por lo que contando con las 8 plazas, la bomba debe suministrar un caudal total de 4.8 l/s.

Para un óptimo dimensionamiento, como vemos en la representación anterior, la instalación la hemos dividido en 3 tramos, los cuales tendrán los siguientes parámetros.

Tabla 5.25. Parámetros instalación AFS "Plazas tercera fila".

Tramos	Caudal (l/s)	Tubería	D. interno (mm)	Sección (mm ²)	Velocidad (m/s)
0-1	4.8	50	46.4	1690.93	2.84
1-2	2.4	40	36	1017.88	2.36
Punto 2	0.6	40	36	1017.88	0.59
1-3	2.4	40	36	1017.88	2.36
Punto 3	0.6	40	36	1017.88	0.59

Como hemos podido comprobar en la tabla anterior, la instalación comienza con un primer tramo, de diámetro interior 46.4mm, este se ramifica en dos, dividiendo su caudal por la mitad, es decir el 50% de este va por el segundo tramo y el otro 50% por el tercer tramo. El segundo y el tercer tramo tienen 28 m de longitud y 36mm de diámetro interno.

La velocidad más elevada es 2.84 m/s y la más baja es de 0.59 m/s, dicho valores están dentro de los límites de velocidad, en tuberías termoplásticas, establecidos por el código técnico, por lo que el dimensionado de las tuberías es correcto.

Una vez dimensionadas las tuberías, debemos dimensionar la bomba, encargada de darle la energía necesaria al fluido para que llegue a las tomas con los parámetros necesarios para cumplir con las normas del CTE.

Para calcular las pérdidas de carga, debemos aproximar la presión del fluido a la presión atmosférica. En nuestro caso debemos saber que los parámetros del agua a presión atmosférica y a 60°C son los siguientes.

Como se comentó anteriormente, el dimensionado va a ser hasta una acometida en la cual se instalará la red de distribución propia de cada cliente, la presión que debemos tener en cada acometida debe ser mayor al límite establecido por el CTE, por lo que en cada acometida se dispondrá de una presión de 150 KPa, que en términos de altura manométrica son 15.296 mca.

Para el dimensionado de la bomba, debemos tener en cuenta el tramo más desfavorable, en cuanto a pérdida de carga se refiere, en este caso, el segundo y tercer tramos tendrán pérdidas de carga muy similares ya que dispondrán de los mismo accesorios, la misma longitud de tubería y los mismos parámetros en el fluido, por lo que, las pérdidas de cargas a tener en cuenta serán las del primer (tramo 0-1) y segundo tramo (tramo 1-2).

Los accesorios presentes en la instalación que debemos tener en cuenta para el dimensionamiento de la bomba son:

Tramo 0-1 (Diámetro interior 46.4mm):

- 2 codos de 90°.
- Una T de reducción 1/2
- Una válvula de paso.

Tramo 1-2 (Diámetro interior 36mm):

- 5 codo de 90°.
- 3 T
- Una válvula de paso.

Tramo 1-3 (Diámetro interior 36mm):

- 5 codo de 90°.
- 3 T.
- Una válvula de paso.

Tabla 5.26. Perdidas de carga accesorios instalación AFS "Plazas tercera fila".

Accesorios	Rugosidad relativa	Número de Reynolds	Coefficiente de fricción	Longitud equivalente (m)	Perdidas de carga (m)
Codo 46.4	0.00003233	115590,3438	0,018	3	0,478424549
T 46,4 R 1/2	0.00003233	115590,3438	0,018	1,5	0,239212275
Válvula 46.4	0.00003233	115590,3438	0,018	0,33	0,0526267
Válvula 36	0.00004167	74524,61457	0,019	0,3	0,044946653
Codo 36	0.00004167	74524,61457	0,019	2,2	0,329608789
T de 36	0.00004167	74524,61457	0,019	2	0,299644354

Una vez halladas las pérdidas de carga en los accesorios, hallamos las producidas por las tuberías de PVC de diferentes tamaños y las sumamos para conocer el total.

Tabla 5.27. Pérdidas de carga de la instalación AFS "Plazas tercera fila".

Tramos	Longitud (m)	Rugosidad relativa	Número de Reynolds	Coefficiente de fricción	Pérdidas de carga tuberías (m)	Pérdidas de carga accesorios (m)	Pérdidas de carga totales (m)
0-1	25	0.00003233	115590,3	0,018	3,986871	1,24868807	5,23555931
01-feb	28	0.00004167	74524,61	0,019	4,195021	2,59192366	6,78694461

Por lo que finalmente, nos quedan los siguientes resultados:

La altura manométrica que debe superar la bomba de agua, a causa de las pérdidas de carga es de 12.023 m, que sumado a la presión que debemos aportar a cada uno de los puntos, esta debe vencer una altura de 27.32 mca.

Por lo que nuestra bomba debe suministrar un caudal de $17.28 \text{ m}^3/\text{h}$ y alcanzar una altura manométrica de 27.32m.

Como equipo de presión hemos optado por una bomba centrífuga, ya que estas bombas dentro de sus límites podemos variar su curva característica aumentando o disminuyendo la velocidad del motor y regulando las válvulas de cierre, para así llevarlo al caudal y altura manométrica necesarios.

La bomba es centrífuga monocelular en línea, de la marca Grundfos, con motor estándar y cierre mecánico, del tipo de acoplamiento compacto, es decir la bomba y motor son unidades separadas. El modelo es el TP, TPD 50 290/2, el cual cuenta con impulsor y eje de acero inoxidable, y un consumo de potencia eléctrica de 3 KW.

6. Consumo eléctrico de los grupos de bombeo.

6.1. Bombas servicio agua caliente sanitaria.

Tabla 5.28. Consumo bombas de la instalación ACS.

ZONAS	BOMBAS	POTENCIA	HORAS DE CONSUMO AL MES	CONSUMO AL MES
PLAZAS VIP PRIMERA FILA	Grundfos TP, TPD 32 230/2	0.75 Kw	45 h	33.75 [Kwh/mes]
ASEOS	Grundfos TP, TPD 40 230/2	1.1 Kw	90 h	99 [Kwh/mes]

6.2. Bombas servicio agua fría sanitaria.

Tabla 5.29. Consumo bombas de la instalación AFS.

ZONAS	BOMBAS	POTENCIA	HORAS DE CONSUMO AL MES	CONSUMO AL MES
ASEOS	Grundfos TP, TPD 50 290/2	3 Kw	150 h	540 [Kwh/mes]
PLAZAS VIP PRIMERA FILA	Grundfos TP, TPD 32 320/2	2.2 Kw	75 h	165 [Kwh/mes]
PLAZAS PRIMERA FILA	Grundfos TP, TPD 50 290/2	3 Kw	75 h	225 [Kwh/mes]
PLAZAS SEGUNDA FILA	Grundfos TP, TPD 50 290/2	3 Kw	75 h	225 [Kwh/mes]
PLAZAS TERCERA FILA	Grundfos TP, TPD 50 290/2	3 Kw	75 h	225 [Kwh/mes]

6.3. Consumo total.

Tabla 5.30. Consumo bombas del camping.

Consumo eléctrico de las bombas		
Día [Kwh/día]	Mes [Kwh/mes]	Año [Kwh/año]
50.425	1512.75	18405.125

Por lo que, el parque de bombas, tendrá aproximadamente un consumo eléctrico total de 18500 Kwh anuales, sin tener en cuenta los meses de cierre del camping.

7. Ejecución.

La instalación de suministro de agua se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

Durante la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el anexo I del Real Decreto 140/2003.

7.1. Ejecución de las redes de tuberías.

La ejecución de redes enterradas atenderá preferentemente a la protección frente a fenómenos de corrosión, esfuerzos mecánicos y daños por la formación de hielo en su interior. Las conducciones no deben ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección. Si fuese preciso, además del revestimiento de protección, se procederá a realizar una protección catódica, con ánodos de sacrificio y, si fuera el caso, con corriente impresa.

7.2. Uniones y juntas.

Las uniones de los tubos serán estancas.

Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones

Las uniones de tubos de cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, por capilaridad, blanda o fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe soldado. Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas.

Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

7.3. Depósito auxiliar de alimentación.

En estos depósitos el agua de consumo humano podrá ser almacenada bajo las siguientes premisas:

a) el depósito habrá de estar fácilmente accesible y ser fácil de limpiar. Contará en cualquier caso con tapa y esta ha de estar asegurada contra deslizamiento y disponer en la zona más alta de suficiente ventilación y aireación;

b) Habrá que asegurar todas las uniones con la atmósfera contra la entrada de animales e inmisiones nocivas con dispositivos eficaces tales como tamices de trama densa para ventilación y aireación, sifón para el rebosado.

En cuanto a su construcción, será capaz de resistir las cargas previstas debidas al agua contenida más las debidas a la sobrepresión de la red si es el caso.

Se dispondrá, en la tubería de alimentación al depósito de uno o varios dispositivos de cierre para evitar que el nivel de llenado del mismo supere el máximo previsto. Dichos dispositivos serán válvulas pilotadas. En el caso de existir exceso de presión habrá de interponerse, antes de dichas válvulas, una que limite dicha presión con el fin de no producir el deterioro de las anteriores.

Se dispondrá de los mecanismos necesarios que permitan la fácil evacuación del agua contenida en el depósito, para facilitar su mantenimiento y limpieza.

7.4. Bombas.

Se montarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que garantice la suficiente masa e inercia al conjunto e impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio.

A la salida de cada bomba se instalará un manguito elástico, con el fin de impedir la transmisión de vibraciones a la red de tuberías.

Igualmente, se dispondrán llaves de cierre, antes y después de cada bomba, de manera que se puedan desmontar sin interrupción del abastecimiento de agua. Se realizará siempre una adecuada nivelación.

8. Mantenimiento y conservación.

8.1. Interrupción del servicio.

En las instalaciones de aguade consumo humano que no se pongan en servicio después de 4 semanas desde su terminación, o aquellas que permanezcan fuera de servicio más de 6 su meses, se cerrará conexión y se procederá a su vaciado. Documento Básico HS Salubridad HS4 - 24 2 Las acometidas que no sean utilizadas inmediatamente tras su terminación o que estén paradas temporalmente, deben cerrarse en la conducción de abastecimiento. Las acometidas que no se utilicen durante 1 año deben ser taponadas.

8.2. Nueva puesta en servicio.

En instalaciones de descalcificación habrá que iniciar una regeneración por arranque manual.

Las instalaciones de agua de consumo humano que hayan sido puestas fuera de servicio y vaciadas provisionalmente deben ser lavadas a fondo para la nueva puesta en servicio. Para ello se podrá seguir el procedimiento siguiente:

- a) para el llenado de la instalación se abrirán al principio solo un poco las llaves de cierre, empezando por la llave de cierre principal. A continuación, para evitar golpes de ariete y daños, se purgarán de aire durante un tiempo las conducciones por apertura lenta de cada una de las llaves de toma, empezando por la más alejada o la situada más alta, hasta que no salga más aire. A continuación se abrirán totalmente las llaves de cierre y lavarán las conducciones;
- b) una vez llenadas y lavadas las conducciones y con todas las llaves de toma cerradas, se comprobará la estanqueidad de la instalación por control visual de todas las conducciones accesibles, conexiones y dispositivos de consumo.

8.3. Mantenimiento de las instalaciones.

Las operaciones de mantenimiento relativas a las instalaciones de fontanería recogerán detalladamente las prescripciones contenidas para estas instalaciones en el Real Decreto 865/2003 sobre criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, y particularmente todo lo referido en su Anexo 3. 2.

Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento, tales como elementos de medida, control, protección y maniobra, así como válvulas, compuertas, unidades terminales, que deban quedar ocultos, se situarán en espacios que permitan la accesibilidad.

Se aconseja situar las tuberías en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas y de sus accesorios.



Universidad
de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**Instalación eléctrica y sistema de agua caliente
sanitaria de un camping basados en energías
renovables**

❖ AUTOR: *ADRIÁN CABRERA HERNÁNDEZ*

ANEXO IV: DIMENSIONADO PLANTA FOTOVOLTAICA

ÍNDICE:

1. Objeto del proyecto.....	3
2. Normativa.....	3
3. Consumo energético del camping.....	4
4. Radiación solar Puerto del Rosario (Fuerteventura).....	5
5. Cálculo de número de módulos fotovoltaicos.....	7
6. Dimensionado del inversor fotovoltaico trifásico.....	10
6.1. <i>Temperatura máxima y mínima de los módulos fotovoltaicos.....</i>	11
6.2. <i>Tensiones en condiciones de funcionamiento. Tensión en circuito abierto.....</i>	12
6.3. <i>Corrientes en condiciones de funcionamiento. Corrientes en cortocircuito.....</i>	13
6.4. <i>Conexiones de los paneles.....</i>	14
7. Cálculo de Pérdidas por inclinación y orientación.....	16
8. Estructura de soporte.....	18
9. Acumuladores.....	20
10. Conductores.....	26
10.1. <i>Conductores de CC de los módulos al inversor.....</i>	26
10.2. <i>Conductores de CC ramas de baterías.....</i>	28
10.3. <i>Conductores de CC ramas de baterías-inversor.....</i>	28
10.4. <i>Conductores CA entre el inversor de fotovoltaica y el embarrado.....</i>	29
10.5. <i>Conductores CA entre el embarrado y multicluster box (caja de interruptores).....</i>	30
10.6. <i>Conductores CA entre inversor de baterías y Multicluster Box....</i>	30
11. Protecciones.....	31
11.1. <i>Cálculos de protecciones de corriente continua.....</i>	31
11.2. <i>Cálculos de protecciones de corriente alterna.....</i>	32

1. Objeto:

El objeto del presente documento, es dar a conocer las diferentes normas y conceptos básicos, necesarios para conseguir una generación de energía eficiente para abastecer el consumo energético del camping.

2. Normativa:

IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía).

- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red (última revisión data de Julio de 2011).
- Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Aisladas de Red (última revisión data de Febrero de 2009).

Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento Eléctrico de Baja Tensión del 2003.

- ITC-BT-06. Redes Aéreas para Distribución en Baja Tensión.
- ITC-BT-18. Instalaciones de puesta a tierra.
- ITC-BT-21. Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.
- ITC-BT-22. Protecciones. Protección contra sobreintensidades.
- ITC-BT-23. Protección de instalaciones interiores. Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT-24. Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos.
- ITC-BT-40. Instalaciones generadoras de Baja Tensión.

3. Consumo energético en el camping

La estimación de consumo medio, de una plaza del camping durante un mes, teniendo en cuenta los receptores más habituales utilizados por los campistas es el siguiente:

Tabla 3.1. Consumo de receptores habituales en las plazas.

Receptor	Potencia[Kw]	Cantidad	Horas de consumo al mes	Consumo [Kwh/mes]
Iluminación 220v	0.02	5	60	6
Frigorífico	0.14	1	90	12.6
transformador	0.4	1	30	12
Televisión	0.1	1	15	6
microondas	0.7	1	1.5	1.05
Toma baño	1.5	1	0.5	0.75
Toma cocina	1.5	1	2	3
Toma auxiliar	1.5	1	2	3

Tabla 3.2. Consumo eléctrico total de una plaza.

Consumo plaza (x1)		
Día [Kwh/día]	Mes [Kwh/mes]	Año [Kwh/año]
1.48	44.4	532.8

Tabla 3.3. Consumo eléctrico total de las plazas, oficina, y sala de mantenimiento.

Consumo plazas (x28) + oficina, salas y aseos		
Día [Kwh/día]	Mes [Kwh/mes]	Año [Kwh/año]
47.4	1332	15984

Los consumos originados por la iluminación del camping son los siguientes:

Tabla 3.4. Consumo eléctrico de la iluminación de zonas comunes.

Consumo iluminación interior salas comunitarias		
Día [Kwh/día]	Mes [Kwh/mes]	Año [Kwh/año]
3.118	96.54	1138.07

Tabla 3.5. Consumo eléctrico del alumbrado exterior.

Consumo alumbrado		
Día [Kwh/día]	Mes [Kwh/mes]	Año [Kwh/año]
19.316	579.48	7050.34

Por último debemos sumar el consumo de las bombas de suministro de agua y la de la bomba de circulación:

Tabla 3.6. Consumo eléctrico bomba circulación.

Consumo eléctrico de la bomba de circulación		
Día [Kwh/día]	Mes [Kwh/mes]	Año [Kwh/año]
15	450	5400

Tabla 3.7. Consumo eléctrico del parque de bombas.

Consumo eléctrico de las bombas de suministro		
Día [Kwh/día]	Mes [Kwh/mes]	Año [Kwh/año]
50.425	1512.75	18405.125

Por lo que el consumo total será:

Tabla 3.8. Consumo eléctrico total del camping.

Consumo eléctrico del camping		
Día [Kwh/día]	Mes [Kwh/mes]	Año [Kwh/año]
135.219	4056.57	48678.84

Teniendo en cuenta que el camping los meses de noviembre diciembre enero y febrero el camping permanecerá fuera de servicio, este tendrá un consumo anual aproximado de 48678.84 Kwh.

4. Radiación solar Puerto del Rosario (Fuerteventura).

Fuerteventura es una de las islas más occidentales del archipiélago canario, pertenece a la provincia de Las Palmas, y pertenece a la zona climática V según el CTE-DB-HE (Ahorro de Energía), de acuerdo con el cual la irradiancia global

media es mayor a 5 kWh/m², la mayor de toda España. Por lo que, se convierte en un lugar idóneo para el aprovechamiento del recurso solar mediante instalaciones fotovoltaicas.

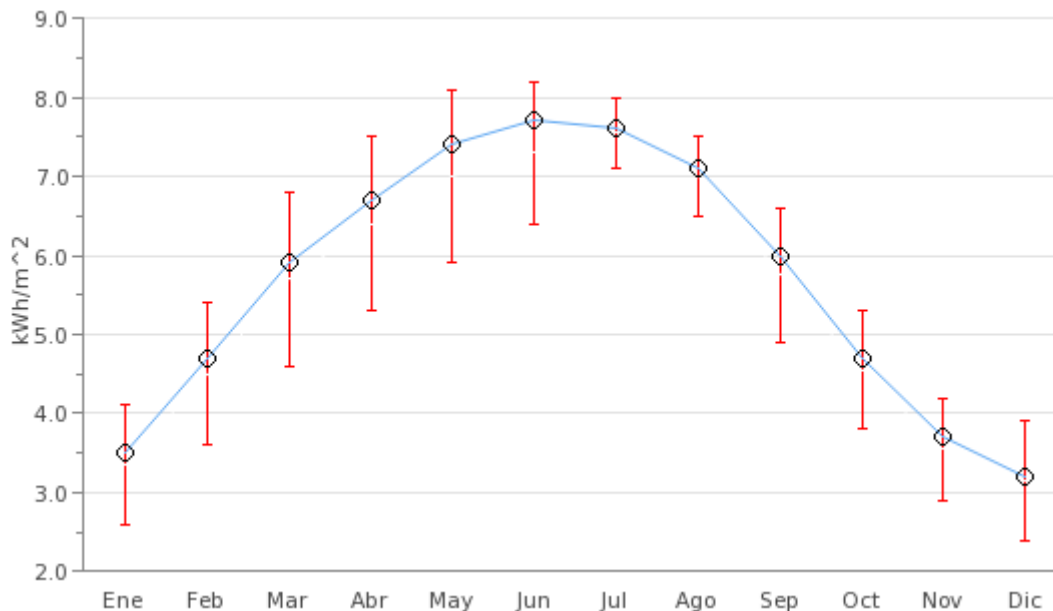
Los datos de radiación en la ciudad de Puerto del rosario han sido obtenidos de la web ADREASE (acceso a datos de radiación de España), publicada por Ciemat, que es un centro público de investigación dependiente del ministerio de economía y competitividad.

En dicha web debemos introducir las coordenadas exactas del camping, y ya nos muestra todos los valores.

Latitud: 28°25'48"N Longitud: 13°51'36"W

Tabla 4.1. Valores medios de radiación en Puerto del Rosario. (ADREASE).

(kWh/m ²)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Percentil 75	4.1	5.4	6.8	7.5	8.1	8.2	8.0	7.5	6.6	5.3	4.2	3.9
Valor medio	3.5	4.7	5.9	6.7	7.4	7.7	7.6	7.1	6.0	4.7	3.7	3.2
Percentil 25	2.6	3.6	4.6	5.3	5.9	6.4	7.1	6.5	4.9	3.8	2.9	2.4



Grafica 4.1. Valores medios de radiación en Puerto del Rosario. (ADREASE).

- La irradiación global en dicho punto es de 5.7 kWh/m² día.

5. Cálculo de número de módulos fotovoltaicos.

Para el dimensionamiento de la planta fotovoltaica, hemos considerado la implantación de módulos fotovoltaicos policristalino de la marca Artesa, cuyo modelo A-310P GSE contiene 72 células fotovoltaicas que generaran una potencia máxima de 310 W, dispone de una cubierta frontal de cristal templado de 3.2 mm de grosor.

Se calculará la energía en E_p que es capaz de suministrar un solo módulo. Para ello se deberá conocer la radiación media del mes, la potencia pico del panel y considerando una proporción de trabajo,

$$E_p = HPS * Pr * Pp$$

Ecuación 1. Energía de suministro de un módulo

Donde:

- HPS= Horas de Sol Pico o HPS [horas].
- Pr= Proporción de trabajo de la instalación o rendimiento energético de la instalación,
- Pp= potencia pico del módulo fotovoltaico a instalar [w].

La hora solar pico (HSP) es una unidad que mide la irradiación solar y se define como el tiempo en horas de una hipotética irradiación solar constante de 1000 W/m². Para hallarlo, debemos utilizar la irradiación del mes más perjudicial, en nuestro caso como el camping los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero permanecerá cerrado, utilizaremos la irradiación de octubre que es la siguiente más baja, con 4.7 Kwh/m².

En primer lugar como se trata de una instalación en una playa, se someterá un factor atmosférico referente a calima del 95%.

$$\text{Mes de octubre} = 4.7 * 0.95 = 4.465 \text{ Kwh/m}^2.$$

En segundo lugar, debemos multiplicar la irradiación por el factor K que proceda, este factor depende de la latitud de la zona, del mes que pertenece y de la inclinación de los módulos fotovoltaicos.

Tabla 5.1. Factor K para una latitud de 28°. (Censolar).LATITUD
=28°

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	$\alpha=$
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
5	1,05	1,04	1,03	1,01	1	1	1	1,02	1,03	1,05	1,06	1,06	5
10	1,1	1,08	1,05	1,02	1	0,99	1	1,02	1,06	1,1	1,12	1,12	10
15	1,14	1,11	1,07	1,02	0,99	0,98	0,99	1,03	1,08	1,13	1,17	1,17	15
20	1,17	1,13	1,08	1,02	0,97	0,95	0,97	1,02	1,09	1,16	1,21	1,21	20
25	1,2	1,15	1,08	1	0,95	0,93	0,95	1,01	1,09	1,19	1,25	1,24	25
30	1,22	1,15	1,07	0,98	0,92	0,89	0,92	0,99	1,09	1,2	1,27	1,27	30
35	1,23	1,16	1,06	0,96	0,88	0,85	0,88	0,96	1,08	1,21	1,29	1,29	35
40	1,24	1,15	1,04	0,92	0,84	0,8	0,84	0,93	1,06	1,21	1,3	1,3	40
45	1,23	1,14	1,01	0,89	0,79	0,75	0,79	0,89	1,04	1,2	1,3	1,3	45
50	1,22	1,12	0,98	0,84	0,73	0,69	0,73	0,84	1	1,18	1,3	1,3	50
55	1,2	1,09	0,94	0,79	0,68	0,63	0,67	0,79	0,96	1,15	1,28	1,28	55
60	1,18	1,05	0,9	0,73	0,61	0,57	0,61	0,73	0,92	1,12	1,26	1,26	60
65	1,14	1,01	0,85	0,67	0,55	0,5	0,54	0,67	0,86	1,08	1,22	1,23	65
70	1,1	0,97	0,79	0,61	0,48	0,42	0,47	0,6	0,81	1,03	1,18	1,19	70
75	1,06	0,91	0,73	0,54	0,4	0,35	0,39	0,53	0,74	0,97	1,14	1,15	75
80	1	0,86	0,66	0,47	0,33	0,27	0,32	0,46	0,67	0,91	1,08	1,1	80
85	0,94	0,79	0,59	0,39	0,25	0,19	0,24	0,38	0,6	0,84	1,02	1,04	85
90	0,88	0,72	0,52	0,32	0,17	0,11	0,16	0,31	0,53	0,77	0,95	0,98	90

Finalmente la hora solar de pico nos quedará:

$$HPS = 4.465 * 1.2 = 5.358 \text{ h.}$$

La eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, se tienen en cuenta las siguientes pérdidas originadas:

- Suciedad de los módulos: deposición de polvo y suciedad en la superficie del módulo. En nuestro caso al tratarse de un descampado donde tenemos mucha arena suelta, además de contar con las brisas marinas, podemos estimar estas pérdidas en un 5%. Las pérdidas concernientes a este factor pueden verse reducidas mediante un adecuado plan de mantenimiento.
- Sombras: en nuestro caso los paneles irán situados en una estructura que a su vez esta ira anclada al suelo, con la distancia entre filas de paneles óptima para que no tengan sombra. Al tratarse de un descampado donde no hay ninguna cordillera ni montaña a los alrededores y tampoco

encontrase al lado de ninguna infraestructura, los casos de sombra en los paneles, se ven limitados a la sombra que le puedan hacer los aviones a cierta hora del día al aterrizar en la pista de Fuerteventura. Por lo que se estiman un 0.5%.

- Pérdidas en el cableado: debidas a la resistencia del cable al paso de la corriente eléctrica y a la temperatura que éste alcanza al paso de la misma. La elección correcta del tipo de cable elegido, así como de su sección puede disminuir este tipo de pérdidas. Se estiman en un 1,5%.
- Dispersión de los valores de los módulos: Debido a que el proceso de fabricación de los mismos se trata de un proceso industrial, existe cierta tolerancia entre la potencia nominal de éstos. Su estimación es del 3%.
- Temperatura del módulo: La respuesta en tensión de las células de un módulo a la incidencia de los rayos solares varía en gran medida con la temperatura. Estas pérdidas dependen del mes del año, viéndose reducidas en zonas con predominancia de vientos. En concreto nuestro el modelo elegido presenta una media de 3.6%.
- Rendimiento del inversor o inversores: En este caso, las pérdidas se deben a la transformación de la energía eléctrica en forma de corriente continua producida por el campo fotovoltaico a corriente alterna. Depende en última instancia del inversor elegido y de su configuración eléctrica. En nuestro caso, las especificación del inversor a elegir nos muestra un rendimiento del 97%, por lo que tendrá un porcentaje de pérdidas del 3%.
- Pérdidas angulares y espectrales: Las primeras se refieren a pérdidas debidas a la incidencia de los rayos solares sobre el módulo en un ángulo diferente a 0° (perpendicular puro). Las segundas tienen que ver con la variación de la corriente generada por el módulo según la variación de longitud de onda del espectro solar. El porcentaje tomado es del 2%.

Por lo que el porcentaje de pérdidas totales asciende a 18.6%.

En nuestro caso la potencia de pico de nuestro tipo de panel A-310P GSE es de 310 W.

La energía capaz de suministrar un módulo fotovoltaico es:

$$E_p = 5.358 * 0.814 * 310 = 1352.04 \text{ Wh}$$

Por lo que, el número mínimo de módulos fotovoltaicos para cubrir las necesidades eléctricas del camping son:

$$N_{\text{modulos}} = \frac{135.219 \text{ Kw/día}}{1.35204 \text{ Kwh}} = 100.01 \rightarrow 101 \text{ paneles.}$$

6. Dimensionado del inversor fotovoltaico trifásico.

Antes de comenzar con dicho dimensionado, debemos hallar los parámetros tensión y corriente, que son muy importantes a tener en cuenta a la hora de elegir un inversor adecuado para los requerimientos y exigencias de la instalación. Serán calculados para las condiciones nominales de funcionamiento, así como las situaciones de circuito abierto para la tensión y cortocircuito en el caso de corriente, a su vez, para poder hallarlos, antes debemos hallar las temperaturas máximas y mínimas de los paneles durante el año.

6.1. Temperatura máxima y mínimas de los módulos fotovoltaicos.

Para obtener estos valores, se usará la siguiente fórmula, siendo T_{ambiente} la temperatura ambiente respecto a la cual se realiza el cálculo, NOCT (Nominal Operation Cell Temperature) la temperatura nominal de operación del módulo e "I" la irradiancia en W/m^2 .

$$T_{\text{módulo}} = T_{\text{ambiente}} + \frac{NOTC - 20}{800 \text{ W/m}^2} * I$$

Según la ficha técnica de los módulos, tenemos una temperatura de funcionamiento de -40°C a 85°C , por lo que la temperatura NOTC del módulo es de 45°C con una tolerancia de $\mp 2^{\circ}\text{C}$.

Temperatura máxima.

La temperatura máxima que alcanzará el módulo fotovoltaico será en los meses de verano, por lo que se considera en primer lugar la irradiancia de 1000 W/m², en esas fechas la mayor temperatura alcanzada en la capital de Fuerteventura es de 29°C en el mes de septiembre, una temperatura NOTC de 47°C, de acuerdo con la tolerancia.

$$T_{\text{módulo}_{\text{máxima}}} = T_{\text{amb}} + \frac{\text{NOTC} - 20}{800 \text{ W/m}^2} * I = 29^{\circ}\text{C} + \frac{(47 - 20)^{\circ}\text{C}}{800 \text{ W/m}^2} * 1000 \text{ W/m}^2$$

$$T_{\text{módulo}_{\text{máxima}}} = 62.75^{\circ}\text{C}$$

Temperatura mínima.

La temperatura mínima que alcanzará el módulo fotovoltaico será de 14°C en el mes Enero, por lo que se considera en primer lugar la irradiancia de 100 W/m², una temperatura NOTC de 43°C, de acuerdo con la tolerancia.

$$T_{\text{módulo}_{\text{mínima}}} = T_{\text{amb}} + \frac{\text{NOTC} - 20}{800 \text{ W/m}^2} * I = 14^{\circ}\text{C} + \frac{(43 - 20)^{\circ}\text{C}}{800 \text{ W/m}^2} * 100 \text{ W/m}^2$$

$$T_{\text{módulo}_{\text{mínima}}} = 16.88^{\circ}\text{C}$$

6.2. Tensiones en condiciones de funcionamiento. Tensión en circuito abierto.

Para la resolución de este apartado necesitaremos la tensión en el punto de máxima potencia (V_{mpp}) y el coeficiente de temperatura con respecto a la tensión en vacío. Que en nuestro caso, la ficha técnica nos dice que es el -0.30% de la tensión, que se corresponde con -0.112 V/°C.

Tensión máxima (funcionamiento).

Para hallar la tensión máxima se escoge la temperatura mínima del módulo. Por lo que la máxima tensión que puede soportar un módulo fotovoltaico en esta instalación en condiciones de funcionamiento es:

$$V_{\text{m}_{\text{máximo}}} = V_{\text{mp}} + \frac{\partial V}{\partial T} * (T_{\text{módulo}_{\text{mínimo}}} - 25)$$

$$V_{\text{módulo}_{\text{máximo}}} = 37.32 + (-0.112) * (16.88 - 25) = 38.229 \text{ V}$$

Tensión mínima (funcionamiento).

Para hallar la tensión mínima se escoge la temperatura máxima del módulo. Por lo que la mínima tensión con la que puede trabajar un módulo fotovoltaico en esta instalación en condiciones de funcionamiento es:

$$Vm_{\text{mínimo}} = V_{mp} + \frac{\partial V}{\partial T} * (T_{\text{módulo}_{\text{mínimo}}} - 25)$$

$$Vm_{\text{módulo}_{\text{mínimo}}} = 37.32 + (-0.112) * (62.75 - 25) = 33.092V$$

Tensión de circuito abierto.

Esta tensión, que tendrá también valores mínimo y máximo, dependerá de la tensión en circuito abierto (V_{oc}).

$$Vm_{\text{máximo C.a.}} = V_{oc} + \frac{\partial V}{\partial T} * (T_{\text{módulo}_{\text{mínimo}}} - 25)$$

$$Vm_{\text{módulo}_{\text{máximo C.a.}}} = 45.72 + (-0.112) * (16.88 - 25) = 46.659V$$

$$Vm_{\text{mínimo C.a.}} = V_{oc} + \frac{\partial V}{\partial T} * (T_{\text{módulo}_{\text{mínimo}}} - 25)$$

$$Vm_{\text{módulo}_{\text{mínimo C.a.}}} = 45.75 + (-0.112) * (62.75 - 25) = 41.522V$$

6.3. Corrientes en condiciones de funcionamiento. Corrientes en cortocircuito.

En este caso también depende de la temperatura, habiendo un coeficiente de temperatura correspondiente a la corriente en cortocircuito, pero a diferencia de la tensión, la intensidad de corriente aumenta por cada grado centígrado que aumenta la temperatura. En este caso, la ficha técnica nos dice que es el 0.07% de la corriente, que se corresponde con 0.005817 A/°C

Intensidad de corriente máxima (funcionamiento).

Para hallar la corriente máxima se escoge la temperatura mínima del módulo. Por lo que la máxima tensión que puede soportar un módulo fotovoltaico en esta instalación en condiciones de funcionamiento es:

$$I_{m_{\text{máximo}}} = I_{mp} + \frac{\partial I}{\partial T} * (T_{\text{módulo}_{\text{mínimo}}} - 25)$$

$$I_{\text{módulo}_{\text{máximo}}} = 8.31 + (0.005817) * (62.75 - 25) = 8.529 \text{ A}$$

Intensidad de corriente mínima (funcionamiento).

Para hallar la corriente mínima se escoge la temperatura máxima del módulo. Por lo que la mínima tensión con la que puede trabajar un módulo fotovoltaico en esta instalación en condiciones de funcionamiento es:

$$I_{m_{\text{mínimo}}} = I_{mp} + \frac{\partial I}{\partial T} * (T_{\text{módulo}_{\text{mínimo}}} - 25)$$

$$I_{\text{módulo}_{\text{mínimo}}} = 8.31 + (0.005817) * (16.88 - 25) = 8.26 \text{ A}$$

Intensidades de corriente en cortocircuito.

$$I_{\text{máximo C.C.}} = I_{sc} + \frac{\partial I}{\partial T} * (T_{\text{módulo}_{\text{máximo}}} - 25)$$

$$I_{\text{módulo}_{\text{máximo C.C.}}} = 8.87 + (0.005817) * (62.75 - 25) = 9.08 \text{ A}$$

$$I_{\text{mínimo C.C.}} = I_{sc} + \frac{\partial I}{\partial T} * (T_{\text{módulo}_{\text{mínimo}}} - 25)$$

$$I_{\text{módulo}_{\text{mínimo C.C.}}} = 8.87 + (0.005817) * (16.88 - 25) = 8.82 \text{ A}$$

6.4. Conexiones de los paneles

Seguidamente debemos elegir la combinación y el número de inversores capaz de entregar la potencia mínima calculada del generador fotovoltaico. Para ello, deberemos elegir aquella combinación de inversores más óptima y rentable para nuestra instalación, en la cual, la suma de las potencias a la salida del inversor en CA ha de ser mayor a la potencia mínima a instalar en el generador fotovoltaico.

El inversor elegido para nuestra instalación será Sunny Tripower 6000TL, cuya potencia nominal es de 6125 W. Con un rendimiento del 98,4 %, no solo garantiza unas ganancias excepcionalmente elevadas, sino que a través de su concepto de multistring combinado con un amplio rango de tensión de entrada también ofrece una alta flexibilidad de diseño y compatibilidad con muchos módulos fotovoltaicos disponibles.

Número de paneles conectados en serie.

La conexión de los paneles en serie depende sobremanera del rango de tensiones en CC para las que está diseñado a trabajar el inversor y el rango de tensiones en máxima potencia que un módulo solar fotovoltaico puede producir energía eléctrica.

$$Np_{\text{máx. serie}} < \frac{V_{\text{max.inv.}}}{V_{\text{máx.panel}}} = \frac{800 \text{ V}}{38.229 \text{ V}} = 20.92 \text{ paneles} \approx 20 \text{ paneles}$$

$$Np_{\text{mín. serie}} < \frac{V_{\text{mín.inv.}}}{V_{\text{mín.panel}}} = \frac{295 \text{ V}}{33.092 \text{ V}} = 8.9 \text{ paneles} \approx 9 \text{ paneles}$$

Por lo que el número de paneles conectados en serie por ramal está de 9 a 20 paneles, siendo este su mínimo y su máximo, respectivamente.

Número de ramales.

Una vez hallado el número máximo de paneles en serie por ramal, debemos hallar cuantos ramales necesitaremos, para ello, debe respetarse la corriente de

entrada máxima por string (ramal o hilera), que no debe superar la corriente de paso máxima admisible de cada una de sus entradas.

De acuerdo con la tabla de datos técnicos del inversor fotovoltaico Tripower 6000TL, éste posee dos entradas (A y B), a su vez, tanto la entrada A como la B tienen 2 strings cada una. La corriente máxima admisible por entrada, en la A y la B, son de 11 y 10 amperios respectivamente.

