



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES PARA ACS EN EL HOSPITAL DE ENFERMOS CRÓNICOS DOCTOR MOLINER DE SERRA

AUTOR: FRANCISCO JOSE SANCHO NÚÑEZ

TUTOR: JOSE LUÍS VIVANCOS BONO

COTUTORES: JOSE LUÍS FUENTES BARGUES
ENRIQUE GUIJARRO SILVESTRE

Curso Académico: 2019-20





MEMORIA DESCRIPTIVA



AGRADECIMIENTOS

“A mi familia, compañeros y profesores que han colaborado en la consecución de mis estudios. Es gratificante concluir con el Máster de Ingeniero Industrial una andanza que empezó con el Grado de Tecnologías Industriales, gracias a este camino he podido crecer profesional y personalmente.”



RESUMEN

El objeto del presente proyecto es el diseño de una planta de Agua Caliente Sanitara en el Hospital Comarcal Doctor Moliner, en la localidad de Serra (Valencia). Además, como mejora de la eficiencia y la sostenibilidad del edificio, se han realizado dos propuestas para la instalación de paneles solares fotovoltaicos.

Se realiza un estudio económico de todos los proyectos y un análisis de su rentabilidad.

Palabras Clave: ACS, solar, fotovoltaica, diseño, proyecto, rentabilidad.



RESUM

L'objecte del present projecte és el disseny d'una planta d'Aigua Calenta Sanitària a l'Hospital Comarcal Doctor Moliner, en la localitat de Serra (València). A més, com a millora de l'eficiència y la sostenibilitat de l'edifici, s'han realitzat dues propostes per a la instal·lació de panells solar fotovoltaics.

Es realitzarà un estudi econòmic de tots els projectes i un anàlisi de la seua rendibilitat.

Paraules Clau: ACS, solar, fotovoltaic, disseny, projecte, rendibilitat.



ABSTRACT

The purpose of this project is the design of a Sanitary Hot Water plant in the Hospital Comarcal Doctor Moliner, in the town of Serra (Valencia). In addition, as an improvement of the efficiency and sustainability of the building, two proposals have been made for the installation of photovoltaic solar panels.

An economic study of all projects and an analysis of their profitability is carried out.

Keywords: ACS, solar, photovoltaic, design, project, profitability.

Índice

1. Memoria Descriptiva	8
1.1. Objeto del Proyecto	8
1.2. Alcance del Proyecto	8
1.3. Antecedentes	8
1.3.1. Horizonte 2030	9
1.3.2. Instalación Actual.....	10
1.4. Motivación	12
1.5. Normativa	13
1.6. Localización	14
1.7. Esquema Instalación	15
1.7.1. Captadores Solares	16
1.7.2. Depósito Acumulador	18
1.7.3. Bomba	18
1.7.4. Vaso de Expansión	19
1.7.5. Intercambiador de Calor	19
1.7.6. Sistema de Apoyo	19
1.8. Selección de Equipos y Dispositivos	19
1.9. Análisis Económico ACS	20
1.10. Solar Fotovoltaica	23
1.10.1. Energía Solar Fotovoltaica.....	23
1.10.1.1. Funcionamiento Sistema	24
1.10.1.2. Componentes FV.....	25
1.10.2. Consumo Anual.....	29
1.10.1. Solar Fotovoltaica Propuesta 1	30
1.10.2. Solar Fotovoltaica Propuesta 2	31
1.11. Conclusiones.....	34
1.12. Bibliografía	35

Anexos

1. Memoria de Cálculos.
2. Memoria de Presupuestos.
3. Planos

1. Memoria Descriptiva

1.1. Objeto del Proyecto

El presente documento Trabajo Final de Máster, en adelante TFM, tiene como finalidad realizar el estudio técnico y económico para la implementación y puesta en marcha de paneles solares para calentar Agua Caliente Sanitaria, en adelante ACS y la realización de dos propuestas para la instalación energía fotovoltaica, en el Hospital Comarcal Doctor Moliner, situado en la localidad de Serra, Valencia. Además de, concluir los estudios del Máster de Ingeniero Industrial por el alumno y autor Francisco José Sancho Núñez.

1.2. Alcance del Proyecto

Por encargo de la Conselleria de Sanitat de la Generalitat Valenciana, se están llevando a cabo mejoras y reformas en la instalación de diversos centros para el ahorro y la mejora de la eficiencia energética. El Hospital Doctor Moliner debido a su antigüedad de sus instalaciones y equipos ha solicitado el estudio de la implantación de paneles solares, así como, la sustitución de alguno de los equipos actuales para mejorar el rendimiento del edificio, con ello, se pretende tener una menor huella medioambiental y la reducción del gasto en combustible.

El siguiente documento tiene el cometido de:

- Diseño de la instalación de paneles solares para ACS.
- Cálculo y dimensionado de equipos.
- Estudio de propuestas para la producción de energía fotovoltaica.
- Comprobación del cumplimiento de la normativa vigente.
- Establecimiento de los criterios de mantenimiento.
- Valoración ambiental.
- Estudio económico.

1.3. Antecedentes

El hospital es un centro público perteneciente a la Agencia Valencia de Salut, encargado de dar atención a Enfermos Crónicos y de Larga Duración, prestando atención especializada.

La instalación actual se encarga de cubrir las necesidades de ACS para un total de 96 camas, repartidas a lo largo de las diferentes plantas del edificio. El equipo actual se encuentra en funcionamiento alrededor de 30 años, sufriendo el desgaste consecuente del uso y el paso de los años.

El uso de la instalación se encuentra concentrado entre las 8:30 y las 11:00 de la mañana, horario establecido por el hospital para que los pacientes se duchen y hagan la mayor parte de la demanda de ACS. Por otro lado, la demanda eléctrica representa un gran gasto para la Generalitat, es interesante estudiar alternativas que puedan reducir este consumo.

1.3.1. Horizonte 2030

Este proyecto tiene como objetivo situar a España en la vanguardia innovadora en el año 2030, esta ambiciosa aspiración dispone de varias vías de actuación, destacan principalmente en materia económica, educativa-cooperación, social y de reforma institucional. Los 12 objetivos para el Desarrollo Sostenible son:

1. Fin de la pobreza.
2. Hambre cero.
3. Salud y Bienestar.
4. Educación de Calidad.
5. Igualdad de Género.
6. Agua limpia y Saneamiento.
7. Energía Asequible y No Contaminante.
8. Trabajo Decente y Crecimiento Económico.
9. Industria, Innovación e Infraestructura.
10. Reducción de las Desigualdades.
11. Ciudades y Comunidades Sostenibles.
12. Producción y Consumo Responsables.
13. Acción por el Clima.
14. Vida Submarina.
15. Vida de Ecosistemas Terrestres.
16. Paz, Justicia e Instituciones Solidarias.
17. Alianzas para lograr los objetivos.

Dentro de este marco el sector energético dispone de un papel fundamental pues uno de los mayores retos a los que se enfrenta la sociedad actual es combatir el Cambio Climático y revertir sus terribles consecuencias, por ello elaborar una buena Transición Ecológica es fundamental para la consecución de metas. Los objetivos fundamentales son:

- Reducción del 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero, respecto a 1990.
- Establecer al menos 27% de cuota de energías renovables.
- Establecer al menos 27% de mejora de la eficiencia energética.

Como beneficios a los objetivos marcados, la Unión Europea pretende un avance hacia una economía baja en carbono y la creación de un sistema energético que:

- Garantizar una energía asequible para todos los consumidores.
- Aumentar la seguridad del suministro energético de la UE.
- Reducir la dependencia de las importaciones de energía.
- Crear nuevas oportunidades de crecimiento y empleo.

Si bien es cierto, que las propuestas requieren de una gran inversión inicial, se estima según la UE que gran parte de las inversiones ser verían compensadas por el ahorro de combustible y se llevarían a cabo en el sector residencial y terciario, además los edificios y equipamientos más antiguos deberán acometer un mayor esfuerzo. Aun así, los costes de la renovación no se estima que difieran sustancialmente de la propia renovación necesaria, ya que, el sistema energético

actual se encuentra envejecido. Por lo tanto, los costes operativos del combustible se desplazarían hacia los costes de capital, inversiones.

En el presente TFM, se plantea una línea principal de actuación en materia de suministro de agua y aporte energético promovida por la Generalitat Valenciana, sin embargo, siguiendo este marco de actuación se pretende aportar otras ideas para la mejora del edificio y su eficiencia energética, una de las prioridades establecidas por los organismos políticos.

1.3.2. Instalación Actual

La instalación actual se encuentra fuera del edificio principal del recinto, en la sala de calderas se encuentran los siguientes equipos:

- 2 acumuladores Lapesa MV5000RB de 4987 litros de capacidad.
- 1 intercambiador Sedical UFP-54/41LM.
- 1 intercambiador Sigmacal UF12/C-13 del año 1989.
- 1 vaso de expansión de membrana Ibaiondo 800 litros.
- 2 quemadores CIB Unigas NG400.
- 2 quemadores CIB Unigas NG90.

Los quemadores se alternan en función de la estación del año y los requerimientos asociados de esta.



Figura 1.3-1- Sala de Calderas Actual

De la instalación actual, el ingeniero responsable del hospital propone renovar los dos depósitos actuales y el intercambiador más antiguo, factores que se tendrán en cuenta en la elaboración del presupuesto.

Por motivos técnicos, se pretende ampliar la actual sala de calderas para albergar los nuevos componentes necesarios para los paneles solares, el acumulador, intercambiador y equipos de bombeo. Por ello, el estudio contempla la ampliación de la sala, el acondicionamiento del campo de olivos adyacente para la instalación de los paneles solares y la zanja para la comunicación bajo tierra de los conductos.

Como se observa en la imagen anterior, será necesario realizar la tala y retirada de los árboles actuales para la prolongación de los muros y techado.

Por otra parte, en la imagen posterior se contempla la retirada de los olivos para realizar la instalación de paneles solares con el mínimo impacto medioambiental.



Figura 1.3-2 – Zona de Ampliación Sala de Calderas



Figura 1.3-3 – Emplazamiento para Paneles Solares

1.4. Motivación

El motivo principal de este trabajo es la culminación de los estudios del Máster Universitario de Ingeniería Industrial, MUII en adelante, para completar el camino empezado durante el Grado en Tecnologías Industriales y así cerrar un círculo empezado con 18 años en el 2010.

En segundo lugar, poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera, además de demostrar aptitudes y capacidades enseñadas e inculcadas por la Escuela Superior de Ingenieros Industriales, con ello relacionar las asignaturas de Dirección de Proyectos, Instalaciones de Fluidos Industriales, Construcción y Arquitectura Industrial, así como, realizar cálculo de instalaciones, mediciones, presupuestos con Arquímedes y diseños asistidos por CAD.

Finalmente, aunar las pautas anteriores en un proyecto real de ámbito público y así colaborar con una entidad autonómica para el asesoramiento de esta, ayudando en la toma de decisiones y tratando de aportar elementos de juicio en la elección final.

1.5. Normativa

Para llevar a cabo el cálculo de la instalación, así como las consideraciones generales de este se debe tener en cuenta de forma principal el Real Decreto 1027/2007, que garantiza las exigencias básicas a cumplir para los edificios. De todo su contenido destaca el Código Técnico de la Edificación y principalmente en sus secciones:

- DB-HE, Sección HE-2: Rendimiento de las Instalaciones Térmicas para edificios.
- DB-HE, Sección HE-4: Contribución Solar Mínima de ACS.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (TIC).
- Orden ETU/130/2017, de 17 de febrero, por la que se actualizan los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, a efectos de su aplicación al semiperiodo regulatorio que tiene su inicio el 1 de enero de 2017.
- Normas particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kv) y baja tensión, de Iberdrola (documento MT 2.03.20).

La sección DB-HE 2 exige *“Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios RITE, y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.”*

La sección DB-HE4 determinará la superficie mínima de captadores, las condiciones de cálculo debido a la localización del emplazamiento como factores meteorológicos y disponibilidad energética del lugar.

Además, se contemplan otras normativas para el diseño de los equipos y los requerimientos mínimos exigidos.

- Norma UNE 100155, reglamento para el cálculo del vaso de expansión.
- Norma UNE 94002, cálculo de la demanda energética para instalaciones solares para ACS, tablas de consumo, temperaturas.
- Norma UNE 94003, recoge los datos climáticos.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).

1.6. Localización

El Hospital Doctor Moliner se encuentra en la localidad de Serra, comarca del Camp de Turia, en la provincia de Valencia, sus localidades más cercanas son Serra y Náquera, además de la Base Militar Jaime I – HQ NRDC-ESP, como se puede observar en la Imagen 1.6-1. La ubicación geográfica del edificio se encuentra en:

- Latitud: 39°41'08" N.
- Longitud: 0°25'43" O.
- 330 metros de altura sobre el nivel del mar.



Figura 1.6-1 -Localización Geográfica. Fuente: Google Maps



Figura 1.6-2 – Vista Satélite Hospital Doctor Moliner. Fuente: Google Maps

1.7. Esquema Instalación ACS

El principal objetivo de una instalación de baja temperatura es transformar la energía irradiada por el Sol captada por los colectores solares, transferirla con el menor porcentaje de pérdidas a un fluido calorportador y almacenarla hasta su uso cuando sea requerido.

Los elementos básicos de una instalación de esta índole son:

- Subsistema de captación: formado por varios colectores solares conectados entre sí.
- Subsistema de acumulación: depósito o depósitos de almacenamiento de ACS.
- Subsistema de distribución: tuberías, bombas y demás dispositivos para llevar el ACS a los puntos de consumos desde su lugar de almacenamiento.
- Subsistema auxiliar: calderas de apoyo para cubrir la demanda en periodos donde el sistema de captación solar no puede garantizar la demanda energética.

La configuración de los subsistemas anteriores varía en función del edificio y sus necesidades, es por ello, puede haber diferentes configuraciones que satisfagan normativas y requerimientos.

1.7.1. Captadores Solares ACS

El mercado ofrece una gran variedad de colectores, estos han de ser capaces de calentar el fluido calorportador hasta una temperatura máxima de 100°C. Los paneles se encuentran fijados al suelo, por lo que la orientación no sigue la trayectoria solar.

Se distinguen tres tecnologías de captadores:

- Colectores de Polipropileno: formados por diminutos tubos a través de los cuales circula el fluido calorportador, se destinan principalmente a calentamiento de piscinas exteriores en temporada estival, debido a que su rango de temperatura es de 25 a 35°C.
- Colectores de Placa Plana: los más extendidos en uso, con un rango de temperatura entre 50 y 70°C, su uso más idóneo es la producción de ACS. Disponen en su interior un sistema que trata de reproducir el efecto invernadero.