Por lo consecuente a los datos anteriores, se va instalar 6 inversores Tripower 6000TL, en los cuales, a cada uno de ellos irán conectados 18 paneles de 310w, en dos hileras, conectadas a cada entrada, de 9 módulos fotovoltaicos.

Tabla 6.4.1. Parámetros de los ramales de paneles.

Potencia[KW]	Número de paneles	Tensión máxima.[V]	Tensión mínima[V]	Tensión de circuito abierto.[V]	Corriente cortocircuito máximo[A]
2790	9	344.061	297.828	419.31	9.08
2790	9	344.061	297.828	419.31	9.08

Por lo que tenemos por cada ramal, una potencia pico de 2790KW, la máxima tensión que soportará la instalación será de 419.31 V aproximadamente, y la máxima intensidad de corriente por ramal será de 9.08 A.

En conclusión el inversor Tripower 6000TL elegido, se adapta a estos valores de tensión y corriente, al tener un rango de tensión de 295-800 V, una tensión nominal de entrada de 580 V y una intensidad de cortocircuito máxima de 10 A, de acuerdo a sus especificaciones técnicas.

Un requisito muy importante, que nuestra instalación cumple ampliamente, es que la tensión máxima que la instalación puede soportar ha de ser menor que la tensión en Corriente Continua de aislamiento del sistema de acuerdo con la IEC ($V = 1000 V$).

$$419.31V < 1000 V$$

Finalmente tenemos un dimensionado final de módulos fotovoltaicos, que consta de 108 módulos de 310w, proporcionando una energía cada panel de 1.35204 Wh, por lo que en total la planta fotovoltaica generará 146.02 KWh/día.

7. Cálculo de Perdidas por inclinación y orientación.

En primer lugar, cabe destacar, que la planta fotovoltaica estará situada a nivel del suelo, mediante una estructura de acero, y sin ninguna ladera, montaña o infraestructura que haga sombra en ellas durante el día.

Si se observan las posiciones del Sol al amanecer, mediodía y atardecer en cualquier lugar del hemisferio norte, se verá cómo el Sol sale por el este, se desplaza en dirección sur y se pone por el oeste. Es por eso por lo que para aprovechar al máximo la luz solar la orientación de los paneles se hace hacia el sur. La inclinación óptima de los módulos fotovoltaicos depende básicamente de la latitud del lugar donde se desea hacer la instalación y la tipología, según sea una instalación conectada aislada de la red eléctrica.

Puesto que hablamos de una instalación aislada donde se ha de garantizar el suministro de electricidad durante todo el año, y considerando que la diferencia de radiación entre las estaciones de invierno y verano son pequeñas. Por tanto los módulos se inclinan un ángulo igual que la latitud, que en nuestro caso la inclinación estándar comercial más cercana es la de 30°. Esto conlleva unas pérdidas por inclinación despreciables.

Se ha tomado aquella disposición donde la distancia entre los módulos sea mínima, para ello se tomará como longitud del panel la dimensión del panel más pequeña, nos referiremos a ella como la longitud del panel (L), y a la distancia más grande como el ancho del panel (w).

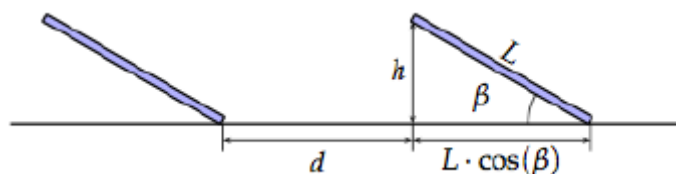


Figura anexo 4.1. Longitudes características de distancia entre paneles

Para evitar que se produzcan sombras por la superposición de los paneles debemos hallar dicha distancia. Para ello, antes debemos hallar la altura del panel h para la inclinación deseada.

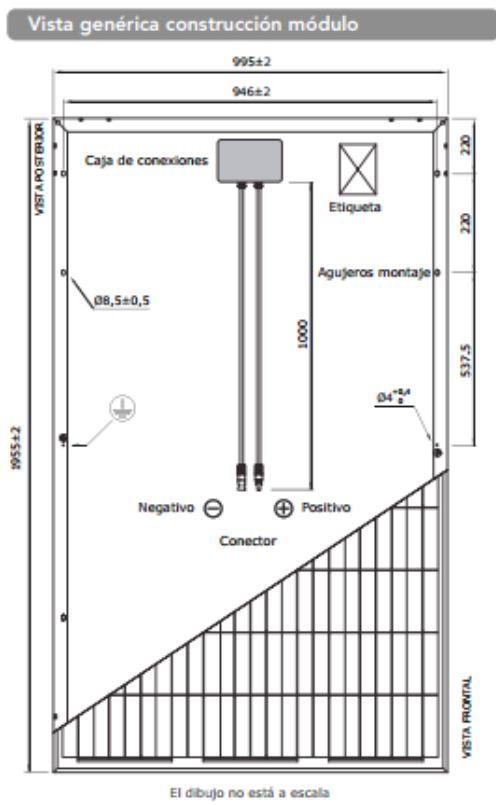


Figura anexo 4.2. Plano acotado de modulo fotovoltaico A-310

Cálculo de la altura del panel para la inclinación deseada:

$$h = L * \text{sen}(\beta) = 1.96\text{m} * \text{sen}(30) = 0.98\text{m}$$

Cálculo de la distancia mínima entre paneles:

$$D_{min} = \frac{h}{\tan(67^\circ - |\phi|)} = \frac{980\text{mm}}{\tan(67^\circ - 28.25)} = 1221.055\text{mm} = 1.23\text{m}$$

Una vez halla la distancia mínima entre paneles podemos hallar el área de captación a utilizar:

Ancho módulo = 1m → Ancho total = 18 paneles * 1m = 18m.

Largo módulo = 2m → Largo total = 6 filas * 2m + 5 sep. * 1.5m = 19.5m.

En conclusión, respectando las medidas halladas las pérdidas por orientación y e inclinación son despreciables, en nuestra área de captación de 300m².

8. Estructura de soporte

Los paneles fotovoltaicos deben ir en una estructura, la cual a su vez debe ir anclada al suelo, para soportar así las inclemencias climatológicas adversas. También ha de ser versátil, a la hora de regular los distintos ángulos, y de un material resistente.

Las estructuras deben resistentes para soportar las fuertes rachas viento, características de la isla de Fuerteventura, además al encontrarse en un lugar donde la brisa del mar tendrá un papel fundamental, tienen que ser de un material fuertemente inoxidable.



Figura aneo 4.3. Estructura soporte de paneles fotovoltaicos.

Para este caso, se ha elegido las estructuras de soporte STR05V-1642-994 y la STR03V-1642-994 suministrado por la empresa TECHNO SUN, destinada para instalaciones implantadas en superficies planas, con inclinación regulables de 30° a 60°. La primera presenta una carga máxima de hasta 5 módulos fotovoltaicos, mientras la segunda solo soporta 3 módulos. Este tipo de soporte viene con un innovador sistema de rail de aluminio con abrazaderas, obteniendo así un ensamble de los paneles más versátil y conseguir así hacer la instalación fácil y rápida para ahorrar su coste y tiempo de trabajo. Además, la longitud personalizada de carril no requerirá de soldadura, manteniendo la totalidad apariencia, resistencia estructural y rendimiento anti- corrosivo.

8.1. Fuerza en anclajes y cimientos.

Para hallar la fuerza que debe soportar los anclajes en la zapatas de hormigón, debemos suponer la situación más desfavorable, que pueda ocurrir, esta situación conlleva un viento máximo de 120 km/h y una dirección de viento del norte al sur.

Según el DB SE acciones en la edificación, la presión dinámica del viento se puede simplificar en la siguiente expresión:

$$qb = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$$

Donde:

- qb la presión dinámica del viento
- δ la densidad del aire.
- V_b la velocidad del viento

Por lo que en nuestro caso:

$$qb = 0,5 \cdot \frac{1.25 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(33.33 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 694.31 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} = 0.694 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

Si contamos que nuestros paneles, tendrán un ángulo de 30°, la fuerza ejercida en cada uno de ellos será:

$$F = qb \cdot \text{área}_{\text{modulo}} \cdot \text{sen}(30)$$

$$F = 0.694 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \cdot 0.995\text{m} \cdot 1.955\text{m} \cdot \text{sen}(30) = 0.675 \text{ KN}$$



Figura anexo 4.4. Anclajes de la estructura de los paneles fotovoltaicos.

Es decir, el conjunto de anclajes de los paneles a los raíles de aluminio debe soportar una fuerza de 675 N.

A su vez, si dicha fuerza, hallada anteriormente, la volvemos a multiplicar por el coseno de 30 y por 5 módulos, podemos saber la fuerza a tracción que deben resistir el conjunto de pernos que une la estructura con las zapatas.

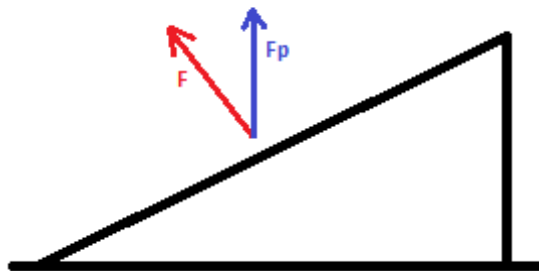


Figura anexo 4.5. Diagrama de fuerzas que soporta la estructura de los paneles

$$F_p = 0.675 \text{ KN} * 5 \text{ módulos} * \cos(30) = 2.923 \text{ KN}$$

En conclusión, el parque fotovoltaico estará compuesto 6 ramales de estructuras, donde a su vez, cada ramal tendrá 3 estructuras de 5 módulos y una estructura de 3 módulos. Los pilares deben ir anclados a una zapatas de hormigón suficientemente pesadas para mantener 2.923 KN de fuerza contra el suelo y a su vez que su peso no desafíe a la tensión admisible del terreno para no sufrir hundimiento.

9. Acumuladores.

En el dimensionado de los acumuladores, se tendrá que analizar los días de autonomía del sistema. Se conoce que los acumuladores constituyen un alto porcentaje del coste en las instalaciones, por lo que a mayor número de días de autonomía mayor número de baterías, lo que supone un mayor coste.

En casi toda época del año en Fuerteventura la cobertura solar es alta, si además añadimos que 90km del camping no hay ninguna cordillera ni montaña que superar los 600m de altitud lo que favorece a que no hayan concentración de nubes, ya que no nada que detenga las corriente de aire. El consumo de energía en las plazas y el consumo de las bombas en horario nocturno serán mínimo. Además en las épocas críticas de mayor nubosidad contaremos con la disponibilidad inmediata del grupo electrógeno. Por todo ello, dado que la media de autonomía para instalaciones fotovoltaicas aisladas, empleada en la provincia de las palmas es de 5 días, en este caso la autonomía del camping tendrá una autonomía de 2 días.

$$\text{Tamaño de la batería(Kwh)} = 2 \text{ día} * 132.259\text{Kwh/día} = 264.518\text{Kwh}$$

Antes de continuar con el cálculo debemos saber que los inversores elegidos serán Sunny Island 8.0H de la marca SMA Technology AG. Para nuestra instalación estará compuesta por tres inversores una para cada fase, estos tienen las siguientes funciones:

- Cargador de baterías, cambiando de corriente alterna a continua la energía eléctrica procedente del Sunny Tripower y del Generador Diesel cuando éste opere.
- Inversor descargando las baterías, cambiando de corriente continua a alterna.

El tipo de acumuladores elegidos para este tipo de instalación son las baterías estacionarias del tipo OPzS, las cuales se fabrican con la tecnología convencional de plomo y acido con una vida útil de hasta 20 años.



Figura anexo 4.6. Baterías estacionarias OPzS.

Más concretamente el modelo elegido es el acumulador en tipo de celdas de 2 voltios, 12 OPzS 1200, cuya capacidad de celda es 1810 Ah, y tiene un peso entre 66 y 93 kilogramos.

Seguidamente debemos hallar el coeficiente de pérdidas en el acumulador, que viene dado por la siguiente expresión:

$$K_t = [1 - (K_b + K_c + K_r + K_x)] * \left[1 - \frac{K_a * D_{out}}{P_d}\right]$$

Donde:

- K_t , coeficiente de pérdidas total.
- K_a , son las Pérdidas debido a la autodescarga diaria de la batería, dada a los 20°C.
- K_b , son las Pérdidas debido al rendimiento de la batería.
- K_c , son las Pérdidas debido al inversor.
- K_r , son las Pérdidas debido al regulador.
- K_x , son las Otras perdidas.
- D_{out} , son los días de autonomía.
- P_d , es la profundidad de descarga de la batería.

$$K_t = [1 - (0.05 + 0.2 + 0.05 + 0.1)] * \left[1 - \frac{0.005 * 2}{0.3}\right] = 0.58$$

Seguidamente, se calculará la energía que puede suministrar una batería, con la siguiente ecuación:

$$E_c = C_c * V_c * pd * Kt$$

Siendo:

E_c = La energía que ha de suministrar una celda [wh].

C_c = Capacidad de la celda [Ah].

V_c = Voltaje de la celda [V].

$$E_c = 1810 * 2 * 0.3 * 0.58 = 786.48Wh$$

Los inversores seleccionados determinarán la distribución de las baterías. Se tomará como parámetro de diseño la tensión de entrada del inversor, de tal forma que el número de baterías en serie será el necesario para cubrir dicha tensión, tal y como se expresa en la siguiente expresión:

$$N. baterias_{serie} = \frac{V_{Inv}}{V_c} = \frac{48V}{2V} = 24 \text{ Baterias en serie.}$$

Seguidamente debemos hallar el número máximo de ramales por inversor, para ello, hacemos uso de la siguiente expresión:

$$N. ramas_{inv} = \frac{E_A}{N_{inv} * E_c * N_{C_{serie}}}$$

En primer lugar, vamos a predimensionar el sistema de acumulación con 9 inversores, los cuales irán distribuidos de tal manera que haya tres inversores para cada fase:

- **9 inversores.**

$$N.ramas_{inv} = \frac{264.518Kwh}{9*0.62988Kwh*24} = 1.94 \rightarrow 2 \text{ ramales por inversor.}$$

Por lo que nos quedará un número total de baterías de:

$$N.baterias = N.baterias_{serie} * N.ramas_{inv} * N_{inv} = 432 \text{ baterias.}$$

La intensidad por cada batería será:

$$I_c = \frac{Cc}{H_{out}} = \frac{1810Ah}{48h} = 37.70A$$

Como en nuestro caso tenemos 4 ramas por inversor tendremos una corriente total de trabajo de:

$$I_T = I_c * N.ramas_{inv} = 37.70 * 2 = 75.4A$$

Como la intensidad de corriente está muy por debajo de la carga asignada por el inversor que es 115A, no nos sirve este sistema de acumulación.

- **6 inversores.**

$$N.ramas_{inv} = \frac{264.518Kwh}{6*0.62988Kwh*24} = 2.92 \rightarrow 3 \text{ ramales por inversor.}$$

Por lo que nos quedará un número total de baterías de:

$$N.baterias = N.baterias_{serie} * N.ramas_{inv} * N_{inv} = 432 \text{ baterias.}$$

La intensidad por cada batería será:

$$I_c = \frac{Cc}{H_{out}} = \frac{1810Ah}{120h} = 37.70A$$

Como en nuestro caso tenemos 6 ramas por inversor tendremos una corriente total de trabajo de:

$$I_T = I_c * N.ramas_{inv} = 37.70A * 3 = 113.1A$$

La corriente de trabajo total es menor, a la corriente de carga máxima de la batería, y está muy cercana a la carga óptima asignada por el inversor.

Por lo que finalmente, para abastecer la demanda del camping necesitaremos 432 celdas de 2 voltios, distribuidas en 3 ramales por inversor y en cada ramal un conjunto de 24 celdas en serie.

10. Conductores.

El dimensionado del cableado se debe realizar teniendo en cuenta las indicaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Para ello, hay que determinar el tipo de conductor, nivel de aislamiento, sección y tipo de instalación.

10.1. Conductores de CC de los módulos al inversor.

Para dimensionar el cableado, se calculará la sección del conductor y se aproximará a secciones comerciales. Para calcular la sección se tomará como intensidad el valor máximo de trabajo, que en el caso de fotovoltaica corresponde con la tensión de circuito abierto del ramal.

Por lo general, se suele considerar que la caída de tensión máxima desde el generador fotovoltaico hasta la entrada al inversor debe ser inferior al 1%.

La sección del conductor viene dada por la siguiente ecuación:

$$S_{cc} = \frac{2 * L_r * I_{cc}}{1\% * V_{ramal} * k}$$

Donde:

S_{cc} = Sección del conductor en corriente continua [mm²].

L_r =Longitud máxima del conductor desde el panel más alejado del ramal hasta el punto de conexionado al inversor [m].

I_{cc} =Corriente de cortocircuito del ramal fotovoltaico [A].

V_{ramal} =Tensión del ramal fotovoltaico [V].

K =Conductividad del material conductor [$m/\Omega mm^2$].

El dimensionamiento se tomará el valor de la conductividad para una temperatura de 20°C y se despreciaran las variaciones con la temperatura.

$$S_{cc} = \frac{2 * 48m * 9.08A}{0.01 * 573.435V * 56m/\Omega mm^2} = 2.71mm^2 \rightarrow 4 mm^2$$

Una vez tenemos la sección comercial, comprobamos que no hayamos incumplido la norma UNE 20460-5-523, que refleja que la corriente máxima del cable para la sección calculada tiene que ser mayor que la corriente máxima del ramal.

Tabla 10.1. Corriente máxima admisible por cable de cobre (UNE 20460-5-523)

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC		2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR		10	11	
			1	2	3	4	5	6	7	8			9
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR				
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared					3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0.3D						3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia a la pared no inferior a D						3x PVC			3x XLPE o EPR		
G		Cables unipolares separados mínimo D								3x PVC		3x XLPE o EPR	
Cobre	mm ²		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1,5		11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
	2,5		15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
	4		20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
	6		25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
	10		34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
	16		45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
	25		59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
	35			77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
	50			94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
	70					149	160	171	188	202	224	244	321
	95					180	194	207	230	245	271	296	391
	120					208	225	240	267	284	314	348	455
150					236	260	278	310	338	363	404	525	
185					268	297	317	354	386	415	464	601	
240					315	350	374	419	455	490	552	711	
300					360	404	423	484	524	565	640	821	

Como podemos comprobar en la tabla anterior, la corriente máxima del ramal es menor a la que aceptaría el cable en unas condiciones termales de 40°C.

Seguidamente debemos asegurarnos que la sección hallada está dentro de la recomendada por el fabricante de módulos fotovoltaicos, que en este caso, es correcto.

Finalmente, hallamos las pérdidas máximas para la sección calculada, con la siguiente expresión:

$$\theta = \frac{2 * L_r * I_{cc}}{S_c * V_{ramal} * k}$$

$$\theta = \frac{2 * 48m * 9.08A}{4mm^2 * 573.435V * 56m/\Omega mm^2} = 0.68\%$$

Por lo que quedo comprobado que para la sección del cable escogido las pérdidas son menores que el 1% estimado.

10.2. Conductores de CC ramas de baterías.

En primer lugar hallamos la sección del conductor:

$$S_{cc} = \frac{2 * 12m * 20.83A}{0.01 * 48V * 56m/\Omega mm^2} = 18.6mm^2 \rightarrow 25 mm^2$$

Una vez conocido la sección y el aislamiento, comprobamos a partir de la norma UNE 20460-5-523, que la corriente máxima del cable para la sección calculada es mayor que la corriente máxima del ramal.

$$20.83A < 59 A$$

La sección hallada está dentro de los valores del rango de secciones recomendados por la ficha técnica de nuestro fabricante y modelo de acumuladores.

Finalmente, hallamos las pérdidas máximas para la sección calculada:

$$\theta = \frac{2 * 12m * 20.83A}{25 mm^2 * 48V * 56m/\Omega mm^2} = 0.74\%$$

Por lo que quedo comprobado que para la sección del cable escogido las pérdidas son menores que el 1% estimado.

10.3. Conductores de CC ramas de baterías-inversor.

En primer lugar hallamos la sección del conductor:

$$S_{cc} = \frac{2 * 2m * 41.66A}{0.01 * 48V * 56m/\Omega mm^2} = 6.2mm^2 \rightarrow 10 mm^2$$

Una vez conocido la sección y el aislamiento, comprobamos a partir de la norma UNE 20460-5-523, que la corriente máxima del cable para la sección calculada es menor que la corriente que circula, por lo que según la norma debemos instalar una sección de 25 mm².

$$41.66 A < 59 A$$

La sección hallada está dentro de los valores del rango de secciones recomendados por la ficha técnica de nuestro fabricante y modelo de acumuladores.

Finalmente, hallamos las pérdidas máximas para la sección calculada:

$$\theta = \frac{2 * 2m * 41.66A}{25 mm^2 * 48V * 56m/\Omega mm^2} = 0.25\%$$

Por lo que quedo comprobado que para la sección del cable escogido las pérdidas son menores que el 1% estimado.

10.4. Conductores CA entre el inversor de fotovoltaica y el embarrado.

Se supondrá que la caída de tensión del inversor al regulador es de un 1% y conociendo que a la salida de los inversores se trabaja en CA y trifásica, la sección del cable vendrá definida como:

$$S_{ca} = \frac{\sqrt{3} * L_{ca} * I_{m\acute{a}x(INV)} * \cos\varphi}{0.01 * V_R * k}$$

Donde:

$\cos\varphi$ = Factor de potencia del inversor.

$$S_{ca} = \frac{\sqrt{3} * 4 m * 33A * 1}{0.01 * 570V * 56m/\Omega mm^2} = 0.716 mm^2$$

Una vez conocido la sección y el aislamiento, comprobamos a partir de la norma UNE 20460-5-523, que la corriente máxima del cable para la sección calculada es menor que la corriente máxima que suministra el inversor, por lo que según la norma debemos instalar una sección de 10 mm².

$$33A < 34A$$

Finalmente, hallamos las pérdidas máximas para la sección calculada:

$$\theta = \frac{\sqrt{3} * 4m * 33A * 1}{10 mm^2 * 570V * 56m/\Omega mm^2} = 0.071\%$$

Por lo que quedo comprobado que para la sección del cable escogido las pérdidas son menores que el 1% estimado.

10.5. Conductores CA entre el embarrado y multicluster box (caja de interruptores).

Hallamos la sección del cable mediante la siguiente expresión:

$$S_{ca} = \frac{\sqrt{3} * L_{ca} * I_{m\acute{a}x(emb)} * \cos\varphi}{0.01 * V_R * k}$$

$$S_{ca} = \frac{\sqrt{3} * 4m * 116A * 1}{0.01 * 570V * 56m/\Omega mm^2} = 2.51 mm^2$$

Una vez conocido la sección y el aislamiento, comprobamos a partir de la norma UNE 20460-5-523, que la corriente máxima del cable para la sección calculada es menor que la corriente máxima de la salida del embarrado, por lo que según la norma debemos instalar una sección de 50 mm².

Finalmente, hallamos las pérdidas máximas para la sección calculada:

$$\theta = \frac{\sqrt{3} * 4m * 116A * 1}{50mm^2 * 570V * 56m/\Omega mm^2} = 0.05\%$$

Por lo que quedo comprobado que para la sección del cable escogido las pérdidas son menores que el 1% estimado.

10.6. Conductores CA entre inversor de baterías y Multicluster Box.

Hallamos la sección del cable mediante la siguiente expresión:

$$S_{ca} = \frac{2 * L_{ca} * I_{m\acute{a}x(inv)} * \cos\varphi}{0.01 * V_R * k}$$

$$S_{ca} = \frac{2 * 4m * 120A * 1}{0.01 * 253V * 56m/\Omega mm^2} = 38.96mm^2 \rightarrow 50mm^2$$

Una vez conocido la sección y el aislamiento, comprobamos a partir de la norma UNE 20460-5-523, que la corriente máxima del cable para la sección calculada es mayor que la corriente máxima del inversor de baterías.

Finalmente, hallamos las pérdidas máximas para la sección calculada:

$$\theta = \frac{2 * 4m * 120A * 1}{50mm^2 * 253V * \frac{56m}{\Omega mm^2}} = 0.14\%$$

Por lo que quedo comprobado que para la sección del cable escogido las pérdidas son menores que el 1% estimado.

11. Protecciones.

11.1. Cálculos de protecciones de corriente continua.

- **Módulos fotovoltaicos**

Los módulos fotovoltaicos están conectados a inversores trifásicos, los cuales ya llevan sus propias protecciones. No obstante, se ha protegido el cableado que

une los inversores con los módulos colocando entre ellos un cuadro de conexiones en el que se incluyen las siguientes protecciones:

Protección contra sobretensiones transitorias

Las sobretensiones transitorias son picos de tensión que alcanzan valores de decenas de kilovoltios y de corta duración, causan la destrucción de los equipos conectados a la red provocando daños graves o destrucción de los equipos e Interrupción del servicio.

Las protecciones se colocarán para proteger la parte continua de los sistemas fotovoltaicos contra sobretensiones transitorias. Se escogerá esta protección teniendo en cuenta cuál es la tensión máxima que puede soportar el inversor y su rango de tensión de trabajo.

$$V_{TRAB.} < V_{PROT.} < V_{INV.}$$

Siendo

$V_{PROT.}$ = Tensión del protector de sobretensión transitoria para fotovoltaica.

$V_{INV.}$ = Tensión máxima de cada inversor de fotovoltaica.

$V_{TRAB.}$ = Tensión en circuito abierto de cada rama de módulos fotovoltaicos.

$$573.475 \text{ V} < 700 \text{ V} < 1000 \text{ V}$$

Fusibles

Estos se dimensionarán teniendo en cuenta la intensidad de salida de cada módulo y la que es capaz de soportar el cable. La intensidad de rotura del fusible deberá estar entre estos dos valores:

$$I_b < I_n < I_z$$

Siendo

I_b = Intensidad de corriente que suministra el panel en el punto de máxima potencia.

I_n = Intensidad de corte del fusible.

I_z = Intensidad que es capaz de soportar el cable.

$$8.87A < 16A < 20^a$$

- **Baterías**

Fusibles

Se dimensionarán teniendo en cuenta la intensidad de salida de cada batería y la que es capaz de soportar el cable. La intensidad de rotura del fusible deberá estar entre estos dos valores:

$$20.83A < 40A < 59 A$$

11.2. Cálculos de protecciones de corriente alterna.

A la salida de los inversores fotovoltaicos se instalarán como protecciones antes de la entrada al regulador, un magnetotérmico y un relé diferencial. Estos han sido dimensionados según el procedimiento siguiente:

Interruptor magnetotérmico

La elección del magnetotérmico se hará de acuerdo a la siguiente condición. La intensidad de cálculo será menor o igual que la nominal del magnetotérmico y estará por debajo de la máxima admisible que soporte el conductor. Si no se cumple, habrá que elevar la sección.

$$I_c < I_N < I_{CON}$$

$$33 A < 40A < 44 A$$

Siendo

I_c = Intensidad de cálculo.

I_N = Intensidad normalizada del magnetotérmico.

I_{COND} = la intensidad máxima que puede resistir el conductor.

Diferencial

De la misma manera que en el dimensionado del magnetotérmico, se realizará una simplificación de manera que conociendo la intensidad máxima en el conductor seleccionaremos el interruptor diferencial.

$$33 \text{ A} < 40\text{A} < 44 \text{ A}$$



Universidad
de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**Instalación eléctrica y sistema de agua caliente
sanitaria de un camping basados en energías
renovables**

❖ **AUTOR: *ADRIÁN CABRERA HERNÁNDEZ***

ANEXO V: INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

ÍNDICE:

1. Objeto.....	3
2. Normativa.....	3
3. Cálculos Justificativos.....	4
3.1. Cálculo de la intensidad admisible(monofásico).....	4
3.2. Cálculo de la sección.....	4
3.3. Caída de tensión.....	5
3.4. Cálculo de corrientes de cortocircuito.....	6
3.5. Cálculo de Protecciones.....	7
4. Dimensionado de la instalación.....	8
4.1. Instalación circuitos de las bombas de suministro y circulación....	8
4.1.1. <i>Tabla circuitos de bombas de suministro y circulación.....</i>	<i>11</i>
4.2. Instalación circuitos de alumbrado exterior.....	12
4.2.1. <i>Tabla circuitos de alumbrado exterior.....</i>	<i>17</i>
4.3. Instalación circuitos iluminación interior.....	18
4.3.1. <i>Tabla circuitos de iluminación interior.....</i>	<i>21</i>
4.4. Instalación de circuitos de fuerza del camping.....	22
4.4.1. <i>Tabla circuitos de fuerza de plazas del camping.....</i>	<i>27</i>
4.4.2. <i>Tabla circuitos de fuerza de las salas del camping.....</i>	<i>28</i>

1. Objeto:

El presente documento tiene por objeto, establecer las condiciones técnicas y garantías que debe reunir la instalación eléctrica de nuestro camping, conectada a la fuente de suministro fotovoltaica, en los límites de baja tensión con la finalidad de:

- Preservar la seguridad de las personas y los bienes.
- Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

2. Normativa:

En la realización del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, y publicado en el B.O.E. nº 224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Real Decreto (RD) 1955/2000, de 1 de diciembre, que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE 310 de 27-12-00)
- Procedimientos de control de la aplicación del Decreto 120/1992 de 28 de abril, modificado parcialmente por el Decreto 196/1992, de 4 de agosto (Orden de 5 de julio de 1993, DOGC 1782 de 11-8-93).
- UNE 20460-5-523: Intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables.
- UNE 20434: Sistema de designación de cables.
- UNE-EN 60898-1: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecorrientes.
- UNE-EN 60947-2: Aparatos de baja tensión. Interruptores automáticos.
- UNE-EN 60269-1: Fusibles de baja tensión.
- UNE-HD 60364-4-43: Protección para garantizar la seguridad.

3. Cálculos Justificativos

3.1. Cálculo de la intensidad admisible. (monofásico)

Para hallar intensidad que circula por un cable utilizamos la siguiente expresión:

$$I_b = \frac{P}{V * \cos\phi}$$

Ecuación I. Intensidad admisible monofásico.

Donde:

I_b: es la intensidad de diseño [A]

P: es la potencia [W]

V: es la tensión [V]

Cos ϕ : Factor de potencia de la instalación [1]

3.2. Cálculo de la sección.

Para calcular la sección mínima que garantiza una caída de tensión límite, previamente establecida podemos aplicar la siguiente formula:

$$S = \frac{2 * C * \rho * P * L}{\Delta U * U}$$

Ecuación II. Sección del conductor.

Donde

S: Sección calculada según criterio de caída de tensión máxima admisible [mm²]

C: Incremento de la resistencia en alterna (tomamos c=1,02)

P: Potencia activa prevista para la línea [W].

L: Longitud de la línea [m].

ΔU : caída de tensión máxima admisible

ρ : Resistividad del conductor a una temperatura

Para nuestra instalación del camping, supondremos que, la temperatura del conductor a la intensidad prevista en servicio permanente, sea de 70 °C, por lo cual tendríamos las siguientes resistividades:

Tabla 3.1. Resistividad eléctrica.

Temperatura	Resistividad eléctrica COBRE ($\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$)	Resistividad eléctrica ALUMINIO ($\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$)	Tipo de aislamiento
20 °C	0,018	0,029	
70 °C	0,021	0,033	PVC
90 °C	0,023	0,036	XLPE, EPR

Como en nuestro caso tendremos un cable de cobre a un temperatura media de 70° nuestra resistividad será de $0.021 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

3.3. Caída de tensión.

La caída de tención en una instalación monofásica la podemos hallar de la siguiente manera:

$$e\% = \frac{2 * C * \rho * P * L}{S * U^2}$$

Ecuación III. Caída de tensión monofásico.

Donde los límites de la caída de tensión vienen detallados en las ITC-BT 14, ITC-BT 15.

Tabla 3.3.Limites de caída de tensión reglamentarios.

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

3.4. Cálculo de corrientes de cortocircuito.

$$I_{cc} = \frac{U}{R}$$

Ecuación IV. Corriente de cortocircuito monofásico.

Donde:

I_{cc}: Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado [A].

U: Tensión de alimentación fase neutro [V].

R: Resistencia del conductor fase [Ω].

El valor de la resistencia, se deberá tener en cuenta la suma de toda la resistencia del conductor desde la caja general hasta el punto final del circuito.

Para poder hallar la resistencia en los casos más desfavorables se considerará que los conductores estarán a una temperatura de 20° por lo que su resistividad será de 0.018 Ω mm²/m. Dicho valor de resistencia lo hallamos a partir de la siguiente expresión:

$$R = \frac{\rho * L}{S}$$

Ecuación V. Resistencia eléctrica monofásico.

Donde:

L: Longitud de la línea [m].

S: Sección [mm²].

ρ: Resistividad del conductor [Ω mm²/m].

3.5. Cálculo de las protecciones.

Sobrecarga

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable contra sobrecargas, deben satisfacer las siguientes dos condiciones:

$$IB < I_n < I_Z$$

$$I_2 < 1,45 \times I_Z$$

Donde:

I_b : es la intensidad de diseño del circuito;

I_n : es la intensidad asignada del dispositivo de protección;

I_Z : es la intensidad permanente admisible del cable;

I_2 : es la intensidad efectiva asegurada en funcionamiento en el tiempo convencional del dispositivo de protección;

Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} > I_{ccm\acute{a}x}$$

$$I_{cs} > I_{ccm\acute{a}x}$$

Siendo:

$I_{ccm\acute{a}x}$: Máxima intensidad de cortocircuito prevista.

I_{cu} : Poder de corte último.

I_{cs} : Poder de corte de servicio.

4. Dimensionado de la instalación.

A continuación, se describirá detalladamente los cálculos realizados para el dimensionado de la instalación. Cumpliendo en todo momento con el reglamento de electrónico de baja tensión.

El dimensionado estará, en compuesto de 4 fases primer lugar los circuitos que alimentan las bombas, en segundo lugar, los circuitos de alumbrado exterior, seguidamente los circuitos de iluminación interior, y finalmente los circuitos de fuerza destinados a las plazas.

4.1. Instalación circuitos bombas de suministro y circulación.

La longitud de esta instalación será la más corta debido a que tanto el cuadro general de protecciones como las bombas de suministro y circulación estarán situadas en la sala de almacenamiento y control.

En este caso, dispondremos de un circuito independiente para cada bomba de suministro, con el fin de que una avería en una de ellas no afecte a las demás.

C1 B “Bomba Aseos comunitarios AFS”

Para dimensionar el circuito, sabemos que el consumo es realizado exclusivamente por la bomba, que en este caso se trata de la bomba centrifuga Grundfos TP, TPD 50 290/2, con un consumo de potencia eléctrica de 3 Kw.

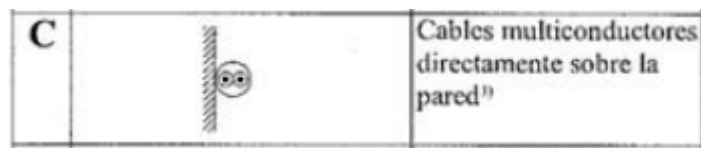
Como en el circuito solo irá conectado un receptor consideramos el factor de utilización y simultaneidad como uno.

En primer lugar, debemos hallar la intensidad de trabajo de la bomba:

$$I_b = \frac{3000W}{230V * 1} = 13.04A$$

En este caso, el criterio de la intensidad admisible es más restrictivo, por lo que primero debemos determinar la intensidad máxima admisible de sección del cable y luego comprobar la caída de tensión correspondiente.

Mirando en la tabla 52-C2 de la norma UNE 20.460, que para el tipo de instalación en el circuito C1 B. Teniendo en cuenta que nuestro circuito se compone de tres cables con un método de instalación directamente cogido en la pared "C"



La intensidad máxima admisible superior es 27 A, correspondiente a una sección de 4 mm². A la siguiente intensidad se le debe aplicar los factores de corrección implantados por la norma UNE 211435, que en este caso serán los siguientes:

Tabla 4.1. Factor de corrección.

Factor de corrección por temperatura	0.91
Factor de corrección por profundidad	1
Factor de corrección por resistividad térmica del terreno	1
Factor de reducción de agrupamiento	0.93

Por lo tanto la intensidad permanente admisible del cable es:

$$I_z = 27 * 0.91 * 1 * 1 * 0.93 = 22.85A$$

Por lo tanto cumplimos con que la intensidad permanente del cable es mayor a la intensidad de trabajo de la bomba.

$$I_z > I_b$$

Seguidamente, debemos hallar la caída de tensión para la tensión adoptada.

$$e\% = \frac{2 * 1.02 * 0.021 * 3000 * 7}{4 * 230^2} * 100 = 0.425\%$$

Como la caída de tensión es menor que el 3%, podemos garantizar el cumplimiento de dicho requerimiento.

Cálculo de las protecciones

- Sobrecarga

La intensidad asignada del dispositivo de protección (Interruptor automático), es de 20A.

$$13.04 \text{ A} < 20 \text{ A} < 2.85 \text{ A}$$

La intensidad efectiva I_2 , la consideramos como 32 A.

$$I_2(32) < 1.45 * 22.85 = 33.13$$

- Cortocircuito

El poder de corte no debe ser inferior a la máxima intensidad de cortocircuito prevista.