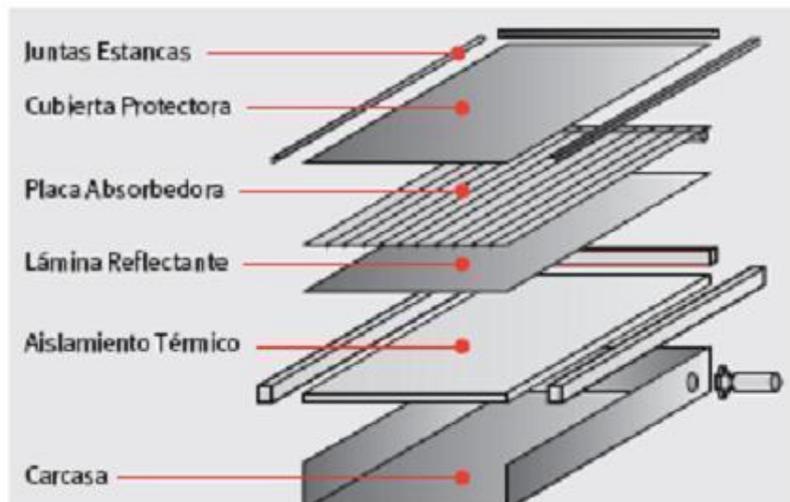


Figura 1.7-1 – Colector Placa Plana. Fuente: Aula Fácil

La cubierta exterior deja pasar los rayos solares que inciden sobre la placa absorbedora, a través trasiega el fluido, aumentando la temperatura a medida que avanza. El aislamiento minimiza las pérdidas térmicas y la carcasa alberga y protege los elementos del interior del panel.

- Colector de tubos de vacío: poseen mayor rendimiento y alcanzan mayores temperaturas de funcionamiento respecto al dispositivo anterior, pudiendo llegar a los 100°C, no suelen utilizarse para calentar ACS debido a su alto coste, dificultad de instalación, cuidado y mantenimiento.

El colector solar no trabaja de forma ideal, es decir, no transforma el 100% de la energía irradiada incidente en energía térmica al fluido, es por ello que se define el rendimiento del captador solar en función de las condiciones exteriores y su fabricación. La ecuación del rendimiento del colector solar es:

Ecuación 8

$$\eta_{placa} = \eta_0 - \frac{k_1 \cdot (T_m - T_a)}{I}$$

Estos valores son:

- η_0 , factor óptico. La máxima eficiencia y rendimiento del equipo. Viene dado por el fabricante de placas solares y depende de cada elemento.
- k_1 , coeficiente de pérdidas de rendimiento. Es determinado por la calidad de los materiales y el proceso de fabricación.
- T_m , temperatura media de ACS.
- T_a , temperatura ambiente en horas de sol.
- G , irradiación en el colector solar (W/m^2).

Otro de los factores que afecta al desempeño del captador solar es la orientación e inclinación de estos. Por motivos constructivos o especificaciones del lugar, no siempre se puede disponer en posición óptima los colectores, esto es, una inclinación sobre la horizontal igual a la latitud y una orientación dirección sur coincidente con el acimut. Además, se deberá tener en cuenta las sombras producidas por edificios adyacentes u otros colectores. El CTE establece los límites máximos permitidos en la siguiente tabla

Caso	Pérdidas máximas permitidas por		
	Orientación e Inclinación	Sombras	TOTAL
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración Arquitectónica	40%	20%	50%

Tabla 1.7.1 – Pérdidas Máximas Admisibles. Fuente: CTE

Se considerará que existe integración arquitectónica si los colectores cumplen la función de aportar energía y sustituyen elementos constructivos, por ejemplo, el tejado. En el caso que ocupa nuestro estudio, las pérdidas por los motivos anteriores serán cero, debido a la ubicación elegida para la instalación de los paneles solares.

Como se ha mencionado con anterioridad, se dispone del espacio suficiente y la instalación se realizará en óptimas condiciones de orientación, de lo contrario, se aplicaría el siguiente coeficiente de pérdidas.

Ecuación 1

$$\% \text{ Pérdidas} = 100 * (1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2)$$

El conexionado de colectores es otro de los factores que se ha de determinar, normalmente estos se agrupan en bancadas dando lugar a conexiones en serie o paralelo.

El conexionado en serie conlleva un menor caudal, menores longitudes de tubería, diámetros más pequeños y menor rendimiento de la instalación global. Se recomienda para una instalación de ACS conectar en serie hasta 10 m² en zonas I y II, hasta 8 m² en zona III y hasta 6 m² en zonas climáticas IV y V¹.

1.7.2. Depósito Acumulador

Este dispositivo tiene como cometido principal almacenar el ACS a la temperatura establecida con las mínimas pérdidas posibles hasta su demanda, por lo que se encuentra recubierto de aislantes y protecciones para su funcionamiento. Destaca la posición elegida para la instalación del acumulador, debido al cambio de densidad del agua en función de la temperatura se produce el fenómeno de la estratificación, esto es, si se dispone de un acumulador en posición vertical habrá mayor diferencia de temperaturas entre el líquido que se encuentre en la parte superior e inferior de este, una solución a este fenómeno es colocar el dispositivo horizontalmente y disminuir el gradiente de temperaturas.

Según el CTE se establece una ratio con relación a la superficie instalada y el volumen de acumulación.

Ecuación 15

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

Siendo:

- V, el volumen del depósito en litros.
- A, el área total de captación solar instalada en metros cuadrados.

Este volumen puede fraccionarse en varios depósitos, aunque preferentemente se prefiere un único depósito, en caso de fraccionarse, los depósitos se conectarán en serie invertida en el circuito de consumo o en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrados.

1.7.3. Bomba

La función de este dispositivo es impulsar el fluido calorportador a través de la instalación para su funcionamiento en las condiciones establecidas en el diseño. En caso de una impulsión menor a la requerida, el calor puede no ser evacuado y la temperatura del absorbedor aumentará, creando un mayor salto de temperaturas con el ambiente y en consecuencia una pérdida en el rendimiento del colector.

¹ Zabala I., Llera E., Aranda A., Martínez A., Scarpellini S., Barrio F. *El ahorro energético en el nuevo CTE*. Madrid 2007

Para mayor seguridad de la instalación, se instalarán dos bombas en paralelo gemelas, alterando su funcionamiento y permitiendo la desconexión de una de ellas para su mantenimiento e inspección.

1.7.4. Vaso de Expansión

Se instala con el fin de absorber las dilataciones del fluido caloportador, formado por un depósito con una cámara llena de gas (aire o nitrógeno) separada de la cavidad donde se encuentra el fluido calorportador por un diafragma o membrana. Existen vasos abiertos, aunque los vasos cerrados son los más usados, por su facilidad de instalación y facilidad de funcionamiento.

Este dispositivo se conectará en el circuito de ida hacia los colectores en la aspiración de la bomba, para el cálculo se empleará la norma *UNE 100155 Diseño y cálculo de sistemas de expansión*.

1.7.5. Intercambiador de Calor

Este dispositivo ha de transferir la energía transferida al fluido caloportador en los paneles solares al fluido del circuito secundario. En instalaciones de pequeña envergadura puede llegar a instalarse en el interior del depósito para reducir el tamaño de la instalación, aunque el uso más extendido es un intercambiador externo de placas, se consiguen mayores rendimientos por la conducción forzada y se tiene más facilidad para su desmontaje y mantenimiento.

1.7.6. Sistema de Apoyo

Como se ha mencionado anteriormente, la instalación actual consta de 4 quemadores, por lo que prevé seguir usando esta instalación, pero con un menor consumo de combustible para ahorro de la factura energética.

1.8. Selección de Equipos y Dispositivos

Este TFM tiene como objetivo el diseño de la instalación, en este documento no es habitual disponer de una selección de marcas y componentes específicos, ya que, esto puede entrar en conflicto con los intereses del promotor del proyecto y es este último el encargado de adjudicar la compra de la instalación basándose en los requisitos técnicos establecidos, tratando de encontrar la mejor relación calidad precio. Dicho esto, y al tratarse de un documento académico, es interesante aportar una búsqueda y un buen complemento a los estudios realizados.

Se remarca que cualquier otro dispositivo que cumpla y garantice las condiciones necesarias de trabajo podría sustituir a los abajo seleccionados.

1.9. Análisis Económico ACS

De acuerdo con los datos proporcionados por la dirección del hospital, el consumo de GNL del último año ha sido de:

Mes	Consumo GNL (kWh)
Enero	334.230,00
Febrero	184.280,00
Marzo	240.130,00
Abril	108.580,00
Mayo	130.760,00
Junio	54.410,00
Julio	78.750,00
Agosto	105.130,00
Septiembre	119.680,00
Octubre	105.620,00
Noviembre	211.850,00
Diciembre	207.250,00
AÑO	1.880.670,00

Tabla 2.9.1 - Consumo GLP

Con un precio de 50,148 €/MWh + 21%IVA.

Además, el consumo anual de la cocina es de 7,716 Nm² GN y el de la cafetería de 2.860 Nm³ de GN, con un coste de 0,526 €/Nm³ + 21% IVA. Ambas lecturas se han realizado a la entrada de cada servicio. Según la compañía suministradora 1 Nm³ equivale a 11,7 kWh. Para realizar la estimación de consumo, se considera un consumo uniforme a lo largo del año en ambos recintos. Si eliminamos la parte correspondiente a la calefacción y con los valores estimados de consumo de ACS se obtiene el siguiente gasto en ACS anua desglosado en meses:

Mes	Consumo ACS (kW·h)	Gasto (€)
Enero	10122,86	507,64 €
Febrero	8974,47	450,05 €
Marzo	9562,33	479,53 €
Abril	8695,32	436,05 €
Mayo	8798,32	441,22 €
Junio	8333,69	417,92 €
Julio	8424,63	422,48 €
Agosto	8611,48	431,85 €
Septiembre	8514,50	426,99 €
Octubre	9188,64	460,79 €
Noviembre	9253,87	464,06 €
Diciembre	10122,86	507,64 €
AÑO	108602,97	5.446,22 €
ANUAL + 21%IVA		6.589,93 €

Tabla 1.9.2 – Tabla Gasto Energético en ACS

Realizando el cociente entre la inversión requerida para el proyecto y su ahorro anual se obtiene el plazo de retorno de la instalación.

$$\text{Plazo Retorno} = \frac{\text{Inversión Total}}{\text{Ahorro Anual}} = \frac{130.562,57 \text{ €}}{6.589,93 \text{ €/año}} = 19 \text{ años}$$

En este supuesto se ha considerado una fluctuación mínima o prácticamente constante del precio del combustible, además habría que añadir los gastos derivados del mantenimiento y reparación de los equipos, factor que incrementaría el periodo de retorno. Con un periodo de retorno de la inversión inferior a veinte años resulta interesante a nivel económico realizar la obra.

Año	Flujo de Negativo	Flujo Ahorro	Balance
	130.562,57 €		-130.562,57 €
1	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
2	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
3	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
4	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
5	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
6	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
7	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
8	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
9	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
10	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
11	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
12	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
13	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
14	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
15	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
16	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
17	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
18	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
19	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
20	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
21	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
22	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
23	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
24	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €
25	450,00 €	6.589,93 €	6.139,93 €

Tabla 1.9.2.1 – Tabla Análisis VAN de ACS.

Se ha supuesto un coste de mantenimiento de 450€ anuales de forma estimada. Con una Tasa Anual de Descuento del 0,01, resulta un VAN de 4.611,94 €, que justifica el interés económico del proyecto.

Además, si se estima que 0,204 kgCO₂ son producidos por 1 kWh de gas natural², supondría una reducción de las emisiones de:

$$\text{Reducción Emisiones } CO_2 = 108.602,97 \text{ kWh} * 0,204 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kWh}} = 22.155,01 \text{ kg } CO_2$$

Mejorando la etiqueta energética del edificio y ayudando al medio ambiente.

² Fundación para la Eficiencia Energética y el Medioambiente. Recuperado de <http://www.f2e.es/es/gas-natural-butano-electricidad-propano-y-gasoleo-que-energia-emite-mas-co2>

1.10. Solar Fotovoltaica

Otro ámbito de mejora en el edificio es la generación de la energía eléctrica, el Hospital Doctor Moliner, se encuentra en un emplazamiento alejado, por lo que la energía necesaria para su funcionamiento requiere de un gran gasto en transporte y distribución, además de las pérdidas asociadas. Resulta de interés considerar la instalación de un campo solar para reducir la factura eléctrica y colaborar en el gasto de la red, es por ello que se han considerado dos posibles escenarios.

- i. Satisfacer los requerimientos vigentes en la ley.
- ii. Creación de un huerto solar.

Ambos casos resultan bastante extremos, pero son propuestas no demandadas desde la Generalitat Valenciana y la Conselleria de Sanitat, realizadas de forma autónoma durante la elaboración de este TFM para asesorar y proponer otras consideraciones que puede que a priori no se hayan considerado y puedan resultar interesantes para su implementación.

Este tipo de instalaciones requieren al igual que la anterior de una gran inversión inicial en equipos e instalaciones, debido al alto coste de los componentes y dispositivos a instalar. Además, es importante tener en cuenta el mantenimiento que se debe realizar de forma periódica para su correcto funcionamiento, este factor es olvidado o menospreciado con frecuencia, ya que, de lo contrario se estará realizando una gran inversión que se verá volatilizada.

1.10.1. Energía Solar Fotovoltaica

Esta fuente de energía dispone como característica principal ser una fuente renovable e inagotable, salvo en días cubiertos, su funcionamiento se basa en transformar la energía procedente del Sol en energía eléctrica, en la instalación anterior se utilizaba la incidencia para aumentar la temperatura del fluido calorportador.

El efecto fotovoltaico que tiene lugar en el interior de los paneles solares consiste en la generación de corriente continua entre dos materiales diferentes, semiconductores. La irradiación solar incide sobre los semiconductores que liberan electrones, produciendo así energía eléctrica.

Para la mejora de los paneles y obtener un mejor desempeño se utilizan semiconductores dopados, este proceso consiste en añadir impurezas al material, en función del tipo de función del material, donador o receptor, se designará como Tipo N y Tipo P, respectivamente.

La mayoría de las celdas utilizan silicio como semiconductor, silicio dopado. El material Tipo N se dopa en la mayoría de los casos con fósforo, mientras que el material Tipo P suele utilizarse bromo.

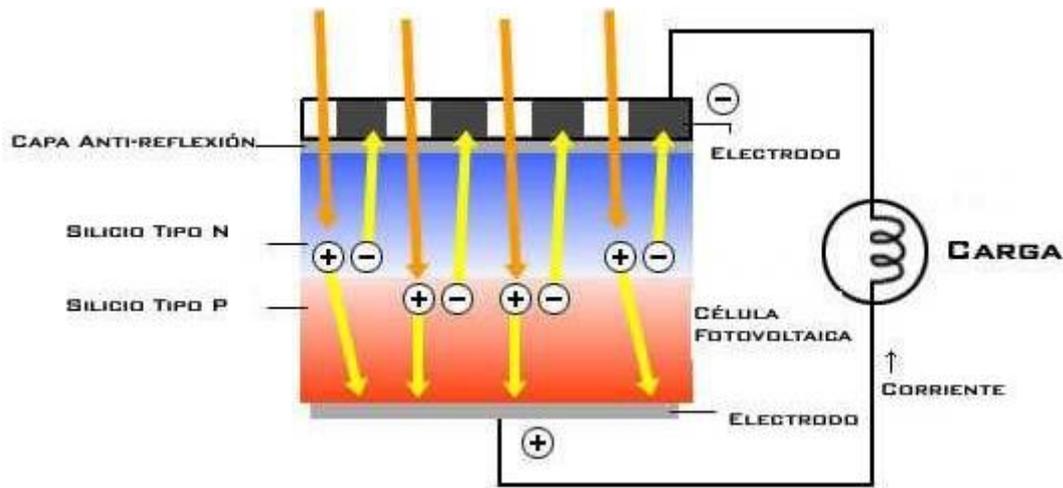


Figura 1.10.1.1 – Funcionamiento Unión PN. Fuente: Research Gate

1.10.1.1. Funcionamiento Sistema

Las instalaciones solares fotovoltaicas pueden diseñarse para estar funcionando de forma aislada o autónoma. Estos sistemas son diseñados para autoconsumo, tienen su nicho de mercado en viviendas alejadas o zonas rurales donde las redes de distribución y transporte no pueden llegar o carecen de suficiente potencia. A estos sistemas se le añade una batería para almacenar el exceso de producción y utilizarlo a conveniencia del consumidor. Por otro lado, existen sistemas autónomos que no requieren de batería, como señales de tráfico o antenas telefónicas.

La instalación propuesta en el Hospital Doctor Moliner consiste en un sistema conectado a red. Estos sistemas funcionan como generador de energía o como consumidor, dependiendo de los requerimientos del usuario.

Esta instalación debe garantizar que la energía vertida a la red disponga de las mismas condiciones que en el punto de vertido, por lo que la energía extraída en los paneles solares no puede inyectarse directamente a red.

Estas instalaciones cuentan con los siguientes equipos:

- Módulo fotovoltaico.
- Inversor.
- Protecciones.
- Contadores Energía.
- Acumulador.

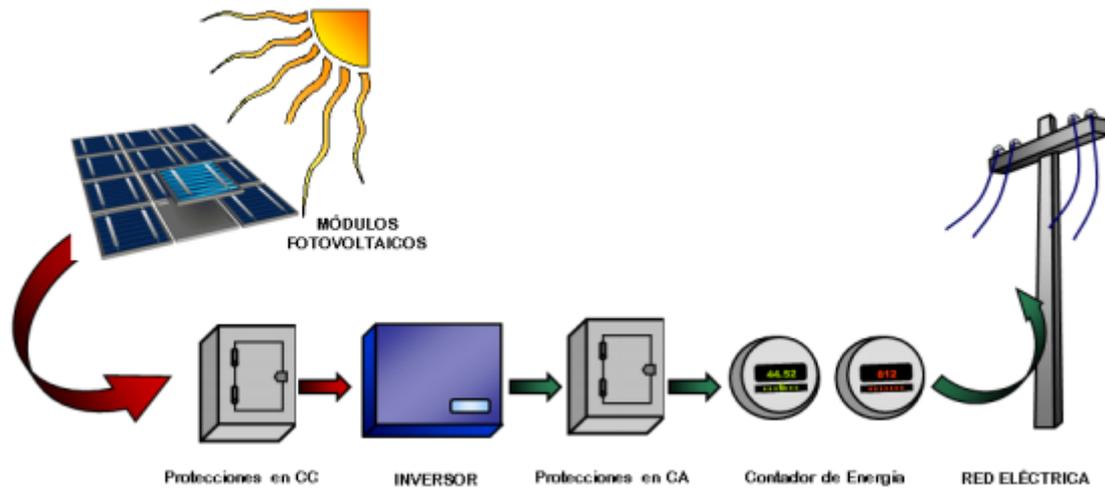


Figura 1.10.1.2 – Esquema Sistema FV conectado a red. Fuente: Educa Madrid

1.10.1.2. Componentes FV

Módulo fotovoltaico: Su cometido consiste en captar la radiación solar y convertirla en energía eléctrica. Cada módulo se compone de células fotovoltaicas. La configuración de estos módulos, en serie o paralelo, permite variar la tensión y la intensidad entregadas. Si se añaden varios módulos en serie, se consigue aumentar la tensión, por el contrario, disponerlos en serie suministra mayor corriente, el agrupamiento de los módulos para aumentar la tensión de salida se le denomina *string*. Este componente suele ser determinante en estas instalaciones, su precio y rendimiento marcan la rentabilidad y ejecución de la obra, por ello es conveniente realizar una buena selección de dichos componentes. Para el tipo de aplicación que se pretende usar en esta obra, destacan los módulos policristalinos, su uso es el más extendido y disponen de un proceso de fabricación menos costoso, en consecuencia, su precio de venta es inferior. Los paneles monocristalinos presentan mejores rendimientos y mayor vida útil pero los costes asociados a su fabricación acarrear costes económicos.

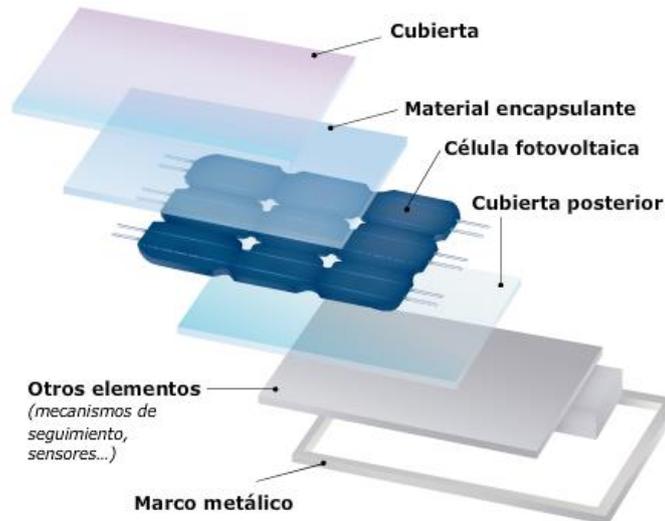


Figura 1.10.1.3 – Módulo FV. Fuente: Área Tecnología

Estructura Soporte: Su función es albergar y disponer según la orientación calculada los paneles solares, estos elementos pueden ser fijos o móviles. Las estructuras fijas disponen de mayor uso en el mercado para pequeños consumos o autoconsumos, estos perfiles se instalan en la inclinación óptima para su funcionamiento y resisten grandes inclemencias. Por otro lado, los soportes móviles o de seguimiento permiten cambiar la inclinación y/o la orientación de la placa para seguir la trayectoria del Sol, esto se debe a los seguidores solares que incorporan. Dotar la instalación de estos elementos encarece la obra, pero por otra parte aumenta el rendimiento de la instalación, elegirlos en la instalación es objeto de estudio.

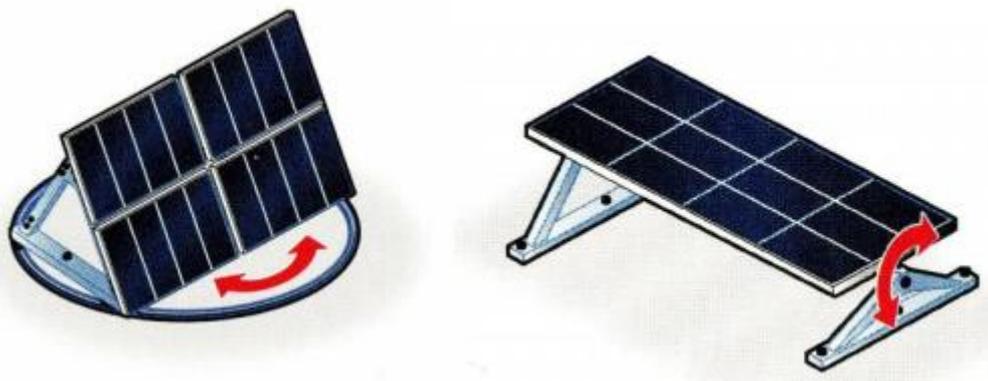


Figura 1.10.1.4 – Seguidores Solares. Fuente: LBA Industrial

Inversor: Este dispositivo permite la transformación de energía fotovoltaica generada en los módulos solares en energía eléctrica apta para el consumo. Aguas abajo del inversor, la energía puede volcarse a la red eléctrica o a un punto de consumo propio. Dependiendo de la instalación y sus condiciones, es necesario instalar varios inversores, esto se debe a las limitaciones de tensión y potencia del inversor, es por ello que, en grandes instalaciones puede tener lugar que un solo inversor no sea capaz de receptionar toda la energía generada en los módulos, por lo que será necesario disponer de varios inversores.

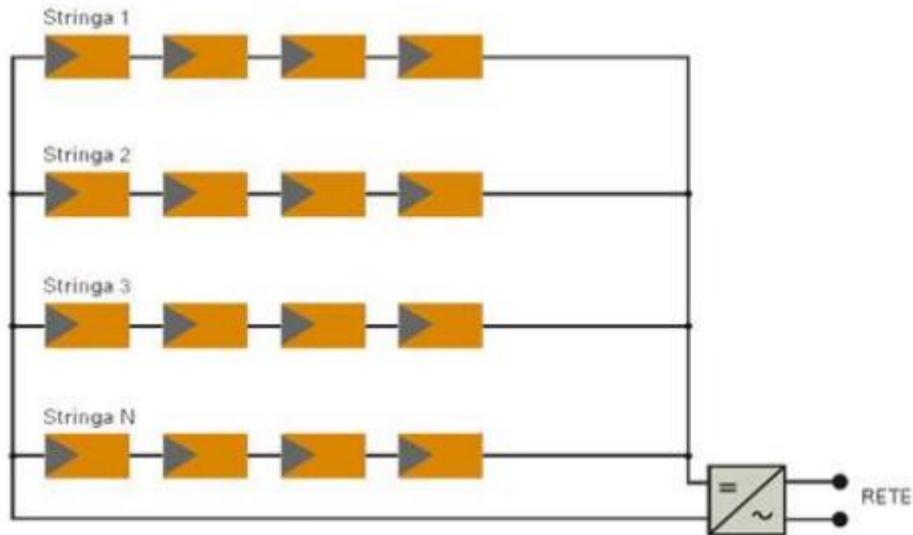


Figura 1.10.1.5 – Esquema Instalación con Inversor General. Fuente: Solarweb

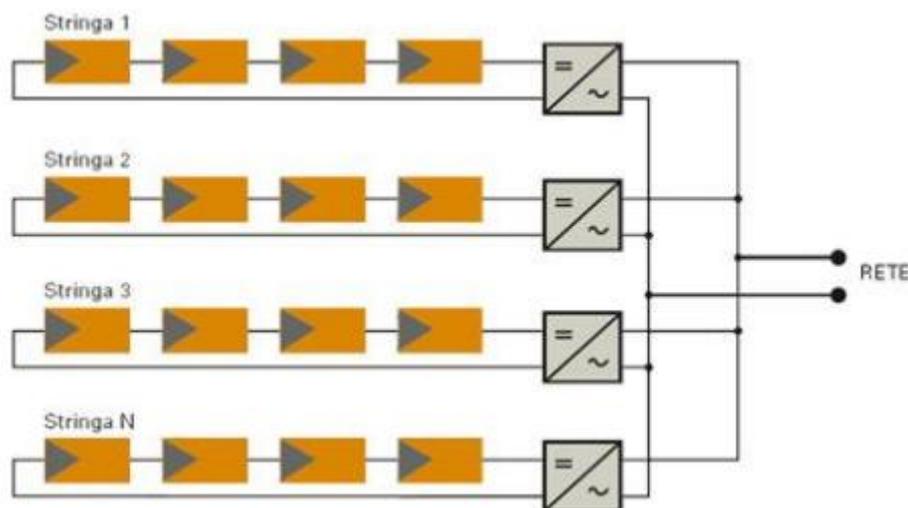


Figura 1.10.1.6 – Esquema Instalación con Inversores Modulados. Fuente: Solarweb

La elección de un esquema u otro viene determinado por la tensión, la potencia, el rendimiento del inversor y el precio. Por tanto, dependiendo del inversor y sus características puede ser más rentable disponer de más inversores de menor capacidad o per el contrario, reducir el número de inversores para instalar dispositivos con mejores prestaciones.

Otro factor, que determina el precio del inversor es la onda de salida capaz de proporcionar, ya sean, de onda pura, modificada o cuadrada. Los inversores de onda cuadrada son más económicos, por el contrario, disponen de menos eficiencia y su instalación puede generar interferencias o sobrecalentamientos en ciertos aparatos. Los inversores de onda modificada tienen un precio notablemente mayor que el anterior, disponen de una buena relación calidad-precio, pero su uso se dedica a pequeños electrodomésticos y reduce todos los armónicos, lo que genera interferencias. Por último, los inversores de onda pura tienen mejor calidad que su

competencia, consiguen eliminar los armónicos y disponen de una mayor eficiencia, superior al 90%. Sin embargo, su precio es más alto y ocupan un mayor tamaño en la instalación.