La resistencia asociada a este tramo la consideramos como:

$$R = \frac{0.021 * 7}{4} = 0.03675 \Omega$$

Es así como la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{cc} = \frac{230}{0.03675} = 6258.50 \text{ A}$$

Por lo que, se empleará una magnetotérmico, con un poder de corte de 10 KA

► Para el dimensionado del resto de circuitos de alimentación a las bombas de suministro y circulación de agua, se seguirán los mismo pasos, en la siguiente tabla se pueden ver los resultados.

Circuitos de la instalación de las bombas de suministro y circulación

<i>Circuito</i>	<i>Receptor</i>	<i>Potencia prevista[W]</i>	<i>F_s</i>	<i>F_u</i>	<i>Sección del conductor[mm²]</i>	<i>Intensidad de trabajo[A]</i>	<i>Intensidad admisible del conductor[A]</i>	<i>Interruptor automático[A]</i>	<i>Longitud del circuito[m]</i>	<i>Caida de tensión[<3%]</i>	<i>Corriente de cortocircuito[A]</i>	<i>Magneto-termico[KA]</i>
<i>Bombas suministro agua fría sanitaria</i>												
<i>C1 B</i>	Grundfos TP, TPD 50 290/2	3000	1	1	4	13,04	22,85	20	7	0,425	6258,50	10
<i>C2 B</i>	Grundfos TP, TPD 32 320/2	2200	1	1	2,5	9,57	17,77	15	7	0,499	3911,56	10
<i>C3 B</i>	Grundfos TP, TPD 50 290/2	3000	1	1	4	13,04	22,85	20	7	0,425	6258,50	10
<i>C4 B</i>	Grundfos TP, TPD 50 290/2	3000	1	1	4	13,04	22,85	20	7	0,425	6258,50	10
<i>C5 B</i>	Grundfos TP, TPD 50 290/2	3000	1	1	4	13,04	22,85	20	7	0,425	6258,50	10
<i>Bombas de suministro de agua caliente sanitaria</i>												
<i>C6 B</i>	Grundfos TP, TPD 32 230/2	750	1	1	1,5	3,26	12,69	10	7	0,283	2346,94	10
<i>C7 B</i>	Grundfos TP, TPD 40 230/2	1100	1	1	1,5	4,78	12,69	10	7	0,416	2346,94	10
<i>Bomba de circulación térmica</i>												
<i>C8 B</i>	Grundfos TP, TPD 32 250/2	1500	1	1	1,5	6,522	12,69	10	7	0,567	2346,94	10

4.2. Instalación circuitos de alumbrado exterior.

Para dimensionar la instalación del alumbrado exterior debemos dividirla en varios circuitos, ya que aunque la potencia eléctrica no es muy elevada la gran longitud del cable, aumentaría la caída de tensión por encima del 3%.

Como ya habíamos realizado en el “Anexo I” el alumbrado exterior está compuesto por diferentes regiones. En primer lugar tenemos la Calzada V, que es la que separa la primera línea de plazas con la segunda línea, a su vez, esta calzada está dividida a su derecha por la calzada V1 y a su izquierda por la calzada V2.



Figura I. Calzada V del camping.

Seguidamente tenemos la calzada U, que a su vez, también está separada por los tramos U1-U2 y U3-U4.

Finalmente tenemos la iluminación del cruce y de las plazas aisladas.

Tabla 4.2. Potencia luminarias exteriores.

ZONAS	T.LUMINARIA	LUMINARIA	ALTURA	POTENCIA	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL
CALZADA V	Luminaria de viario	Philips LUMA 1xECO60/830	4 m	66 w	14 piezas	924 w
CALZADA U	Luminaria de viario	Philips LUMA 1Xeco40/830	4 m	50 w	9 piezas	450 w
PLAZAS AISLADAS	Luminaria de viario	Philips LUMA 1Xeco40/830	4 m	50 w	5 piezas	250 w
CRUCE	Luminaria de viario	Philips LUMA 1Xeco60/830	6 m	66 w	2 piezas	132 w

Con lo cual, nuestra instalación de baja tensión para el alumbrado estará compuesta por 4 circuitos con los siguientes consumos de potencia:

1. *Tramo de calzada V1.* → $P = 462W$
2. *Tramo de calzada V2.* → $P = 462W$
3. *Tramos de calzada (tramoU1-U2) y plazas aisladas.* → $P = 475W$
4. *Tramos de calzada (tramoU3-U4) y cruce.* → $P = 352W$

C1 A “Tramo de calzada V1”

Para dimensionar el circuito, sabemos que el consumo es realizado Por 7 luminarias exteriores Philips, con un consumo individual de luminarias de 66W. Por lo que hace un consumo total de 462W.

Como en el circuito está destinado exclusivamente para la iluminación del tramo mencionado el factor de utilización y simultaneidad como uno.

En primer lugar, debemos hallar la intensidad de trabajo:

$$I_b = \frac{462W}{230V * 1} = 2A$$

En este caso, el criterio de la intensidad admisible es más restrictivo, por lo que primero debemos determinar la intensidad máxima admisible de sección del cable y luego comprobar la caída de tensión correspondiente.

Mirando en la tabla 52-C2 de la norma UNE 20.460, teniendo en cuenta que nuestro circuito se compone de tres cables con un método de instalación soterrado a una profundidad de 0.7m, las intensidades admisibles se calcularán teniendo en cuenta las indicaciones de la norma UNE 20460-5-523, edición de 2004.

Para el cálculo de la intensidad admisible en los cables enterrados uno de los factores a tener en cuenta es la resistividad térmica del terreno, la cual depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco.

Tabla C - Resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad

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

En nuestro caso, el camping estará instalado en una playa con naturaleza de terreno arenosa y un grado de humedad de humedad muy seco, con lo cual, el factor de resistividad térmica es el 1.50 K m/W.

Tabla D - Intensidad admisible (en A), para cables soterrados bajo tubo (tensión asignada hasta 0,6/1 kV)

SECCIÓN mm ²	3 XLPE (3 cables unipolares o 1 tripolar)		2 XLPE (2 cables unipolares o 1 bipolar)	
	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
1,5	23	--	27	--
2,5	30	23	36	27
4	39	30	46	36
6	48	37	58	44
10	64	49	77	58
16	82	62	100	77
25	105	82	130	98
35	130	98	155	120
50	155	115	183	139
70	190	145	225	170
95	225	175	265	205
120	260	200	305	230
150	300	230	340	265
185	335	260	385	295
240	400	305	440	340
300	455	350	500	385
400	530	405	570	445
500	610	465	660	510
630	710	530	735	575
Condiciones de cálculo	Resistividad térmica del terreno: 1,5 K.m/W			
	Temperatura del terreno: 25°C			
	Profundidad de la instalación: 70 cm			

Concluyentemente, la intensidad máxima admisible superior es 30 A, correspondiente a una sección de 2.5 mm². A la siguiente intensidad se le debe aplicar los factores de corrección implantas por la norma UNE 211435, que en este caso serán los siguientes:

Tabla 4.3. Factor de corrección.

Factor de corrección por temperatura	0.91
Factor de corrección por profundidad	1
Factor de corrección por resistividad térmica del terreno	1.5
Factor de reducción de agrupamiento	0.90

Por lo tanto la intensidad permanente admisible del cable es:

$$I_z = 30 * 0.91 * 1 * 1.5 * 0.90 = 36.85A$$

Por lo tanto cumplimos con que la intensidad permanente del cable es mayor a la intensidad de trabajo de la bomba.

$$I_z > I_b$$

Seguidamente, debemos hallar la caída de tensión para la tensión adoptada.

$$e\% = \frac{2 * 1.02 * 0.021 * 462 * 90}{2.5 * 230^2} * 100 = 1.347\%$$

Como la caída de tensión es menor que el 3%, podemos garantizar el cumplimiento de dicho requerimiento.

Cálculo de las protecciones

- Sobrecarga

La intensidad asignada del dispositivo de protección (Interruptor automático), es de 20A.

$$2 A < 20 A < 36.85 A$$

La intensidad efectiva I_2 , la consideramos como 32 A.

$$I_2(52) < 1.45 * 22.85 = 53.44A$$

- Cortocircuito

El poder de corte no debe ser inferior a la máxima intensidad de cortocircuito prevista.

La resistencia asociada a este tramo la consideramos como:

$$R = \frac{0.021 * 90}{2.5} = 0.756 \Omega$$

Es así como la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{cc} = \frac{230}{0.756} = 304.23 A$$

Por lo que, se empleará una magnetotérmico, con un poder de corte de 10 KA.

► Para el dimensionado del resto de circuitos de alimentación de la luminarias de alumbrado exterior, se seguirán los mismo pasos, en la siguiente tabla se pueden ver los resultados.

Circuitos de la instalación del alumbrado exterior del camping.

<i>Circuito</i>	Zona	Potencia prevista[W]	Fs	Fu	Sección del conductor [mm2]	Intensidad de trabajo[A]	Intensidad admisible del conductor[A]	Interruptor automático[A]	Longitud del circuito[m]	Caída de tensión[<3%]	Corriente de cortocircuito[A]	Magnetotérmico[KA]
<i>Alumbrado exterior</i>												
C1 A	Tramo V1	462	1	1	2,5	2	36,855	20	90	1,346	304,23	10
C2 A	Tramo V2	462	1	1	2,5	2	36,855	20	120	1,796	228,17	10
C3 A	Tramo U1-U2 y plazas aisladas	475	1	1	2,5	2,07	36,855	20	90	1,385	304,23	10
C4 A	Tramos U3-U4 y cruce	352	1	1	2,5	1,53	36,855	20	70	0,798	391,16	10

4.3. Instalación circuitos de la iluminación interior.

Los circuitos de iluminación interior, se basan en alimentar la iluminación de los aseos comunitarios del camping, la iluminación de la oficina, la de la sala de mantenimiento y la iluminación de la sala de control y mantenimiento.

Tabla 4.4. Potencia luminarias interiores.

ZONAS	T.LUMINARIA	LUMINARIA	ALTURA	POTENCIA	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL
ASEO SEÑORAS	Empotrada	Philips 1*LED34S/830	2.8 m	41 w	8 piezas	328 w
ASEO CABALLERO	Empotrada	Philips 1*LED34S/830	2.8 m	41 w	8 piezas	328 w
OFICINA	Empotrada	Philips 1*LED34S/830	2.8 m	41 w	6 piezas	246 w
SALA MANTENIMIENTO	Empotrada	Philips 1*LED34S/830	2.8 m	41 w	2 piezas	82 w
SALA ALMACENAMIENTO	Fluorecente	Philips 1*TL-DR58W	2.8 m	55 w	6 piezas	330 w

C1 U “Iluminación aseos”

Para dimensionar el circuito, sabemos que el consumo es realizado Por 16 luminarias interiores Philips, con un consumo individual de luminarias de 41W. Por lo que hace un consumo total de 656W.

En primer lugar, debemos hallar la intensidad de trabajo:

$$I_b = \frac{656W}{230V * 1} = 2.85A$$

En este caso, el criterio de la intensidad admisible es más restrictivo, por lo que primero debemos determinar la intensidad máxima admisible de sección del cable y luego comprobar la caída de tensión correspondiente.

Mirando en la tabla 52-C2 de la norma UNE 20.460, teniendo en cuenta que nuestro circuito se compone de dos cables, en este caso tenemos dos método de instalación ya que la instalación se compone en dos tramo, un tramo soterrado, de la sala de almacenamiento a los aseos, y un tramo con cables aislados en tubos empotrados en paredes aislantes de los aseos. Por lo que, la instalación la debemos dimensionar con el método de instalación más desfavorable con respecto a la corriente eléctrica:

Soterrado con una sección de 2.5mm → 36 A

Empotrado en pared aislante con una sección de 2.5mm → 17.5 A

En este caso, la intensidad que máxima que pueda resistir el conductor es de 17.5 A.

Concluyentemente, la intensidad máxima admisible superior es 17.5 A, correspondiente a una sección de 2.5 mm². A la siguiente intensidad se le debe aplicar los factores de corrección implantas por la norma UNE 211435, que en este caso serán los siguientes:

Tabla 4.5. Factor de corrección.

Factor de corrección por temperatura	0.91
Factor de corrección por profundidad	1
Factor de corrección por resistividad térmica del terreno	1
Factor de reducción de agrupamiento	0.90

Por lo tanto la intensidad permanente admisible del cable es:

$$I_z = 17.5 * 0.91 * 1 * 1 * 0.90 = 14.33A$$

Por lo tanto cumplimos con que la intensidad permanente del cable es mayor a la intensidad de trabajo de la bomba.

$$I_z > I_b$$

Seguidamente, debemos hallar la caída de tensión para la tensión adoptada.

$$e\% = \frac{2 * 1.02 * 0.021 * 656 * 40}{2.5 * 230^2} * 100 = 0.85\%$$

Como la caída de tensión es menor que el 3%, podemos garantizar el cumplimiento de dicho requerimiento.

Cálculo de las protecciones

- Sobrecarga

La intensidad asignada del dispositivo de protección (Interruptor automático), es de 20A.

$$2.85 \text{ A} < 10 \text{ A} < 14.33 \text{ A}$$

La intensidad efectiva I_2 , la consideramos como 32 A.

$$I_2(20) < 1.45 * 14.33 = 20.78 \text{ A}$$

- Cortocircuito

El poder de corte no debe ser inferior a la máxima intensidad de cortocircuito prevista.

La resistencia asociada a este tramo la consideramos como:

$$R = \frac{0.021 * 40}{2.5} = 0.336 \Omega$$

Es así como la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{cc} = \frac{230}{0.336} = 684.52 \text{ A}$$

Por lo que, se empleará una magnetotérmico, con un poder de corte de 10 KA.

► Para el dimensionado del resto de circuitos de alimentación de la luminarias de alumbrado exterior, se seguirán los mismo pasos, en la siguiente tabla se pueden ver los resultados.

Circuitos de la instalación de iluminación interior.

<i>Circuito</i>	Zona	Potencia prevista[W]	Sección del conductor[mm ²]	Intensidad de trabajo[A]	Intensidad admisible del conductor[A]	Interruptor automático[A]	Longitud del circuito[m]	caída de tensión[<3%]	Corriente de cortocircuito[A]	Magnetotermico[KA]
<i>C1 U</i>	Aseos	656	2,5	2,85	14,33	10	40	0,85	684,52	10
<i>C2 U</i>	Oficina	246	2,5	1,07	14,33	10	15	0,119	1825,40	10
<i>C3 U</i>	salas de mantenimiento y almacenamiento	412	2,5	1,79	14,33	10	25	0,334	1095,23	10

4.4. Instalación circuitos de fuerza del camping.

Para distribuir la siguiente instalación debemos tener en cuenta la asimetría compleja de la distribución de las plazas del camping, con el fin de realizar un reparto equitativo del consumo de potencia entre circuitos y además de utilizar la menor cantidad de conductor posible para disminuir el presupuesto económico.

La potencia consumida en cada plaza estará destinada para alimentar los siguientes receptores:

Tabla 4.6. Potencia receptores plazas del camping.

Receptor	Potencia[Kw]
Iluminación 220v	0.1
Frigorifico	0.14
transformador	0.4
Televisión	0.1
microondas	0.7
Toma baño	1.5
Toma cocina	1.5
Toma auxiliar	1.5

Siguiendo la guía técnica ITC-BT-25, debemos asignar los coeficientes de utilización y simultaneidad, en este caso, no hay nada estipulado, ya que un mismo circuito irá destinado para todos los tipos de regiones que componen una vivienda por lo que se han optado por considerar los siguientes factores globales: Para el factor de utilización se ha optado por usar un factor equivalente al uso de la cocina o cuarto de baño, con lo cual tendremos un factor de utilización de 0.5, y un factor de simultaneidad de 0.5, ya que la probabilidad de consumo a la vez de todos los receptores es muy baja.

Teniendo en cuenta los factores anteriores tenemos una potencia prevista por plaza de:

$$\text{Potencia prevista} = 5.94 * 0.5 * 0.5 = 1.485 \text{ KW.}$$

Una vez conocida la potencia prevista en cada plaza debemos realizar la distribución de circuitos de fuerza de las plazas, para ello, labor que se ha representado en la siguiente figura:

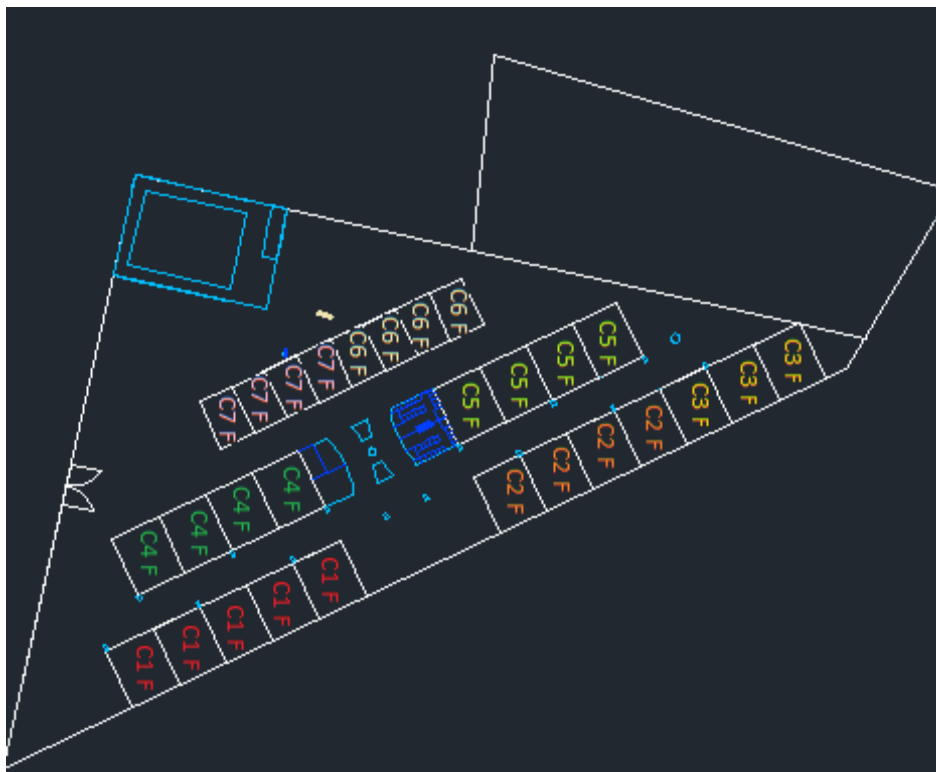


Figura anexo 5.1. Plano circuitos plazas del camping.

C1 F “Primera fila-Plazas Vip”

Para dimensionar el circuito, sabemos que el consumo es realizado por 5 plazas del camping, con un consumo de potencia prevista individual de 1.485 KW. Por lo que hace un consumo total de 7.425 KW.

En primer lugar, debemos hallar la intensidad de trabajo:

$$I_b = \frac{7425W}{230V * 1} = 32.28A$$

En este caso, el criterio de la intensidad admisible es más restrictivo, por lo que primero debemos determinar la intensidad máxima admisible de sección del cable y luego comprobar la caída de tensión correspondiente.

Mirando en la tabla 52-C2 de la norma UNE 20.460, teniendo en cuenta que nuestro circuito se compone de tres cables con un método de instalación soterrado a una profundidad de 0.7m, las intensidades admisibles se calcularán

teniendo en cuenta las indicaciones de la norma UNE 20460-5-523, edición de 2004.

Para el cálculo de la intensidad admisible en los cables enterrados uno de los factores a tener en cuenta es la resistividad térmica del terreno, la cual depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco.

Tabla C - Resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad

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

En nuestro caso, el camping estará instalado en una playa con naturaleza de terreno arenosa y un grado de humedad de humedad muy seco, con lo cual, el factor de resistividad térmica es el 1.50 K m/W.

Tabla D - Intensidad admisible (en A), para cables soterrados bajo tubo (tensión asignada hasta 0,6/1 kV)

SECCIÓN mm²	3 XLPE (3 cables unipolares o 1 tripolar)		2 XLPE (2 cables unipolares o 1 bipolar)	
	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
1,5	23	--	27	--
2,5	30	23	36	27
4	39	30	46	36
6	48	37	58	44
10	64	49	77	58
16	82	62	100	77
25	105	82	130	98
35	130	98	155	120
50	155	115	183	139
70	190	145	225	170
95	225	175	265	205
120	260	200	305	230
150	300	230	340	265
185	335	260	385	295
240	400	305	440	340
300	455	350	500	385
400	530	405	570	445
500	610	465	660	510
630	710	530	735	575
Condiciones de cálculo	<i>Resistividad térmica del terreno: 1,5 K.m/W</i>			
	<i>Temperatura del terreno: 25°C</i>			
	<i>Profundidad de la instalación: 70 cm</i>			

Concluyentemente, la intensidad máxima admisible superior es 82 A, correspondiente a una sección de 16 mm². A la siguiente intensidad se le debe aplicar los factores de corrección implantas por la norma UNE 211435, que en este caso serán los siguientes:

Tabla 4.7. Factor de corrección.

Factor de corrección por temperatura	0.91
Factor de corrección por profundidad	1
Factor de corrección por resistividad térmica del terreno	1.5
Factor de reducción de agrupamiento	0.90

Por lo tanto la intensidad permanente admisible del cable es:

$$I_z = 82 * 0.91 * 1 * 1.5 * 0.90 = 100.74A$$

Por lo tanto cumplimos con que la intensidad permanente del cable es mayor a la intensidad de trabajo de la bomba.

$$I_z > I_b$$

Seguidamente, debemos hallar la caída de tensión para la tensión adoptada.

$$e\% = \frac{2 * 1.02 * 0.021 * 7425 * 60}{16 * 230^2} * 100 = 2.255\%$$

Como la caída de tensión es menor que el 3%, podemos garantizar el cumplimiento de dicho requerimiento.

Cálculo de las protecciones

- Sobrecarga

La intensidad asignada del dispositivo de protección (Interruptor automático), es de 20A.

$$32.28 A < 50 A < 100.74 A$$

- Cortocircuito

El poder de corte no debe ser inferior a la máxima intensidad de cortocircuito prevista.

La resistencia asociada a este tramo la consideramos como:

$$R = \frac{0.021 * 60}{16} = 0.07875 \Omega$$

Es así como la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{cc} = \frac{230}{0.07875} = 2920,63 A$$

Por lo que, se empleará una magnetotérmico, con un poder de corte de 10 KA.

► Para el dimensionado del resto de circuitos de alimentación de la luminarias de alumbrado exterior, se seguirán los mismo pasos, en la siguiente tabla se pueden ver los resultados.

Circuitos de la instalación de fuerza de las plazas del camping.

<i>Circuito</i>	Nº Plazas	Zona	Potencia [W]	F _s	F _u	Sección del conductor [mm ²]	Intensidad de trabajo[A]	Intensidad admisible del conductor[A]	Interruptor automático[A]	Longitud del circuito [m]	Caída de tensión [<3%]	Corriente de cortocircuito[A]	Magnetotermico[KA]
<i>Plazas del camping</i>													
<i>C1 F</i>	5	Plazas Vip	29700	0,5	0,5	16	32,28	100,74	40	60	2,254	2920,63	10
<i>C2 F</i>	4	Primera fila	23760	0,5	0,5	16	25,83	100,74	40	70	2,105	2503,40	10
<i>C3 F</i>	3	Primera fila	17820	0,5	0,5	16	19,369	100,74	40	100	2,255	1752,38	10
<i>C4 F</i>	4	Segunda fila- derecha	5940	0,5	0,5	10	25,82	78,624	40	40	1,924	2738,10	10
<i>C5 F</i>	4	Segunda fila- izquierda	23760	0,5	0,5	10	25,82	78,624	40	60	2,886	1825,39	10
<i>C6 F</i>	4	Tercera fila	23760	0,5	0,5	10	25,82	78,624	40	60	2,886	1825,39	10
<i>C7 F</i>	4	Tercera fila	23760	0,5	0,5	10	25,82	78,624	40	60	2,886	1825,39	10

Circuitos de la instalación de fuerza de las salas del camping.

<i>Circuito</i>	Zona	Potencia [W]	Fs	Fu	Sección del conductor [mm2]	Intensidad de trabajo[A]	Intensidad admisible del conductor[A]	Interruptor automatico[A]	Longitud del circuito[m]	Caida de tensión[<3%]	Corriente de cortocircuito[A]	Magnetotermico[KA]
<i>Plazas del camping</i>												
<i>C1 F</i>	Aseos	5860	1	0,5	6	12,74	58,968	30	40	1,581	1642,85	10
<i>C2 F</i>	Oficina	5860	0,5	1	6	12,74	39,312	30	20	0,79	3285,71	10
<i>C3 F</i>	Sala mantenimiento	5860	0,5	0,5	4	6,37	31,941	15	12	0,36	3650,79	10
<i>C4 F</i>	Sala almacenamiento	5860	0,5	1	4	12,74	31,941	15	10	0,593	4380,95	10

ULL

Universidad
de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

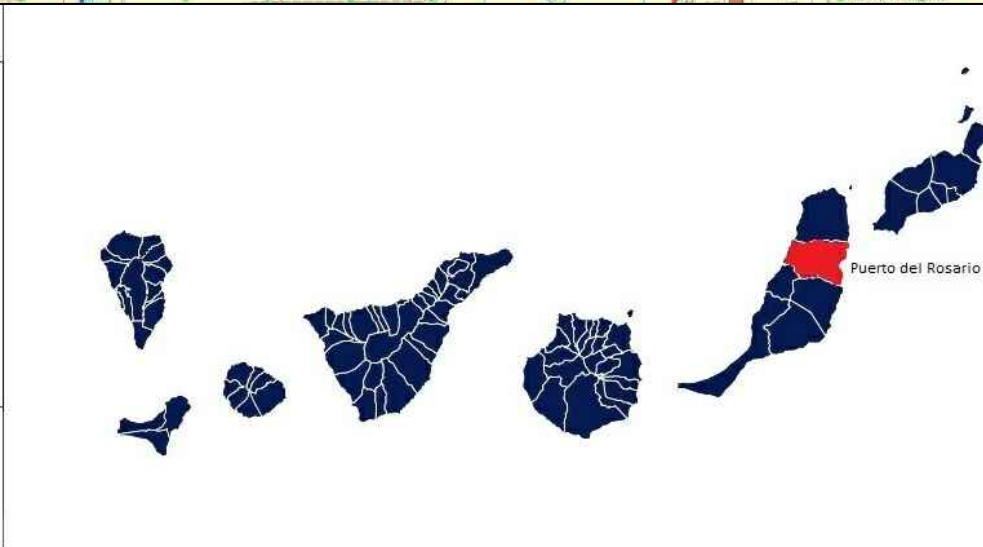
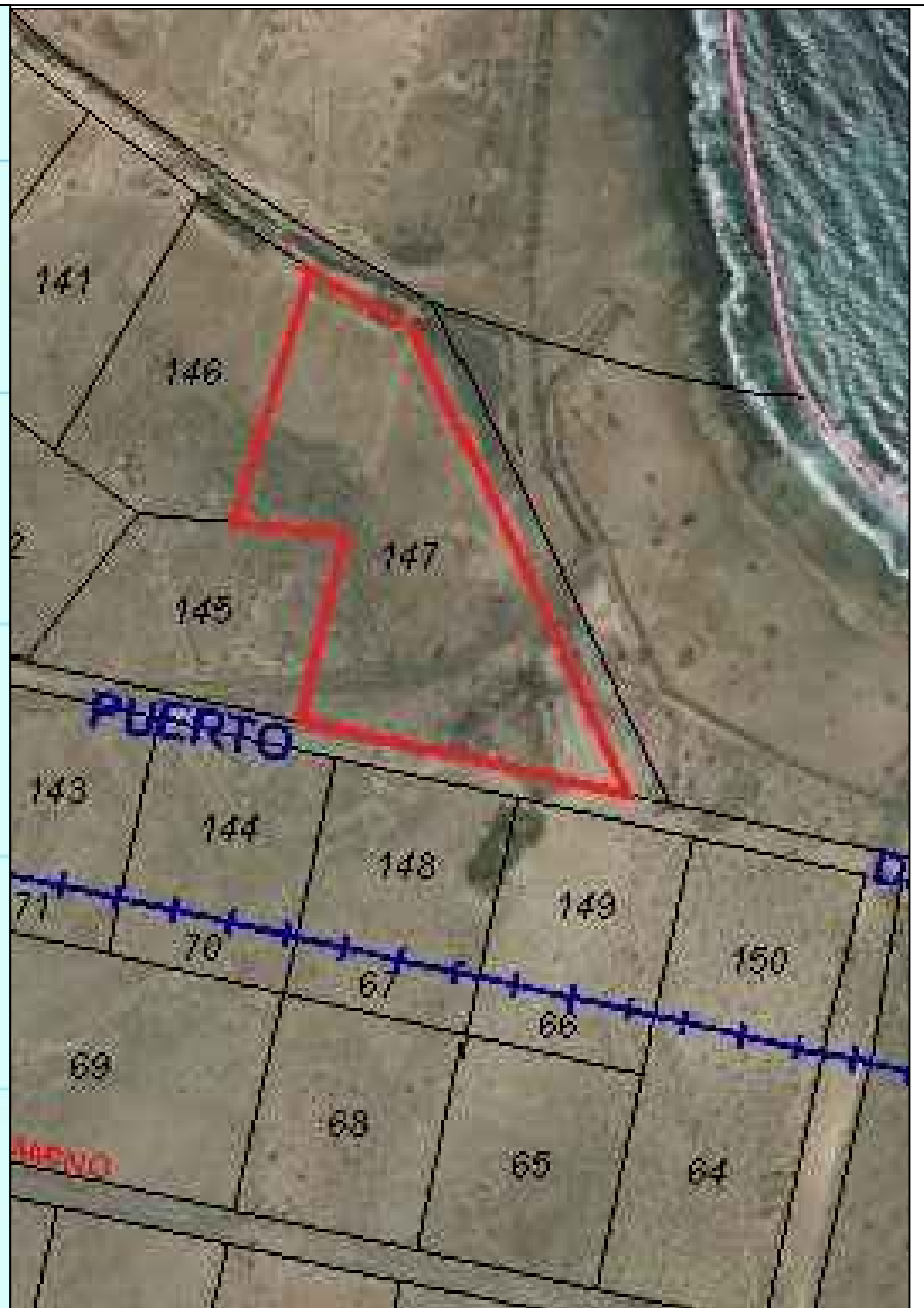
**Instalación eléctrica y sistema de agua caliente
sanitaria de un camping basados en energías
renovables**


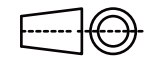
❖ AUTOR: *ADRIÁN CABRERA HERNÁNDEZ*

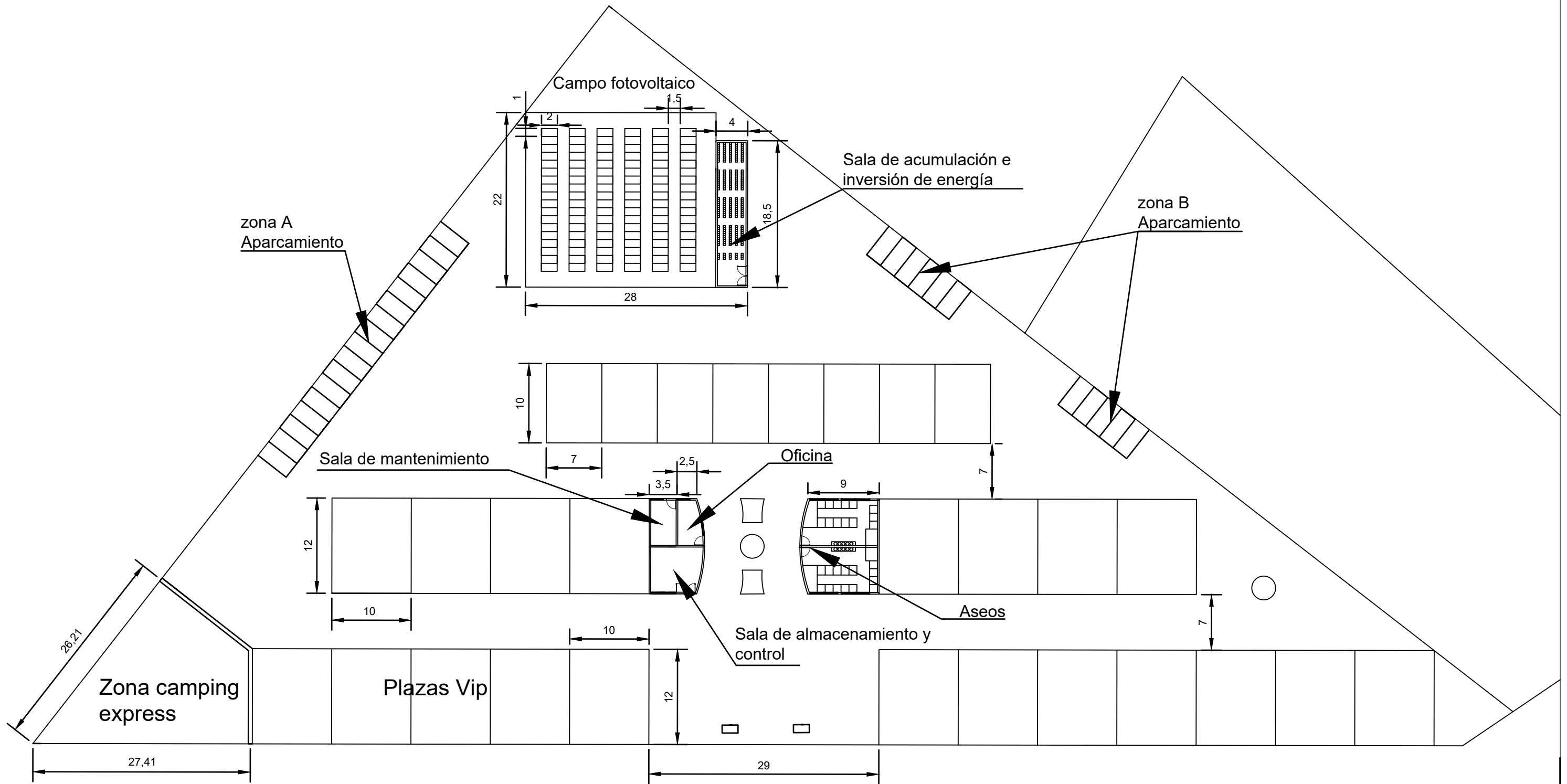
PLANOS

ÍNDICE:

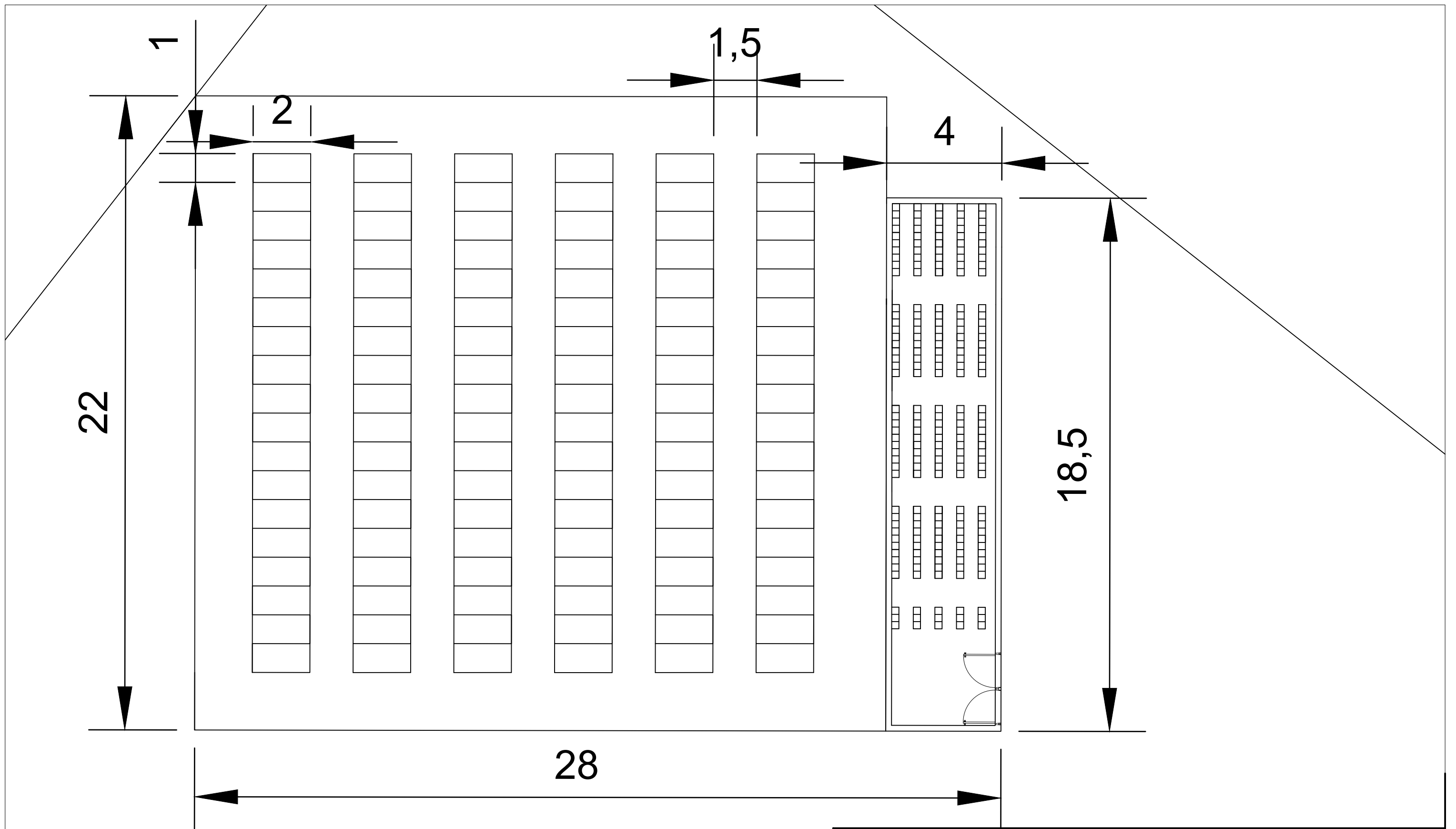
1. Emplazamiento
2. Planta
3. Planta fotovoltaica.
4. Planta solar térmica.
5. Suministro de agua.
6. Disposición de luminarias.
7. Interconexión de conductores.
8. Esquema Unifilar.