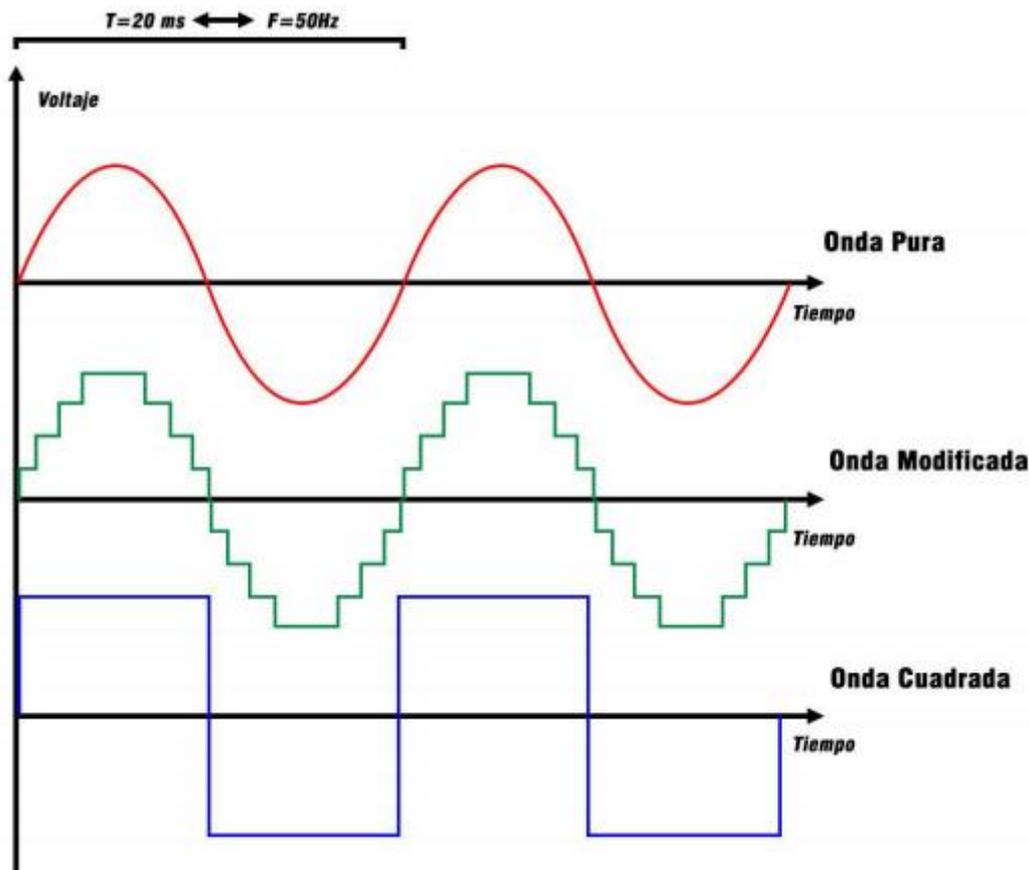


Figura 1.10.1.7 – Ondas según el Inversor. Fuente: Genera Tu Luz

1.10.2. Consumo Anual

Esta propuesta tiene como objetivo reducir en la medida de los posible la factura eléctrica del hospital y reducir así su consumo de la red. Según los datos facilitados por el personal del hospital, el consumo de este es en el año 2018 se recoge en el siguiente gráfico:

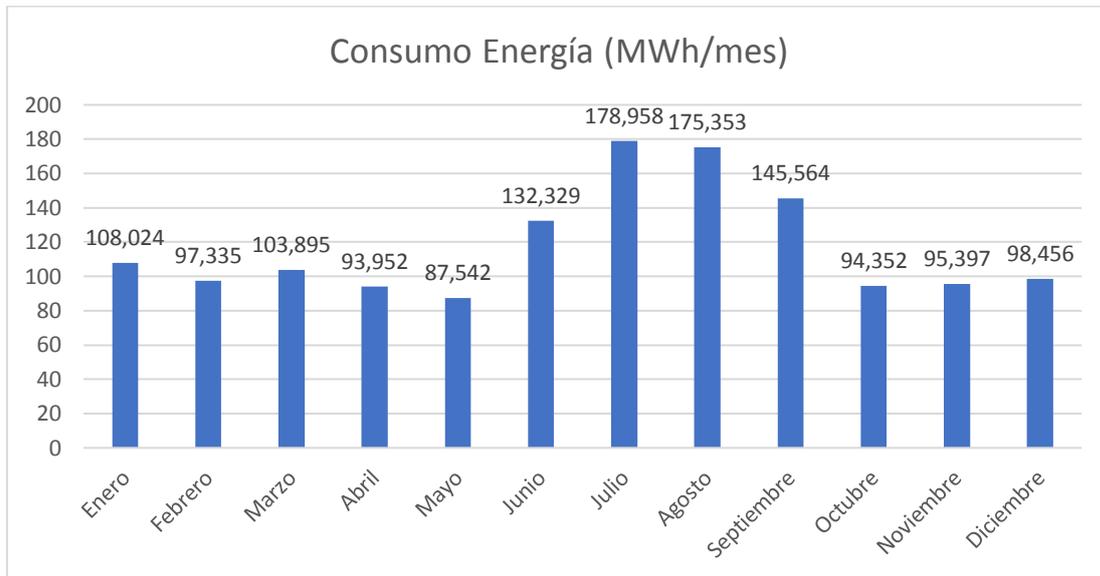


Gráfico 1.10.1-Consumo Mensual Energético. Fuente: Hospital Doctor Moliner

Como se observa en la gráfica anterior, el hospital requiere de un gran consumo energético para su funcionamiento, esto es debido al gran número de equipos médicos, iluminación, equipos informáticos y trabajos que se llevan a cabo en este espacio.

1.10.1. Solar Fotovoltaica Propuesta 1

Como se observa en la Memoria de Cálculo en el apartado 2.11 Solar Fotovoltaica Propuesta 1, el requerimiento por parte de la legislación para realizar esta obra no es obligatoria por lo que su ejecución se realizaría bajo demanda de la promotora del proyecto si así lo requiere.

Esta instalación se realizaría junto al centro de transformación para reducir las pérdidas en el transporte.

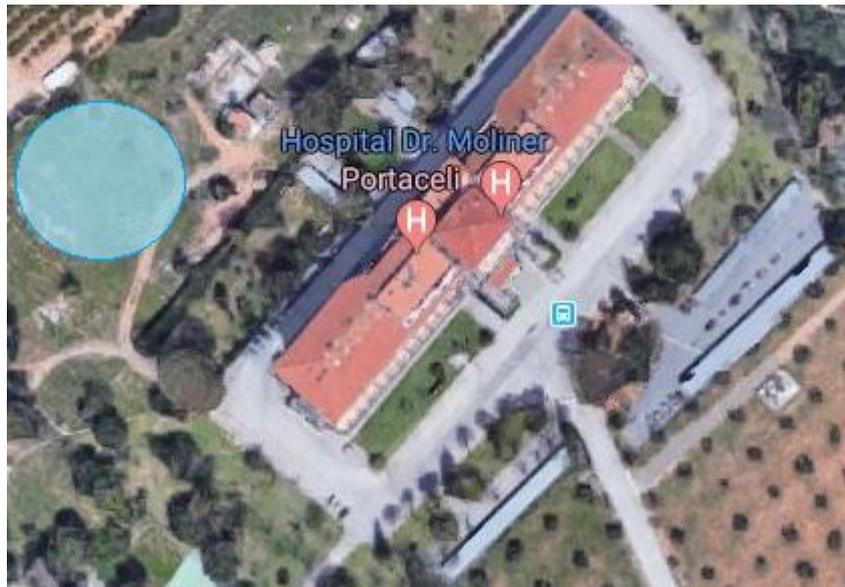


Figura 1.10.1.8 – Emplazamiento Propuesta 1. Fuente: Google Maps

Según los cálculos realizados el ahorro de esta instalación de forma anual rondaría los 1.308,74€ y supondría un ahorro respecto al consumo general del 1%, por lo que con este huerto solar se cubriría la iluminación y pequeños equipos de consumo u ordenadores. De acuerdo al estudio realizado que se puede observar en la Memoria de Presupuestos, el montante para llevar a cabo esta obra se establecería en un PBL de 21.332,51€, por lo que el plazo de retorno se establecería

$$\text{Plazo Retorno} = \frac{\text{Inversión Total}}{\text{Ahorro Anual}} = \frac{21.332,52 \text{ €}}{1.308,74 \text{ €/año}} = 16 \text{ años}$$

Si se añadiese gastos relativos al mantenimiento y reparaciones debido a su funcionamiento este plazo se vería incrementado. Desde el punto de vista de mejora de la eficiencia del edificio no supone un gran avance, ni una reducción notable, si bien es cierto que los costes debidos al ahorro de la generación, transporte y distribución resultarían de gran ayuda al tendido eléctrico y aligerarían la carga del mismo. Aun así, no resulta una gran solución.

1.10.2. Solar Fotovoltaica Propuesta 2

Otra propuesta planteada en este TFM consiste en la ejecución de un huerto solar de grandes dimensiones, este huerto dispone de 8000 paneles solares fotovoltaicos de 305Wp cada uno, proporcionando un total del 2,44MWp. Esta instalación ocupa una mayor parcela que la citada anteriormente, además de requerir una mayor inversión inicial.

El emplazamiento de esta propuesta se realizaría en la entrada principal del hospital, contiguo a los paneles solares para ACS, como puede observarse en la siguiente imagen.



Imagen 1.10.1.8 – Emplazamiento Campo Solar. Fuente: Google Maps

Esta actuación además presenta un inconveniente mayor, la superficie total de la instalación supondría una superficie de 32.486 m², con el necesario desbroce del terreno, retirada de olivos y tala de algunos pinos, todo ello sin olvidar que el Hospital Doctor Moliner se encuentra dentro del entorno de la Serra Calderona, por lo que supondría un gran impacto visual en el paraje.

De acuerdo a los cálculos realizados en la Memoria de Cálculos en el apartado 2.12 y el presupuesto realizado en la Memoria de Presupuestos en el apartado 3.2. Se extraen las siguientes conclusiones:

El PBL de esta obra asciende a 2.633.964,24 €, con una producción anual de energía anual de 3.733.386,66 kWh/anales. El siguiente gráfico permite comparar la generación que se obtendría frente al consumo del edificio.

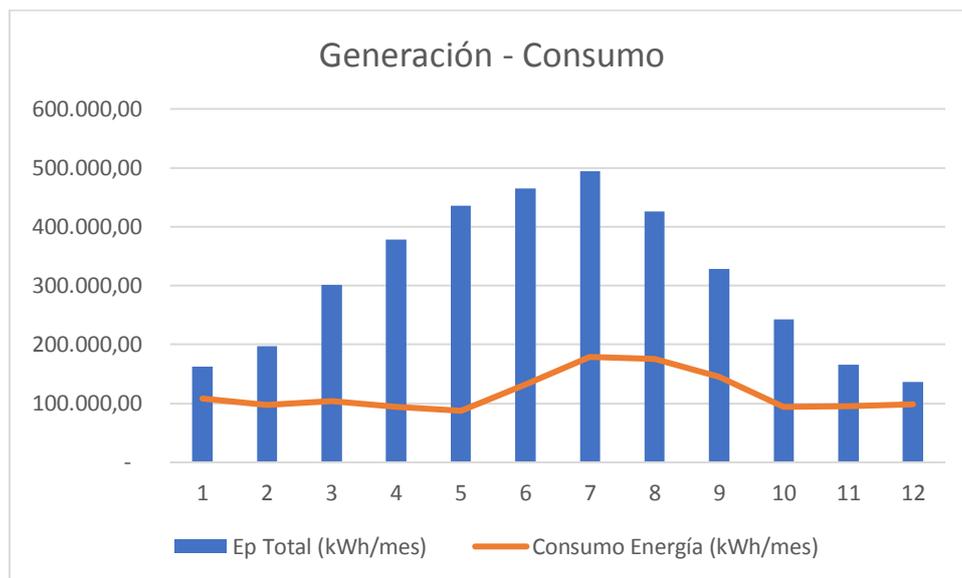


Gráfico 1.10.2 – Consumo - Generación

Como puede observarse este planteamiento permite cubrir las necesidades del edificio además de vender el excedente a la red o almacenarlo durante un periodo de 3 días. De este modo se dispondría de una planta de generación eléctrica cerca de núcleos de población aislados, lo que supondría una reducción de los costes de distribución y transporte para la red eléctrica.

Desde el punto de vista económico supondría un ahorro estimado de :

$$\text{Ahorro Anual} = 3.733.386 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * 0,083535 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 311.868,45\text{€/anales}$$

Además, la venta del excedente podría llegar:

$$\text{Ahorro Anual} = 2.322.229,66 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} * 0,05392 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 125.214,62 \text{€/anales}$$

Los valores obtenidos de los precios de la energía eléctrica son obtenidos de Omie³, estos valores están sujetos a una gran fluctuación por lo que deberían actualizarse y realizar una estimación más continua en caso de realizar un estudio más en profundidad. Además, se estima que los costes de mantenimiento en la instalación pueden llegar 8.780€ anuales y contemplar que el rendimiento de la instalación decrece a medida que se desarrollan los años por lo que la producción de energía eléctrica se verá afectada.

Año	Flujo de Negativo	Flujo Ahorro	Flujo Venta	Balance
	2633964,235			-2633964,235
1	8780	117.881,00	125.214,62	234.315,62
2	8780	117.881,00	125.214,62	234.315,62
3	8780	117.881,00	125.214,62	234.315,62
4	8780	117.881,00	125.214,62	234.315,62
5	8780	117.881,00	125.214,62	234.315,62
6	8780	94.304,80	100.171,70	185.696,50
7	8780	94.304,80	100.171,70	185.696,50
8	8780	94.304,80	100.171,70	185.696,50
9	8780	94.304,80	100.171,70	185.696,50
10	8780	94.304,80	100.171,70	185.696,50
11	8780	88.410,75	93.910,97	173.541,72
12	8780	88.410,75	93.910,97	173.541,72
13	8780	88.410,75	93.910,97	173.541,72
14	8780	88.410,75	93.910,97	173.541,72
15	8780	82.516,70	87.650,24	161.386,94
16	8780	82.516,70	87.650,24	161.386,94
17	8780	82.516,70	87.650,24	161.386,94
18	8780	82.516,70	87.650,24	161.386,94
19	8780	82.516,70	87.650,24	161.386,94
20	8780	70.728,60	81.389,51	143.338,11
21	8780	70.728,60	81.389,51	143.338,11
22	8780	70.728,60	81.389,51	143.338,11
23	8780	70.728,60	81.389,51	143.338,11
24	8780	70.728,60	81.389,51	143.338,11
25	8780	70.728,60	81.389,51	143.338,11
TIR				5%

Tabla 1.10.2.1 – Análisis TIR Propuesta 2

Según el estudio del TIR, se obtiene un 5%. Esto determina que la inversión es interesante desde el punto de vista económico, por lo tanto, sería objeto de estudio para mayor profundidad en la materia.

³ Operador del Mercado Ibérico de Energía – Polo Español. www.omie.es

1.11. Conclusiones

Después de haber realizado las propuestas y estudiar su viabilidad técnica y económica, se puede determinar que los dos proyectos que representan mayor ambición:

- La instalación de Paneles Solares para ACS.
- La instalación de un Campo Fotovoltaico.

Suponen una viabilidad económica y se disponen de los medios espaciales para llevarlas a cabo. Además, el presente estudio no ha contemplado ayudas o subvenciones económicas para la realización, de disponer de ellas ambos proyectos serían mucho más atractivos y colaborarían a reducir la huella ecológica del Hospital Doctor Moliner.

Otro aspecto fundamental en este proyecto es el estudio de viabilidad de las energías renovables. Se ha determinado que resultan desde el punto de vista económico interesantes y también desde el punto de vista social, la inversión en este sector se establece como una prioridad a corto, medio y largo plazo. Además, la mejora de la tecnología en este sector es una de las líneas de investigación más potentes para poder disponer de instalaciones más potentes a un menor coste. Si bien es cierto, que requieren una gran inversión inicial, no por ello son menos interesantes, para pequeños consumos representan una alternativa real al sistema convencional, lo que permitiría reducir la explotación de la red para los hogares y abaratar los costes energéticos para la industria, sector que encuentra en el suministro energético uno de sus mayores quebraderos de cabeza. En este TFM particularmente, se puede comprobar que este tipo de inversiones disponen de una rentabilidad para el capital inversor, prueba de ella son los indicadores VAN y TIR, respectivamente.

Además, se debe una responsabilidad social con nosotros y el mundo que nos rodea, encontrar un desarrollo sostenible capaz de no destruir el medio, es un objetivo primordial y debemos involucrarnos como sociedad en este cometido.

Como conclusión académica, se valora de forma positiva la realización de este TFM, en el alumno ha podido aplicar, demostrar y ejercer las habilidades y competencias adquiridas a lo largo de su formación académica. Cabe añadir, que presenta un gran aporte general a la sociedad, pues puede servir de ayuda y apoyo en la gestión de los recursos públicos y colaborar a abrir una consideración en la implementación y la instalación de energías renovables.

1.12. Bibliografía

- Código Técnico de la Edificación (CTE), sección HE 4 *“Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria”*. 2013. Recuperado de www.energia.gob.es
- IDAE *“Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios”* 2013. Ministerio de Industria. Recuperado de www.idae.es
- IDEA *“Guía Técnicas de Agua Caliente Sanitaria Central”* 2010. Ministerio de Industria. Recuperado de www.idae.es
- Reglamento Instalaciones Térmicas en la Industria (RITE) 2013. Madrid. Ministerio de Industria. Recuperado de www.energia.gob.es
- AENOR, Norma UNE 100-155 *“Diseño y Cálculo de Sistemas de Expansión”*. 2004. Madrid. Recuperado de http://personales.upv.es/vsoto/index_archivos/FTP/Tuberias/UNE-100-155-88-VE.pdf
- AENOR, Norma UNE 94002 *“Instalaciones Solares Térmicas para Producción de Agua Caliente Sanitaria”* 2005. Madrid.
- AENOR, Norma UNE 94003 *“Datos Climáticos para el Dimensionado de Instalaciones Térmicas”* 2007. Madrid. Recuperado de www.une.org
- Apuntes Instalaciones Fluidos Industriales Máster Universitario Ingeniero Industrial. Material no publicado.
- Moreno Morales G (sf). *“Tratamiento del Diseño de una Instalación de Energía Solar para la Producción de Agua Caliente Sanitaria en Tecnología Industrial”*. Madrid. Ediciones Háblame. 2009
- Zabala I. Llera E. Aranda A. Martínez A. Scarpellini S. Barrio F *“El Ahorro Energético en el Nuevo Código Técnico de la Edificación”*. Madrid. FC Editorial.2007.
- Base de Datos AEMET. www.aemet.es
- Instituto Valenciano de la Edificación. Base de Datos 2018. Recuperado de <https://www.five.es/productos/herramientas-on-line/visualizador-2018/>



MEMORIA DE CÁLCULOS



Índice

2.	Memoria de Cálculos.....	3
2.1	Datos Iniciales.....	3
2.2	Cálculo Demanda ACS.....	4
2.3	Cálculo Demanda Energética	4
2.4	Cálculo Energía Radiación Solar	9
2.4.1	Cálculo Rendimiento Panel Solar	12
2.5	Superficie Paneles Solares	15
2.6	Disposición de los Paneles Solares	16
2.7	Volumen de Acumulación	19
2.8	Potencia Intercambiador Circuito Primario	19
2.9	Fluido Calorportador	20
2.10	Dimensionado Circuito	21
2.10.1	Cálculo Caudal Circuito Primario y Secundario.....	21
2.10.2	Pérdida de Carga en los Colectores	21
2.10.3	Pérdida de Carga en el Intercambiador Primario	23
2.10.4	Pérdida de Carga en Tuberías.....	23
2.10.5	Cálculo Vaso Expansión.....	28
2.10.6	Cálculo Espesor de Aislamiento Tuberías.....	30
2.11	Solar Fotovoltaica Propuesta 1.....	¡Error! Marcador no definido.
2.11.1	Producción Diaria.....	33
2.11.2	Propuesta Campo Solar.....	¡Error! Marcador no definido.
2.12	Solar Fotovoltaica Propuesta 2.....	34
2.11.2	Panel Solar Fotovoltaico.....	34
2.11.3	Inversor	35
2.11.4	Configuración Bloques	36
2.11.5	Energía producida.....	37

2. Memoria de Cálculos

En este apartado, se presenta la justificación numérica de los dispositivos seleccionados en la instalación, así como, los criterios que determina la legislación española para el diseño y suministro de agua caliente sanitaria en el Hospital Doctor Moliner de Serra durante todo el año.

2.1 Datos Iniciales

- Localización geográfica

El Hospital Doctor Moliner propiedad de la Conselleria de Sanitat, se encuentra en la localidad de Serra, en la provincia de Valencia. Este municipio está a **330 metros de altura sobre el nivel del mar** y en las coordenadas geográficas **39°41'08"N y 0°25'43"O**. El edificio se encuentra rodeado por el Parque Natural de la Sierra Calderona y se accede a él a través de la CV-331.

- Demanda ACS

El hospital cuenta con capacidad para albergar 96 pacientes, distribuidos a lo largo de las 4 plantas del edificio y cada uno de ellos alojados en habitaciones individuales.

- Zona climatológica

Según la norma UNE: 94003:2007, el hospital se encuentra en **zona climática IV**.

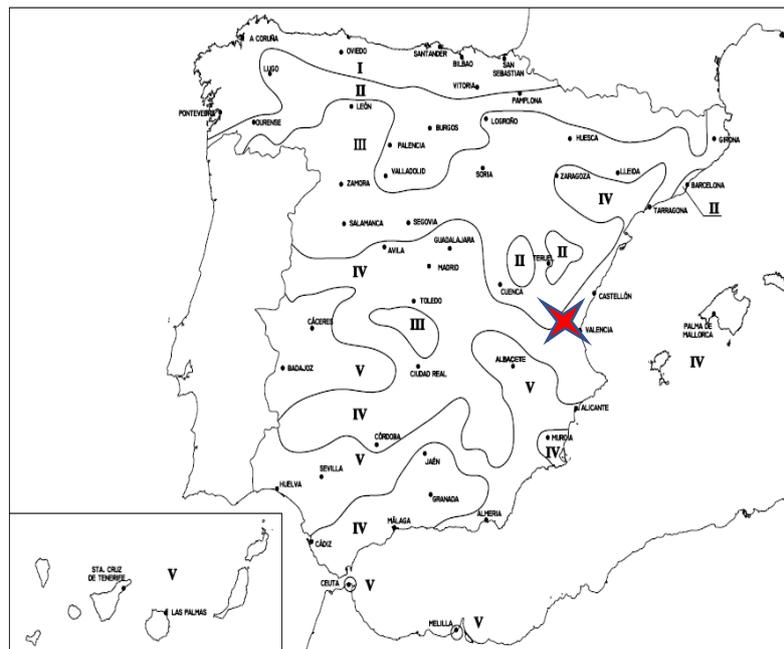


Figura 2.1.1-Zonas climáticas según la norma UNE:94003:2007. Fuente: UNE

2.2 Cálculo Demanda ACS

Para determinar las necesidades de ACS se debe recurrir a la tabla 4.1 del CTE, en ella se indica el criterio de demanda según el tipo de edificio al que se suministre. Para hospitales y clínicas se establece un consumo de 55 litros de ACS por día y persona.

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C⁽¹⁾

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

Por lo tanto, la demanda de ACS a 60°C para el Hospital Doctor Moliner es de:

Ecuación 1

$$D_{ACS\ 60^{\circ}C} = N^{\circ}Personas \cdot 55 \frac{\text{litros ACS a } 60^{\circ}C}{\text{día} \cdot \text{persona}} = 96 \cdot 55 = 5280 \text{ litros ACS a } 60^{\circ}C/\text{día}$$

2.3 Cálculo Demanda Energética

La energía necesaria para elevar el agua de red hasta la temperatura deseada de 60°C, requerimos de la siguiente ecuación.

Ecuación 2

$$E_{60^{\circ}C} = m \cdot C_p \cdot \Delta T = m \cdot C_p \cdot (60 - T_{\text{Agua Fria Red}})$$

Siendo C_p el calor específico del agua 4,18 kJ/ kg · °C.

Este cálculo se puede realizar de forma anual con la temperatura media de red a lo largo del año o por el contrario se puede calcular de forma individual para cada mes y posteriormente realizar la suma de la demanda anual, ya que la temperatura a la que llega el agua de red no es constante a lo largo del año.

A modo detalle se realizará de forma mensual, esto permite verla evolución de la demanda a lo largo del año y en función de los días de cada mes.

La demanda mensual de ACS viene determinada por la ecuación.

Ecuación 3

$$D_{ACS\ 60^{\circ}C\ mensual} = D_{ACS\ 60^{\circ}C\ diaria} \cdot N^{\circ}\ dias\ al\ mes$$

El caudal másico de ACS necesario para satisfacer las necesidades del hospital se determina mediante la expresión:

Ecuación 4

$$\dot{m}_{mensual\ ACS} = D_{ACS\ 60^{\circ}C} \cdot \rho$$

Siendo ρ la densidad del agua a 60°C.

La temperatura a la cual llega el agua de red se determina mediante los datos de la Norma UNE 94.0002/95 recogidos en la siguiente tabla.

Temperatura del agua de la red (°C)													Media
Mínimas	5	6	7	9	11	13	15	2	14	11	7	6	10
Máximas	15	15	16	16	17	19	21	21	20	18	17	16	17
Ciudad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Lérida	7	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	7	13
Logroño	7	8	10	11	13	16	18	18	16	13	10	8	12
Lugo	7	8	9	10	11	13	15	15	14	12	9	8	11
Madrid	8	8	10	12	14	17	20	19	17	13	10	8	13
Málaga	12	12	13	14	16	18	20	20	19	16	14	12	16
Murcia	11	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11	15
Orense	8	10	11	12	14	16	18	18	17	13	11	9	13
Oviedo	9	9	10	10	12	14	15	16	15	13	10	9	12
Palencia	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	9	6	11
P. de Mallorca	11	11	12	13	15	18	20	20	19	17	14	12	15
Pamplona	7	8	9	10	12	15	17	17	16	13	9	7	12
Pontevedra	10	11	11	13	14	16	17	17	16	14	12	10	13
Salamanca	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	8	6	11
San Sebastián	9	9	10	11	12	14	16	16	15	14	11	9	12
Santander	10	10	11	11	13	15	16	16	16	14	12	10	13
Segovia	6	7	8	10	12	15	18	18	15	12	8	6	11
Sevilla	11	11	13	14	16	19	21	21	20	16	13	11	16
Soria	5	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6	10
Tarragona	10	11	12	14	16	18	20	20	19	16	12	11	15
S. C. de Tenerife	15	15	16	16	17	18	20	20	20	18	17	16	17
Teruel	6	7	8	10	12	15	18	17	15	12	8	6	11
Toledo	8	9	11	12	15	18	21	20	18	14	11	8	14
Valencia	10	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11	15
Valladolid	6	8	9	10	12	15	18	18	16	12	9	7	12
Vitoria	7	7	8	10	12	14	16	16	14	12	8	7	11
Zamora	6	8	9	10	13	16	18	18	16	12	9	7	12
Zaragoza	8	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	8	13

Datos Norma UNE 94.002/95

Tabla 2.3.1 – Datos Temperatura Agua Fría Capitales de Provincias. Fuente: UNE

Estos valores corresponden a la temperatura en la capital de provincia, para determinar la dicha temperatura en un municipio diferente se debe corregir mediante la siguiente expresión.

Ecuación 5

$$T_{AFR}(altura\ snm) = T_{AFR}(Cap.Prov) - 0.0066 * Altura\ snm, \text{ meses de octubre a marzo}$$

Ecuación 6

$$T_{AFR}(altura\ snm) = T_{AFR}(Cap.Prov) - 0.0033 * Altura\ snm, \text{ meses de abril a septiembre}$$

Mes	T Agua Fría(°C)	T Corregida	AF
Enero	8	5,8	
Febrero	9	6,8	
Marzo	11	8,8	
Abril	13	11,9	
Mayo	14	12,9	
Junio	15	13,9	
Julio	16	14,9	
Agosto	15	13,9	
Septiembre	14	12,9	
Octubre	13	10,8	
Noviembre	11	8,8	
Diciembre	8	5,8	
AÑO	12,25	10,1	

Tabla 2.3.2 – Temperatura Agua de Red corregida

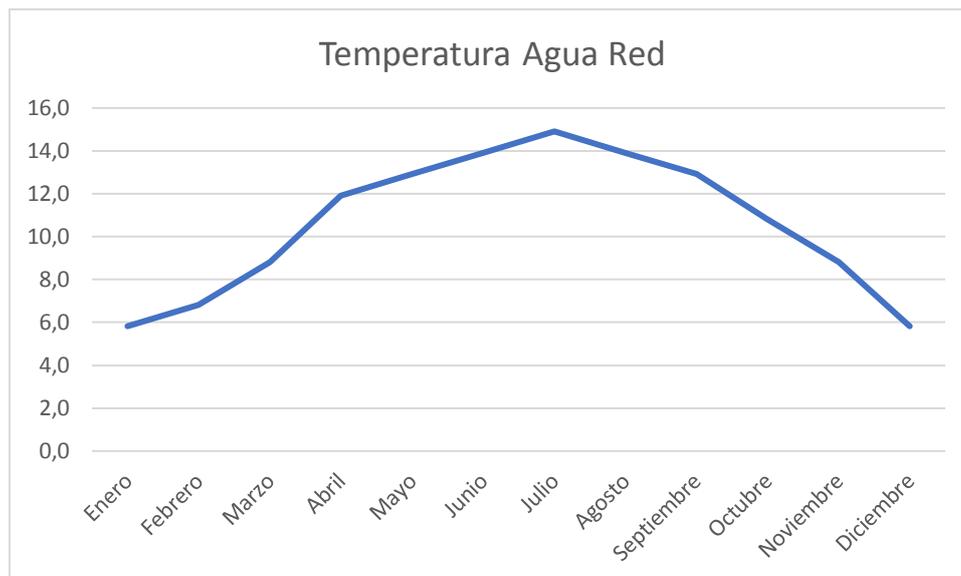
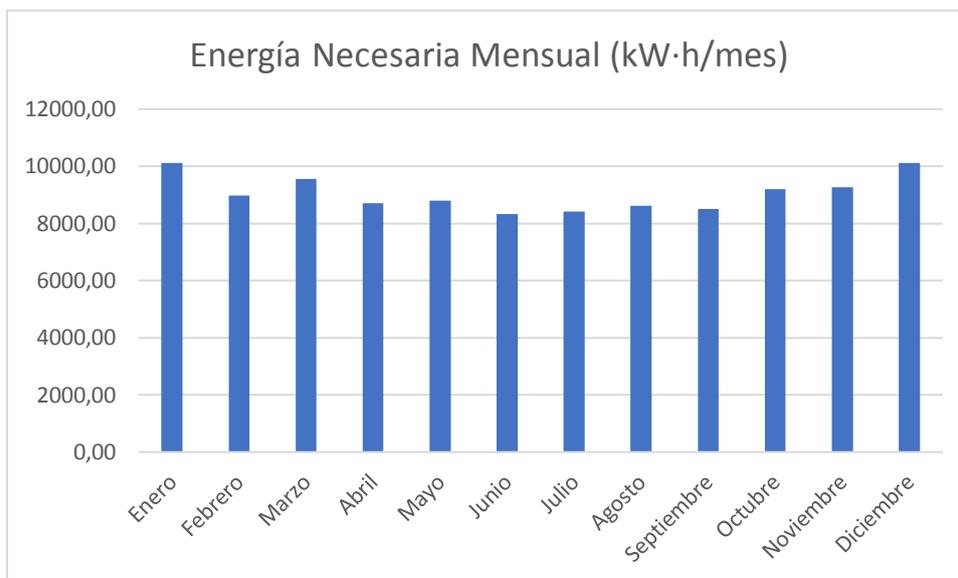


Gráfico 2.3.1 – Gráfico Temperatura Agua de Red

Por lo tanto, la energía necesaria para elevar la temperatura del agua de red hasta los 60°C.