DISEÑO E INSTALACIONES DE UN CAMPING			
Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA
PROYECTADO	Adrián Cabrera Hernández		ESCUELA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
COMPROBADO	Adrián Cabrera Hernández		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
Plano de situación y emplazamiento		PLANO 1 PARCELA 147	COTAS EN METROS
			



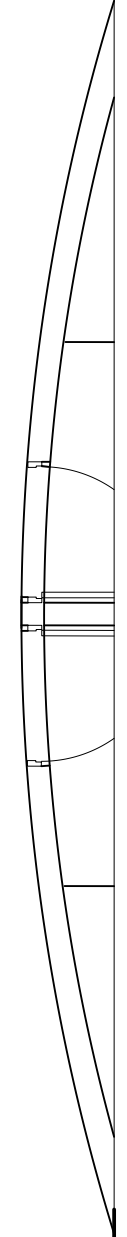
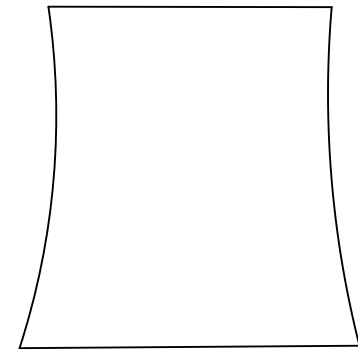
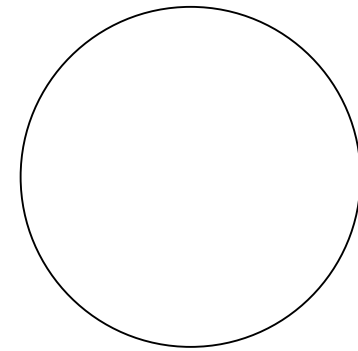
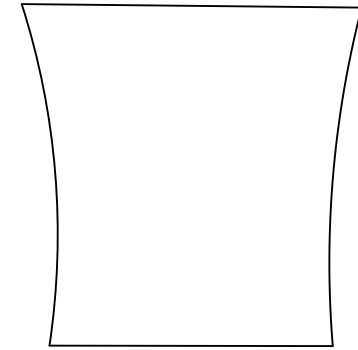
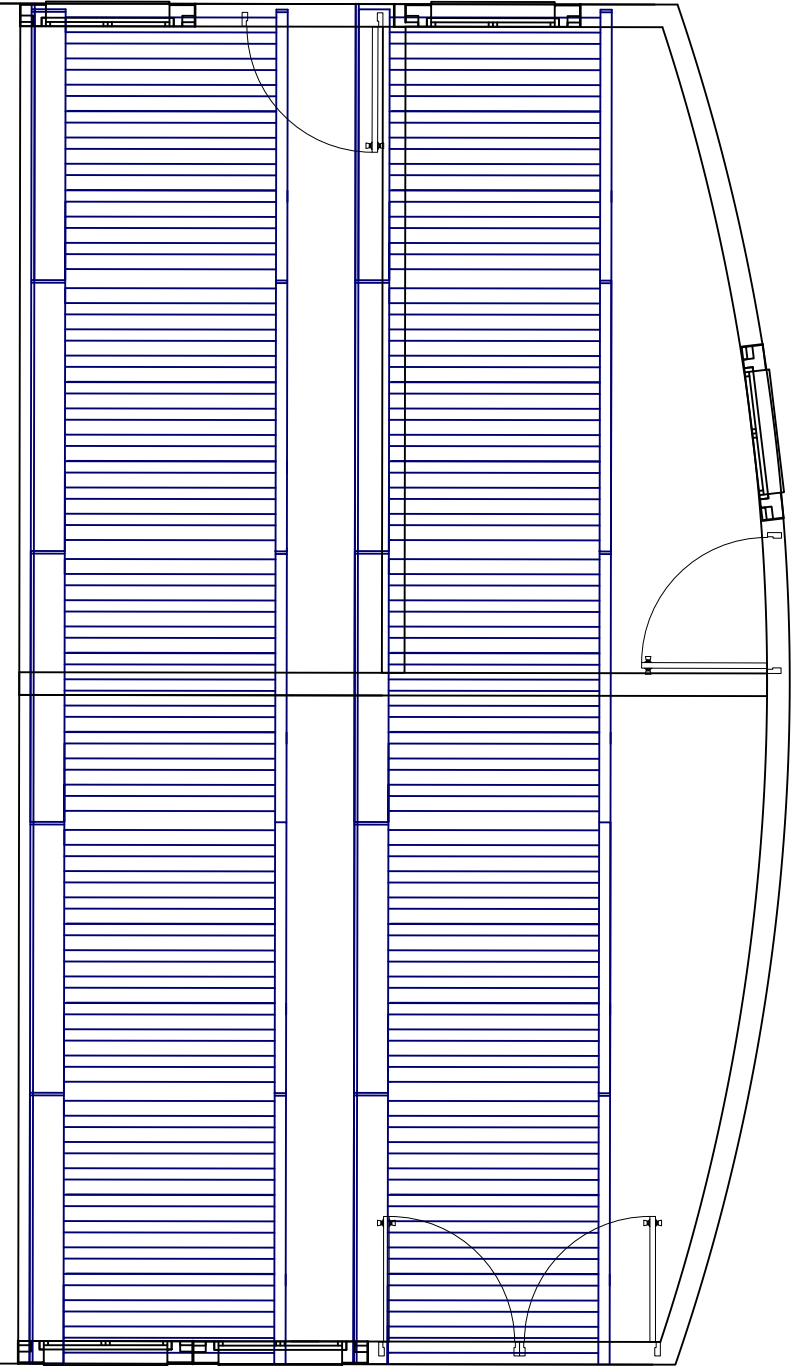
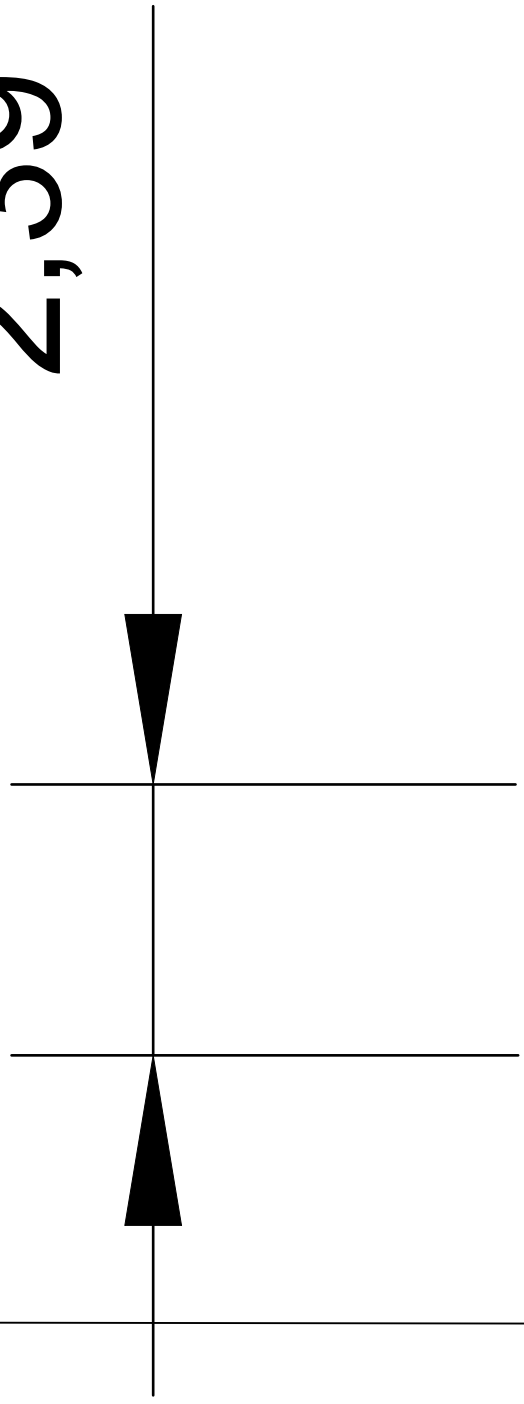
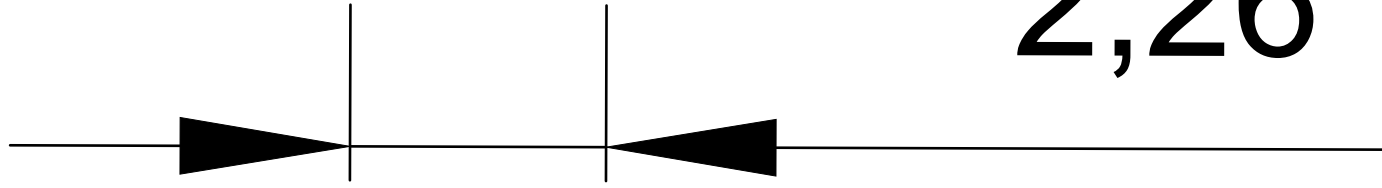
DISEÑO E INSTALACIONES DE UN CAMPING			
Fecha	Autor		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA
PROYECTADO	Adrián Cabrera Hernández		ESCUELA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
COMPROBADO	Adrián Cabrera Hernández		
<i>Id. s. normas</i>	<i>UNE-EN-DIN</i>		
ESCALA: 1:500	PLANTA DEL CAMPING		PLANO 2 PARCELA 147
			COTAS EN METROS 



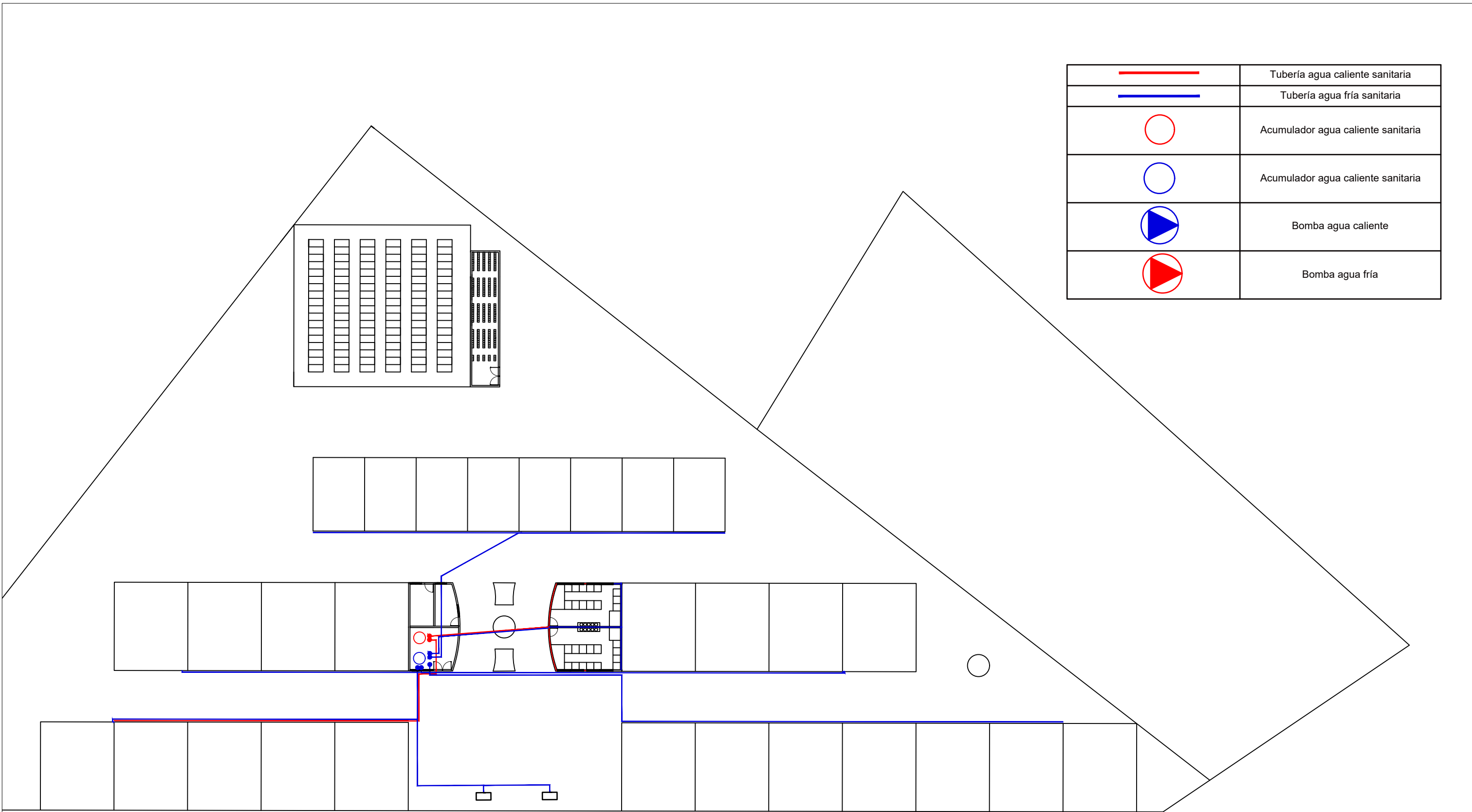
DISEÑO E INSTALACIONES DE UN CAMPING			
Fecha	Autor		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA
PROYECTADO	Adrián Cabrera Hernández		ESCUELA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
COMPROBADO	Adrián Cabrera Hernández		
<i>Id. s. normas</i>	<i>UNE-EN-DIN</i>		
ESCALA: 1:125	PLANTA FOTOVOLTAICA		PLANO 3 PARCELA 147
			COTAS EN METROS 




2,26

2,39

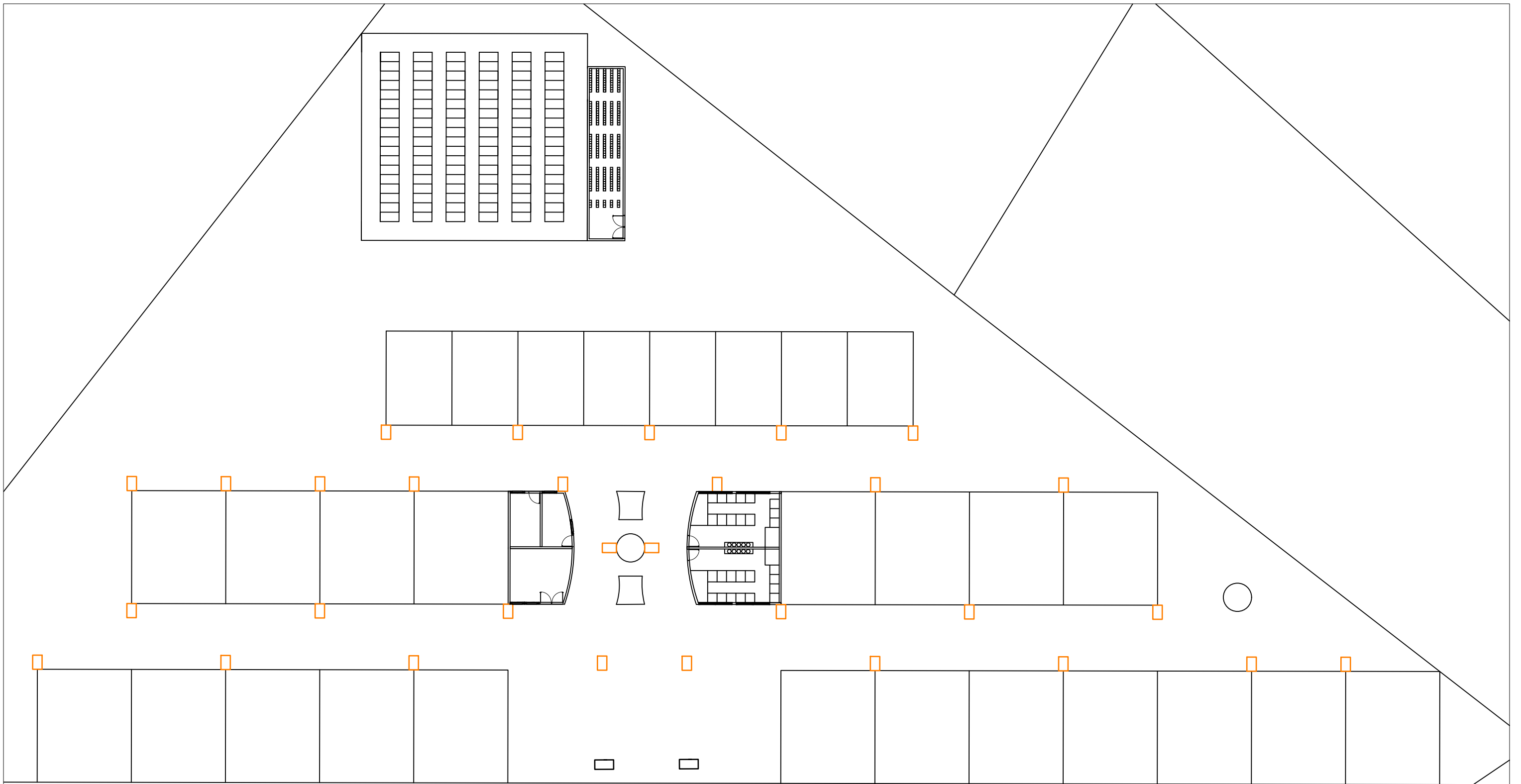


DISEÑO E INSTALACIONES DE UN CAMPING			
Fecha	Autor		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA
PROYECTADO	Adrián Cabrera Hernández		ESCUELA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
COMPROBADO	Adrián Cabrera Hernández		
<i>Id. s. normas</i>	<i>UNE-EN-DIN</i>		
ESCALA: 1:67	PLANTA SOLAR TÉRMICA		PLANOS EN METROS
		PLANO 4 PARCELA 147	



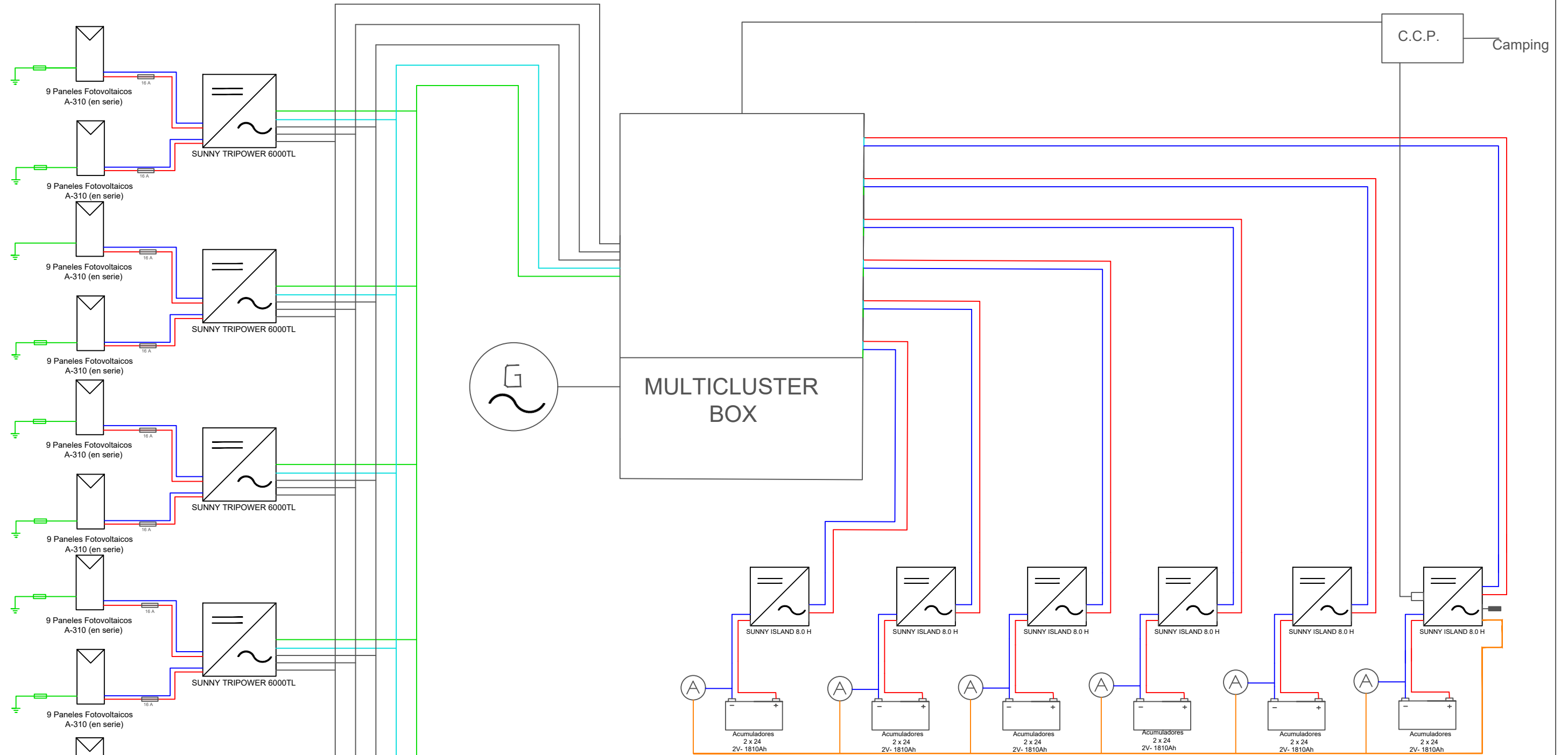
	Tubería agua caliente sanitaria
	Tubería agua fría sanitaria
	Acumulador agua caliente sanitaria
	Acumulador agua caliente sanitaria
	Bomba agua caliente
	Bomba agua fría

DISEÑO E INSTALACIONES DE UN CAMPING			
Fecha	Autor		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA
PROYECTADO	Adrián Cabrera Hernández		ESCUELA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
COMPROBADO	Adrián Cabrera Hernández		
<i>Id. s. normas</i>	<i>UNE-EN-DIN</i>		
ESCALA: 1:500	Red de suministro de agua		PLANO 5 PARCELA 147 



Luminarias Exteriores PHILIPS BGP621 50W

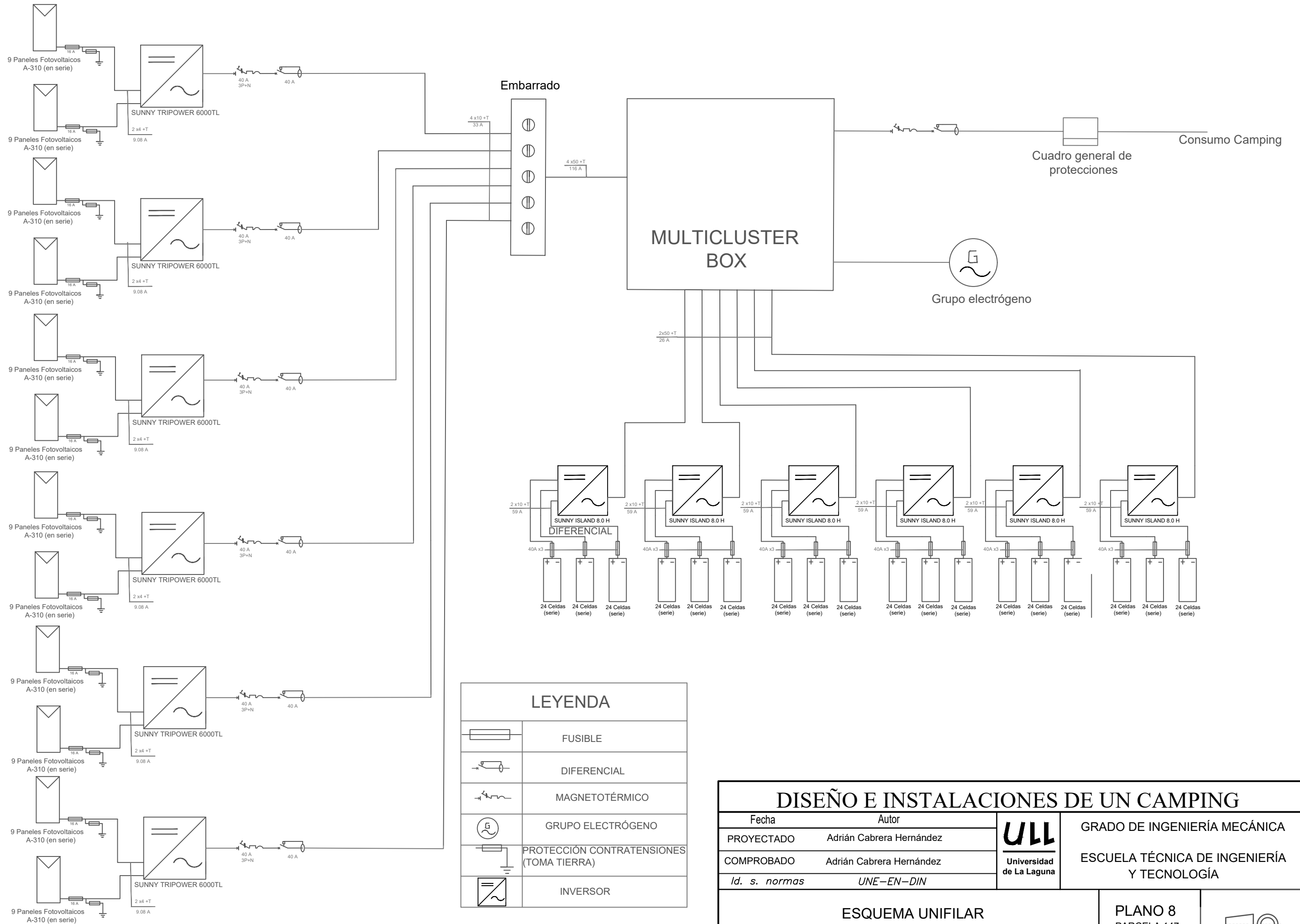
DISEÑO E INSTALACIONES DE UN CAMPING			
Fecha	Autor		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA
PROYECTADO	Adrián Cabrera Hernández		ESCUELA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
COMPROBADO	Adrián Cabrera Hernández		
<i>Id. s. normas</i>	<i>UNE-EN-DIN</i>		
ESCALA: 1:400	Disposición de luminarias exteriores	PLANO 6 PARCELA 147	



LEYENDA	
	CONDUCTOR FASE
	CONDUCTOR NEUTRO
	CONDUCTOR TIERRA
	CONDUCTOR NEGATIVO
	CONDUCTOR POSITIVO
	GENERADOR DIESEL
	AMPERIMETRO
	CUADRO DE GENERAL DE PROTECCION
	FUSIBLE
	Resistencia terminal

DISEÑO E INSTALACIONES DE UN CAMPING			
Fecha	Autor		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA
PROYECTADO	Adrián Cabrera Hernández		ESCUELA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
COMPROBADO	Adrián Cabrera Hernández		
<i>Id. s. normas</i>		<i>UNE-EN-DIN</i>	
INTERCONEXIÓN DE LOS CONDUCTORES PLANTA FOTOVOLTAICA			PLANO 7 PARCELA 147



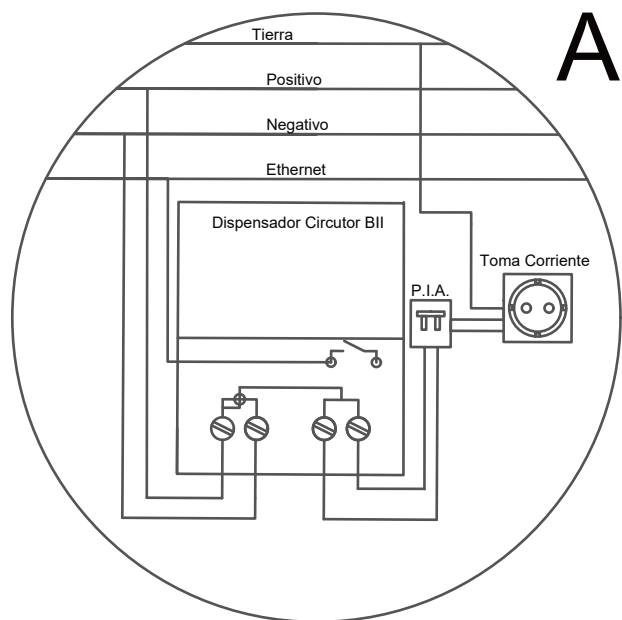
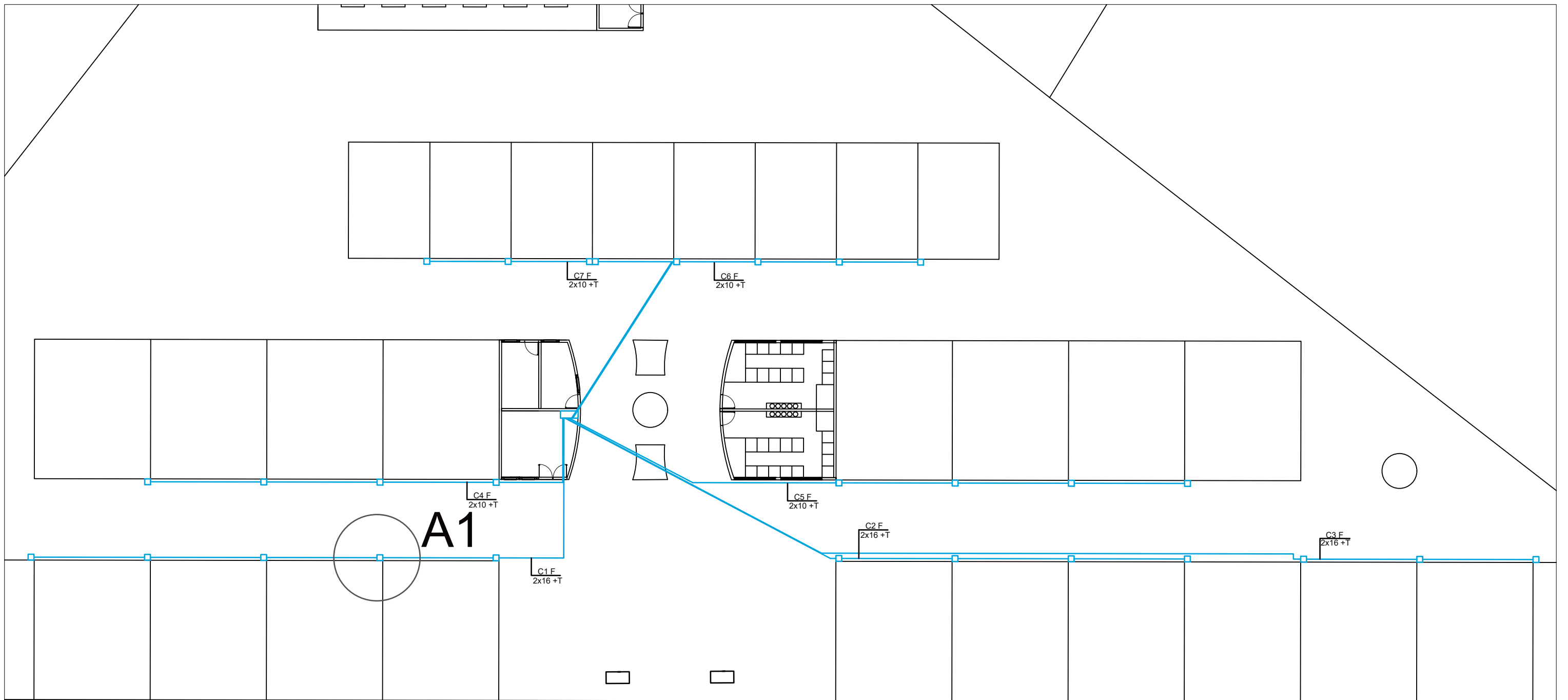


LEYENDA

	FUSIBLE
	DIFERENCIAL
	MAGNETOTÉRMICO
	GRUPO ELECTRÓGENO
	PROTECCIÓN CONTRATENSIONES (TOMA TIERRA)
	INVERSOR

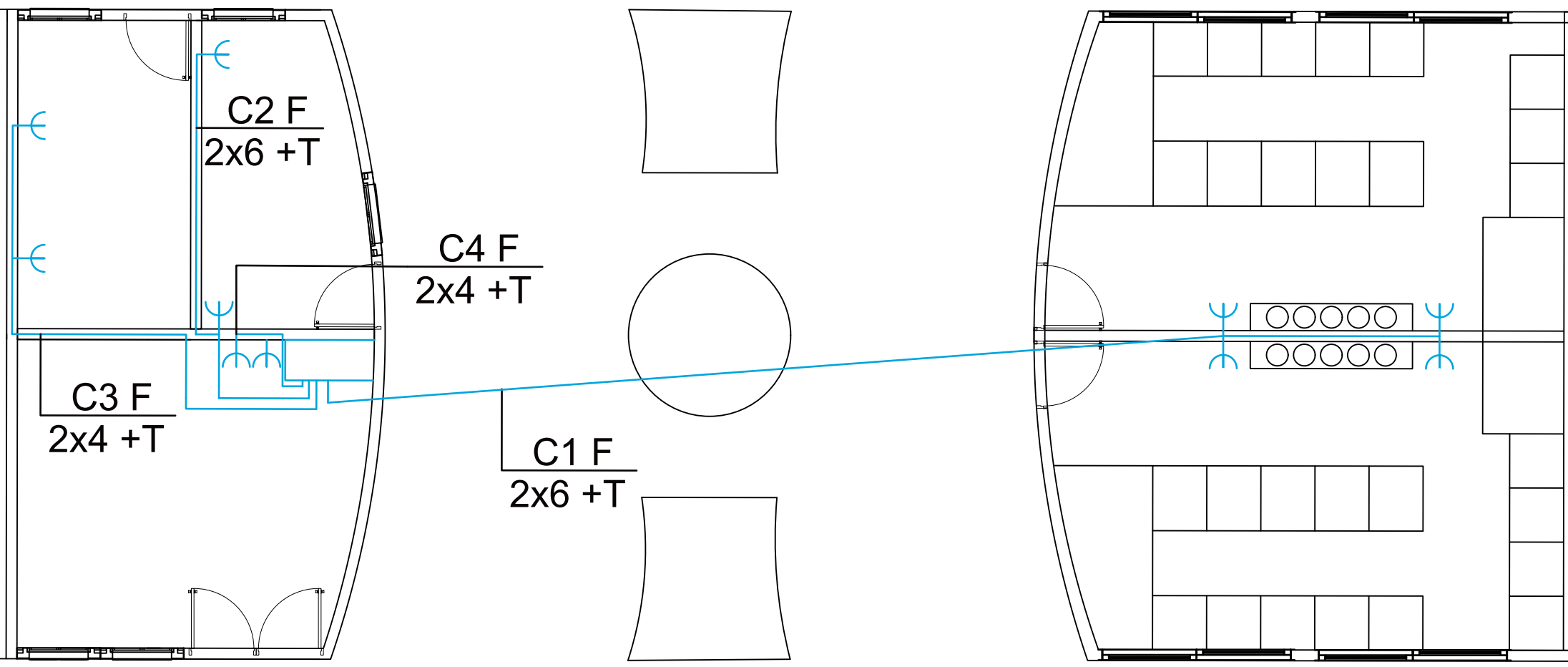
DISEÑO E INSTALACIONES DE UN CAMPING		
Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna
PROYECTADO	Adrián Cabrera Hernández	
COMPROBADO	Adrián Cabrera Hernández	GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA ESCUELA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
<i>Id. s. normas</i>	<i>UNE-EN-DIN</i>	
ESQUEMA UNIFILAR PLANTA FOTOVOLTAICA		PLANO 8 PARCELA 147