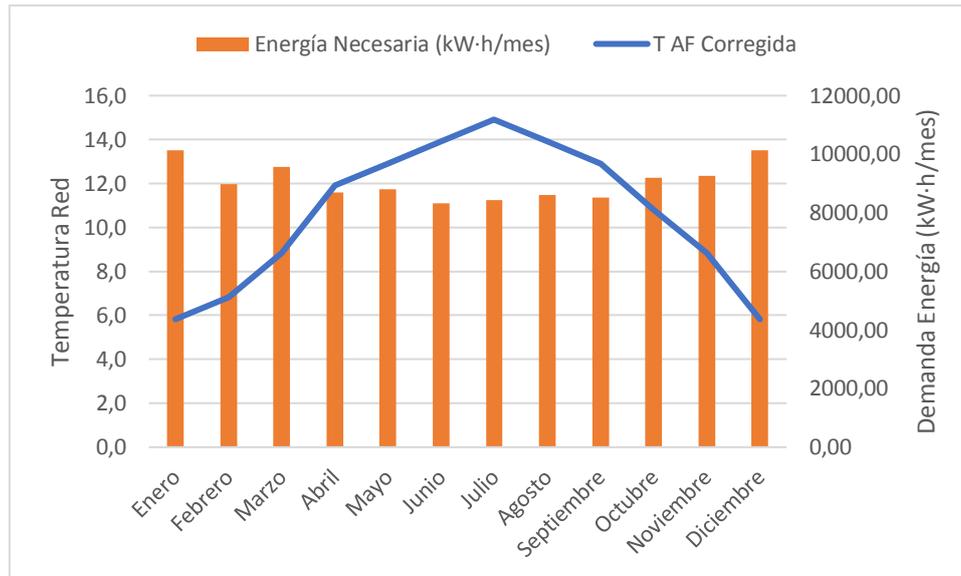
Mes	Dias	T Corregida(°C)	AF	EnergíaNecesaria (MJ/mes)	EnergíaNecesaria (kW·h/mes)
Enero	31	5,8		36442,303	10122,862
Febrero	28	6,8		32308,083	8974,467
Marzo	31	8,8		34424,382	9562,328
Abril	30	11,9		31303,158	8695,322
Mayo	31	12,9		31673,956	8798,321
Junio	30	13,9		30001,274	8333,687
Julio	31	14,9		30328,676	8424,632
Agosto	31	13,9		31001,316	8611,477
Septiembre	30	12,9		30652,216	8514,504
Octubre	31	10,8		33079,102	9188,639
Noviembre	30	8,8		33313,918	9253,866
Diciembre	31	5,8		36442,303	10122,862
AÑO	365	10,1		390970,687	108602,969

Tabla 2.3.3 – Demanda Energética Mensual



2.3.2 – Demanda Energética Mensual

Si se contrasta la tendencia de la temperatura de suministro con la evolución de la demanda energética, salta a la vista que en los meses con mayor necesidad energética se dispone de menor temperatura de suministro y por lo tanto es necesario realizar un mayor aporte para aumentar la temperatura hasta los 60°C.



2.3.3 – Comparación Energía Necesaria – Temperatura Agua de Red

2.4 Cálculo Energía Radiación Solar

Al igual que la temperatura del agua de red, la energía incidente sobre las placas varía en función de la época del año, es por ello que el cálculo puede realizarse mes a mes o con la media anual. Para seguir en la misma línea de cálculo, se ha realizado el estudio mes a mes con la siguiente ecuación.

Ecuación 7

$$E_{solar\ aportada\ util, mes} = E_{irradiada} \cdot k \cdot FU \cdot N^{\circ} días \cdot CP \cdot \eta_{placa}$$

Dónde:

- $E_{irradiada}$ se obtiene de la tabla posterior de CENSOLAR, en ella se recoge la energía en megajulios que incide sobre un metro cuadrado de una superficie horizontal en un día medio de cada mes.
- k , es el coeficiente que corrige el valor de la tabla para una superficie inclinada, en este caso se estudia con la inclinación sobre la horizontal de 39° , este es el valor que minimiza las pérdidas, coincide con la latitud de la ubicación.
- FU , factor de ubicación, si las placas se encuentran en ciudades se tomará 0,95, si por el contrario se encuentran en campo abierto despejado 1,05.
- CP , son las pérdidas por orientación. En este caso no se consideran pérdidas debido a que la ubicación de los paneles se puede realizar de forma óptima, orientado hacia el sur 0° y con una inclinación coincidente con la latitud, 39° .
- η_{placa} , es el rendimiento de la placa. Por diferentes motivos, los paneles solares no transforman el 100% de la energía irradiada en energía al fluido calorportador, es por ello que este termino se rige mediante la siguiente expresión.

Ecuación 8

$$\eta_{placa} = \eta_0 - \frac{k_1 \cdot (T_m - T_a)}{I}$$

Estos valores son:

- η_0 , factor óptico. La máxima eficiencia y rendimiento del equipo. Viene dado por el fabricante de placas solares y depende de cada elemento.
- k_1 , coeficiente de pérdidas de rendimiento. Es determinado por la calidad de los materiales y el proceso de fabricación.
- T_m , temperatura media de ACS.
- T_a , temperatura ambiente en horas de sol.
- G , irradiación en el colector solar (W/m^2).

La energía irradiada sobre una superficie plana en posición horizontal se encuentra recogida en la siguiente tabla de CENSOLAR.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO	
1	ÁLAVA	4,6	6,9	11,2	13	14,8	16,6	18,1	17,3	14,3	9,5	5,5	4,1	11,3
2	ALBACETE	6,7	10,5	15	19,2	21,2	25,1	26,7	23,2	18,8	12,4	8,4	6,4	16,1
3	ALICANTE	8,5	12	16,3	18,9	23,1	24,8	25,8	22,5	18,3	13,6	9,8	7,6	16,8
4	ALMERÍA	8,9	12,2	16,4	19,6	23,1	24,6	25,3	22,5	18,5	13,9	10	8	16,9
5	ASTURIAS	5,3	7,7	10,6	12,2	15	15,2	16,8	14,8	12,4	9,8	5,9	4,6	10,9
6	ÁVILA	6	9,1	13,5	17,7	19,4	22,3	26,3	25,3	18,8	11,2	6,9	5,2	15,1
7	BADAJOS	6,5	10	13,6	18,7	21,8	24,6	25,9	23,8	17,9	12,3	8,2	6,2	15,8
8	BALEARES	7,2	10,7	14,4	16,2	21	22,7	24,2	20,6	16,4	12,1	8,5	6,5	15
9	BARCELONA	6,5	9,5	12,9	16,1	18,6	20,3	21,6	18,1	14,6	10,8	7,2	5,8	13,5
10	BURGOS	5,1	7,9	12,4	16	18,7	21,5	23	20,7	16,7	10,1	6,5	4,5	13,6
11	CÁCERES	6,8	10	14,7	19,6	22,1	25,1	28,1	25,4	19,7	12,7	8,9	6,6	16,6
12	CÁDIZ	8,1	11,5	15,7	18,5	22,2	23,8	25,9	23	18,1	14,2	10	7,4	16,5
13	CANTABRIA	5	7,4	11	13	16,1	17	18,4	15,5	13	9,5	5,8	4,5	11,3
14	CASTELLÓN	8	12,2	15,5	17,4	20,6	21,4	23,9	19,5	16,6	13,1	8,6	7,3	15,3
15	CEUTA	8,9	13,1	18,6	21	24,3	26,7	26,8	24,3	19,1	14,2	11	8,6	18,1
16	CIUDAD REAL	7	10,1	15	18,7	21,4	23,7	25,3	23,2	18,8	12,5	8,7	6,5	15,9
17	CÓRDOBA	7,2	10,1	15,1	18,5	21,8	25,9	28,5	25,1	19,9	12,6	8,6	6,9	16,7
18	LA CORUÑA	5,4	8	11,4	12,4	15,4	16,2	17,4	15,3	13,9	10,9	6,4	5,1	11,5
19	CUENCA	5,9	8,8	12,9	17,4	18,7	22	25,6	22,3	17,5	11,2	7,2	5,5	14,6
20	GERONA	7,1	10,5	14,2	15,9	18,7	19	22,3	18,5	14,9	11,7	7,8	6,6	13,9
21	GRANADA	7,8	10,8	15,2	18,5	21,9	24,8	26,7	23,6	18,8	12,9	9,6	7,1	16,5
22	GUADALAJARA	6,5	9,2	14	17,9	19,4	22,7	25	23,2	17,8	11,7	7,8	5,6	15,1
23	GUIPÚZCOA	5,5	7,7	11,3	11,7	14,6	16,2	16,1	13,6	12,7	10,3	6,2	5	10,9
24	HUELVA	7,6	11,3	16	19,5	24,1	25,6	28,7	25,6	21,2	14,5	9,2	7,5	17,6
25	HUESCA	6,1	9,6	14,3	18,7	20,3	22,1	23,1	20,9	16,9	11,3	7,2	5,1	14,6
26	JAÉN	6,7	10,1	14,4	18	20,3	24,4	26,7	24,1	19,2	11,9	8,1	6,5	15,9
27	LEÓN	5,8	8,7	13,8	17,2	19,5	22,1	24,2	20,9	17,2	10,4	7	4,8	14,3
28	LÉRIDA	6	9,9	18	18,8	20,9	22,6	23,8	21,3	16,8	12,1	7,2	4,8	15,2
29	LUGO	5,1	7,6	11,7	15,2	17,1	19,5	20,2	18,4	15	9,9	6,2	4,5	12,5
30	MADRID	6,7	10,6	13,6	18,8	20,9	23,5	26	23,1	16,9	11,4	7,5	5,9	15,4
31	MÁLAGA	8,3	12	15,5	18,5	23,2	24,5	26,5	23,2	19	13,6	9,3	8	16,8
32	MELILLA	9,4	12,6	17,2	20,3	23	24,8	24,8	22,6	18,3	14,2	10,9	8,7	17,2
33	MURCIA	10,1	14,8	16,6	20,4	24,2	25,6	27,7	23,5	18,6	13,9	9,8	8,1	17,8
34	NAVARRA	5	7,4	12,3	14,5	17,1	18,9	20,5	18,2	16,2	10,2	6	4,5	12,6
35	ORENSE	4,7	7,3	11,3	14	16,2	17,6	18,3	16,6	14,3	9,4	5,6	4,3	11,6
36	PALENCIA	5,3	9	13,2	17,5	19,7	21,8	24,1	21,6	17,1	10,9	6,6	4,6	14,3
37	LAS PALMAS	11,2	14,2	17,8	19,6	21,7	22,5	24,3	21,9	19,8	15,1	12,3	10,7	17,6
38	PONTEVEDRA	5,5	8,2	13	15,7	17,5	20,4	22	18,9	15,1	11,3	6,8	5,5	13,3
39	LA RIOJA	5,6	8,8	13,7	16,6	19,2	21,4	23,3	20,8	16,2	10,7	6,8	4,8	14
40	SALAMANCA	6,1	9,5	13,5	17,1	19,7	22,8	24,6	22,6	17,5	11,3	7,4	5,2	14,8
41	STA. C. DE TENERIFE	10,7	13,3	18,1	21,5	25,7	26,5	29,3	26,6	21,2	16,2	10,8	9,3	19,1
42	SEGOVIA	5,7	8,8	13,4	18,4	20,4	22,6	25,7	24,9	18,8	11,4	6,8	5,1	15,2
43	SEVILLA	7,3	10,9	14,4	19,2	22,4	24,3	24,9	23	17,9	12,3	8,8	6,9	16
44	SORIA	5,9	8,7	12,8	17,1	19,7	21,8	24,1	22,3	17,5	11,1	7,6	5,6	14,5
45	TARRAGONA	7,3	10,7	14,9	17,6	20,2	22,5	23,8	20,5	16,4	12,3	8,8	6,3	15,1
46	TERUEL	6,1	8,8	12,9	16,7	18,4	20,6	21,8	20,7	16,9	11	7,1	5,3	13,9
47	TOLEDO	6,2	9,5	14	19,3	21	24,4	27,2	24,5	18,1	11,9	7,6	5,6	15,8
48	VALENCIA	7,6	10,6	14,9	18,1	20,6	22,8	23,8	20,7	16,7	12	8,7	6,6	15,3
49	VALLADOLID	5,5	8,8	13,9	17,2	19,9	22,6	25,1	23	18,3	11,2	6,9	4,2	14,7
50	VIZCAYA	5	7,1	10,8	12,7	15,5	16,7	17,9	15,7	13,1	9,3	6	4,6	11,2
51	ZAMORA	5,4	8,9	13,2	17,3	22,2	21,6	23,5	22	17,2	11,1	6,7	4,6	14,5
52	ZARAGOZA	6,3	9,8	15,2	18,3	21,8	24,2	25,1	23,4	18,3	12,1	7,4	5,7	15,6

Tabla 2.4.2 – Energía en megajulios que incide en un metro de superficie horizontal en un día medido cada mes.
Fuente: Censolar

El factor de inclinación k , que corrige los valores de la tabla anterior 2.4.2 para un ángulo de 39° de inclinación sobre la horizontal se obtiene en la siguiente tabla.