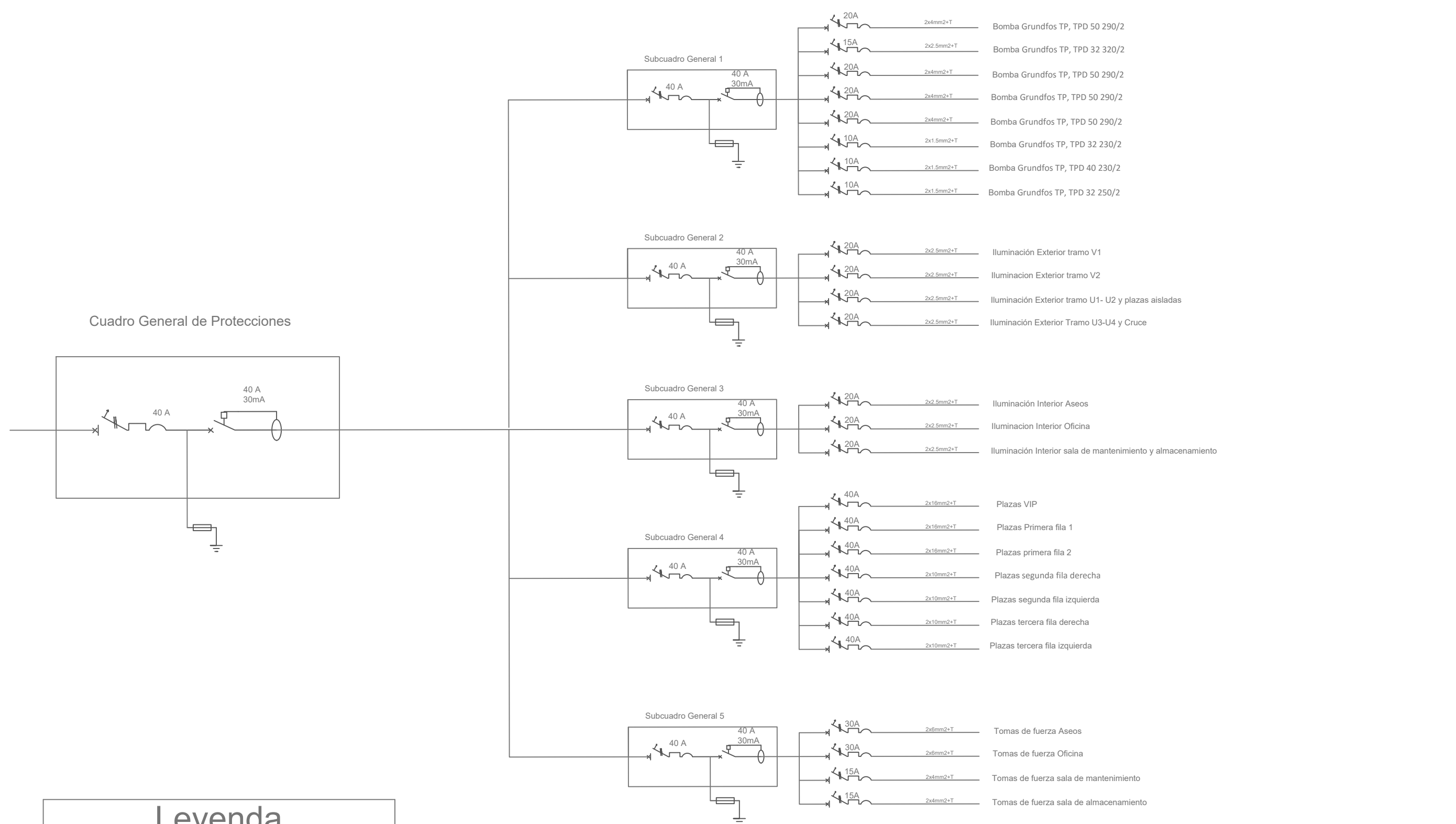


A1

DISEÑO E INSTALACIONES DE UN CAMPING			
Fecha	Autor		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA
PROYECTADO	Adrián Cabrera Hernández		ESCUELA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
COMPROBADO	Adrián Cabrera Hernández		
<i>Id. s. normas</i>	<i>UNE-EN-DIN</i>		
ESCALA: 1:333	Instalación Baja Tensión de las Plazas	PLANO 9 PARCELA 147	COTAS EN METROS 



DISEÑO E INSTALACIONES DE UN CAMPING			
Fecha	Autor		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA
PROYECTADO	Adrián Cabrera Hernández		ESCUELA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
COMPROBADO	Adrián Cabrera Hernández		
<i>Id. s. normas</i>	<i>UNE-EN-DIN</i>		
ESCALA: 1:100	Instalación baja tensión de salas		PLANO 10 PARCELA 147
			COTAS EN METROS 



Cuadro General de Protecciones

Leyenda	
	DIFERENCIAL
	MAGNETOTÉRMICO
	PROTECCIÓN CONTRATENSIONES (TOMA TIERRA)

DISEÑO E INSTALACIONES DE UN CAMPING			
Fecha	Autor		GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA
PROYECTADO	Adrián Cabrera Hernández		ESCUELA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
COMPROBADO	Adrián Cabrera Hernández		
<i>Id. s. normas</i>	<i>UNE-EN-DIN</i>		
ESQUEMA UNIFILAR Instalación Baja Tensión			PLANO 11 PARCELA 147

ULL

Universidad
de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**Instalación eléctrica y sistema de agua caliente
sanitaria de un camping basados en energías
renovables**

❖ AUTOR: *ADRIÁN CABRERA HERNÁNDEZ*

PLIEGO DE CONDICIONES

INDICE:

1. GENERALIDADES.....	6
1.1. Ámbito del presente Pliego General de Condiciones.....	6
1.2. Forma y dimensiones.....	6
1.3. Documentos de Obra.....	6
1.4. Normativa.....	6
1.5. Ensayos.....	6
1.6. Modificaciones en los planos.....	7
2. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER LEGAL.....	7
2.1. Contrato.....	7
2.2. Adjudicación.....	8
2.3. Adjudicación directa.....	8
2.4. Formalización del contrato.....	8
2.5. Responsabilidad del Contratista.....	8
2.6. Reconocimiento de obra con vicios ocultos.....	8
2.7. Policía de Obra.....	9
2.8. Accidentes de Trabajo.....	9
2.9. Causas de Recisión del Contrato.....	9
2.10. Devolución de la fianza.....	10
2.11. Daños a terceros.....	11
2.12. Plazo de entrega de las obras.....	11
2.13. Régimen jurídico.....	11
3. CONDICIONES DE CARÁCTER FACULTATIVO.....	11
3.1. Definiciones.....	11
3.2. Oficina de obra.....	14
3.3. Trabajos no estipulados en el pliego de condiciones generales.....	14
3.4. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.....	14
3.5. Reclamaciones contra las órdenes del ingeniero director.....	15
3.6. Recusación por el contratista de la dirección facultativa.....	15
3.7. Despidos por falta de subordinación, por incompetencia o por manifiesta mala fe.....	15
3.8. Comienzo de las obras, ritmo y ejecución de los trabajos.....	15
3.9. Orden de los trabajos.....	16
3.10. Libro de órdenes.....	16
3.11. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	17
3.12. Ampliación del proyecto por causas imprevistas.....	17
3.13. Prórrogas por causas de fuerza mayor.....	17
3.14. Obras ocultas.....	18
3.15. Trabajos defectuosos.....	18
3.16. Modificación de trabajos defectuosos.....	18
3.17. Vicios ocultos.....	19
3.18. Materiales no utilizados.....	19
3.19. Materiales y equipos defectuosos.....	19
3.20. Medios auxiliares.....	19

3.21. Comprobaciones de las obras.....	20
3.22. Normas para las recepciones provisionales.....	20
3.23. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	21
3.24. Medición definitiva de los trabajos.....	21
3.25. Recepción definitiva de las obras.....	22
3.26. Plazos de garantía.	22
4. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER ECONÓMICO.....	23
4.1. Base fundamental.....	23
4.2. Garantía.....	23
4.3. Fianza.....	23
4.4. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.....	24
4.5. De su devolución en general.....	24
4.6. De su devolución en caso de efectuarse recepciones parciales.....	24
4.7. Revisión de precios.....	24
4.8. Descomposición de los precios unitarios.....	25
4.9. Precios e importes de ejecución material.....	26
4.10. Precio de contrata. Importe de contrata.....	26
4.11. Gastos generales y fiscales.....	27
4.12. Gastos imprevistos.....	27
4.13. Beneficio industrial.....	27
4.14. Honorarios de la dirección técnica y facultativa.....	27
4.15. Gastos por cuenta del contratista.....	27
4.16. Medios auxiliares.....	27
4.17. Abastecimiento de agua.....	28
4.18. Energía Eléctrica.....	28
4.19. Vallado y señalización.....	28
4.20. Accesos.....	28
4.21. Materiales no utilizados.....	28
4.22. Materiales y aparatos defectuosos.....	28
4.23. Precios contradictorios.....	29
4.24. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.....	29
4.25. De la revisión de los precios contratados.....	29
4.26. Acopio de materiales.....	30
4.27. Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores.....	30
4.28. Rescisión del contrato.....	30
4.29. Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	31
4.30. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada.....	31
4.31. Pagos.....	32
4.32. Certificaciones.....	32
4.33. Pago de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.....	33
4.34. Demora de los pagos.....	33
4.35. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.....	33
4.36. Unidades de obra defectuosa pero aceptable.....	34
4.37. Seguro de las obras.....	34
4.38. Conservación de la obra.....	34
4.39. Uso del contratista de terreno, nave, local o bienes del propietario.....	35

5. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICAS.....	35
<u>5.1. Condiciones técnicas para instalación térmica.....</u>	<u>35</u>
5.1.1. Condiciones generales.....	35
5.1.1.1. Objeto.....	35
5.1.1.2. Calidad de los materiales.....	36
5.1.1.3. Pruebas y ensayos de materiales.....	36
5.1.2. Condiciones generales de ejecución.....	36
5.1.2.1. Procesos previos al inicio de la instalación.....	36
5.1.3. Materiales.....	37
5.1.3.1. Provisión general de los materiales.....	37
5.1.3.2. Captadores solares térmicos.....	37
5.1.3.3. Capacidad de carga del emplazamiento.....	38
5.1.3.4. Medio de transferencia de calor.....	38
5.1.3.5. Incompatibilidad de los materiales.....	38
5.1.3.6. Tuberías y componentes de fontanería.....	38
5.1.3.7. Montaje.....	39
5.1.3.8. Puesta en marcha de la instalación.....	40
5.1.3.9. Operaciones de puesta en marcha de la instalación.....	40
5.1.3.9.1. Limpieza y llenado de la instalación.....	40
5.1.3.9.2. Llenado y purgado del circuito hidráulico.....	41
5.1.3.9.3. Comprobaciones de los componentes de la instalación.....	41
5.1.3.9.4. Ajuste del caudal de los circuitos.....	41
5.1.3.9.5. Pruebas de recepción.....	41
<u>5.2. Condiciones Técnicas para Instalaciones de Energía Solar</u>	
<u>Fotovoltaica.....</u>	<u>42</u>
5.2.1. Objeto.....	42
5.2.2. Campo de aplicación.....	42
5.2.3. Definiciones.....	42
5.2.4. Diseño del generador fotovoltaico.....	43
5.2.4.1. Módulos utilizados.....	43
5.2.4.2. Orientación e inclinación.....	43
5.2.5. Componentes y materiales.....	43
5.2.5.1. Generalidades.....	43
5.2.5.2. Sistemas generadores fotovoltaicos.....	44
5.2.5.3. Estructura soporte.....	45
5.2.5.4. Inversores.....	46
5.2.5.5. Cableado.....	47
5.2.5.6. Conexión a red.....	48
5.2.5.7. Medidas.....	48
5.2.5.8. Protecciones.....	48
5.2.5.9. Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas.....	48
5.2.5.10. Armónicos y compatibilidad electromagnética.....	49
5.2.6. Recepción y pruebas.....	49
5.2.7. Mantenimiento.....	50
5.2.8. Garantía.....	52
5.2.9. Estructuras de soporte de módulos.....	53
<u>5.3. Condiciones técnicas para instalaciones eléctricas.....</u>	<u>53</u>
5.3.1. Objetivo.....	53
5.3.2. Campo de aplicación.....	54
5.3.3. Condiciones generales.....	54

5.3.4. Canalizaciones eléctricas.....	54
5.3.4.1 Conductores aislados bajo tubos protectores.....	55
5.3.4.1.1. Tubos en canalizaciones fijas en superficie.....	56
5.3.4.1.2. Tubos en canalizaciones empotradas.....	56
5.3.4.1.3. Sistema de instalación.....	56
5.3.4.2. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas.....	58
5.3.4.3. Accesibilidad a las instalaciones.....	59
5.3.5. Conductores.....	59
5.3.5.1. Materiales.....	59
5.3.5.2. Dimensionado.....	60
5.3.5.3. Identificación de las instalaciones.....	61
5.3.6. Cajas de derivación.....	62
5.3.7. Mecanismos y tomas de corriente.....	62
5.3.8. Aparamenta de mando y protección.....	63
5.3.8.1. Cuadros eléctricos.....	63
5.3.8.2. Interruptores magnetotérmicos.....	64
5.3.8.3. Fusibles.....	65
5.3.8.4. Medidas para la protección contra contactos indirectos.....	64
5.3.8.5. Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual (Interruptores Diferenciales).....	66
5.4.9. Receptores de alumbrado.....	66
5.4.10. Receptores a motor.....	67
5.4.11. Puesta a tierra.....	68
5.4. Condiciones técnicas para alumbrado exterior.....	71
5.4.1. Objeto.....	71
5.4.2. Campo de aplicación.....	72
5.4.3. Características, calidades y condiciones generales de los materiales eléctricos.....	72
5.4.3.1. Componentes de la instalación de alumbrado exterior.....	72
5.4.3.2. Control y aceptación de los elementos y equipos que conforman la instalación de alumbrado exterior.....	73
5.4.3.3. Conductores.....	74
5.4.4.4. Soportes de luminarias: columnas, báculos y brazos.....	74
5.4.4.5. Luminarias.....	75
5.4.4.6. Cuadro de alumbrado exterior.....	75
5.4.4.7. Acometida subterránea.....	76
5.4.4.8. Equipos estabilizadores-reductores.....	76
5.4.4.9. Puesta a tierra.....	77
5.4.5. Ejecución o montaje de la instalación.....	78
5.4.5.1. Consideraciones generales.....	78
5.4.5.2. Fases de ejecución.....	78
5.4.5.2.1. Red subterránea.....	78
5.4.5.2.2. Conductores.....	79
5.4.5.2.3. Soportes de luminarias.....	79
5.4.5.2.4. Luminarias.....	80
5.4.5.2.5. Cuadro de alumbrado exterior.....	81
5.4.5.2.6. Tomas de tierra.....	81

1. GENERALIDADES.

1.1. Ámbito del presente Pliego General de Condiciones.

El Pliego General de Condiciones que nos ocupa se extiende a todas las obras que integran el presente Proyecto, especificadas en los Documentos: memoria, anexos, planos y presupuesto y aquellas otras que estime convenientes la Dirección Facultativa durante la ejecución del mismo.

1.2. Forma y dimensiones.

La forma y dimensiones de las diferentes partes, así como de los materiales a emplear, se ajustarán a lo que se detalla en planos y estado de mediciones. La Dirección Facultativa podrá introducir las modificaciones que estime oportunas.

1.3. Documentos de Obra.

En la oficina de obra existirá en todo momento un ejemplar completo del Proyecto, así como de todas las Normas, Leyes, Decretos, Resoluciones, Órdenes y Ordenanzas a que se hagan referencia.

1.4. Normativa.

Además de las condiciones especificadas en el presente Pliego, se observarán, en todo momento, durante la ejecución de las obras, las Normas y Reglamentos que se mencionan en los distintos documentos del Proyecto.

1.5. Ensayos.

Todos los ensayos que se exijan al Contratista serán por cuenta del mismo, sin derecho a reclamación alguna. Se entiende que podrán ser rechazados todos los materiales que se consideren como inadmisibles de acuerdo con las presentes Prescripciones Técnicas, Normas y resultados de los ensayos.

1.6. Modificaciones en los planos.

El proyecto queda sujeto a cualquier variación que se juzgue conveniente por la Dirección Facultativa, quien a su vez, se reserva el derecho al dictamen sobre todos aquellos puntos que no queden suficientemente claros en los Documentos del Proyecto.

La Dirección Facultativa podrá presentar, durante la dirección de las obras, cuantos planos de detalles sean necesarios y convenientes para realizar el Proyecto y, con la obligatoriedad, por parte del contratista de ser respetados.

2. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER LEGAL.

2.1. Contrato.

En el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista deberá explicarse el sistema de ejecución de las obras que podrán contratarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

1. Por tanto alzado – Comprenderá la ejecución de toda o parte de la obra, con sujeción estricta a los documentos del Proyecto y en cifra fija.
2. Por unidades de obra ejecutadas así mismo con arreglo a los documentos del Proyecto y a las condiciones particulares, que en cada caso se estipulen.
3. Por administración directa o indirecta, con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares, que en cada caso se estipulen.
4. Por contratos de mano de obra, siendo de cuenta de la Propiedad el suministro de materiales y medios auxiliares, en condiciones idénticas a las anteriores. En dicho contrato deberá explicarse si se admiten o no los subcontratos y los trabajos que puedan ser adjudicados directamente por el Ingeniero-Director a casas especializadas.

2.2. Adjudicación.

La adjudicación de las obras, podrán efectuarse por cualquiera de los tres procedimientos siguientes:

1. Subastas públicas o privadas.
2. Concurso público o privado.

2.3. Adjudicación directa.

En el primer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que esté conforme con lo especificado en los documentos del Proyecto. En el segundo caso la adjudicación será de libre elección.

2.4. Formalización del contrato.

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes.

El Contratista antes de firmar la escritura, habrá firmado también su conformidad al pie del "Pliego de Condiciones Particulares" que ha de regir en la obra, en los Planos, Cuadros de Precios y Presupuesto General. Serán de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasionen la extensión del documento.

2.5. Responsabilidad del Contratista.

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Proyecto. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que la Dirección Facultativa no haya reconocido la construcción durante las obras, ni el que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

2.6. Reconocimiento de obra con vicios ocultos.

Si la Dirección Facultativa tiene fundadas razones para sospechar la existencia de vicios ocultos en las obras ejecutadas, ordenará en cualquier tiempo, antes de la recepción definitiva, la demolición de las que sean necesarias para reconocer las que supongan defectuosas. Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionen serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente y, en caso contrario, correrán a cargo del Propietario

2.7. Policía de Obra.

Serán de cuenta y cargo del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindero y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad. Toda observación referente a este punto, será puesta inmediatamente en conocimiento de la Dirección Facultativa.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la policía urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos respectos vigentes en la localidad en que la edificación este emplazada.

2.8. Accidentes de Trabajo.

En casos de accidentes ocurridos a los operarios, con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos en la Legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún caso pueda quedar afectada la Propiedad, por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes en los obreros o a los viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes y perjuicios de todo género que por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será este el único responsable, o sus responsables en la obra. Será preceptivo que en el "Tablón de Anuncios" de la obra y durante todo su transcurso figure el presente artículo del "Pliego de Condiciones de Índole Legal", sometiéndolo previamente a la firma de la Dirección Facultativa.

2.9. Causas de Recisión del Contrato.

Se considerarán causas suficientes para rescisión las que a continuación se señalan:

1. La muerte o incapacitación del Contratista.
2. La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el propietario

puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derechos a indemnización alguna.

3. Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
 - La modificación del Proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio de la Dirección Facultativa, y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos el 20 %, como mínimo, del importe de aquel.
 - La modificación de unidades de obra. Siempre que estas modificaciones representen variaciones, en más o menos, el 40 % como mínimo de alguna de las unidades que figuran en el Proyecto, o más del 50 % de unidades del Proyecto modificadas.
4. La suspensión de obra comenzada y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la Contrata no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de fianza será automática.
5. La suspensión de obra comenzada siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
6. El que la Contrata no dé comienzo a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.
7. El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
8. La terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a este.
9. El abandono de la obra sin causa justificada. 10º.- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

2.10. Devolución de la fianza.

La retención del porcentaje que deberá descontarse del importe de cada certificación parcial, no será devuelta hasta pasados los doce meses del plazo de garantía fijados y en las condiciones detalladas en artículos anteriores.

2.11. Daños a terceros.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobreviniera, tanto en las edificaciones donde se efectúan las obras, como en las parcelas antiguas, será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda, cuando ello hubiere lugar, de todos los daños y perjuicios que pueden causarse en las operaciones de ejecución.

2.12. Plazo de entrega de las obras.

El plazo de ejecución de las obras se fijará por el Contrato que se haga con la Contrata o Contratas de la obra.

2.13. Régimen jurídico.

El adjudicatario queda sujeto a la Legislación común, civil, mercantil y procesal española. Sin perjuicio de ello, en las materias relativas a la ejecución de las obras, se tomarán en consideración (en cuanto su aplicación sea posible y en todo aquello en que no se queden reguladas por expresa legislación civil y mercantil ni por el Contrato) las Normas que rigen para la ejecución de Obras para el Estado.

Fuera de las competencias y decisiones que, en lo técnico, se atribuyen a la Dirección Facultativa de la Obra, en lo demás se procurará que las líneas de diferencia suscitadas por la aplicación, interpretación o resolución del Contrato se resuelvan mediante negociación de las partes, asesoradas de personas cualificadas al respecto.

De no haber concordia, se someterán al arbitraje privado para que se decida por sujeción al saber y entender de los árbitros, que serán tres: Uno por cada parte y un tercero nombrado de común acuerdo entre ellos.

3. CONDICIONES DE CARÁCTER FACULTATIVO.

3.1. Definiciones

Propiedad o propietario.

Se denominará como "Propiedad" a la entidad que encarga la redacción y ejecución del presente Proyecto. La Propiedad o el Propietario se atenderán a las siguientes obligaciones:

- Antes del inicio de las obras, la Propiedad proporcionará al Ingeniero Director una copia del Contrato firmado con el Contratista, así como una copia firmada del presupuesto de las Obras a ejecutar, confeccionado por el Contratista y aceptado por él. De igual manera, si así fuera necesario, proporcionará el permiso para llevar a cabo los trabajos si fuera necesario.
- Durante la ejecución de las obras, la Propiedad no podrá en ningún momento dar órdenes directas al Contratista o personal subalterno. En todo caso, dichas órdenes serán transmitidas a través de la Dirección Facultativa.
- Una vez terminadas y entregadas las obras, la Propiedad no podrá llevar a cabo modificaciones en las mismas, sin la autorización expresa del Ingeniero autor del Proyecto.

Ingeniero director.

Será aquella persona que, con titulación académica suficiente y plena de atribuciones profesionales según las disposiciones vigentes, reciba el encargo de la Propiedad de dirigir la ejecución de las Obras, y en tal sentido, será el responsable de la Dirección Facultativa. Su misión será la dirección y vigilancia de los trabajos, bien por sí mismo o por sus representantes.

El Ingeniero Director tendrá autoridad técnico-legal completa, incluso en lo no previsto específicamente en el presente Pliego de Condiciones Generales, pudiendo recusar al Contratista si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesario para la buena marcha de la ejecución de los trabajos. Le corresponden además las facultades expresadas en el presente Pliego de Condiciones Generales.

Dirección facultativa.

Estará formada por el Ingeniero Director y por aquellas personas tituladas o no, que al objeto de auxiliar al Ingeniero Director en la realización de su cometido ejerzan, siempre bajo las órdenes directas de éste, funciones de control y vigilancia, así como las específicas por él encomendadas.

Suministrador.

Será aquella persona jurídica o entidad, que mediante el correspondiente Contrato, realice la venta de alguno de los materiales comprendidos en el presente Proyecto.

La misma denominación recibirá quien suministre algún material, pieza o elemento no incluido en el presente Proyecto, cuando su adquisición haya sido considerada como necesaria por parte del Ingeniero Director para el correcto desarrollo de los trabajos.

Contrata o contratista.

Será aquella entidad o persona jurídica que reciba el encargo de ejecutar algunas de las unidades de Obra que figuran en el presente Proyecto.

El Contratista, cuando sea necesaria su actuación o presencia según la contratación o lo establecido en el presente Pliego de Condiciones Generales, podrá ser representado por un Delegado previamente aceptado por parte de la Dirección Facultativa. Este Delegado tendrá capacidad para:

- Organizar la ejecución de los trabajos y poner en prácticas las órdenes recibidas del Ingeniero Director.
- Proponer a la Dirección Facultativa o colaborar en la resolución de los problemas que se planteen en la ejecución de los trabajos.

El Delegado del Contratista tendrá la titulación profesional mínima exigida por el Ingeniero Director. Asimismo, éste podrá exigir también, si así lo creyese oportuno, que el Contratista designe además al personal facultativo necesario bajo la dependencia de su técnico delegado.

Por otra parte, el Ingeniero Director podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo Delegado, y en su caso cualquier facultativo que de él dependa, cuando así lo justifique su actuación y los trabajos a realizar.

Se sobrentiende que antes de la firma del Contrato, el Contratista ha examinado toda la documentación necesaria del presente Proyecto, para establecer una evaluación económica de los trabajos, estando conforme con ella.

3.2. Oficina de obra.

El Contratista habilitará en la propia Obra, una oficina, local o habitáculo, que contendrá como mínimo una mesa y tableros, donde se expongan todos los planos correspondientes al presente Proyecto y de Obra que sucesivamente le vaya asignando la Dirección Facultativa, así como cuantos documentos estime convenientes la citada Dirección.

Durante la jornada de trabajo, el contratista por sí, o por medio de sus facultativos, representantes o encargados, estarán en la Obra, y acompañarán al Ingeniero Director y a sus representantes en las visitas que lleven a cabo a las Obras, incluso a las fábricas o talleres donde se lleven a cabo trabajos para la Obra, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que consideren necesarios, suministrándoles asimismo los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

3.3. Trabajos no estipulados en el pliego de condiciones generales.

Es obligación del Contratista ejercer cuanto sea posible y necesario para la buena realización y aspecto de las Obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en el Pliego de Condiciones Generales, siempre que sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y esté dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de Obra, y tipo de ejecución.

3.4. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.

Cuando se trata de aclarar, interpretar o modificar preceptos del Pliego de Condiciones Generales o indicaciones de planos, las órdenes o instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, estando éste obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el "enterado", que figurará al pie de todas las órdenes o avisos que reciban, tanto de los encargados de la vigilancia de las Obras como el Ingeniero Director.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista, en contra de las disposiciones tomadas por éstos, habrá de dirigirla, dentro del plazo de quince (15) días, al inmediato superior técnico del que la hubiera dictado, pero

por conducto de éste, el cual dará al Contratista el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

3.5. Reclamaciones contra las órdenes del ingeniero director.

Las reclamaciones que el Contratista quiera formular contra las órdenes dadas por el Ingeniero Director, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, y a través del mismo si son de origen económico. Contra las disposiciones de orden técnico o facultativo, no se admitirá reclamación alguna. Aun así, el Contratista podrá salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

3.6. Recusación por el contratista de la dirección facultativa.

El Contratista no podrá recusar al Ingeniero Director, Ingeniero Técnico, Perito o persona de cualquier índole dependiente de la Dirección Facultativa o de la Propiedad encargada de la vigilancia de las Obras, ni pedir que por parte de la Propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

3.7. Despidos por falta de subordinación, por incompetencia o por manifiesta mala fe.

Por falta de respecto y obediencia al Ingeniero Director, a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las Obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá la obligación de despedir a sus dependientes cuando el Ingeniero Director así lo estime necesario.

3.8. Comienzo de las obras, ritmo y ejecución de los trabajos.

El Contratista iniciará las Obras dentro de los treinta (30) días siguientes al de la fecha de la firma de la escritura de contratación, y será responsable de que estas se desarrollen en la forma necesaria a juicio del Ingeniero Director para que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo de ejecución de la misma, que será el especificado en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, el Contratista deberá dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, dentro de las siguientes veinticuatro horas desde el comienzo de los mismos.

3.9. Orden de los trabajos.

En un plazo inferior a los cinco (5) días posteriores a la notificación de la adjudicación de las Obras, se comprobará en presencia del Contratista, o de un representante, el replanteo de los trabajos, extendiéndose acta. Dentro de los quince (15) días siguientes a la fecha en que se notifique la adjudicación definitiva de las Obras, el Contratista deberá presentar inexcusablemente al Ingeniero Director un

Programa de Trabajos en el que se especificarán los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas clases de Obras.

El citado Programa de Trabajo una vez aprobado por el Ingeniero Director, tendrá carácter de compromiso formal, en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales en él establecidos.

El Ingeniero Director podrá establecer las variaciones que estime oportunas por circunstancias de orden técnico o facultativo, comunicando las órdenes correspondientes al Contratista, siendo éstas de obligado cumplimiento, y el Contratista directamente responsable de cualquier daño o perjuicio que pudiera sobrevenir por su incumplimiento.

En ningún caso se permitirá que el plazo total fijado para la terminación de las Obras sea objeto de variación, salvo casos de fuerza mayor o culpa de la Propiedad debidamente justificada.

3.10. Libro de órdenes.

El Contratista tendrá siempre en la Oficina de Obra y a disposición del Ingeniero Director un "Libro de Ordenes y Asistencia", con sus hojas foliadas por duplicado, en el que redactará las que crea oportunas para que se adopten las medidas precisas que eviten en lo posible los accidentes de todo género que puedan sufrir los obreros u operarios, los viandantes en general, las fincas colindantes o los inquilinos en las obras de reforma que se efectúen en edificios habitados, así como las que crea necesarias para subsanar o corregir las posibles deficiencias constructivas que haya observado en las diferentes visitas

a la Obra, y en suma, todas las que juzgue indispensables para que los trabajos se lleven a cabo correctamente y de acuerdo, en armonía con los documentos del Proyecto.

Cada Orden deberá ser extendida y firmada por el Ingeniero Director y el "Enterado" suscrito con la firma del Contratista o de su encargado en la Obra. La copia de cada orden extendida en el folio duplicado quedará en poder del Ingeniero Director. El hecho de que en el citado libro no figuren redactadas las órdenes que preceptivamente tiene la obligación de cumplimentar el Contratista, no supone eximente o atenuante alguna para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

3.11. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto que haya servido de base al Contratista, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad entregue el Ingeniero Director al Contratista siempre que éstas encajen dentro de la cifra a que ascienden los presupuestos aprobados.

3.12. Ampliación del proyecto por causas imprevistas.

El Contratista está obligado a realizar con su personal y sus materiales, cuando la Dirección de las Obras disponga para, apuntalamientos, apeos, derribo, recalzados o cualquier Obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en el presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que mutuamente convengan.

3.13. Prórrogas por causas de fuerza mayor.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, y siempre que esta causa sea distinta de las que se especifican como de rescisión en el capítulo correspondiente a la Condiciones de Índole Legal, aquel no pudiese comenzar las Obras, tuviese que suspenderla, o no fuera capaz de terminarla en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcional para el cumplimiento del Contratista, previo informe favorable del Ingeniero Director. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero

Director, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originará en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

3.14. Obras ocultas.

De todos los trabajos y unidades que hayan de quedar ocultos a la terminación de las Obras, se levantarán los planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos. Estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose de la siguiente manera:

- Uno a la Propiedad.
- Otro al Ingeniero Director.
- Y el Tercero al Contratista, firmados todos ellos por estos dos últimos.

3.15. Trabajos defectuosos.

El Contratista deberá emplear los materiales señalados en el presente Proyecto y realizará los trabajos, de acuerdo con el mismo. Y en todo caso según las indicaciones de la Dirección Facultativa. Por ello y hasta tanto en cuanto tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas o defectos que en estos puedan existir por su mala ejecución o por el empleo de materiales de deficiente calidad no autorizados expresamente por el Ingeniero Director cuando éste no le haya llamado la atención sobre el particular o hayan sido abonadas las certificaciones parciales correspondientes.

3.16. Modificación de trabajos defectuosos.

Cuando el Ingeniero Director advierta vicios o defectos en las Obras, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos o finalización éstos y antes de verificarse la recepción definitiva, podrá disponer que las partes defectuosas sean desmontadas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas del Contratista.

3.17. Vicios ocultos.

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las Obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, antes de la recepción definitiva de la Obra, demoliciones o correcciones que considere necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. No obstante, la recepción definitiva no eximirá al Contratista de responsabilidad si se descubrieran posteriormente vicios ocultos.

Los gastos de demolición o desinstalación, así como los de reconstrucción o reinstalación que se ocasionen serán por cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, y en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

3.18. Materiales no utilizados.

El Contratista, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar de la Obra en el que por no causar perjuicio a la marcha de los trabajos se le designe, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc. que no sean utilizables en la Obra. De igual manera, el Contratista queda obligado a retirar los escombros ocasionados, trasladándolos al vertedero. Si no hubiese preceptuado nada sobre el particular se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero Director, mediante acuerdo previo con el Contratista estableciendo su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos correspondientes a su transporte.

3.19. Materiales y equipos defectuosos.

Cuando los materiales y/o los equipos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen debidamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los sustituya.

3.20. Medios auxiliares.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para preservar la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo a la Propiedad, por tanto, responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las Obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Todos estos, siempre que no haya estipulado lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares de los trabajos, quedando a beneficio del Contratista, sin que este pueda fundar reclamación alguna en la insuficiencia de dichos medios, cuando estos estén detallados en el presupuesto y consignados por partida alzada o incluidos en los precios de las unidades de Obra.

3.21. Comprobaciones de las obras.

Antes de verificarse las recepciones provisionales y definitivas de las Obras, se someterán a todas las pruebas que se especifican en el Pliego de Condiciones Técnicas de cada parte de la Obra, todo ello con arreglo al programa que redacte el Ingeniero Director.

Todas estas pruebas y ensayos serán por cuenta del Contratista. También serán por cuenta del Contratista los asientos o averías o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o falta de precauciones.

3.22. Normas para las recepciones provisionales.

Quince días, como mínimo, antes de terminarse los trabajos o parte de ellos, en el caso que los Pliegos de Condiciones Particulares estableciesen recepciones parciales, el Ingeniero Director comunicará a la Propiedad la proximidad de la terminación de los trabajos a fin de que este último señale fecha para el acto de la recepción provisional.

Terminada la Obra, se efectuará mediante reconocimiento su recepción provisional a la que acudirá la Propiedad, el Ingeniero Director y el Contratista del resultado del reconocimiento se levantará un acta por triplicado, firmada por los asistentes legales.

Si las Obras se hubieran ejecutado con sujeción a lo contratado, se darán por recibidas provisionalmente. En caso contrario, se hará constar en el acta donde se especificarán las precisas y necesarias instrucciones que el Ingeniero Director habrá de dar al Contratista, para remediar en un plazo razonable que le fije, los defectos observados; expirado dicho plazo, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de las Obras.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la Contrata, con pérdida de fianza, a no ser que el Propietario acceda a conceder un nuevo e improrrogable plazo.

La recepción provisional de las Obras tendrá lugar dentro del mes siguiente a la terminación de las Obras, pudiéndose realizar recepciones provisionales parciales.

3.23. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendida entre las recepciones parciales y la definitiva correrán por cargo del Contratista. Si las Obras o instalaciones fuesen ocupadas o utilizadas antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza, reparaciones causadas por el uso, correrán a cargo del Propietario, mientras que las reparaciones por vicios de Obra o por defecto en las instalaciones serán a cargo del Contratista.

3.24. Medición definitiva de los trabajos.

Recibidas provisionalmente las Obras, se procederá inmediatamente por la Dirección Facultativa a su medición general y definitiva con precisa asistencia del Contratista o un representante suyo nombrado por él o de oficio en la forma prevenida para la recepción de Obras.

Servirán de base para la medición los datos del replanteo general; los datos de los replanteos parciales que hubieran exigido el curso de los trabajos; los datos de cimientos y demás partes ocultas de las Obras tomadas durante la ejecución de los trabajos con la firma del Contratista y la Dirección Facultativa; la medición que se lleve a efecto en las partes descubiertas de la Obra; y en general, los que convengan al procedimiento consignado en las condiciones de la Contrata para decidir el número de unidades de Obra de cada clase ejecutadas; teniendo presente salvo pacto en contra, lo preceptuado en los diversos capítulos del Pliego de Condiciones Técnicas.

Tanto las mediciones parciales, para la confección de la certificación, como la certificación final, la llevarán a cabo la Dirección Facultativa y la Contrata, levantándose acta de la misma por triplicado, debiendo aparecer la conformidad de ambos en los documentos que la acompañan.

En caso de no haber conformidad por parte de la Contrata, ésta expondrá sumariamente y a reserva de ampliarlas, las razones que a ello le obliguen. Lo mismo en las mediciones parciales como el final se entiende que estas comprenderán las unidades de Obra realmente ejecutadas.

3.25. Recepción definitiva de las obras.

Finalizado el plazo de garantía y si se encontrase en perfecto estado de uso y conservación, se dará por recibida definitivamente la Obra, quedando relevado el Contratista a partir de este momento de toda responsabilidad legal que le pudiera corresponder por la existencia de defectos visibles. En caso contrario, se procederá en la misma forma que en la recepción definitivamente recibida.

De la recepción definitiva, se levantará un acta por triplicado por la Propiedad, el Ingeniero Director y el Contratista, que será indispensable para la devolución de la fianza depositada por la Contrata. Una vez recibidas definitivamente las Obras, se procederá a la liquidación correspondiente que deberá quedar terminada en un plazo no superior a seis (6) meses.

El contratista estará obligado a entregar los planos definitivos, si hubiesen tenido alguna variación con los del Proyecto a la firma del Acta de Recepción. Estos planos serán reproducibles

3.26. Plazos de garantía.

El plazo de garantía de las Obras, es de UN (1) AÑO partir de la fecha de aprobación del Acta de Recepción. Durante este tiempo, el Contratista es responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Asimismo, hasta tanto se firme el Acta de Recepción Provisional, el Contratista garantizará la a la Propiedad contra toda reclamación de terceros fundada por causas y por ocasión de la ejecución de la obra Una vez cumplido dicho plazo, se efectuará el reconocimiento final de las Obras, y si procede su recepción definitiva.

3. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER ECONÓMICO.

4.1. Base fundamental.

Como base fundamental de estas prescripciones, se establece que el Contratista debe percibir de todos los trabajos efectuados su real importe, siempre de acuerdo y con sujeción al Proyecto, y condiciones generales y particulares que han de regir la obra.

4.2. Garantía.

La Dirección podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de que este reúne todas las condiciones de solvencia requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato. Asimismo deberá acreditar el título oficial correspondiente a los trabajos que el mismo vaya a realizar.

4.3. Fianza.

La fianza que se exige al Contratista para que responda del cumplimiento de los contratados, será convenido previamente entre el Técnico Director y el Contratista, entre una de las siguientes fórmulas:

- Depósito de valores públicos del Estado por un importe del diez por ciento (10%) del presupuesto de la obra contratada.
- Depósito en metálico de la misma cuantía indicada en el importe anterior.
- Depósito previo en metálico, equivalente al cinco por ciento (5%) del presupuesto de la Obra o trabajos contratados, que se incrementará hasta la cuantía de un diez por ciento (10%) del presupuesto mediante deducciones del cinco por ciento (5%) efectuadas en el importe de cada certificación abonada al Contratista.
- Descuentos del diez por ciento (10%) efectuados sobre el importe de cada certificación abonada al Contratista.

4.4. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.

Si el Contratista se negase a realizar, por su cuenta los trabajos, precisos, para ultimar la Obra, en las condiciones contratadas, el Técnico Director, en nombre y representación de la Propiedad, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad en caso de que la fianza no bastase para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de Obra, que no fuesen de recibo.

4.5. De su devolución en general.

La fianza depositada, será devuelta al Contratista, previo expediente de devolución correspondiente, una vez firmada el acta de la recepción definitiva de la Obra, siempre que se haya acreditado que no existe reclamación alguna contra aquel, por los daños y perjuicios que sean de su cuenta, o por deudas de jornales, o de materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

4.6. De su devolución en caso de efectuarse recepciones parciales.

Si el Propietario creyera conveniente hacer recepciones parciales, no por ello tendrá derecho el Contratista, a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza, cuya cuantía quedará sujeta a las condiciones preceptuadas.

4.7. Revisión de precios.

Para que el Contratista tenga derecho a solicitar alguna revisión de precios, será preceptivo que tal extremo figure expresamente acordado en el Contrato, donde deberá especificarse los casos concretos en los cuales podrá ser considerado.

En tal caso, el Contratista presentará al Técnico Director el nuevo presupuesto donde se contemple la descomposición de los precios unitarios de las partidas, según lo especificado en el presente Pliego de Condiciones. En todo caso, salvo que se estipule lo contrario en el Contrato, se entenderá que rige sobre este particular el principio de reciprocidad, reservándose en este caso la Propiedad, el derecho de proceder a revisar los precios unitarios, si las condiciones de mercado así lo aconsejarán.

4.8. Descomposición de los precios unitarios.

Para que el Contratista tenga derecho a pedir la revisión de precios, será condición indispensable que antes de comenzar todas y cada una de las unidades de Obra contratadas, reciba por escrito la conformidad del Técnico Director, a los precios descompuestos de cada una de ellas, que el Contratista deberá presentarle, así como la lista de precios de jornales, materiales, transportes y los porcentajes que se expresan al final del presente artículo.

El Ingeniero Director valorará la exactitud de la justificación de los nuevos precios, tomando como base de cálculo tablas o informes sobre rendimiento de personal, maquinaria, etc. editadas por Organismos Nacionales o Internacionales de reconocida solvencia, desestimando aquellos gastos imputables a la mala organización, improductividad o incompetencia de la Contrata.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra será el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

I. La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.

II. Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

III. Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.

IV. Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.

V. Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

I. Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

I. Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contrato de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

II. Beneficio Industrial: El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 7 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

III. Precio de Ejecución Material: Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

IV. Precio de Contrata: El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

V. El IVA o IGIC gira sobre esta suma pero no integra el precio.

4.9. Precios e importes de ejecución material.

Se entiende por precios de ejecución material para cada unidad de obra los resultantes de la suma de las partidas que importan los conceptos correspondientes a materiales, mano de obra, transporte de materiales, y los tantos por ciento aplicados en concepto de medios auxiliares, de seguridad y de seguros y cargas fiscales.

De acuerdo con lo establecido, se entiende por importe de ejecución material de la Obra, a la suma de los importes parciales, resultantes de aplicar a las mediciones de cada unidad de Obra, los precios unitarios de ejecución material, calculados según lo expuesto.

4.10. Precio de contrata. Importe de contrata.

Se entenderá por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del

Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13 por 100 y el beneficio se estima normalmente en 7 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

4.11. Gastos generales y fiscales.

Se establecen en un ocho por ciento (8%) calculado sobre los precios de ejecución material, como suma de conceptos tales como:

- Gastos de Dirección y Administración de la Contrata.
- Gastos de prueba y control de calidad.
- Gastos de Honorarios de la Dirección Técnica y Facultativa, a no ser que se acuerde otra cosa en el contrato de adjudicación.
- Gastos Fiscales.

4.12. Gastos imprevistos.

Tendrán esta consideración aquellos gastos que siendo ajenos a los aumentos o variaciones en la Obra y que sin ser partidas especiales y específicas omitidas en el presupuesto general, se dan inevitablemente en todo trabajo de construcción o montaje, y cuya cuantificación y determinación es imposible efectuar a priori. Por ello, se establecerá una partida fija de un dos por ciento (2%) calculado sobre los precios de ejecución material.

4.13. Beneficio industrial.

Se establece en una cuantía del seis por ciento (7%) calculado sobre los precios de ejecución material.

4.14. Honorarios de la dirección técnica y facultativa.

Dichos Honorarios, serán por cuenta del Contratista, y se entenderán incluidos en el importe de los Gastos Generales, salvo que se acuerde otra cosa en el Contrato de Adjudicación, o sean deducidos en la contratación.

4.15. Gastos por cuenta del contratista.

Serán por cuenta del Contratista, entre otros, los gastos que a continuación se detallan:

4.16. Medios auxiliares.

Serán por cuenta del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no afectando por tanto a la Propiedad, cualquier responsabilidad que por avería o accidente personal pueda ocurrir en las obras por insuficiencia o mal uso de dichos medios auxiliares.

4.17. Abastecimiento de agua.

Será por cuenta del Contratista, en caso de que fuese necesario, disponer de las medidas adecuadas para que se cuente en Obra con el agua necesaria para el buen desarrollo de las Obras.

4.18. Energía Eléctrica.

En caso de que fuese necesario el Contratista dispondrá los medios adecuados para producir la energía eléctrica en Obra.

4.19. Vallado y señalización.

Serán por cuenta del Contratista la ejecución de todos los trabajos que requiera el vallado y señalización temporal para las obras, así como las tasas y permisos, debiendo proceder a su posterior retirada o demolición, dejándolo todo en su estado primitivo.

4.20. Accesos.

Serán por cuenta del Contratista cuantos trabajos requieran los accesos para el abastecimiento de las obras, así como tasas y permisos, debiendo reparar, al finalizar la Obra, aquellos que por su causa quedaron deteriorados.

4.21. Materiales no utilizados.

El contratista, a su costa, transportará y colocará agrupándolos ordenadamente y en el sitio de la Obra en que por no causar perjuicios a la marcha de los trabajos se le designe, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc. que no sean utilizables en la Obra.

4.22. Materiales y aparatos defectuosos.

Cuando los materiales y aparatos no fueran de calidad requerida o no estuviesen perfectamente reparados, la Dirección Facultativa dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los Pliegos. A falta de estas condiciones, primarán las órdenes de la Dirección Facultativa.

4.23. Precios contradictorios.

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad, por medio del Técnico Director, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El Contratista estará obligado a efectuar los cambios. A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones

Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad. Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

De los precios así acordados, se levantará acta que firmarán por triplicado el Ingeniero Director, el Propietario y el Contratista o representantes autorizados a estos efectos por los últimos.

4.24. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

4.25. De la revisión de los precios contratados.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al 5% del importe total del presupuesto de Contrato. Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

4.26. Acopio de materiales.

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordene por escrito. Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

4.27. Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores.

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando de su importe el 15 % que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

4.28. Rescisión del contrato.

Además de lo estipulado en el Contrato de adjudicación de la Obra o Instalación, la Propiedad podrá rescindir dicho Contrato en los siguientes casos:

- Cuando existan motivos suficientes, a juicio de la Dirección Técnica, para considerar que por incompetencia, incapacidad, desobediencia o mala fe de la Contrata, sea necesaria tal medida al objeto de lograr con garantías la terminación de las Obras.
- Cuando el Contratista haga caso omiso de las obligaciones contraídas en lo referente a plazos de terminación de Obras.

Todo ello sin perjuicio de las penalizaciones económicas a las que haya lugar según lo indicado en el apartado anterior.

4.29. Mejoras de obras libremente ejecutadas.

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de mejor calidad que los señalados en el Proyecto, o sustituyese una clase de fábrica o montaje por otra que tuviese mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la Obra, o en general introdujese en ésta, y sin pedirla, cualquier otra modificación que fuese beneficiosa a juicio del Técnico

Director, no tendrá derecho sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle, en el caso de que hubiese construido la Obra con estricta sujeción a la proyectada, y contratada o adjudicada.

4.30. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de

Condiciones en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

4.31. Pagos.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá exactamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

4.32. Certificaciones.

El Contratista tomará las disposiciones necesarias, para que periódicamente (según el intervalo de tiempo acordado) lleguen a conocimiento del Técnico Director las unidades de Obra realizadas, quien delegará en el Ingeniero Técnico de las obras, la facultad de revisar las mediciones sobre el propio terreno, al cual le facilita aquel, cuantos medios sean indispensables para llevar a buen término su cometido.

Una vez efectuada esta revisión aplicará el Contratista los precios unitarios, aprobados, y extenderá la correspondiente certificación. Presentada ésta al Técnico Director, previo examen, y comprobación sobre el terreno, si lo considera oportuno, en un plazo de diez (10) días pondrá su V. B. y firma, en el caso de que fuera aceptada, y con este requisito, podrá pasarse la certificación a la Propiedad para su abono, previa deducción de la correspondiente fianza y tasa por Honorarios de Dirección Facultativa, si procediera.

El material acopiado a pie de Obra, por indicación expresa y por escrito del Técnico Director o del Propietario, a través de escrito dirigido al Técnico Director, podrá ser certificado hasta el noventa por ciento (90%) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de Contrata.

Esta certificación, a todos los efectos, tendrá el carácter de documento de entregas a buena cuenta, y por ello estará sujeto a las rectificaciones, y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación, ni recepción de las obras que comprenden.

En caso de que el Técnico Director, no estimase aceptable la liquidación presentada por el Contratista, y revisada por el Ingeniero Técnico, comunicará en un plazo máximo de diez (10) días, las rectificaciones que considere deba

realizar al Contratista, en aquella, quien en igual plazo máximo, deberá presentarla debidamente rectificadas, o con las justificaciones que crea oportunas. En el caso de disconformidad, el Contratista se sujetará al criterio del Técnico Director, y se procederá como en el caso anterior.

4.33. Pago de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra. Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

4.34. Demora de los pagos.

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

4.35. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

4.36. Unidades de obra defectuosa pero aceptable.

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

4.37. Seguro de las obras.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados a Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

4.38. Conservación de la obra.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para

que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

4.39. Uso del contratista de terreno, nave, local o bienes del propietario.

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, nave, terreno, local o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en la nave, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

5. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICAS.

5.1. Condiciones Técnicas para instalación térmica.

5.1.1. Condiciones generales.

5.1.1.1. Objeto.

El objeto del presente pliego de condiciones técnicas es definir las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras que se fijan en el proyecto.

El presente pliego contiene las condiciones técnicas particulares referentes a los materiales y equipos, el modo de ejecución, medición de las unidades de obra y, en general, cuantos aspectos han de regir en las obras comprendidas en el presente proyecto.

5.1.1.2. Calidad de los materiales.

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el presente pliego, demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

5.1.1.3. Pruebas y ensayos de materiales.

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad.

Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de Obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

5.1.2. Condiciones generales de ejecución.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primera calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

5.1.2.1. Procesos previos al inicio de la instalación.

Una vez obtenida la conformidad del cliente para la iniciación de la obra, y habiéndose fijado fecha de comienzo y conclusión de los trabajos, el instalador deberá planificar todo el proceso de montaje tratando de prever el mínimo detalle en su ejecución.

En caso de edificio ya construido, el instalador habrá de personarse en el lugar y comprobar in situ lo que ya conoce por los planos del proyecto. En la primera

visita se efectuarán las medidas necesarias, comprobando el espacio disponible tanto para la ubicación de los colectores como para la colocación de los demás componentes de la instalación.

5.1.3. Materiales.

5.1.3.1. Provisión general de los materiales.

Se deberán elegir los componentes de marcas acreditadas y homologadas, que ofrezcan las máximas garantías posibles.

Es importante tener en cuenta la posible incompatibilidad de los distintos materiales, a fin de tomar las precauciones necesarias. Se debe asegurar la calidad de agua de utilización sea la adecuada según se recoge en el apartado correspondiente a "Medio de transferencia de calor" del presente pliego.

A la recepción de los materiales deberá procederse a la comprobación del buen estado de los mismos, en caso contrario se deberá efectuar la reclamación pertinente al suministrador y también ponerlo en conocimiento de la Dirección Facultativa.

La obra deberá disponer un lugar habilitado para el almacenamiento de los materiales de la instalación previa a su colocación, donde se evite que puedan ser dañados antes de su ubicación final en la obra. Los materiales sobrantes de las diferentes tareas se trasladarán de lugar, de forma, que se mantengan las zonas de trabajo limpias y ordenadas, con el fin de evitar posibles accidentes.

5.1.3.2. Captadores solares térmicos.

Cuando se instalen los captadores, pero sin la puesta en marcha, las conexiones deberán estar abiertas a la atmósfera. Se debe evitar la entrada de suciedad durante este proceso.

Se deberá ajustar la superficie del campo de captadores a la demanda energética que solicite el sistema.

Se montará el captador, entre los diferentes tipos existentes en el mercado, que mejor se adapte a las características y condiciones de trabajo de la instalación, siguiendo siempre las especificaciones y recomendaciones dadas por el fabricante.

Es aconsejable que el montaje se realice en horas de poca insolación para evitar posibles sobrecalentamientos o quemaduras accidentales.

5.1.3.3. Capacidad de carga del emplazamiento.

Los equipos deben ser instalados en un lugar que cumplan los requisitos locales en lo referente a la seguridad estructural.

Se debe montar el sistema sobre una superficie o subestructura con suficiente capacidad de carga.

5.1.3.4. Medio de transferencia de calor.

A la hora de realizar la instalación solar, es necesaria una adecuada elección del fluido calor portador para el transporte de la energía térmica. El más habitual es el agua por su bajo coste y sus buenas propiedades térmicas pero se deberá asegurar que tenga una calidad para prevenir daños a la instalación de captadores solares. Se establece como requisito que la calidad del agua de las instalaciones solares se encuentre comprendida o no exceda de los siguientes parámetros:

- Dureza comprendida entre 70 y 150 mg/lCaCO₃
- pH comprendido entre 7,5 y 9
- Alcalinidad comprendida entre 70 y 300 mg/l HCO₃
- Relación de alcalinidad / cloruros alta
- Relación de alcalinidad / sulfatos superior a 1.

5.1.3.5. Incompatibilidad de los materiales.

Se deberán elegir componentes homologados de marcas acreditadas, que ofrezcan las máximas garantías posibles en cuanto a compatibilidad con los demás componentes de la instalación. Es importante tener en cuenta la posible incompatibilidad de los distintos materiales.

5.1.3.6. Tuberías y componentes de fontanería.

Las tuberías del circuito de captación, serán del material establecido en el proyecto, cobre. En cuanto a los accesorios (uniones, reducciones, tes, codos, etc.) también serán de cobre. Las uniones pueden ser roscadas o bridadas.

5.1.3.7. Montaje.

Las operaciones de montaje del sistema de captación se podrán realizar simultáneamente con la instalación del circuito hidráulico y sus componentes.

Los colectores deben instalarse correctamente según la disposición fijada en el proyecto, respetando la distancia mínima tanto entre filas, como entre baterías.

Una de las primeras fases será la preparación de los anclajes de los módulos de captadores a la cubierta del centro deportivo. Esto lo deberá realizar un operario con experiencia en fijaciones similares, para evitar posibles roturas de la cubierta y penetraciones de agua en la cubierta.

Para el montaje de las tuberías, como se ha nombrado en el presente pliego, se puede optar por uniones roscadas o embridadas.

En cuanto a la fijación de las tuberías es importante una correcta colocación, teniendo en cuenta que se debe permitir la libre contracción y dilatación de las mismas, procurando que el peso de estas descansa sobre soportes y nunca sobre las uniones.

Las tuberías se instalarán dejando espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios. En cualquier caso, la distancia mínima entre tuberías o sus accesorios a los elementos estructurales será de cinco centímetros. Las conexiones de tuberías a los componentes de la instalación se harán de forma que no transmitan esfuerzos mecánicos.

Los accesorios de soporte de las tuberías serán preferentemente del mismo material que las mismas. Siempre es mejor sostener las tuberías con abrazaderas y no empotrarlas rígidamente, con el fin de evitar fuertes tensiones debidas a dilatación térmica. Hay que disponer las tuberías y sujeciones de forma que permita una posibilidad de movimiento en la dirección de la dilatación.

Las tuberías que atraviesen muros, forjados, tabiques, y cielo raso deberán poderse deslizar a través de los orificios.

Las tuberías que lleven agua fría deberán estar debajo y separadas cuarenta milímetros de las que lleven agua caliente.

Deberán taponarse los extremos abiertos de las tuberías hasta que las mismas sean completadas, a fin de evitar la entrada de suciedades, arenilla o pequeños objetos.

En cualquier caso, la ejecución del trazado de las tuberías deberá ajustarse a lo dispuesto en la normativa vigente (RITE).

El montaje del resto de los componentes de la instalación (bomba, válvulas, etc.) no ofrece dificultad si se siguen las correspondientes instrucciones de cada fabricante. Hay que prever el fácil acceso a cada elemento para proceder a su mantenimiento, así como su eventual desmontaje o sustitución.

Las placas características que lleven los equipos no permanecerán ocultas a la vista una vez montados éstos.

5.1.3.8. Puesta en marcha de la instalación.

Al término del montaje de la instalación se inicia el proceso de puesta en marcha de la misma. Seguidamente se realizan un conjunto de pruebas de recepción o comprobación del correcto montaje y funcionamiento de la instalación.

5.1.3.9. Operaciones de puesta en marcha de la instalación.

5.1.3.9.1. Limpieza y llenado de la instalación.

Se realizará un primer llenado y drenado de la instalación para cumplir con dos objetivos:

- Realizar una limpieza de las posibles suciedades introducidas en el circuito durante el montaje.
- Detectar y corregir fugas (la operación puede aprovecharse para realizar la prueba de presión descrita más adelante).

Las operaciones de llenado se realizarán con la lentitud suficiente y de la parte más baja a la parte más alta, para eliminar las bolsas de aire.

Una vez terminada esta operación se pondrá en marcha el sistema un tiempo suficiente tanto para poder localizar las posibles fugas, como la limpieza del sistema.

En caso de posibles fugas habrán de ser reparadas tras el vaciado. A continuación se llevará a cabo el llenado definitivo con el nuevo fluido calor portador de la misma manera que se realizó la primera vez.

5.1.3.9.2. Llenado y purgado del circuito hidráulico.

- Se comprobará que todas las llaves de paso se encuentran en su posición correcta de apertura o cierre.
- Una vez realizadas las operaciones anteriores, se procederá a llenar y presurizar el circuito.

5.1.3.9.3. Comprobaciones de los componentes de la instalación.

- Poner en posición manual los interruptores de las bombas y resistencias (esta prueba puede realizarse cuando el sistema de control dispone de interruptores con tal posición).
- Todas las bombas de circulación se arrancarán con el correspondiente interruptor de accionamiento en posición manual. Este arranque se efectuará independientemente comprobando el giro del motor y su tensión.
- Se deberá asegurar que la posición de montaje para las válvulas es la correcta y la que se indica en el proyecto.

5.1.3.9.4. Ajuste del caudal de los circuitos.

En el sistema de bombeo el caudal se ajustará a partir del siguiente procedimiento:

- La caída de presión mantenerse aceptablemente baja en todo el circuito para bombas de circulación.

5.1.3.9.5. Pruebas de recepción.

Pruebas de estanqueidad.

Con el fin de comprobar su estanqueidad, todas las tuberías y accesorios deben probarse bajo una presión hidrostática no inferior a 1,5 veces la presión nominal del circuito.

El proceso de prueba se ajustará a la norma UNE 100.151 "Prueba de estanqueidad de redes de tuberías". Las pruebas se realizarán en cualquier caso antes de aislar las tuberías y antes de que estas queden ocultas por las obras de albañilería.

Durante la prueba de presión estática, para conocer y establecer las presiones en que se ensaya cada componente, es necesario tener en cuenta las diferencias de presión debidas a la altura relativa de cada uno de ellos.

En todo caso la prueba se dirige fundamentalmente a la comprobación del montaje de tuberías, toda vez que los componentes vienen ensayados de fábrica.

Prueba de circulación del fluido.

La prueba consiste en alimentar eléctricamente las bombas, bien directamente o bien con accionamiento manual cuando éste existe, comprobando que entra en funcionamiento y que el incremento de presión indicado por los manómetros es el que corresponde, según la curva de actuación de la bomba, al caudal diseñado.

Pruebas de accesorios.

Debe comprobarse que las válvulas de corte, llenado, vaciado, y purga de la instalación actúan correctamente y que las tuberías de conexión no estén obstruidas.

5.2. Condiciones Técnicas para Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica.

5.2.1. Objeto.

En esta sección se fijarán las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red, que se describen en la Memoria Descriptiva del presente proyecto.

5.2.2. Campo de aplicación.

El campo de aplicación de estas condiciones técnicas se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones fotovoltaicas.

5.3.3. Definiciones.

Ver apartado de definiciones de la Memoria Descriptiva.

5.3.4. Diseño del generador fotovoltaico.

5.3.4.1. Módulos utilizados.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del IDAE.

En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

5.3.4.2. Orientación e inclinación.

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla I.

Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica, según se define en el apartado 3.4. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

5.3.5. Componentes y materiales.

5.3.5.1. Generalidades.

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

5.3.5.2. Sistemas generadores fotovoltaicos.

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 10\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

5.3.5.3. Estructura soporte.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación BD SE-AE del CTE, "Acciones en la Edificación" (Antiguo NBEAE-88).

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

La estructura soporte será calculada según la norma MV-103 para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá la norma UNE-EN ISO1461:2010, con un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

5.3.5.4. Inversores.

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- _ Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- _ Autoconmutados.
- _ Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- _ No funcionarán en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- _ Cortocircuitos en alterna.
- _ Tensión de red fuera de rango.
- _ Frecuencia de red fuera de rango.
- _ Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- _ Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- _ Encendido y apagado general del inversor.
- _ Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

_ El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10 % superior a las CEM (Condiciones

Estándar de Medida). Además soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

_ Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.

_ El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.

_ El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.

_ A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

_ Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

_ Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

5.3.5.5. Cableado.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 2 %, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

5.3.5.6. Conexión a red.

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

5.3.5.7. Medidas.

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 10) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.3.5.8. Protecciones.

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

5.3.5.9. Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas.

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa suministradora, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

5.3.5.10. Armónicos y compatibilidad electromagnética.

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.3.6. Recepción y pruebas.

El instalador entregará a la propiedad un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar.

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

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este Pliego de Condiciones Técnicas, serán como mínimo las siguientes:

- _ Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- _ Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- _ Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- _ Determinación de la potencia instalada, entendiendo esta como la potencia de corriente alterna a la entrada de la red eléctrica para un campo fotovoltaico con todos sus módulos en un mismo plano y que opera, sin sombras, a las condiciones estándar de medida (CEM).

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción

Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- _ Entrega de toda la documentación requerida en este Pliego de Condiciones Técnicas.
- _ Retirada de obra de todo el material sobrante.
- _ Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el contratista será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el contratista quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

5.3.7. Mantenimiento.

De acuerdo a lo exigido en el PCT-C del IDAE-2002 (Dependiente del Ministerio de Industria), se realizarán como mínimo 2 revisiones anuales completas de todos los elementos que componen el Campo Solar Fotovoltaico. El mantenimiento será realizado por una Empresa Instaladora que haya estado acreditada por IDAE para realizar y mantener Instalaciones Fotovoltaicas.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- _ Mantenimiento preventivo.
- _ Mantenimiento correctivo.

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

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil.

Incluye:

_ La visita a la instalación en caso de avería en el plazo de una semana y reparación de la misma en un plazo máximo de 15 días, salvo causas de fuerza mayor, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.

_ El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.

_ Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento.

Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia menor de 5 kWp (kilovatio pico) y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

_ Comprobación de las protecciones eléctricas.

_ Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.

_ Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.

_ Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornes), pletinas, transformadores, ventiladores / extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

Se realizará un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

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

5.3.8. Garantía.

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el contratista, o a reparaciones que el contratista haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable, el contratista incumple las obligaciones derivadas de la garantía, la Propiedad podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho contratista cumpla con sus obligaciones. Si el contratista no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, la Propiedad podrá, por cuenta y riesgo del contratista, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el contratista.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al contratista o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el contratista, salvo lo indicado en el punto anterior.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al contratista. Cuando el contratista considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El contratista atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 15 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el contratista. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el emplazamiento de las instalaciones, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del contratista.

El contratista realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

5.3.9. Estructuras de soporte de módulos.

La estructura para el soporte de los módulos se realizará en aluminomagnesio y se fijará a la marquesina de la estación. Toda la tornillería será de acero inoxidable, según normativa DB-SE A del CTE, "Acero" (Antiguo MV-106, NBE EA-95, Estructuras de Acero en Edificación).

Las partes metálicas de la estructura estarán conectadas a la toma de tierra de la instalación.

Con ella se le dará al campo fotovoltaico una inclinación adecuada respecto de la horizontal para optimizar el rendimiento del mismo en función de la latitud del emplazamiento. Por la misma razón la orientación del campo será Sur sin ninguna desviación.

5.3. Condiciones Técnicas para Instalaciones Eléctricas.

5.3.1. Objetivo.

Esta sección del pliego de condiciones determinará las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de Instalación Eléctrica.

5.3.2. Campo de aplicación.

Estas condiciones se aplicarán al suministro e instalación de materiales necesarios en la ejecución de Instalación Eléctrica.

5.3.3. Condiciones generales.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que no haya sido especificado y sea necesario emplear, deberá ser aprobado por el Técnico Director, entendiéndose que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio del Técnico Director, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

5.3.4. Canalizaciones eléctricas.

Los cables se colocarán dentro de tubos, canales o zanjas, fijados directamente sobre las paredes, empotrados en estructuras, o en el interior de huecos de la construcción, según la parte de instalación a realizar, lo que vendrá indicado en los diferentes puntos de la memoria descriptiva de la instalación eléctrica.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

5.3.4.1 Conductores aislados bajo tubos protectores.

Los tubos que se utilicen para conducir y proteger a los conductores aislados, deberán seguir las especificaciones que se indican en las memorias del presente proyecto. Si en algún caso no hubiese especificación de los mismos o no fuese posible su utilización por la causa que fuera, se podrán utilizar, siempre con la aprobación por escrito del Técnico Director y siempre cumpliendo las condiciones siguientes:

Los tubos podrán ser de los siguientes tipos:

- _ Tubos y accesorios metálicos.
- _ Tubos y accesorios no metálicos.
- _ Tubos y accesorios compuestos, constituidos por materiales metálicos y no metálicos.

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- _ UNE-EN 50086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- _ UNE-EN 50086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- _ UNE-EN 50086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- _ UNE-EN 50086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para cada sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma

UNE-EN 50086-2-4. Para el resto de tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

5.3.4.1.1. Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Tabla I.- Características mínimas para tubos en canalizaciones Superficiales ordinarias fijas. (ITC-BT-21).

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 ⁰ C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60 ⁰ C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D ≥ 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 ⁰
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

5.3.4.1.3. Sistema de instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V. El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

_ El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.

_ Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

_ Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.

_ Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNEEN.

_ Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

_ Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

_ Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

_ Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

_ En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

_ Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

_ En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.

_ Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

_ Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

_ En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

5.3.4.2. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

5.3.4.3. Accesibilidad a las instalaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

5.3.5. Conductores.

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en los diferentes puntos de la memoria descriptiva de la instalación eléctrica.

5.3.5.1. Materiales.

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.

- _ Conductor: de cobre.
- _ Formación: unipolares.
- _ Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE) o policloruro de vinilo (PVC) según proceda.
- _ Tensión de prueba: 2.500 V.
- _ Instalación: bajo tubo.
- _ Normativa de aplicación: UNE 21031-2.

- De 0,6/1 kV de tensión nominal.

- _ Conductor: de cobre.
- _ Formación: multiconductores.
- _ Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE), policloruro de vinilo (PVC), etileno-propileno (EPR) o mezcla de los anteriores, según proceda.
- _ Tensión de prueba: 4.000 V.
- _ Instalación: bajo tubo.
- _ Normativa de aplicación: UNE 21123.

Los conductores serán de cobre electrolítico de buena calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100%.

La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

En interiores del edificio auxiliar y donde no se requiera expresamente el uso de aislamiento de PVC, se evitará rigurosamente el uso del mismo.

5.3.5.2. Dimensionado.

En los casos en los que no esté expresamente indicada la sección de los cables en la memoria descriptiva del presente proyecto, se seleccionará de acuerdo al más desfavorable de los siguientes criterios, y siempre contando con el visto bueno del Técnico Director.

_ **Intensidad máxima admisible.** Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones de la ITC-BT-19 y la ITC-BT-25 del REBT o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

_ **Caída de tensión en servicio.** La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el

origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITCBT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

5.3.5.3. Identificación de las instalaciones.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección.

Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos.

Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo.

Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

Todos los conductos de la instalación eléctrica estarán debidamente etiquetados, de forma indeleble, siguiendo la nomenclatura que se haya empleado en la memoria descriptiva y los planos.

5.3.6. Cajas de derivación.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuercas y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

5.3.7. Mecanismos y tomas de corriente.

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos los mecanismos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando

totalmente aislado y la tapa embellecedora. En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

5.3.8. Aparamenta de mando y protección.

5.3.8.1. Cuadros eléctricos.

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo las especificaciones dadas en el apartado correspondiente de la memoria de la instalación eléctrica, y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la CEI (Comisión Electrotécnica Internacional) y la CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24. Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos de material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo. Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación. El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en la memoria y cálculos.

5.3.8.2. Interruptores magnetotérmicos.

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobrecargas de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobrecargas para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o automático y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

5.3.8.3. Fusibles.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores. Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo. No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

5.3.8.4. Medidas para la protección contra contactos indirectos.

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB (Protección de personas contra el acceso a partes peligrosas con un dedo), según la norma UNE-20324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente. Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X ($D < 1 \text{ mm}$) o IP XXD (Protección de personas contra el acceso a partes peligrosas con un alambre). Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

5.3.8.5. Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual (Interruptores Diferenciales).

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos. El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

5.3.9. Receptores de alumbrado.

Las lámparas y luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

Los distintos tipos y potencias de las luminarias utilizadas en el presente proyecto, serán especificados en la memoria descriptiva.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las

corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

5.3.10. Receptores a motor.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20460-4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la diferencia de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga sea muy grande.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20324 y DIN 40050.

Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrito de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- _ Potencia del motor.
- _ Velocidad de rotación.
- _ Intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- _ Intensidad de arranque.
- _ Tensión(es) de funcionamiento.
- _ Nombre del fabricante y modelo.

5.3.11. Puesta a tierra.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- _ El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.

_ Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

_ La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

_ Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Tomas de Tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

_ Barras, tubos.

_ Pletinas, conductores desnudos.

_ Placas.

_ Anillos o mallas metálicas constituidas por los elementos anteriores o sus combinaciones.

_ Armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas.

_ Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 (conductores de varios alambres cableados) de la norma UNE 21022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 metros.

Conductores de Tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tabla III.- Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra. (ITC-BT-18).

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Según apartado 3.4 de la ITC-BT 18	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a Tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- _ Los conductores de tierra.
- _ Los conductores de protección.
- _ Los conductores de unión equipotencial principal.
- _ Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Tabla IV.- Sección de los conductores de protección.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección de los conductores de protección Sp (mm ²)
S < 16	Sp = S
16 < S < 35	Sp = 16
S > 35	Sp = S/2

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

_ 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.

_ 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- _ Conductores en los cables multiconductores.
- _ Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos.
- _ Conductores separados desnudos o aislados.

5.4. Condiciones Técnicas para Alumbrado Exterior.

5.4.1. Objeto.

Estas Condiciones Técnicas Particulares, determina las condiciones mínimas aceptables de la calidad de los materiales (excluidas las obras civiles de canalización, arquetas y fundaciones de báculos y columnas) y de ejecución de la Instalación Eléctrica de Alumbrado Exterior, acorde a lo estipulado por el REAL DECRETO 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, el DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias, el REAL DECRETO 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones Técnicas Complementarias EA-01 a EA-07, así como el REAL DECRETO 243/1992, de 13 de marzo por el que se

aprueba el Reglamento de la Ley 31/1988, de 31 de octubre, sobre protección de la Calidad Astronómica de los observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias.

5.4.2. Campo de aplicación.

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos y mantenimiento de materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas de Alumbrado Exterior reguladas por el DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre anteriormente enunciado, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad.

5.4.3. Características, calidades y condiciones generales de los materiales eléctricos.

Como regla general, todas las obras se ejecutarán con materiales de calidad reconocida y siguiendo las reglas de la buena construcción sancionadas por la costumbre.

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las normas UNE que les correspondan y que sean señaladas como de obligado cumplimiento en la Instrucción ITC-BT-44 del REBT relativa a receptores de alumbrado y lo que establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.

5.4.3.1. Componentes de la instalación de alumbrado exterior.

Genéricamente la instalación de Alumbrado Exterior contará con:

- Acometida (Subterránea o, alternativamente, Red Aérea).
- Conductores.
- Soportes de Luminarias (Columnas, báculos y brazos).

- Luminarias.
- Lámparas y equipos auxiliares.
- Cuadros de Mando y Protección.
- Equipos Reductores-Estabilizadores.
- Red de tierras.
- Protecciones mecánicas.
- Zanjas, cimentaciones y demás elementos de obra civil.

5.4.3.2. Control y aceptación de los elementos y equipos que conforman la instalación de alumbrado exterior.

La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica de Alumbrado Exterior sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.) y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE.

Concretamente por cada elemento tipo, estas indicaciones para su correcta identificación serán las siguientes:

Conductores:

- Marca de identificación en las bobinas, según especificaciones de proyecto.
- Tipo de conductor, Año de fabricación y Fabricante.
- Características según Normas UNE.
- Distintivo de calidad: Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MICT)

Soportes de Luminarias:

- Distintivo de calidad: Marca AENOR homologada por el Ministerio de Industria.

Cuadros generales de distribución:

- Distintivo de calidad: Tipos homologados por el MICT.

Luminarias - Lámparas.

- Características, marca y modelo. Potencia eléctrica.
- Factor de potencia por luminaria. Tipo de lámpara. Nivel de iluminación en lúmenes. Características especiales de la luminaria.

5.4.3.3. Conductores.

Los conductores, multipolares o unipolares, serán de cobre con aislamiento de polietileno reticulado, con cubierta de policloruro de vinilo y tensión asignada de 0,6/1 Kv. Deberán cumplir las normas UNE que les son de aplicación. Para la red provisional de Baja Tensión serán de aluminio. El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro, no podrá ser utilizado por ningún otro circuito.

5.4.4.4. Soportes de luminarias: columnas, báculos y brazos.

Las columnas que soportan las luminarias serán de material resistente a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidas contra éstas, no permitiendo la entrada de agua de lluvia ni la acumulación de agua de condensación.

Si éstas son de chapa de acero deberán cumplir el RD 2642/85, RD 401/89 y OM de 16 de Mayo de 1989 y serán de calidad mínima A-360, Grado "B", según Norma UNE correspondiente, de superficie continua y exenta de imperfecciones, manchas, bultos o ampollas, y de cualquier abertura, puerta o agujero.

Su espesor será de 3 y 4 mm, para las columnas de 10 m. de altura y de 3,2 mm, para las de 5 m, galvanizadas por inmersión en caliente, siendo su

superficie, tanto interior como exterior, perfectamente lisa y homogénea, sin presentar irregularidades o defectos que indiquen mala calidad de los materiales, imperfecciones en la ejecución u ofrezcan mal aspecto exterior.

Llevará un registro, dotado de una puerta o trampilla con grado de protección IP44 e IK10 y que sólo se pueda abrir con el empleo de útiles especiales, disponiendo de borne de tierra cuando sea metálica, siendo la tolerancia entre puerta y alojamiento inferior de 2 mm. Este registro estará situado a una altura mínima de 30 cm, además estará reforzada la columna en este punto.

5.4.4.5. Luminarias

Cada luminaria estará dotada de dispositivos de protección contra cortocircuitos y serán conformes a la norma UNE que le sea de aplicación en el caso de proyectores de exterior. Serán de Clase I o de Clase II.