LATITUD = 39°

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1,07	1,06	1,04	1,03	1,02	1,01	1,02	1,03	1,05	1,07	1,09	1,08
10	1,14	1,11	1,08	1,05	1,03	1,02	1,03	1,06	1,1	1,14	1,17	1,16
15	1,19	1,16	1,11	1,07	1,03	1,02	1,03	1,07	1,13	1,2	1,24	1,23
20	1,25	1,2	1,14	1,07	1,03	1,01	1,03	1,08	1,16	1,25	1,31	1,29
25	1,29	1,23	1,15	1,07	1,02	1	1,02	1,08	1,18	1,29	1,36	1,35
30	1,33	1,25	1,16	1,07	1	0,97	1	1,08	1,19	1,33	1,41	1,4
35	1,35	1,27	1,16	1,05	0,97	0,94	0,98	1,06	1,2	1,35	1,45	1,43
40	1,37	1,27	1,15	1,03	0,94	0,91	0,94	1,04	1,19	1,37	1,48	1,46
45	1,38	1,27	1,14	1	0,9	0,87	0,9	1,01	1,18	1,37	1,5	1,48
50	1,39	1,26	1,12	0,97	0,86	0,82	0,86	0,98	1,16	1,37	1,51	1,5
55	1,38	1,25	1,09	0,93	0,81	0,77	0,81	0,94	1,13	1,36	1,51	1,5
60	1,37	1,22	1,05	0,88	0,75	0,71	0,75	0,89	1,1	1,34	1,51	1,49
65	1,35	1,19	1,01	0,83	0,69	0,65	0,69	0,83	1,05	1,31	1,49	1,47
70	1,32	1,15	0,96	0,77	0,63	0,58	0,63	0,77	1	1,27	1,46	1,45
75	1,28	1,11	0,91	0,7	0,56	0,51	0,56	0,71	0,95	1,23	1,42	1,41
80	1,23	1,06	0,84	0,64	0,49	0,43	0,48	0,64	0,88	1,17	1,37	1,37
85	1,18	1	0,78	0,56	0,41	0,35	0,41	0,56	0,81	1,11	1,32	1,32
90	1,12	0,93	0,71	0,49	0,33	0,28	0,33	0,49	0,74	1,04	1,25	1,26

Tabla 2.4.3 – Factor k de corrección por la inclinación de las placas respecto a la horizontal. Fuente: Censolar

2.4.1 Cálculo Rendimiento Panel Solar

El rendimiento del panel solar, como se ha mencionado anteriormente viene regido por la ecuación siguiente.

Ecuación 8

$$\eta_{placa} = \eta_0 - \frac{k_1 \cdot (T_m - T_a)}{G}$$

Por lo tanto, se regirá dependiendo de las condiciones climáticas donde se instala y parámetros de diseño, para realizar el estudio de nuestro proyecto se ha elegido un panel solar con los siguientes valores de fabricación.

- $\eta_0 = 0,79$
- $k_1 = 3,49 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

El término G, irradiación solar en el colector se obtiene con la ecuación:

Ecuación 9

$$G = \frac{E_{irr}}{Temp. En Horas de Sol}$$

Al igual que en las temperaturas del agua fría de red, la temperatura ambiente media en horas sol se dispone de registros para la capital de la provincia, estos valores se corregirán para un punto geográfico diferente a la realización de la medida según las ecuaciones anteriores. Este registro de temperaturas se encuentra disponible en la Guía Técnica – Condiciones climáticas exteriores de proyecto de IDAE.

Mes	T Ambiente HS(°C)	T Ambiente HS Corr(°C)	Horas de Sol al día
Enero	12,7	10,5	8
Febrero	13,6	11,4	9
Marzo	16,0	13,8	9
Abril	18,1	17,0	9,5
Mayo	21,2	20,1	9,5
Junio	25,5	24,4	9,5
Julio	27,5	26,4	9,5
Agosto	27,8	26,7	9,5
Septiembre	25,2	24,1	9
Octubre	21,8	19,6	9
Noviembre	16,3	14,1	8
Diciembre	13,4	11,2	7,5

Tabla 2.4.1.1- Temperatura Ambiente en Horas de Sol y Horas del Sol diarias

El cálculo del rendimiento de los paneles solares obtiene como resultado los siguientes valores.

Mes	Horas Sol Al Dia	E Captada R1 (MJ/m ² dia)	E Captada R1 (kW·h/m ² ·mes)	Irradiancia G (W/m ²)	Rendimiento Placa
Enero	8	10,93	3,04	379,60	0,335
Febrero	9	14,14	3,93	436,27	0,401
Marzo	9	17,99	5,00	555,30	0,500
Abril	9,5	19,58	5,44	572,37	0,528
Mayo	9,5	20,33	5,65	594,51	0,556
Junio	9,5	21,79	6,05	637,00	0,595
Julio	9,5	23,49	6,53	686,86	0,619
Agosto	9,5	22,60	6,28	660,95	0,614
Septiembre	9	20,87	5,80	644,03	0,596
Octubre	9	17,26	4,80	532,78	0,526
Noviembre	8	13,52	3,76	469,44	0,449
Diciembre	8	10,12	2,81	374,73	0,336

Tabla 2.4.1.2- Rendimiento Paneles Solares.

Retomando el cálculo de la energía útil captada por los paneles solares cada mes se obtienen los siguientes resultados.

Mes	Dias	E Solar Horizontal (MJ/m ² ·d)	k	Fact. Ubicación	E Captada R1 (MJ/m ² dia)	E Captada R1 (kW·h/m ² ·mes)	Rendimiento Placa	Energía Captada Util (kWh/m ²)
Enero	31	7,6	1,37	1,05	10,93	3,04	0,335	31,55
Febrero	28	10,6	1,27	1,05	14,14	3,93	0,401	44,13
Marzo	31	14,9	1,15	1,05	17,99	5,00	0,500	77,43
Abril	30	18,1	1,03	1,05	19,58	5,44	0,528	86,11
Mayo	31	20,6	0,94	1,05	20,33	5,65	0,556	97,32
Junio	30	22,8	0,91	1,05	21,79	6,05	0,595	108,02
Julio	31	23,8	0,94	1,05	23,49	6,53	0,619	125,28
Agosto	31	20,7	1,04	1,05	22,60	6,28	0,614	119,56
Septiembre	30	16,7	1,19	1,05	20,87	5,80	0,596	103,55
Octubre	31	12	1,37	1,05	17,26	4,80	0,526	78,11
Noviembre	30	8,7	1,48	1,05	13,52	3,76	0,449	50,58
Diciembre	31	6,6	1,46	1,05	10,12	2,81	0,336	29,25

La suma de la energía útil captada por los captadores solares a lo largo del año da como resultado **950,89 kW·h /m²**.

2.5 Superficie Paneles Solares

Para determinar la instalación a realizar en el hospital se debe determinar la localización de la instalación, como se ha nombrado anteriormente, el Hospital Doctor Moliner se encuentra en una Zona Climática IV, véase la imagen 2.1.



Imagen 2.5.1-Zonas climáticas según la norma UNE:94003:2007. Fuente: UNE

De acuerdo con la tabla 2.1 del CTE, la contribución solar mínima para cubrir la demanda de ACS ha de ser del 60%.

Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %.

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

Por lo tanto, la superficie mínima que ha de instalarse para cubrir el porcentaje anterior ha de ser de:

Ecuación 10

$$\begin{aligned} \text{Sup. Captación Mínima} &= \frac{\text{Demanda Energía ACS} * 60\%}{\text{Energía Útil Captada}} \\ &= \frac{108.602,969 \text{ kW} \cdot \text{h/año} * 0,6}{950,89 \text{ kW} \cdot \text{h/año} * \text{m}^2} = 68,53 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Como se ha mencionado con anterioridad, se ha seleccionado un elemento de captación para realizar el estudio, dichos paneles de captación disponen de una superficie captación de 2,38 m², con ello se obtiene que número mínimo de captadores a instalar es de:

Ecuación 11

$$\text{Núm Captadores} = \frac{\text{Sup. Captación Mínima}}{\text{Área Captación Panel}} = \frac{68,53 \text{ m}^2}{2,38 \text{ m}^2/\text{panel}} = 28,79 \text{ paneles}$$

Se ha decidido por motivos de instalación, realizar una instalación de 30 paneles solares, de esta forma el circuito primario y la disposición de paneles es más cómoda para su puesta en funcionamiento.

Por lo tanto, la superficie de captación instalada será de:

Ecuación 12

$$\text{Superficie Captación Instalada} = 30 \text{ paneles} * 2,38 \text{ m}^2/\text{panel} = 71,4\text{m}^2$$

2.6 Disposición de los Paneles Solares

Como se ha mencionado en el apartado anterior, se ha decidido instalar un total de 30 paneles solares. Los paneles se dispondrán sobre una estructura de 6 paneles solares por fila, a su vez se conectarán 3 paneles en serie por fila para evitar sobrecalentamientos y un mejor trabajo de la instalación.

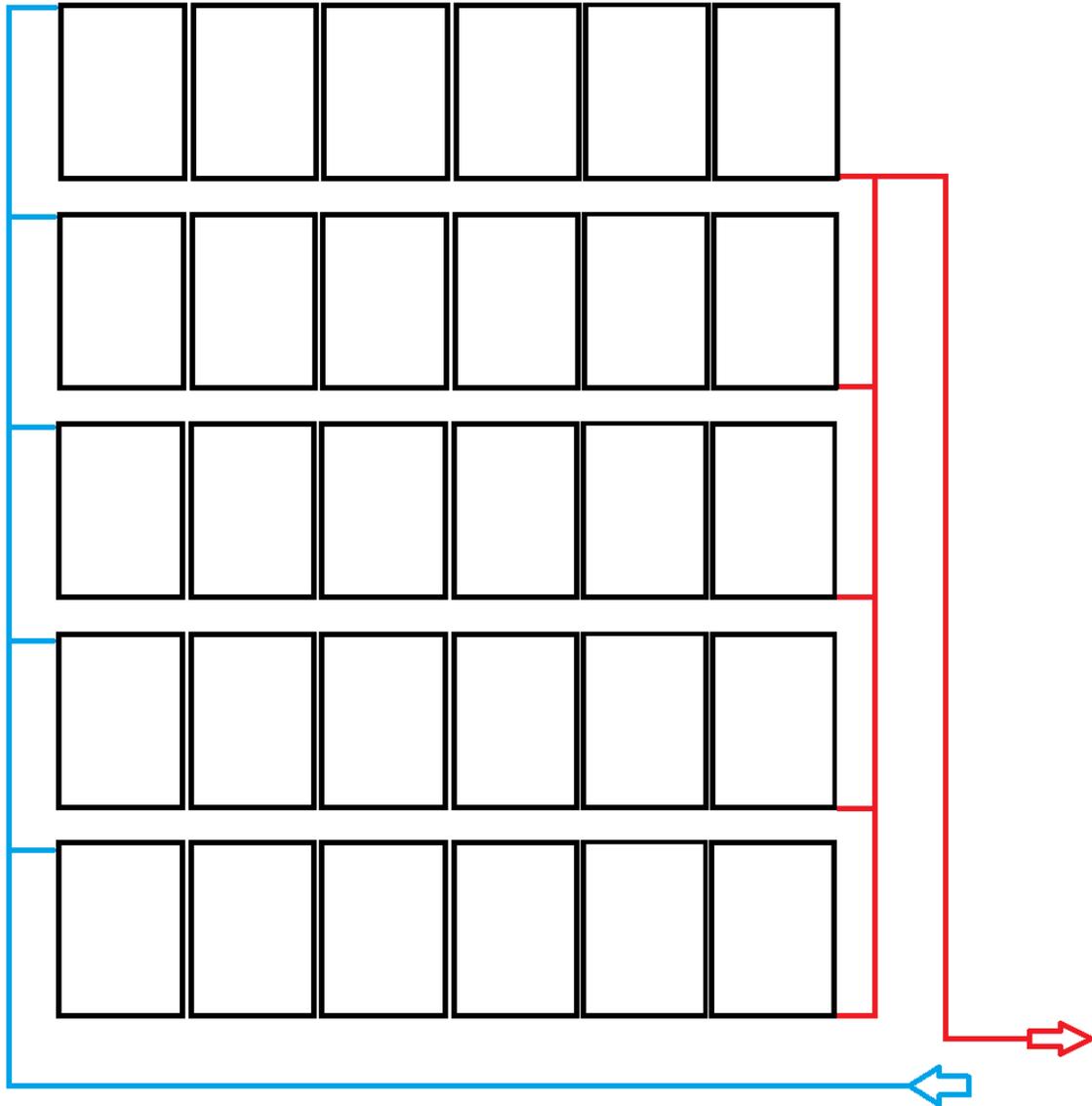


Imagen 2.6.1 – Esquema Layout Paneles Solares

Como se observa en la imagen anterior, el esquema elegido es en retorno invertido, esto beneficia el equilibrado del circuito.

Aunque se dispone de una superficie cómoda para la instalación de paneles, se ha de tratar de reducir la distancia entre ellos para una optimización del espacio, reducción del impacto ambiental y optimización de los recursos. Esta separación viene dada por la siguiente ecuación:

Ecuación 13

$$\text{distancia entre paneles} = \frac{h}{\tan(67 - \text{Latitud})}$$

Siendo h , la altura desde el suelo hasta el punto más alto del panel solar en su posición de instalación.

Las dimensiones del tipo de captador elegido para realizar el estudio son de 2130x1240x83mm, por lo tanto, si los paneles se instalan formando un ángulo de 39° coincidente con la latitud de la ubicación, la altura del captador con el suelo será de:

Ecuación 14

$$h = L \cdot \text{sen}(\text{latitud}) = 2,130 \cdot \text{sen}(39) = 1,34 \text{ m}$$

Por lo que la distancia entre captadores mínima ha de ser:

Ecuación 13

$$\text{distancia entre paneles} = \frac{1,34}{\tan(67 - 39)} = 2,52 \text{ m}$$

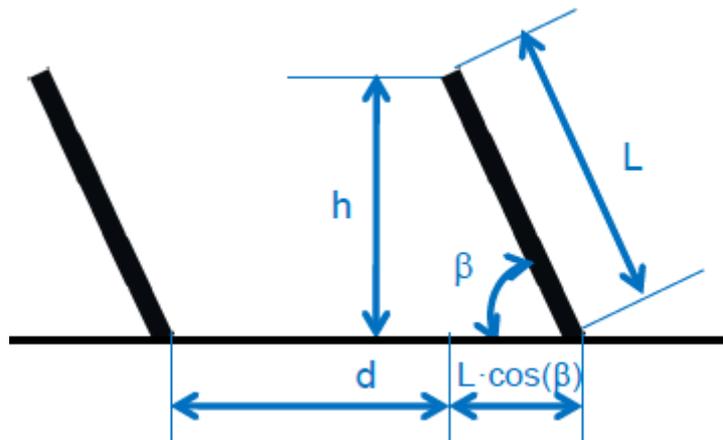


Imagen 2.6.1 – Esquema Separación Captadores. Fuente: Apuntes IFI

2.7 Volumen de Acumulación

Según la normativa, el volumen de acumulación se ha de regir según la siguiente ecuación:

Ecuación 15

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

Basándose en las recomendaciones de la bibliografía, la relación recomendada para un desfase estimado entre captación y consumo entre 24 y 72 horas, el volumen del acumulador será de 75 a 150 l/m² de colector instalado¹.

El volumen de acumulación será de:

Ecuación 15

$$V_{\text{acumulación}} = 75 \cdot 71,4 = 5335 \text{ litros}$$

Con un volumen normalizado de 6000 litros de capacidad la relación V/A es de 84 litros por metro cuadrado de captación.