Serán del tipo cerradas, con vidrio plano y equipado con lámparas, con carcasa fabricada en fundición de aluminio.

Las características de las luminarias para alumbrado vial deberán estar construidas de modo que toda la luz emitida se proyecte por debajo del plano horizontal tangente al punto más bajo de la luminaria.

5.4.4.6. Cuadro de alumbrado exterior

Se emplearán los descritos en la memoria y en el presupuesto del presente proyecto y serán de poliéster, fibra de vidrio prensado, tipo armario cerrado, registrable por la parte anterior, dotado de sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo por parte del personal autorizado, con puerta de acceso situada a una altura comprendida entre 2 m y 30 cm.

Dispondrá de las correspondientes protecciones de las líneas de alimentación a los puntos de luz y de control, con corte omnipolar, tanto contra sobreintensidades como contra corrientes de defecto a tierra y sobrentensiones y en todo caso cumplirán con los valores de intensidad de defecto y de resistencia de puesta de tierra estipulada en la ITC-BT-09 del REBT.

Si la instalación está dotada de interruptores horarios o con células fotoeléctricas, se instalará adicionalmente un interruptor manual para accionamiento del sistema independientemente a los dispositivos enunciados.

La envolvente del cuadro tendrá como mínimo un grado de protección IP55 e IK10.

5.4.4.7. Acometida subterránea.

Se emplearán sistemas y materiales adecuados descritos en ITC-BT-07 del REBT y sus cables irán entubados y cumplirán lo estipulado por la Norma UNE que les corresponda, empleándose tubos indicados en ITC-BT-21 con un grado de protección adecuado según la mencionada instrucción.

Su sección mínima será de 6 mm², incluido el neutro y en distribuciones trifásicas tetrapolares, la sección del neutro será conforme a lo indicado en la tabla 1 de la ITC-BT-07 para conductores de fase de sección superior a 6 mm².

Los cables podrán ir hormigonados en zanja o no.

5.4.4.8. Equipos estabilizadores-reductores.

Permitirán las funciones de reducir el nivel de iluminación y estabilizar la tensión de alimentación a los puntos de luz y lograr un ahorro económico en el consumo de energía eléctrica y en el mantenimiento de la instalación.

Los equipos realizarán el arranque de las lámparas a tensión de red, las transiciones del nivel nominal al reducido o viceversa, así como la estabilización de la tensión, se hará a una velocidad mínima de 5 voltios por minuto y el autotransformador dispondrá de más de ocho tomas.

Se colocarán en cabecera de línea, en un cuerpo compacto con el centro de mando de la instalación. Serán totalmente estáticos, descartando cualquier otro equipo que lleve incorporado partes móviles o electromecánicas para el proceso de estabilización y/o reducción.

Cumplirán los requisitos fundamentales siguientes:

- No afectarán al funcionamiento del alumbrado.
- No perjudicarán la vida de los componentes de la instalación de alumbrado.
- Deben de poseer la máxima fiabilidad.
- Deben permitir la máxima eficiencia energética.

5.4.4.9. Puesta a tierra

Los conductores empleados en la red de tierra deberán ser:

a) Desnudos, de cobre, de 35 mm² de sección mínima, en la situación de formar parte de la propia red de tierra.

b) Aislados, mediante cables de tensión 450/750 V, con recubrimiento verde-amarillo, conductor de cobre de 16 mm² de sección mínima para redes subterráneas y de igual sección si se trata de conductores de fase para redes posadas, en cuyo caso discurren por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V con recubrimiento verde-amarillo, conductor de cobre de 16 mm² de sección mínima.

5.4.5. Ejecución o montaje de la instalación

5.4.5.1.-Consideraciones generales

Las instalaciones eléctricas de Alumbrado Exterior serán ejecutadas por instaladores eléctricos autorizados, para el ejercicio de esta actividad, según DECRETO 141/2009 e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC del REBT, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y a la reglamentación vigente.

5.4.5.2. Fases de ejecución.

5.4.5.2.1. Red subterránea.

Los tubos irán enterrados a una profundidad mínima de 40 cm del nivel del suelo medidos desde la cota inferior del tubo y su diámetro interior no será inferior a 60 mm.

Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25 m por encima del tubo.

En los cruzamientos de calzadas, la canalización, además de estar entubada, irá obligatoriamente hormigonada, instalándose además como mínimo un tubo de reserva.

Los empalmes y derivaciones se realizarán en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 30 cm sobre el nivel del suelo o en una arqueta registrable que garanticen, en ambos casos, la continuidad, aislamiento y estanqueidad del conductor.

5.4.5.2.2. Conductores.

Serán suministrados en bobinas de madera, y su carga y descarga sobre camiones o remolques apropiados se hará siempre mediante una barra adecuada que pasa por el orificio central de la bobina. Bajo ningún concepto se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

Antes de comenzar el tendido del cable en la canalización, se estudiará el lugar más adecuado para la colocación de la bobina con objeto de facilitar el tendido.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante el tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

El tendido del cable podrá efectuarse a mano o mediante cabrestante, tirando del extremo al que se le habrá adaptado una camisa adecuada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no deba pasar el indicado por el fabricante del mismo.

En caso de tendido con cabrestante será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción, y con dispositivo de desconexión del motor del cabrestante cuando la tracción alcance el valor máximo permitido. Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o raspaduras. En las arquetas, para evitar los roces y raspaduras con el principio de las canalizaciones, se instalarán rodillos especiales que obliguen al conductor a ir centrado a la entrada.

5.4.5.2.3. Soportes de luminarias.

Se instalarán mediante camión-grúa y se tendrá en cuenta su perfecto aplomado.

Se tomarán todas las precauciones durante su instalación para no dañarlos ni variar la inclinación de su brazo, en caso de que sufriesen abolladuras será la Dirección Facultativa de la obra la que decida si se reparan o sustituyen.

- En la instalación eléctrica por el interior de las columnas se observará lo siguiente:
 - Se utilizarán conductores aislados, de tensión asignada 0,6/1kV.
 - La sección mínima de los conductores será de 2,5 mm².
- Los conductores no tendrán empalmes en el interior de las columnas o brazos.
- En los puntos de entrada de los cables al interior, los conductores tendrán una protección suplementaria de material aislante.
- La conexión a los terminales estará hecha de forma que no ejerzan sobre los conductores esfuerzos de tracción.

5.4.5.2.4. Luminarias.

Los conductores de alimentación a la luminaria instalados por el interior de los báculos y columnas, deberán ser soportados mecánicamente por la luminaria, no admitiéndose que cuelgue directamente del balastro especial. A tal fin, la luminaria deberá estar dotada de un aprietahilos adecuados al caso.

Todas las piezas metálicas de la luminaria y equipo de la misma estarán conectadas a la red de tierra de alumbrado.

Esta conexión se realizará mediante uno de los conductores del cable que partiendo de la caja de paso y derivación, conecta las luminarias.

Las luminarias deberán instalarse sin ninguna inclinación.

5.4.5.2.5. Cuadro de alumbrado exterior.

Los cuadros de mando y protección de Alumbrado Exterior se ubicarán en sitio visible y accesible, lo más cercano posible a los C.T. de la empresa suministradora.

El montaje de los distintos aparatos se efectuará en armario de tamaño adecuado a los elementos a alojar en su interior, dejando un 25% de más en reserva a posibles reformas o ampliaciones y dispondrán de cierre de seguridad con anclaje a tres puntos.

La conexión de los distintos aparatos se realizará mediante cable unipolar de cobre, de secciones acordes con las intensidades, con aislamiento 1KV, con acabado con bandejas plásticas espirales plásticas.

Todas las conexiones eléctricas se realizarán por la parte posterior con terminales en todos los puntos del cable.

Las partes metálicas del cuadro irán conectadas a tierra.

El accionamiento del encendido será automático, teniendo así mismo la posibilidad de ser manual, actuando sobre el circuito de fuerza mediante

interruptor. El encendido automático se podrá gobernar mediante reloj astronómico, programando la reducción de flujo luminoso con un reloj de media noche que puede estar incorporado al programa del reloj astronómico o por célula fotoeléctrica.

5.4.5.2.6. Tomas de tierra

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control.

Se instalarán junto a los cuadros de distribución de Alumbrado Exterior y en los puntos indicados en el Proyecto, en todos los circuitos de Alumbrado exterior.

En las redes de tierra se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea.

Todas las partes metálicas de los soportes de las luminarias estarán conectadas a tierra.

Una vez efectuada la instalación de las tomas de tierra y conectadas las columnas a las líneas de alumbrado, se efectuará una medición del conjunto por cada línea.

La resistencia máxima de puesta a tierra será tal que a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier condición y época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24V en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros, etc.).

5.4.6. Pruebas y ensayos

Terminadas las obras e instalaciones y después de efectuado el reconocimiento, y como requisito previo a la recepción de las mismas, se procederá a la presentación de la documentación administrativa ante la Administración competente según lo estipulado por el Decreto 141/2009, incluidos los planos de fin de obra con las mediciones reales, soportes adhesivos

para colocar en los puntos de luz debidamente numerados, así como una certificación suscrita por la Dirección Facultativa de las obras, que podrá solicitar la colaboración de un laboratorio acreditado y visado por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias con los resultados obtenidos, entre otras, en las siguientes pruebas y ensayos que se indican a continuación:

– **Caída de tensión:** con todos los puntos de consumo de cada cuadro ya conectado, se medirá la tensión en la acometida y en los extremos de los diversos circuitos. La caída de tensión en cada circuito no será superior al 3% de la tensión existente en el orden de la instalación.

– **Equilibrado de cargas.**

– **Equilibrio entre fases:** se medirán las intensidades en cada una de las fases, debiendo existir el máximo equilibrio posible entre ellas.

– **Identificación de las fases:** se comprobará que en el cuadro de mando y en todos aquellos en que se realicen conexiones, los conductores de las diversas fases y el neutro serán fácilmente identificables por el color.

– **Medida de aislamiento de la instalación:** el ensayo de aislamiento se realizará para cada uno de los conductores activos en relación con el neutro puesto a tierra, o entre conductores activos aislados.

– **Medición de tierras con un óhmetro previamente calibrado,** verificando, la Dirección Facultativa, que están dentro de los límites admitidos.

– **Medición del factor de potencia de la instalación.**

– **Protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos:** se comprobará que la intensidad nominal de los diversos interruptores automáticos sea igual o inferior al valor de la intensidad máxima del servicio del conductor protegido.

– **Empalmes y conexiones:** se comprobará que las conexiones de los conductores son seguras y que los contactos no se calientan normalmente.

– **Medidas de iluminación:** iluminancias, luminancias y deslumbramientos. La medida de iluminación media y del coeficiente de uniformidad constituye el índice práctico fundamental de calidad de la instalación de alumbrado; por ello será totalmente inadmisibles recibirla sin haber comprobado previamente que la iluminación alcanza los niveles previstos y la uniformidad exigible. Se verificará que el municipio donde se realiza el presente proyecto se encuentra afectado o no por REAL DECRETO 243/1992, de 13 de marzo por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 31/1988, de 31 de octubre, sobre protección de la Calidad Astronómica de los observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias.

– **Comprobación del nivel medio de alumbrado** será verificado pasados 30 días de funcionamiento de las instalaciones. Los valores obtenidos multiplicados por el factor de conservación se indicarán en un plano, el cual se incluirá como anexo al Acta de Recepción Provisional.

– **Comprobación de la separación entre los puntos de luz.**

– **Comprobación de la verticalidad y la horizontalidad de los puntos de luz.**

Todo ello sin perjuicio de cuantos ensayos, comprobaciones fotométricas y pruebas de toda índole se considere necesario por la Dirección Facultativa.

Las pruebas señaladas se realizarán en presencia de la Dirección Facultativa comprobando éste su ejecución y resultados.

ULL

Universidad
de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**Instalación eléctrica y sistema de agua caliente
sanitaria de un camping basados en energías
renovables**

❖ AUTOR: *ADRIÁN CABRERA HERNÁNDEZ*

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

ÍNDICE:

1. Descripción de Partidas.....	3
2. Resumen de Partidas contempladas.....	13

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 Instalación Fotovoltaica									
01.01	uds Modulo Fotovoltaico A-310 GSE								
	Presupuestos anteriores					108,00			
							108,00	428,20	46.245,60
01.02	uds Inversor Fotovoltaico Sunny Tripower 6000TL								
	Presupuestos anteriores					6,00			
							6,00	3.054,10	18.324,60
01.03	uds Estructura Fotovoltaica STR05V-1642-994								
	Presupuestos anteriores					18,00			
							18,00	434,78	7.826,04
01.04	uds Estructura Fotovoltaica STR03V-1642-994								
	Presupuestos anteriores					6,00			
							6,00	318,89	1.913,34
01.05	uds Acumuladores Fotovoltaicos 12 OPzS 1200								
	Presupuestos anteriores					424,00			
							424,00	467,74	198.321,76
01.06	uds Inversor Sunny Island 8.0 H								
	Presupuestos anteriores					6,00			
							6,00	4.010,00	24.060,00
01.07	uds Multicluster 6.3								
	Presupuestos anteriores					1,00			
							1,00	6.564,70	6.564,70
	TOTAL CAPÍTULO 01 Instalación Fotovoltaica.....								303.256,04

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 Instalación solar termica									
02.01	uds Captador solar térmico Vitosol 200T								
	Presupuestos anteriores					10,00			
							10,00	2.923,00	29.230,00
02.02	uds Acumulador MVV-2000 SSB								
	Presupuestos anteriores					1,00			
							1,00	7.041,00	7.041,00
02.03	uds Estructura STR05V-1642-994								
	Presupuestos anteriores					2,00			
							2,00	434,78	869,56
02.04	uds Bomba de Circulacion Grundfos TP 32-230/2								
	Presupuestos anteriores					2,00			
							2,00	2.137,00	4.274,00
02.05	uds Caldera de gas auxiliar Vitocrossal 200								
	Presupuestos anteriores					1,00			
							1,00	12.994,00	12.994,00
02.06	uds Vaso de expansión Gerce 200								
	Presupuestos anteriores					1,00			
							1,00	398,69	398,69
	TOTAL CAPÍTULO 02 Instalación solar termica.....								54.807,25

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 Grupos de bombeo de suministro									
03.01	Bomba centrifuga Grundfos TP 32-230/2								
	Presupuestos anteriores					1,00			
							1,00	2.137,00	2.137,00
03.02	Bomba centrifuga Grundfos TP 40-230/2								
	Presupuestos anteriores					1,00			
							1,00	2.356,00	2.356,00
03.03	Bomba centrifuga Grundfos TP 50-290/2								
	Presupuestos anteriores					4,00			
							4,00	2.800,00	11.200,00
	TOTAL CAPÍTULO 03 Grupos de bombeo de suministro.....								15.693,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 Luminarias									
SUBCAPÍTULO 04.01 Luminarias interior									
04.01.01	uds Luminaria empotrada en techo Philips 1*LED34S/830								
	Presupuestos anteriores					24,00			
							24,00	283,00	6.792,00
04.01.02	uds Luminaria empotrada en techo Philips 1*TL-DR58W								
	Presupuestos anteriores					6,00			
							6,00	83,00	498,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 04.01 Luminarias interior.....									7.290,00
SUBCAPÍTULO 04.02 Luminarias Exterior									
04.02.01	uds Lumanimaria de columna residencial Philips LUMA 1xECO60/830								
	Presupuestos anteriores					16,00			
							16,00	1.281,00	20.496,00
04.02.02	uds Lumanimaria de columna residencial Philips LUMA 1xECO40/830								
	Presupuestos anteriores					14,00			
							14,00	984,00	13.776,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 04.02 Luminarias Exterior.....									34.272,00
TOTAL CAPÍTULO 04 Luminarias.....									41.562,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 05 Material Eléctrico									
SUBCAPÍTULO 05.01 Lineas Conductoras									
05.01.01	m Línea distribución eléctrica de 1.5mm2 EXZHELLE NT SOLAR ZZ-F								
	Presupuestos anteriores						25,00		
								4,80	120,00
05.01.02	m Línea distribución eléctrica de 2.5mm2 EXZHELLE NT SOLAR ZZ-F								
	Presupuestos anteriores						460,00		
								6,10	2.806,00
05.01.03	m Línea distribución eléctrica de 4mm2 EXZHELLE NT SOLAR ZZ-F								
	Presupuestos anteriores						148,00		
								8,54	1.263,92
05.01.04	m Línea distribución eléctrica de 6mm2 EXZHELLE NT SOLAR ZZ-F								
	Presupuestos anteriores						60,00		
								9,12	547,20
05.01.05	m Línea distribución eléctrica de 10mm2 EXZHELLE NT SOLAR ZZ-F								
	Presupuestos anteriores						260,00		
								9,58	2.490,80
05.01.06	m Línea distribución eléctrica de 16mm2 EXZHELLE NT SOLAR ZZ-F								
	Presupuestos anteriores						230,00		
								10,14	2.332,20
05.01.07	m Línea distribución eléctrica de 25mm2 EXZHELLE NT SOLAR ZZ-F								
	Presupuestos anteriores						24,00		
								13,26	318,24
05.01.08	m Línea distribución eléctrica de 50mm2 REVIFLEX RV-K								
	Presupuestos anteriores						15,00		
								16,00	240,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.01 Lineas Conductoras.....									10.118,36
SUBCAPÍTULO 05.02 Proteccion de lineas									
05.02.01	uds Toma Tierra								
	Presupuestos anteriores						7,00		
								513,00	3.591,00
05.02.02	uds Fusibles Crady DO-1 16A								
	Presupuestos anteriores						32,00		
								3,15	100,80
05.02.03	uds Fusibles Crady DO-1 40A								
	Presupuestos anteriores						18,00		
								4,10	73,80
05.02.04	uds Interruptor magnetotermico GE ICP EB60								
	Presupuestos anteriores						38,00		
								25,00	950,00
05.02.05	uds Interruptor diferencial GE FPA425/030								
	Presupuestos anteriores						12,00		
								23,00	276,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.02 Proteccion de lineas.....									4.991,60

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 05.03 Dispensador de energia									
05.03.01	Dispensador de energía CIRCUTOR DISPENSER BII								
	Presupuestos anteriores						28,00		
								28,00	158,72
									4.444,16
05.03.02	Tarjetas del dispensador DCARD								
	Presupuestos anteriores						35,00		
								35,00	13,23
									463,05
	TOTAL SUBCAPÍTULO 05.03 Dispensador de energia.....								4.907,21
	TOTAL CAPÍTULO 05 Material Eléctrico.....								20.017,17

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 06 Material de fontanería									
SUBCAPÍTULO 06.01 Tuberías de cobre									
06.01.01	m Tubería de cobre 18mm								
	Presupuestos anteriores					6,00			
							6,00	9,45	56,70
06.01.02	m Tubería de cobre 22mm								
	Presupuestos anteriores					18,00			
							18,00	10,20	183,60
06.01.03	m Tubería de cobre 28mm								
	Presupuestos anteriores					30,00			
							30,00	14,34	430,20
06.01.04	m Tubería de cobre 35mm								
	Presupuestos anteriores					17,00			
							17,00	16,90	287,30
06.01.05	m Tubería de cobre 40mm								
	Presupuestos anteriores					20,00			
							20,00	20,84	416,80
TOTAL SUBCAPÍTULO 06.01 Tuberías de cobre.....									1.374,60
SUBCAPÍTULO 06.02 Accesorios de cobre									
06.02.01	uds Codo de cobre 90° 18mm								
	Presupuestos anteriores					1,00			
							1,00	6,06	6,06
06.02.02	uds Codo de cobre 90° 22mm								
	Presupuestos anteriores					1,00			
							1,00	6,20	6,20
06.02.03	uds Codo de cobre 90° 28mm								
	Presupuestos anteriores					1,00			
							1,00	8,45	8,45
06.02.04	uds Codo de cobre 90° 35mm								
	Presupuestos anteriores					4,00			
							4,00	10,42	41,68
06.02.05	uds Codo de cobre 90° 40mm								
	Presupuestos anteriores					4,00			
							4,00	12,84	51,36
06.02.06	uds T de cobre 20mm R1/4								
	Presupuestos anteriores					2,00			
							2,00	11,50	23,00
06.02.07	uds T de cobre de 18mm								
	Presupuestos anteriores					2,00			
							2,00	18,02	36,04
06.02.08	uds T de cobre de 22mm								
	Presupuestos anteriores					2,00			
							2,00	19,78	39,56

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
06.02.09	uds T de cobre de 28mm								
	Presupuestos anteriores					2,00			
							2,00	20,04	40,08
06.02.10	uds T de cobre de 35mm								
	Presupuestos anteriores					1,00			
							1,00	21,98	21,98
06.02.11	uds T de cobre de 40mm								
	Presupuestos anteriores					1,00			
							1,00	23,41	23,41
06.02.12	uds Válvula de acero 22mm								
	Presupuestos anteriores					1,00			
							1,00	9,26	9,26
06.02.13	uds Válvula de acero 35mm								
	Presupuestos anteriores					1,00			
							1,00	17,40	17,40
06.02.14	uds Válvula de acero 40mm								
	Presupuestos anteriores					1,00			
							1,00	24,30	24,30
TOTAL SUBCAPÍTULO 06.02 Accesorios de cobre.....									348,78
SUBCAPÍTULO 06.03 Tuberías de PVC									
06.03.01	m Tubería de PVC 16mm								
	Presupuestos anteriores					10,00			
							10,00	5,50	55,00
06.03.02	m Tubería de PVC 20mm								
	Presupuestos anteriores					3,00			
							3,00	5,68	17,04
06.03.03	m Tubería de PVC 25mm								
	Presupuestos anteriores					50,00			
							50,00	6,06	303,00
06.03.04	m Tubería de PVC 32mm								
	Presupuestos anteriores					10,00			
							10,00	6,48	64,80
06.03.05	m Tubería de PVC 40mm								
	Presupuestos anteriores					216,00			
							216,00	7,90	1.706,40
06.03.06	m Tubería de PVC 50mm								
	Presupuestos anteriores					116,00			
							116,00	8,10	939,60
TOTAL SUBCAPÍTULO 06.03 Tuberías de PVC.....									3.085,84

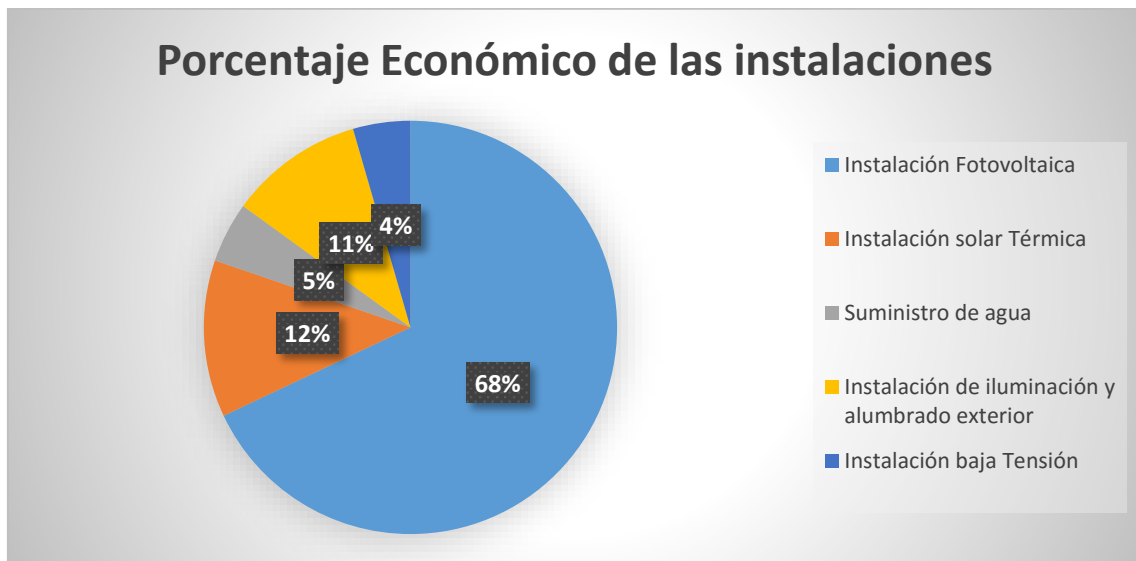
PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 06.04 Accesorios de PVC									
06.04.01	uds Codo de PVC 90° 16mm								
	Presupuestos anteriores					1,00			
							1,00	5,29	5,29
06.04.02	uds Codo de PVC 90° 32mm								
	Presupuestos anteriores					2,00			
							2,00	5,52	11,04
06.04.03	uds Codo de PVC 90° 40mm								
	Presupuestos anteriores					22,00			
							22,00	5,74	126,28
06.04.04	uds Codo de PVC 90° 50mm								
	Presupuestos anteriores					16,00			
							16,00	5,76	92,16
06.04.05	uds Contracción PVC 1/4 50mm								
	Presupuestos anteriores					2,00			
							2,00	5,74	11,48
06.04.06	uds T de PVC 16 mm								
	Presupuestos anteriores					4,00			
							4,00	5,45	21,80
06.04.07	uds T de PVC 32 mm								
	Presupuestos anteriores					10,00			
							10,00	5,65	56,50
06.04.08	uds T de PVC 40 mm								
	Presupuestos anteriores					18,00			
							18,00	6,08	109,44
06.04.09	uds T de PVC 50 mm								
	Presupuestos anteriores					9,00			
							9,00	6,50	58,50
06.04.10	uds Válvula de PVC 32mm								
	Presupuestos anteriores					1,00			
							1,00	12,08	12,08
06.04.11	uds Válvula de PVC 40mm								
	Presupuestos anteriores					5,00			
							5,00	12,38	61,90
06.04.12	uds Válvula de PVC 50mm								
	Presupuestos anteriores					5,00			
							5,00	12,44	62,20
TOTAL SUBCAPÍTULO 06.04 Accesorios de PVC									628,67
TOTAL CAPÍTULO 06 Material de fontanería.....									5.437,89

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 07 Trabajos complementarios									
07.01	m3 EXC.ZANJA SANEAM. T.FLOJO MEC. Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares.								
	Presupuestos anteriores						300,00		
							300,00	18,01	5.403,00
	TOTAL CAPÍTULO 07 Trabajos complementarios.....								5.403,00
	TOTAL.....								446.176,35

Los precios definidos en las partidas presupuestarias están regulados por el Estado Español, por lo que cada precio unitario es la suma del producto más la mano de obra de su correspondiente instalación regulada por el estado.

A continuación, se muestra un gráfico circular que representa de manera informativa, los porcentajes de cada instalación contando mano de obra y material respecto al precio total, sin tener en cuenta los gastos generales (GG) el beneficio industrial (BI) y el IGIC.



Gráfica 1.1. Porcentaje Económico de las instalaciones.

Podemos observar como el 68% del presupuesto corresponde a la generación de corriente eléctrica, siendo el coste de los acumuladores el responsable principal del presupuesto, ya que solo los acumuladores corresponden al 42.1% del presupuesto total, sin tener en cuenta los gastos generales (GG) el beneficio industrial (BI) y el IGIC.

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	Instalación Fotovoltaica.....	303.256,04	67,97
2	Instalación solar termica.....	54.807,25	12,28
3	Grupos de bombeo de suministro.....	15.693,00	3,52
4	Luminarias.....	41.562,00	9,32
-04.01	-Luminarias interior.....	7.290,00	
-04.02	-Luminarias Exterior.....	34.272,00	
5	Material Eléctrico.....	20.017,17	4,49
-05.01	-Líneas Conductoras.....	10.118,36	
-05.02	-Procteción de lineas.....	4.991,60	
-05.03	-Dispensador de energia.....	4.907,21	
6	Material de fontaneria.....	5.437,89	1,22
-06.01	-Tuberías de cobre.....	1.374,60	
-06.02	-Accesorios de cobre.....	348,78	
-06.03	-Tuberías de PVC.....	3.085,84	
-06.04	-Accesorios de PVC.....	628,67	
7	Trabajos complementarios.....	5.403,00	1,21
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		446.176,35	
16,00 % Gastos generales.....		71.388,22	
6,00 % Beneficio industrial.....		26.770,58	
SUMA DE G.G. y B.I.		98.158,80	
7,00 % IGIC.....		38.103,46	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		582.438,61	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		582.438,61	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de QUINIENTOS OCHENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS

San Cristóbal de La Laguna, a 16 septiembre 2016.

El promotor

La dirección facultativa

ULL

Universidad
de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**Instalación eléctrica y sistema de agua caliente
sanitaria de un camping basados en energías
renovables**

❖ AUTOR: *ADRIÁN CABRERA HERNÁNDEZ*

**ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y
SALUD**

ÍNDICE:

1. Objeto del estudio básico de seguridad y salud.	4
1.1. Datos generales e identificativos de la obra.....	5
1.1.1 <i>Situación o emplazamiento de la obra</i>	5
1.1.2. <i>Topografía y entorno de la obra / edificación:</i>	5
1.1.3. <i>Subsuelo e instalaciones subterráneas:</i>	5
1.1.4. <i>Presupuesto de ejecución material (de contrata) de la obra</i>	5
1.1.5. <i>Presupuesto de ejecución del estudio de seguridad y salud:</i>	6
1.1.6. <i>Duración de la obra y máximo número de trabajadores.</i>	6
1.1.7. <i>Materiales previstos en la construcción</i>	6
1.1.8. <i>Titular/ Promotor de la obra / edificación</i>	6
1.1.9. <i>Coordinador en materia de Seguridad y salud</i>	6
1.1.10. <i>Ingeniero-Redactor del proyecto de edificación/ instalaciones</i>	6
1.1.11. <i>Ingeniero-Director de la obra de edificación /instalaciones</i>	7
1.1.12. <i>Empresa contratista de la obra de edificación / instalaciones</i>	7
1.1.13. <i>Encargado de la obra de edificación / instalaciones</i>	7
1.2. Medidas de higiene personal e instalaciones del personal.....	7
1.3. Consideración general de riesgos.....	8
1.3.2. <i>Topografía y entorno</i>	8
1.3.3. <i>Subsuelo e instalaciones subterráneas</i>	8
1.3.4. <i>Edificación proyectada</i>	8
1.3.5. <i>Duración de la obra y máximo número de trabajadores</i>	8
1.3.6. <i>Materiales previstos en la construcción, peligrosidad y toxicidad de los mismos</i>	8
2. Normas de seguridad aplicables en la obra.....	9
3. Descripción de la actividad a realizar.....	9
3.1. Recursos considerados para la instalación de electricidad, iluminación y generación fotovoltaica.....	9

3.2. Recursos considerados para la instalación de agua caliente sanitaria y suministro de agua.....	11
4. Identificación y valores de riesgos.....	12
4.1. Evaluación de riesgos considerados para la instalación de electricidad, iluminación y generación fotovoltaica.....	14
4.2. Evaluación de riesgos considerados para la instalación de agua caliente sanitaria y suministro de agua.....	15
5. Normas específicas de actuación preventiva.....	15
5.1 Normas de Actuación Preventiva.....	16
5.2 Intervención en instalaciones eléctricas.....	17
6. medias auxiliares y otras normas de aplicación según la obra.....	23

1. Antecedentes y Objeto del estudio básico de seguridad y salud.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Los supuestos previstos son los siguientes:

- El presupuesto de Ejecución por Contrata es superior a 450.760 € (75 millones de pesetas).
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada sea superior a 500 trabajadores/día
- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

El Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, normativa de carácter reglamentaria, fija y concreta los aspectos técnicos de las medidas preventivas para garantizar la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores del sector de la construcción.

En el presente Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores, siempre dentro del marco de la Ley 31/1.995 de prevención de Riesgos Laborables. En definitiva, servirá para marcar las directrices básicas a la empresa constructora o contratista para llevar a cabo sus obligaciones en materia de prevención de riesgos profesionales, bajo el control de la figura del Coordinador de Seguridad y Salud, de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. Se deberá de formar a todo el personal que trabaje en la

obra sobre las medidas de seguridad contenidas en el presente estudio, así como de las contenidas en el posterior Plan de Seguridad y Salud antes de su puesta en marcha.

1.1. Datos generales e identificativos de la obra.

1.1.1 Situación o emplazamiento de la obra.

El camping se encuentra en la provincia de las Palmas, en el municipio de Puerto del Rosario, situado al noreste del aeropuerto de Fuerteventura, del que solo dista 1 kilómetro.

El acceso se realizará mediante el polígono industrial El Matorral, desde donde se accederá a una carretera de tierra, la cual tiene su fin en el camping.

La distancia al hospital, ambulatorio o centro de salud más cercano es aproximadamente de 8 km.

La distancia de los Servicios de bomberos y policía más cercanos aproximadamente es de 10 km.

1.1.2. Topografía y entorno de la obra / edificación.

La parcela se encuentra fuera de la linde del dominio marítimo público-terrestre establecida por costas, en la playa de las Caletillas, y a 500 metros del polígono industrial del Matorral.

La intensidad de circulación es muy baja, aunque se espera en los próximos años que aumente debido a los trabajos, por parte del ayuntamiento de Puerto del Rosario, de la rehabilitación y mejora de la Playa de Las Caletillas.

1.1.3. Subsuelo e instalaciones subterráneas.

El estudio geológico del suelo indica que el subsuelo está formado por tierras basálticas (coladas y piroclastos).

1.1.4. Presupuesto de ejecución material (de contrata) de la obra.

Importe del Presupuesto de ejecución material es cuatrocientos veinte mil cuatrocientos cuarenta y seis euros con ochenta y cuatro céntimos. (420.446,84 euros)

1.1.5. Presupuesto de ejecución del estudio de seguridad y salud.

Importe del Presupuesto de ejecución del estudio de seguridad y salud está dentro del presupuesto de ejecución material.

1.1.6. Duración de la obra y máximo número de trabajadores.

La previsión de duración de la obra es de 26 días.

El número máximo (simultáneo) de trabajadores en la obra asciende a 18 trabajadores.

1.1.7. Materiales previstos en la construcción.

No está previsto el empleo de materiales peligrosos o tóxicos, ni tampoco elementos o piezas constructivas de peligrosidad desconocida en su puesta en obra, tampoco se prevé el uso de productos tóxicos en el proceso de edificación.

1.1.8. Titular/ Promotor de la obra / edificación.

- Nombre: Adrián Cabrera Hernández
- Dirección: C/Mojón, 19, El Matorral, Puerto del Rosario, 35610
- Teléfono: 663515077

1.1.9. Coordinador en materia de Seguridad y salud.

- Nombre: Adrián Cabrera Hernández
- Dirección: C/Mojón, 19, El Matorral, Puerto del Rosario, 35610
- Teléfono: 663515077

1.1.10. Ingeniero-Redactor del proyecto de edificación / instalaciones.

- Nombre: Adrián Cabrera Hernández
- Dirección: C/Mojón, 19, El Matorral, Puerto del Rosario, 35610
- Teléfono: 66351507

1.1.11. Ingeniero-Director de la obra de edificación / instalaciones.

- Nombre: Adrián Cabrera Hernández
- Dirección: C/Mojón, 19, El Matorral, Puerto del Rosario, 35610
- Teléfono: 663515077

1.1.12. Empresa contratista de la obra de edificación / instalaciones.

- Nombre: ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA
- Dirección: Avda. Astrofísico Francisco Sánchez S/N 38206.La Laguna
- Localidad: Santa Cruz de Tenerife
- Tlf.: 922 31 35 02
- Página Web : www.ull.es

1.1.13. Encargado de la obra de edificación / instalaciones.

- Nombre: Adrián Cabrera Hernández
- Dirección: C/Mojón, 19, El Matorral, Puerto del Rosario, 35610
- Teléfono: 663515077

1.2. Medidas de higiene personal e instalaciones del personal.

La previsión, para estas instalaciones de higiene del personal son: Barracones metálicos para vestuarios, comedor y aseos.

Dotación de los aseos:

- 2 retretes de taza turca con cisterna, agua corriente y papel higiénico. Con agua fría y caliente.

- 2 lavabos individuales con agua corriente, jabón y secador de aire caliente. Espejos de dimensiones apropiados.
- 2 Dotación del vestuario: Taquillas individuales con llave. Bancos de madera. Espejo de dimensiones apropiadas.

1.3. Consideración general de riesgos.

1.3.1. Situación de la edificación.

Por la situación, NO se generan riesgos.

1.3.2. Topografía y entorno.

El nivel de riesgo BAJO condicionantes de riesgo aparentes, tanto para la circulación de vehículos, aunque se debe tener total consideración con la exposición solar de los trabajadores.

1.3.3. Subsuelo e instalaciones subterráneas.

NO EXISTE Riesgo de derrumbamiento de los taludes laterales en caso de excavación, con posible arrastre de instalaciones subterráneas si las hubiere.

1.3.4. Edificación proyectada.

EXISTE Riesgo BAJO y normal en todos los componentes de la edificación proyectada, tanto por las dimensiones de los elementos constructivos como por la altura de la edificación.

1.3.5. Duración de la obra y máximo número de trabajadores.

Riesgos normales para un calendario de obra normal y un número de trabajadores máximo fácil de organizar.

1.3.6. Materiales previstos en la construcción, peligrosidad y toxicidad de los mismos.

Todos los materiales componentes de la son perfectamente conocidos y no suponen ningún riesgo adicional, tanto por su composición como por sus dimensiones y formas. En cuanto a materiales auxiliares en la construcción, o productos, no se prevén otros que los conocidos y no tóxicos.

2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual. Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994)
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

3. Descripción de la actividad a realizar.

Se trata de la instalación de agua caliente sanitaria, suministro de agua, instalación de iluminación y alumbrado exterior, Instalación de la planta fotovoltaica e instalación de baja tensión, destinado a un camping de playa.

3.1. Recursos considerados para la instalación de electricidad, iluminación y generación fotovoltaica.

Materiales

Cables, mangueras eléctricas, tubos de conducción (corrugados, rígidos, blindados, etc.), cajetines, regletas, anclajes, presacables, aparamenta, cuadros, bandejas, soportes, grapas, abrazaderas, tornillería, siliconas, accesorios, etc

Los tubos o canalizaciones portables pueden ir empotrados, vistosos, enterrados, así como sus cajas de distribución que deberán tener acceso para realizar en las operaciones de conexión y reparación. En la realización de estas actividades, antes de su inicio, debe garantizarse el suministro de los materiales necesarios para llevar a cabo la instalación. Para ello se deberá considerar un previo acopio de material en un espacio predeterminado cerrado para almacenar en condiciones seguras cables, tubos, etc.

Equipo humano:

- Responsable técnico a pie de obra.
- Mando intermedio.
- Oficiales electricista y peones electricistas.
- Ayudas de albañilería.

Herramientas:

- Herramientas eléctricas portátiles: esmeriladora radial, taladradora, martillo picador eléctrico, multímetro o comprobador de tensión, chequeador portátil de la instalación.
- Herramientas de combustión: pistola fijadora de clavos, equipo de soldadura de propano o butano.
- Herramientas manuales: pistola fija-clavos, cuchilla, tijera, destornilladores, martillos, pelacables, cizalla cortacables, sierra de arco para metales, caja completa de herramientas dieléctricas homologadas, reglas, escuadras, nivel, etc.
- Herramientas de tracción: ternaes, trócolas y poleas.

Maquinaria:

- Motores eléctricos, sierra de metales, grúa, cabrestante.

- También será necesario tener en cuenta los medios auxiliares necesarios para llevar a cabo la realización de la instalación:

Medios Auxiliares:

- Andamios de estructura tubular móvil, andamios colgantes, andamio de caballete, banqueta aislante, alfombra aislante, lona aislante de apantallamiento, puntales, caballetes, redes, cuerdas, escaleras de mano, escaleras de tijera, cestas, señales de seguridad, vallas, balizas de advertencia de señalización de riesgos y letreros de advertencia a terceros

3.2. Recursos considerados para la instalación de agua caliente sanitaria y suministro de agua.

Para la ejecución de los conductos se emplearán los siguientes materiales:

- Tuberías en distintos materiales (cobre, hierro, PVC) y accesorios
- Estopas, teflones
- Estaño con aleaciones.
- Grapas y tornillería.
- Siliconas, Cementos químicos.
- Disolventes, desengrasantes, desoxidantes, pintura.
- Equipos de aire acondicionado y ventilación
- Chapas metálicas.

- Espumas para aislamiento térmico y acústico

Para realizar la instalación de conductos de fluidos será imprescindible considerar el siguiente equipo humano:

- Responsable Técnico
- Mando Intermedio
- Fontaneros.
- Albañiles.

En cuanto a las herramientas y maquinaria necesarias, éstas son las siguientes:

- Herramientas manuales: cortador de tubos, sierra de arco para metales, reglas, escuadras, nivel, plomada, pistola fija-clavos, taladradora portátil, máquina para hacer regatas (rozadora eléctrica), terraja, amoladora angular, comprobador de tensión (voltímetro), Sierra de arco y serrucho para PVC, palancas, Caja completa de herramientas de fontanero, cizallas, etc.
- Herramientas eléctricas portátiles: esmeriladora radial para metales, taladradora y martillo picador fijaclavos.
- Herramientas de combustión: pistolas fijaclavos, lamparilla (equipo de Soldadura de propano o butano).
- Herramientas hidroneumáticas: curvadora de tubos.
- Herramientas de tracción: ternaes, trócolas y poleas.
- Maquinaria: Motores eléctricos, grúa, cabrestante. Terraja.

También será necesario considerar los siguientes medios auxiliares o útiles para llevar la realización de la instalación:

- Andamio modular tubular, andamio colgado, andamio de borriquetes, escalera de tijera, escalera de mano, pasarelas, protecciones colectivas y personales, Señales de seguridad, vallas y balizas de advertencia e indicación de riesgos. Letreros de advertencia a terceros.etc.

4. Identificación y valores de riesgos.

Del estudio detenido de los documentos (memoria, planos, pliegos de condiciones y mediciones-presupuesto de ejecución) del proyecto de la edificación objeto del presente estudio de seguridad y salud, se expondrán en primer lugar los procedimientos y equipos técnicos a utilizar para posteriormente identificar los factores y posibles riesgos de accidente de trabajo y/o de enfermedad profesional derivados de los mismos, procediendo a su posterior evaluación de manera que sirva de base al diseño e implantación posterior de aquellas medidas preventivas adecuadas y necesarias, con la indicación de las protecciones colectivas y personales exigidas para los trabajadores, de acuerdo con lo establecido por la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales.

En su evaluación se consideran los aspectos constructivos del proyecto de ejecución material de la obra o edificación, definiéndose como “probabilidad” a la posibilidad de que se materialice el riesgo, y “gravedad” (severidad) como la consecuencia, normalmente esperada, de la materialización del propio riesgo.

En la confección del Plan de Seguridad y Condiciones de Salud, esta evaluación podrá modificarse en función de la tecnología que aporte la empresa constructora o empresas que intervengan en el proceso constructivo, según lo estipulado por el Artículo 7 del R. D. 1627/1997, de 24 de Octubre.

El objetivo principal de esta evaluación es establecer un escalonamiento de prioridades para anular o en su caso controlar y reducir dichos riesgos, considerando las medidas preventivas que se desarrollan a continuación.

Tras el análisis de las características de la instalación y del personal expuesto a los riesgos se han determinado los riesgos que afectan al conjunto de la obra, a los trabajadores de una sección o zona de la obra y a los de un puesto de trabajo determinado.

La metodología utilizada en el presente estudio consiste en identificar el factor de riesgo y asociarle los riesgos derivados de su presencia. En la identificación de los riesgos se ha utilizado la lista de "Riesgos de accidente y enfermedad

profesional", basada en la clasificación oficial de formas de accidente y en el cuadro de enfermedades profesionales de la Seguridad Social.

Para la evaluación de los riesgos se utiliza el concepto "Grado de Riesgo" obtenido de la valoración conjunta de la probabilidad y la severidad de las consecuencias del mismo, definiéndose como "probabilidad" a la posibilidad de que se materialice el riesgo, y "gravedad" (severidad) como la consecuencia, normalmente esperada, de la materialización del propio riesgo.

Se han establecido cinco niveles de grado de riesgo de las diferentes combinaciones de la probabilidad y severidad, las cuales se indican en la tabla siguiente:

GRADO DE RIESGO		GRAVEDAD O SEVERIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
PROBABILIDAD	ALTA	MUY ALTO	ALTO	MODERADO
	MEDIA	ALTO	MODERADO	BAJO
	BAJA	MODERADO	BAJO	MUY BAJO

Figura 1. Grado de riesgos.

4.1. Evaluación de riesgos considerados para la instalación de electricidad, iluminación y generación fotovoltaica.

Riesgos	Probabilidad				Severidad			Evaluación
	A	M	B	NP	A	M	B	G. Riesgo
01.- Caídas de personas a distinto nivel	■				■			MUY GRAVE
02.- Caídas de personas al mismo nivel		■				■		MODERADO
03.- Caídas objetos por desplome o derrumbamiento			■		■			MODERADO
04.- Caídas de objetos en manipulación		■					■	BAJO
05.- Caídas de objetos desprendidos			■		■			MODERADO
06.- Pisadas sobre objetos		■					■	BAJO
07.- Choque contra objetos inmóviles		■					■	BAJO
08.- Choque contra objetos móviles (de máquinas)			■			■		BAJO
09.- Golpes por objetos y herramientas		■					■	BAJO
10.- Proyección de fragmentos o partículas (1)		■					■	BAJO
11.- Atrapamiento por o entre objetos			■		■			MODERADO
12.- Atrapamiento vuelco máquinas, tractores o vehículos.			■		■			MODERADO
13.- Sobreesfuerzos		■				■		MODERADO
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas				■				NO PROCEDE
15.- Contactos térmicos			■			■		BAJO
16.- Exposición a contactos eléctricos	■				■			GRAVE
17.- Exposición a sustancias nocivas			■			■		BAJO
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas			■			■		BAJO
19.- Exposición a radiaciones			■			■		BAJO
20.- Explosiones			■		■			MODERADO
21.- Incendios			■		■			MODERADO
22.- Accidentes causados por seres vivos				■				NO PROCEDE
23.- Atropello o golpes con vehículos			■		■			MODERADO
24.- E.P. producida por agentes químicos			■				■	MUY BAJO
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				■				NO PROCEDE
26.- E.P. producida por agentes físicos			■				■	MUY BAJO
27.- Enfermedad sistémica				■				NO PROCEDE
28.- Otros :				■				NO PROCEDE

Figura 2. Evaluación de riesgos Instalaciones eléctricas.

4.2. Evaluación de riesgos considerados para la instalación de agua caliente sanitaria y suministro de agua.

Riesgos	Probabilidad				Severidad			Evaluación
	A	M	B	N/P	A	M	B	G. Riesgo
01.- Caídas de personas a distinto nivel								MODERADO
02.- Caídas de personas al mismo nivel								MEDIO
03.- Caídas de objetos por desplome								MEDIO
04.- Caídas de objetos en manipulación								BAJO
05.- Caídas de objetos desprendidos								MEDIO
06.- Pisadas sobre objetos								BAJO
07.- Choque contra objetos inmóviles								BAJO
08.- Choque contra objetos móviles								BAJO
09.- Golpes por objetos y herramientas								BAJO
10.- Proyección de fragmentos o partículas								BAJO
11.- Atrapamiento por o entre objetos								MEDIO
12.- Atrapamiento vuelco máquinas, tractores o vehículos.								MEDIO
13.- Sobreesfuerzos								MEDIO
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas								NO PROCEDE
15.- Contactos térmicos								NO PROCEDE
16.- Exposición a contactos eléctricos								GRAVE
17.- Exposición a sustancias nocivas								BAJO
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas								BAJO
19.- Exposición a radiaciones								BAJO
20.- Explosiones								MEDIO
21.- Incendios								MEDIO
22.- Accidentes causados por seres vivos								NO PROCEDE
23.- Atropello o golpes con vehículos								MEDIO
24.- E.P. producida por agentes químicos								MUY BAJO
25.- E.P. infecciosa o parasitaria								NO PROCEDE
26.- E.P. producida por agentes físicos								MUY BAJO
27.- Enfermedad sistemática								NO PROCEDE
28.- Otros								NO PROCEDE

Figura 3. Evaluación de riesgos Instalaciones almacenamiento y suministro de agua.

5. NORMAS ESPECÍFICAS DE ACTUACION PREVENTIVA.

Riesgos más frecuentes durante la instalación:

- a) Caída de personas al mismo nivel.
- b) Caídas de personas a distinto nivel.
- c) Cortes por manejo de herramientas manuales.
- d) Cortes por manejo de las guías conductores.
- e) Pinchazos en las manos por manejo de guías y conductores.
- f) Golpes por herramientas manuales.
- g) Sobreesfuerzos por posturas forzadas.

h) Quemaduras por mecheros durante operaciones de calentamiento del macarrón protector.

i) Otros.

Riesgos más frecuentes durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación

a) Electrocuci3n o quemaduras por mala protecci3n de cuadros el3ctricos.

b) Electrocuci3n o quemaduras por maniobras incorrectas en las l3neas.

c) Electrocuci3n o quemaduras por uso de herramienta sin aislamiento.

d) Electrocuci3n o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protecci3n.

e) Electrocuci3n o quemaduras por conexionados directos sin clavijas macho-hembra.

f) Incendio por incorrecta instalaci3n de la red el3ctrica.

g) Otros.

5.1 Normas de Actuaci3n Preventiva.

- Se dispondr3 de almac3n para acopio de material el3ctrico.
- En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerar3 el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.
- El montaje de aparatos el3ctricos (magnetot3rmico, disyuntores, etc.) ser3 ejecutado siempre por personal especialista, en prevenci3n de los riesgos por montajes incorrectos.
- Se proh3be el conexionado de cables a los cuadros de suministro el3ctrico de obra, sin la utilizaci3n de las clavijas macho-hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar, ser3n del tipo de "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.

- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.
- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetas), se efectuará una vez protegido el hueco de la misma con una red horizontal de seguridad, para eliminar el riesgo de caída desde altura.
- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios de borriquetas), se efectuará una vez tendida una red tensa de seguridad entre la planta "techo" y la planta de "apoyo" en la que se realizan los trabajos, tal, que evite el riesgo de caída desde altura.
- La instalación eléctrica en (terrazas, tribunas, balcones, vuelos, etc).
- Se prohíbe en general en esta obra, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

5.2 Intervención en instalaciones eléctricas.

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica):

- El circuito se abrirá con corte visible.
- Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, si es posible con llave.
- Se señalarán los trabajos mediante letrero indicador en los elementos de corte " PROHIBIDO MANIOBRAR PERSONAL TRABAJANDO".

- Se verificará la ausencia de tensión con un discriminador de tensión o medidor de tensión.
- Se cortocircuitarán las fases y se pondrá a tierra.

Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas, se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un Jefe de Trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberán ser homologadas. Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión, se informará al personal de este riesgo y se tomarán las siguientes precauciones:

En un primer momento se considerará si es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen el riesgo.

Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante mamparas aislante (vinilo). En el caso que no fuera necesario tomar las medidas indicadas anteriormente se señalizará y delimitará la zona de riesgo.

Herramientas Eléctricas: Portátiles

- La tensión de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles de accionamiento manual no podrá exceder de 250 Voltios con relación a tierra.
- Las herramientas eléctricas utilizadas portátiles en las obras de construcción de talleres, edificaciones etc, serán de clase II o doble aislamiento.
- Cuando se trabaje con estas herramientas en recinto de reducidas dimensiones con paredes conductoras (metálicas, por ejemplo) y en presencia de humedad, estas deberán ser alimentadas por medios de transformadores de separación de circuito.
- Los transformadores de separación de circuito llevarán la marca y cuando sean de tipo portátil serán de doble aislamiento con el grado de IP adecuado al lugar de utilización.

- En la ejecución de trabajos dentro de recipientes metálicos tales como calderas, tanques, fosos, etc, los transformadores de separación de circuito deben instalarse en el exterior de los recintos, con el objeto de no tener que introducir en estos cables no protegidos.
- Las herramientas eléctricas portátiles deberán disponer de un interruptor sometido a la presión de un resorte, que obligue al operario a mantener constantemente presionado el interruptor, en la posición de marcha.
- Los conductores eléctricos serán del tipo flexible con un aislamiento reforzado de 440 Voltios de tensión nominal como mínimo.
- Las herramientas portátiles eléctricas no llevarán hilo ni clavija de toma de tierra.

Lámparas Eléctricas Portátiles

- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
- Deberán responder a las normas UNE 20-417 y UNE 20- 419
- Estar provistas de una reja de protección contra los choques.
- Tener una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua.
- Un mango aislante que evite el riesgo eléctrico.
- Deben estar construídas de tal manera que no se puedan desmontar sin la ayuda de herramientas.
- Cuando se utilicen en locales mojados o sobre superficies conductoras su tensión no podrá exceder de 24 Voltios.
- Serán del grado de protección IP adecuado al lugar de trabajo.
- Los conductores de aislamiento serán del tipo flexible, de aislamiento reforzado de 440 Voltios de tensión nominal como mínimo.

Medios de Protección Personal

Ropa de trabajo:

- Como norma general deberá permitir la realización del trabajo sin molestias innecesarias para quien lo efectúe.
- La ropa de trabajo será incombustible.
- No puede usar pulseras, cadenas, collares, anillos debido al riesgo de contacto accidental.

Protección de cabeza:

- Los cascos de seguridad con barbuquejo que deberán proteger al trabajador frente a las descargas eléctricas. Estar homologados clase EAT con marca CE. Deberán ser de "clase -N", además de proteger contra el riesgo eléctrico a tensión no superior a 1000 Voltios, en corriente alterna, 50 Hz.
- Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra en lugares con riesgo de caída de objetos o de golpes.

Protección de la vista:

- Las gafas protectoras deberán reducir lo mínimo posible el campo visual y serán de uso individual.
- Se usarán gafas para soldadores según la norma y la marca CE, con grado de protección 1,2 que absorben las radiaciones ultravioleta e infrarroja del arco eléctrico accidental.
- Gafas antiimpacto con ocular filtrante de color verde DIN-2, ópticamente neutro, en previsión de cebado del arco eléctrico.
- Gafas tipo cazoleta, de tipo totalmente estanco, para trabajar con esmeriladora portátil.

Protección de Pies:

Para trabajos con tensión:

Utilizarán siempre un calzado de seguridad aislante y con ningún elemento metálico, disponiendo de:

- Plantilla aislante hasta una tensión de 1000 Voltios, corriente alterna 50 Hz.y marcado CE.

En caso de que existiera riesgo de caída de objetos al pie, llevará una puntera de material aislante adecuada a la tensión anteriormente señalada.

Para trabajos de montaje:

Utilizarán siempre un calzado de seguridad con puntera metálica y suela antideslizante. Marcado CE.

Guantes aislantes:

- Se deberán usar siempre que tengamos que realizar maniobras con tensión dieléctrica. Serán Homologados Clase II (1000 v) con marca CE " Guantes aislantes de la electricidad", donde cada guante deberá llevar en un sitio visible el marcado CE. Cumplirán las normas Une 8125080.
- Además para uso general dispondrán de guantes "tipo americano" de piel foja y lona para uso general. Para manipulación de objetos sin tensión, guantes de lona, marcado CE. Cinturón de seguridad. Faja elástica de sujeción de cinturón, clase A, según norma UNE 8135380 y marcado CE.

Protección del oído:

Se dispondrán para cuando se precise de protector antiruido Clase C, con marcado CE.

Medios de protección

Banquetas de maniobra:

Superficie de trabajo aislante para la realización de trabajos puntuales de trabajos en las inmediaciones de zonas en tensión. Antes de su utilización, es necesario asegurarse de su estado de utilización y vigencia de homologación.

La banqueta deberá estar asentada sobre superficie despejada, limpia y sin restos de materiales conductores. La plataforma de la banqueta estará suficientemente alejada de las partes de la instalación puesta a tierra.

Es necesario situarse en el centro de la superficie aislante y evitar todo contacto con las masas metálicas.

En determinadas circunstancias en las que existe la unión equipotencial entre las masas, no será obligatorio el empleo de la banqueta aislante si el operador se sitúa sobre una superficie equipotencial, unida a las masas metálicas y al órgano de mando manual de los seccionadores, y si lleva guantes aislantes para la ejecución de las maniobras.

Si el emplazamiento de maniobra eléctrica, no está materializado por una plataforma metálica unida a la masa, la existencia de la superficie equipotencial debe estar señalizada.

Pértiga:

Estas pértigas deben tener un aislamiento apropiado a la tensión de servicio de la instalación en la que van a ser utilizadas. Cada vez que se emplee una pértiga debe verificarse que no haya ningún defecto en su aspecto exterior y que no esté húmeda ni sucia. Si la pértiga lleva un aislador, debe comprobarse que esté limpio y sin fisuras o grietas.

Comprobadores de tensión:

Los dispositivos de verificación de ausencia de tensión, deben estar adaptados a la tensión de las instalaciones en las que van a ser utilizados.

Deben ser respetadas las especificaciones y formas de empleo propias de este material.

Se debe verificar, antes de su empleo, que el material esté en buen estado. Se debe verificar, antes y después de su uso, que la cabeza detectora funcione normalmente.

Dispositivos temporales de puesta a tierra y en cortocircuito:

La puesta a tierra y en cortocircuito de los conductores o aparatos sobre los que debe efectuarse el trabajo, debe realizarse mediante un dispositivo especial, y las operaciones deben realizarse en el orden siguiente:

Asegurarse de que todas las piezas de contacto, así como los conductores del aparato, estén en buen estado.

- Se debe conectar el cable de tierra del dispositivo:

- Bien sea en la tierra existente entre las masas de las instalaciones y/o soportes. Sea en una pica metálica hundida en el suelo en terreno muy conductor o acondicionado al efecto (drenaje, agua, sal común, etc.).
- En líneas aéreas sin hilo de tierra y con apoyos metálicos, se debe utilizar el equipo de puesta a tierra conectado equipotencialmente con el apoyo. Desenrollar completamente el conductor del dispositivo si éste está enrollado sobre un torno, para evitar los efectos electromagnéticos debidos a un cortocircuito eventual.

También se debe fijar las pinzas sobre a cada uno de los conductores, utilizando una pértiga aislante o una cuerda aislante y guantes aislantes, comenzando por el conductor más cercano. En B.T., las pinzas podrán colocarse a mano, a condición de utilizar guantes dieléctricos, debiendo además el operador mantenerse apartado de los conductores de tierra y de los demás conductores.

6. MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA.

- Escaleras de mano.
- Manipulación de sustancias químicas.
- Trabajos de soldadura oxiacetilénica y corte.
- Manejo de Herramientas manuales.
- Manejo de herramientas punzantes.
- Pistolas fijaclavos.
- Manejo de herramientas de percusión.
- Manejo de cargas sin medios mecánicos.
- Máquinas eléctricas portátiles.
- Montacargas.
- Andamios de borriqueta.
- Protecciones y resguardos de máquinas.
- Albañilería (Ayudas).

Las escaleras de mano ofrecerán siempre las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad, y, en su caso, de aislamiento o incombustión.

Las escaleras de mano de madera deben tener sus largueros de una sola pieza y los peldaños deben estar ensamblados a ellas y no simplemente clavados. Deben prohibirse todas aquellas escaleras y borriquetas construidas en el tajo mediante simple clavazón.

Las escaleras de madera no deberán pintarse, salvo con barniz transparente, en evitación de que queden ocultos sus posibles defectos.

Las escaleras serán de madera o metal, deben tener longitud suficiente para sobrepasar en 1 m al menos la altura que salvan, y estar dotadas de dispositivos antideslizantes en su apoyo o de ganchos en el punto de desembarque.

Deben prohibirse empalmar escaleras de mano para salvar alturas que de otra forma no alcanzarían, salvo que de Fábrica vengan dotadas de dispositivos especiales de empalme, y en este caso la longitud solapada no será nunca inferior a cinco peldaños/metros, a menos de que estén reforzadas en su centro, quedando prohibido su uso para alturas superiores a siete metros.

Para alturas mayores de siete metros será obligatorio el empleo de escaleras especiales susceptibles de ser fijadas sólidamente por su cabeza y su base, y para su utilización será preceptivo el cinturón de seguridad. Las escaleras de carro estarán provistas de barandillas y otros dispositivos que eviten las caídas.

Se tomarán siguientes precauciones:

- a) Se apoyarán en superficies planas y sólidas, y en su defecto, sobre placas horizontales de suficiente resistencia y fijeza.
- b) Estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante en su pie o de ganchos de sujeción en la parte superior.
- c) Para el acceso a los lugares elevados sobrepasarán en un metro los puntos superiores de apoyo.
- d) El ascenso, descenso y trabajo se hará siempre de frente a las mismas.
- e) Cuando se apoyen en postes se emplearán abrazaderas de sujeción.
- f) No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores
- g) Se prohíbe sobre las mismas el transporte a brazo de pesos superiores a 25 kilogramos.
- h) La distancia entre los pies y la vertical de su punto superior de apoyo será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta tal punto de apoyo.
 - Las escaleras de tijeras o dobles, de peldaños, estarán provistas de cadenas o cables que impidan su abertura al ser utilizadas, y de topes en su extremo superior.

- La distancia entre los pies y la vertical de su punto superior de apoyo, será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta tal punto de apoyo.

Manipulación de sustancias químicas

En los trabajos eléctricos se utilizan sustancias químicas que pueden ser perjudiciales para la salud. Encontrándose presente en productos tales, como desengrasantes, disolventes, ácidos, pegamento y pinturas; de uso corriente en estas actividades.

Estas sustancias pueden producir diferentes efectos sobre la salud como dermatosis, quemaduras químicas, narcosis, etc.

Cuando se utilicen se deberán tomar las siguientes medidas:

- Los recipientes que contengan estas sustancias estarán etiquetados indicando, el nombre comercial, composición, peligros derivados de su manipulación, normas de actuación (según la legislación vigente).
- Se seguirán fielmente las indicaciones del fabricante.
- No se rellenarán envases de bebidas comerciales con estos productos.
- Se utilizarán en lugares ventilados, haciendo uso de gafas panorámicas o pantalla facial, guantes resistentes a los productos y mandil igualmente resistente.
- En el caso de tenerse que utilizar en lugares cerrados o mal ventilados se utilizarán mascarillas con filtro químico adecuado a las sustancias manipuladas.

Trabajos de Soldadura Oxiacetilénica y Corte.

- Los manómetros, válvulas reductoras, mangueras y sopletes, estarán siempre en perfectas condiciones de uso.
- No deben estar engrasados no ser limpiados o manipulados con trapos u otros elementos que contengan grasas o productos inflamables.

- Todos los sopletes estarán dotados o provistos de válvulas antiretroceso, comprobándose antes de iniciar el trabajo el buen estado de los mismos. Las botellas de oxígeno y acetileno, tanto lleno como vacío, deben estar siempre en posición vertical y aseguradas contra vuelcos o caídas. Se evitarán también los golpes sobre las mismas.
- Nunca se almacenarán o colocarán las botellas en proximidades de focos de calor o expuestas al sol, ni en ambientes excesivamente húmedos, o en contacto con cables eléctricos.
- Todas las botellas que no estén en uso deben tener el tapón protector roscado.
- Las botellas vacías se marcarán claramente con la palabra "VACIA", retirándose del sitio de trabajo al lugar de almacenamiento, que será claramente distinto del de las botellas llenas y separando entre sí las de los diversos gases.
- Para traslado o elevación de botellas de gas u oxígeno con equipos de izado queda prohibido el uso de eslingas sujetas directamente alrededor de las botellas. Se utilizará una jaula o cestón adecuado. No se puede izar botellas por la tapa protectora de la válvula.
- Estos trabajos de soldadura serán siempre realizados por personal que previamente haya recibido formación específica para su correcta realización.
- En general en todos los trabajos de soldadura y corte se emplearán, siempre que sea posible, los medios necesarios para efectuar la extracción localizada de los humos producidos por el trabajo. Como mínimo, se forzará mediante ventilación, el alejamiento de los humos de la zona en que se encuentra el operario.
- Las prendas de protección exigibles para todos estos trabajos de soldadura, tanto eléctrica como oxiacetilénica, serán las siguientes:
 - Gafas de protección contra impactos y radiaciones.
 - Pantallas de soldador.

- Guantes de manga larga.
- Botas con puntera y suela protegida y de desprendimiento rápido.
- Polainas.
- Mandiles.

Manejo de herramientas manuales Causas de riesgos:

- Negligencia del operario.
- Herramientas con mangos sueltos o rajados.
- Destornilladores improvisados fabricados "sin situ" con material y procedimientos inadecuados.
- Utilización inadecuada como herramienta de golpeo sin serlo.
- Utilización de llaves, limas o destornilladores como palanca.
- Prolongar los brazos de palanca con tubos.
- Destornillador o llave inadecuada a la cabeza o tuerca, a sujetar.
- Utilización de limas sin mango.

Medidas de Prevención:

- No se llevarán las llaves y destornilladores sueltos en el bolsillo, sino en fundas adecuadas y sujetas al cinturón.
- No sujetar con la mano la pieza en la que se va a atornillar.
- No se emplearán cuchillos o medios improvisados para sacar o introducir tornillos.
- Las llaves se utilizarán limpias y sin grasa.
- No utilizar las llaves para martillar, remachar o como palanca.
- No empujar nunca una llave, sino tirar de ella.
- Emplear la llave adecuada a cada tuerca, no introduciendo nunca cuñas para ajustarla.

Medidas de Protección:

- Para el uso de llaves y destornilladores utilizar guantes de tacto.
- Para romper, golpear y arrancar rebabas de mecanizado, utilizar gafas antimpactos.

Manejo de herramientas punzantes Causas de los riesgos:

- Cabezas de cinceles y punteros floreados con rebabas.
- Inadecuada fijación al astil o mango de la herramienta.
- Material de calidad deficiente.
- Uso prolongado sin adecuado mantenimiento.
- Maltrato de la herramienta.
- Utilización inadecuada por negligencia o comodidad.
- Desconocimiento o imprudencia de operario.

Medidas de Prevención:

- En cinceles y punteros comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajadas o fisuras
- No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en la mano.
- Para un buen funcionamiento, deberán estar bien afiladas y sin rebabas.
- No cincelar, taladrar, marcar, etc. nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.
- No se emplearán nunca los cinceles y punteros para aflojar tuercas.
- El vástago será lo suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta.
- No mover la broca, el cincel, etc. hacia los lados para así agrandar un agujero, ya que puede partirse y proyectar esquirlas.

- Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se tornan quebradizas y frágiles.
- En el afilado de este tipo de herramientas se tendrá presente este aspecto, debiéndose adoptar precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.

Medidas de Protección:

- Deben emplearse gafas antimpactos de seguridad, homologadas para impedir que esquirlas y trozos desprendidos de material puedan dañar a la vista.
- Se dispondrá de pantallas faciales protectoras abatibles, si se trabaja en la proximidad de otros operarios.
- Utilización de protectores de goma maciza para la herramienta y absorber el impacto fallido (protector tipo "Goma nos" o similar).
- Manejo de herramientas de percusión Causas de los riesgos:
- Mangos inseguros, trajados o ásperos.
- Rebabas en aristas de cabeza.
- Uso inadecuado de la herramienta. Medidas de Prevención:
- Rechazar toda maceta con el mango defectuoso.
- No tratar de arreglar un mango rajado.
- La maceta se usará exclusivamente para golpear y siempre con la cabeza.
- Las aristas de la cabeza han de ser ligeramente romas.

Medidas de Protección:

- Empleo de prendas de protección adecuadas, especialmente gafas de seguridad o pantallas faciales de rejilla metálica o policarbonato.
- Las pantallas faciales serán preceptivas si en las inmediaciones se encuentran otros operarios trabajando.

Manejo de cargas sin medios mecánicos

Para el izado manual de cargas es obligatorio seguir los siguientes pasos:

- Acercarse lo más posible a la carga.
- Asentar los pies firmemente.
- Agacharse doblando las rodillas.
- Mantener la espalda derecha.
- Agarrar el objeto firmemente.
- El esfuerzo de levantar lo deben realizar los músculos de las piernas.
- Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo.

Para el manejo de piezas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:

- Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.
- Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.
- Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro
- Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.
- Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.
- Se prohíbe levantar más de 25 kg por una sola persona, si se rebasa este peso, solicitar ayuda a un compañero.
- Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo. Puede ser cualquier sistema a condición de que sea conocido o convenido por el equipo.

Para descargar materiales es obligatorio tomar las siguientes precauciones:

- Empezar por la carga o material que aparece más superficialmente, es decir el primero y más accesible.
- Entregar el material, no tirarlo.
- Colocar el material ordenado y en caso de apilado estratificado, que este se realice en pilas estables, lejos de pasillos o lugares donde pueda recibir golpes o desmoronarse.
- Utilizar guantes de trabajo y botas de seguridad con puntera metálica y plantilla metálicas.
- En el manejo de cargas largas entre dos o más personas, la carga puede mantenerse en la mano, con el brazo estirado a lo largo del cuerpo, o bien sobre el hombro.
- Se utilizarán las herramientas y medios auxiliares adecuados para el transporte de cada tipo de material.
- En las operaciones de carga y descarga, se prohíbe colocarse entre la parte posterior de un camión y una plataforma, poste, pilar o estructura vertical fija.
- Si en la descarga se utilizan herramientas como brazos de palanca, uñas, patas de cabra o similar, ponerse de tal forma que no se venga carga encima y que no se resbal

Montacargas

La instalación eléctrica estará protegida con disyuntor diferencial de 300 mA y toma de tierra adecuada de las masas metálicas.

El castillete estará bien cimentado sobre base de hormigón, no presentará desplomes, la estructura será indeformable y resistente y estará perfectamente anclado al edificio para evitar el vuelco y a distancias inferiores a la de pando.

El cable estará sujeto con gazas realizadas con un mínimo de tres grapas correctamente colocadas y no presentará un deshilachado mayor del 10% de hilos.

Todo el castillete estará protegido y vallado para evitar el paso o la presencia del personal bajo la vertical de carga. Existirá de forma bien visible el cartel "Prohibido el uso por personas" en todos los accesos. Se extraerán los carros sin pisar la plataforma.

En todos los accesos se indicará la carga máxima en Kg.

Todas las zonas de embarco y desembarco cubiertas por los montacargas, deberán protegerse con barandillas dotadas de enclavamiento electromecánico, y dispondrán de barandilla basculante.

Todos los elementos mecánicos agresivos como engranajes, poleas, cables, tambores de enrollamiento, etc. deberán tener una carcasa de protección eficaz que evite el riesgo de atrapamiento.

Es necesario que todas las cargas que se embarquen vayan en carros con el fin de extraerlas en las plantas sin acceder a la plataforma.

Andamios de Borriqueta

Previamente a su montaje se habrá de examinar en obra que todos los elementos de los andamios no tengan defectos apreciables a simple vista, y después de su montaje se comprobará que su coeficiente de seguridad sea igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.

Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esta tarea, y estará autorizado para ello por el responsable técnico de la ejecución material de la obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra.

No se permitirá, bajo ningún concepto, la instalación de este tipo de andamios, de forma que queden superpuestos en doble hilera o sobre andamio tubular con ruedas.

Se asentarán sobre bases firmes niveladas y arriostradas, en previsión de empujes laterales, y su altura no rebasará sin arriostrar los 3 m., y entre 3 y 6 m. se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u

objetos desde más de 2 m. de altura, están protegidas con barandillas de 1 m. de altura, equipadas con listones intermedios y rodapiés de 20 cm. de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de 150 kg/ml.

No se depositarán cargas sobre las plataformas de los andamios de borriquetas, salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:

- Debe quedar un paso mínimo de 0,40 m. libre de todo obstáculo.
- El peso sobre la plataforma no superará a la prevista por el fabricante, y deberá repartirse uniformemente para no provocar desequilibrio.
- Tanto en su montaje como durante su utilización normal, estarán alejadas más de 5 m. de la línea de alta tensión más próxima, o 3 m. en baja tensión.

Características de las tablas o tablonos que constituyen las plataformas:

- Madera de buena calidad, sin grietas ni nudos. Será de elección preferente el abeto sobre el pino.
- Escuadra de espesor uniforme y no inferior a 2,4x15 cm.
- No pueden montar entre sí formando escalones.
- No pueden volar más de cuatro veces su propio espesor, máximo 0,2 cm.

Estará prohibido el uso de ésta clase de andamios cuando la superficie de trabajo se encuentre a más de 6 m. de altura del punto de apoyo en el suelo de la borriqueta.

A partir de 2 m, de altura habrá que instalar barandilla perimetral o completa, o en su defecto, será obligatorio el empleo de cinturón de seguridad de sujeción, para el que obligatoriamente se habrán previsto puntos fijos de enganche, preferentemente sirgas de cable acero tensas.

Protecciones y resguardos de máquinas.

Toda maquinaria utilizada durante la fase de la obra dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, especialmente de las transmisiones, que impidan el acceso.

Las operaciones de conservación, mantenimiento, reparación, engrasado y limpieza se efectuarán durante la detención de los motores, transmisiones y máquinas, salvo en sus partes totalmente protegidas.

Toda máquina averiada o cuyo funcionamiento sea irregular será señalizada con la prohibición de su manejo a trabajadores no encargados de su reparación.

Para evitar su involuntaria puesta en marcha, se bloquearán los arrancadores de los motores eléctricos o se retirarán los fusibles de la máquina averiada y, si ello no es posible, se colocará en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo, que será retirado solamente por la persona que lo colocó.

Para evitar los peligros que puedan causar al trabajador los elementos mecánicos agresivos de las máquinas por acción atrapante, cortante, lacerante, punzante, prensante, abrasiva o proyectiva, se instalarán las protecciones más adecuadas al riesgo específico de cada máquina.

Las operaciones de entretenimiento, reparación, engrasado y limpieza se efectuarán durante la detención de los motores, transmisiones y máquinas, salvo en sus partes totalmente protegidas.

Albañilería (Ayudas)

Los riesgos detectados son los siguientes:

- a) Caída de personas al vacío.
- b) Caída de personas al mismo nivel.
- c) Caída de personas a distinto nivel.
- e) Golpes por objetos.
- f) Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales.
- h) Partículas en los ojos.

- i) Cortes por utilización de máquinas-herramientas.
- j) Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos.
(Cortando ladrillos etc).
- k) Sobreesfuerzos.
- l) Electrocutión.
- m) Atrapamientos por los medios de elevación y transporte.
- n) Los derivados del uso de medios auxiliares.
- ñ) Otros.