2.8 Potencia Intercambiador Circuito Primario

El intercambiador del circuito primario tiene como misión extraer el calor almacenado por el circuito calorportador que trasiega por los paneles solares y transferir esa energía al ACS para consumo. Este dispositivo, según el CTE, ha de garantizar la siguiente ecuación:

Ecuación 16

$$P_{\text{intercambiador}} \geq 500 \cdot A_{\text{captación}}$$

Para un área de captación de 71,4 m²,

Ecuación 16

$$P_{\text{intercambiador}} \geq 500 \cdot 71,4 = 35700 \text{ W} = 35,7 \text{ kW}$$

¹ Zabala I., Llera E., Aranda A., Martínez A., Scarpellini S., Barrio F. *El ahorro energético en el nuevo CTE*. Madrid 2007

2.9 Fluido Calorportador

Este líquido tiene como finalidad absorber la energía de los captadores y dispersarla en el intercambiador primario. Según el CTE, el fluido ha de garantizar la congelación de, evitar incrustaciones o deposiciones, además de:

- pH (a 20°C) entre 5 y 9.
- Salinidad de agua inferior o igual a 500mg por litros totales de sales solubles o bien conductividad inferior o igual a 650 μ siemens/cm.
- Contenido en sales de carbonato cálcico inferior o igual a 200mg/L.
- Dióxido de carbono libre contenido en el agua inferior o igual a 50mg/L.

Para garantizar la congelación del fluido, se elige una mezcla que garantice el estado líquido 5°C menos de la mínima histórica, en el caso del estudio realizado, según fuentes de AEMET la mínima histórica $-9,4^{\circ}\text{C}^2$, por lo tanto, la mezcla ha de garantizar el estado líquido a $-14,4^{\circ}\text{C}$.

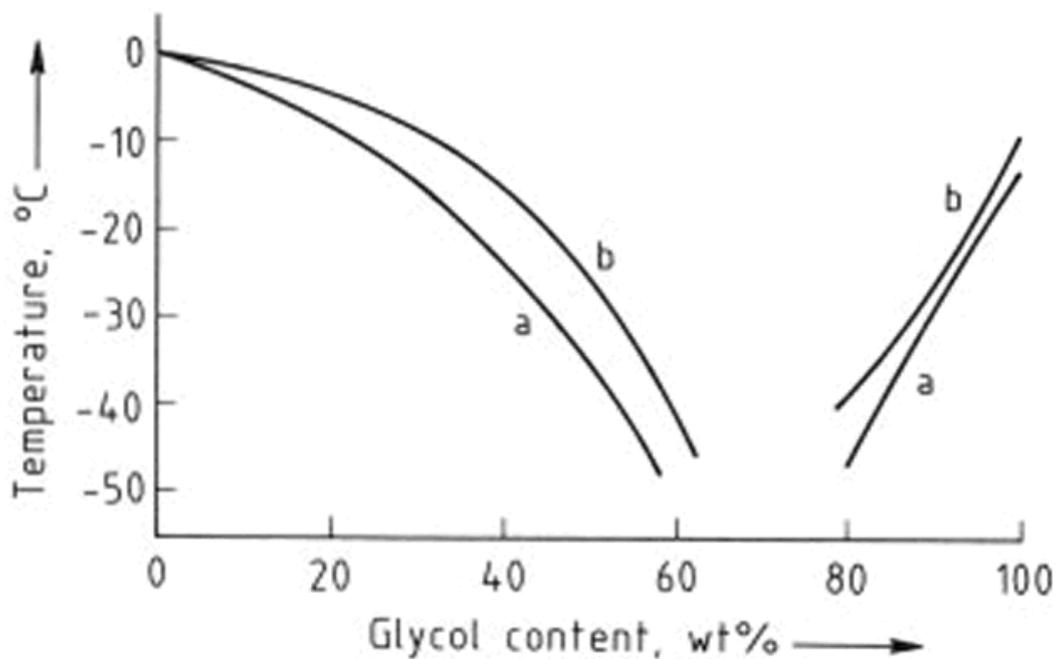


Imagen 2.9-1- Gráfica de concentración de agente anticongelante frente a temperatura de congelación

a-etilenglicol; b dietilenglicol. Fuente: UNE

La concentración de etilenglicol para garantizar el funcionamiento es del 30%, si se elige una disolución dietilenglicol el porcentaje de mezcla ha de ser mínimo del 40%.

Para esa mezcla los valores del líquido son:

- Calor específico = 3729,95 J/kg·°K.
- Densidad = 1035,02 kg/m³.

²www.aemet.es

2.10 Dimensionado Circuito

2.10.1 Cálculo Caudal Circuito Primario y Secundario

Se recomienda un caudal por el fabricante de paneles solares es de 40 litros/ hora · m², este valor suele adoptarse para un circuito donde solo trasiegue agua, debido a que el fluido calorportador es una mezcla, el calor específico es menor, por lo que el caudal deberá ser superior dentro de un rango de 40 a 72 litros por hora y metro cuadrado³.

Adoptando una posición conservadora se ha decidido aplicar un coeficiente de 60 litros por hora y metro cuadrado, un 50% superior al recomendado por el fabricante. La disposición de los captadores se ha decidido conectar 3 captadores en serie, por lo tanto, el caudal de la instalación se obtendrá dividiendo 60 l/h·m² entre el número de captadores en serie, esto es:

Ecuación 17

$$Q_1 = \frac{60 \frac{l}{h \cdot m^2} \cdot 71,4 m^2}{2} = 2142 l/h$$

En el circuito secundario se establece una circulación de un 90% del caudal trasegado por el primario, resultando:

Ecuación 18

$$Q_2 = 0,9 \cdot Q_1 = 0,9 \cdot 2142 = 1927,8 l/h$$

2.10.2 Pérdida de Carga en los Colectores

El fabricante de los paneles solares proporciona una gráfica, así como, la función a partir de la cual se determina la pérdida de carga en función del caudal trasegado.

³ Zabala I., Llera E., Aranda A., Martínez A., Scarpellini S., Barrio F. *El ahorro energético en el nuevo CTE*. Madrid 2007

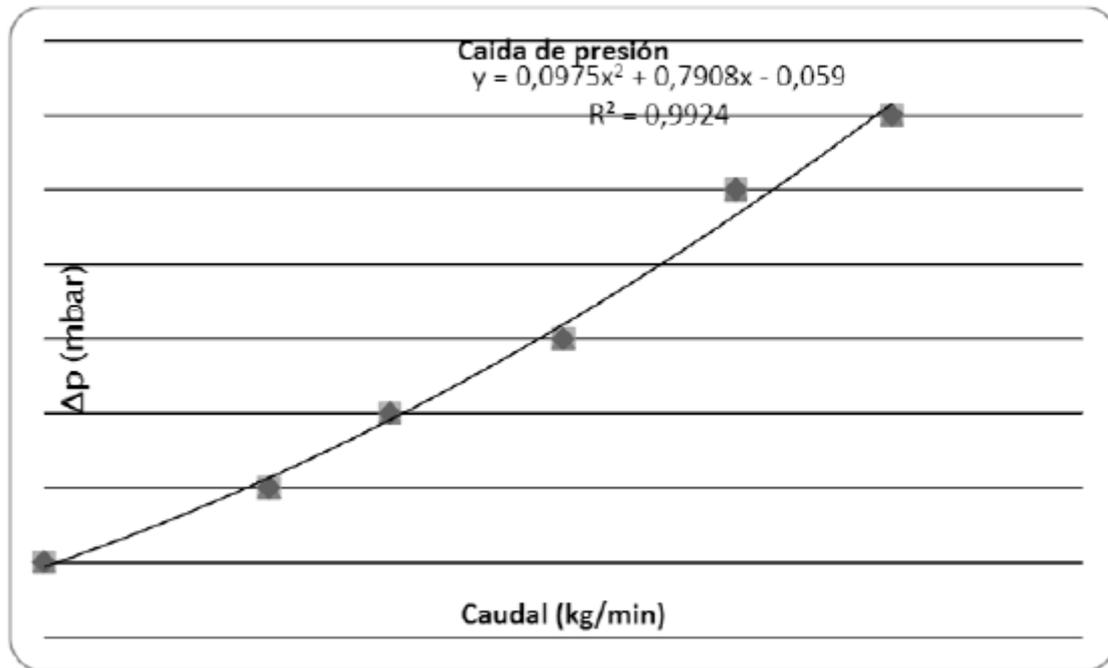


Imagen 2.10.1 – Pérdida de carga en los colectores. Fuente: Termicol Energía Solar

Por lo tanto, la ecuación que determina la pérdida en los colectores es:

Ecuación 19

$$\Delta p \text{ (mbar)} = 0,0975 \cdot Q^2 + 0,7908 \cdot Q - 0,059, Q \text{ en } \frac{\text{kg}}{\text{min}}$$

En nuestro caso, el caudal que circulará por cada colector será de 60 l/h,

Ecuación 20

$$Q_{cap} = 60 \frac{\text{l}}{\text{h}} \cdot 1035,02 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 1,035 \text{ kg/min}$$

Por lo tanto,

Ecuación 19

$$\Delta p \text{ (mbar)} = 0,0975 \cdot (1,035)^2 + 0,7908 \cdot 1,035 - 0,059 = 0,864 \text{ mbar} = 0,01 \text{ mca}$$

Debido a que se dispone de una conexión de 3 captadores en serie,

$$\Delta p \text{ (mbar)} = 2,592 \text{ mbar} = 0.03 \text{ mca}$$

2.10.3 Pérdida de Carga en el Intercambiador Primario

Según el catálogo concedido por el fabricante del intercambiador, para un intercambiador con una potencia de 45kW (garantizar los 37,5kW requeridos) con un caudal máximo de 1000 litros/horas, las pérdidas de carga son inferiores a 3 mca.

$$h_{\text{intercambiador}} = 3 \text{ mca}$$

2.10.4 Pérdida de Carga en Tuberías

Los criterios de diseño para el dimensionado de las tuberías de acero a efecto de reducir las pérdidas de carga y tener un desgaste acelerado de la instalación son⁴:

- La velocidad de circulación del fluido para zonas exteriores ha de ser inferior a 3 m/s.
- El diámetro de las tuberías deberá realizarse para que las pérdidas de carga por metro lineal no superen lo 40mmca/m para agua, si se trata de una mezcla de agua y anticongelante se aplicará un factor de corrección de 1,3. Para este caso de estudio, la pérdida de carga máxima permitida será de 52mmca/m.

Para calcular el diámetro de tubería requerido de la instalación se usará la ecuación de Darcy-Weisbach:

Ecuación 21

$$D_{\text{teórico}} = \sqrt[5]{\frac{8 \cdot f \cdot Q_{\text{diseño}}^2}{\pi^2 \cdot g \cdot j_{\text{diseño}}}}$$

Donde:

- $D_{\text{teórico}}$, diámetro teórico de la tubería sin normalizar (m)
- f , coeficiente fricción.
- $Q_{\text{diseño}}$, caudal de diseño(m³/s).
- g , aceleración de la gravedad (9,81 m/s²).
- $j_{\text{diseño}}$, pérdida de carga por unidad lineal (0,052 mca/m).

⁴ IDEA. "Comentarios al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios". Madrid 2003

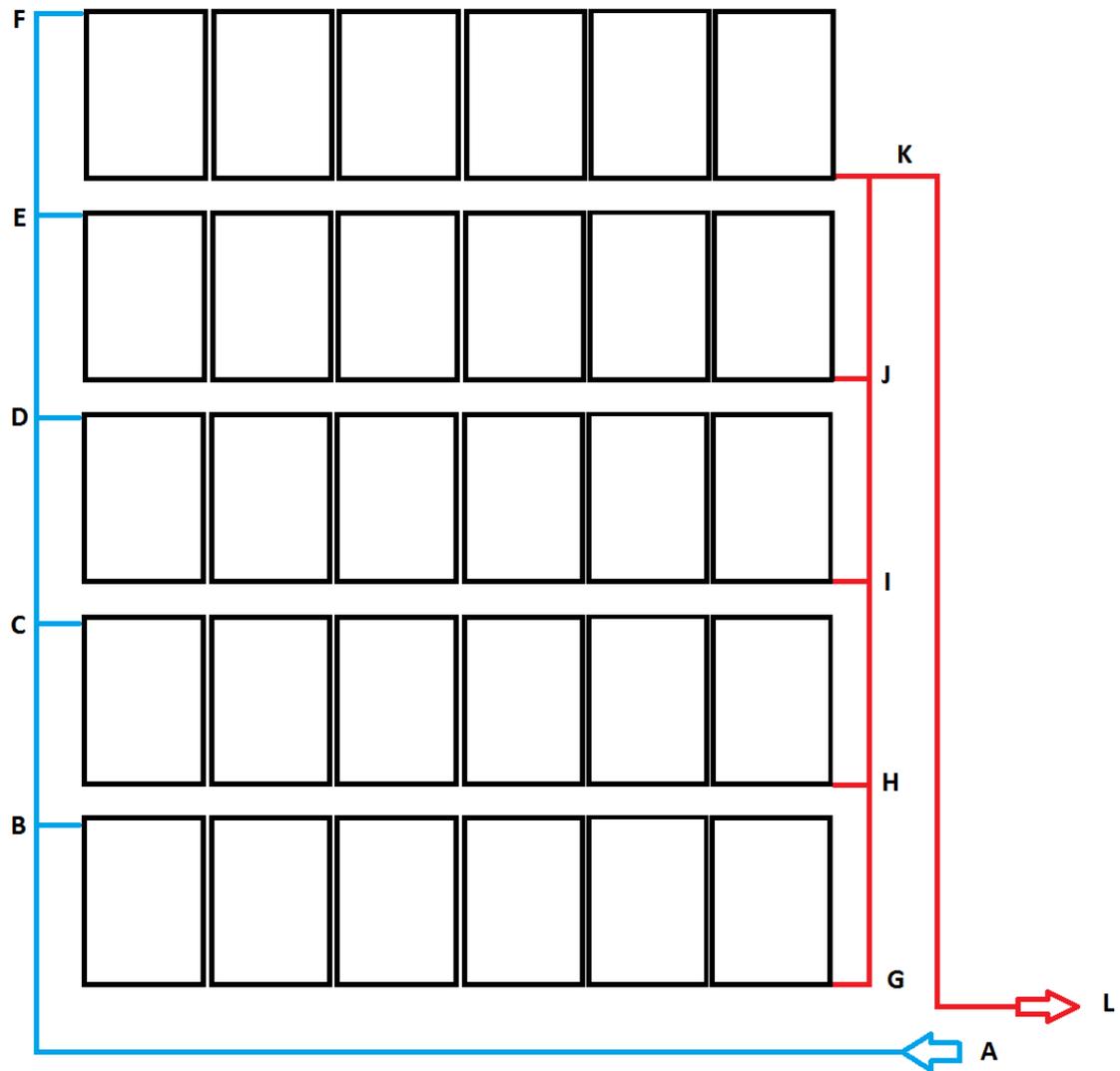


Ilustración 2.10.4.1 – Tramos Esquema Colectores

El punto L se supone a la entrada del intercambiador y el punto A la salida de la bomba.

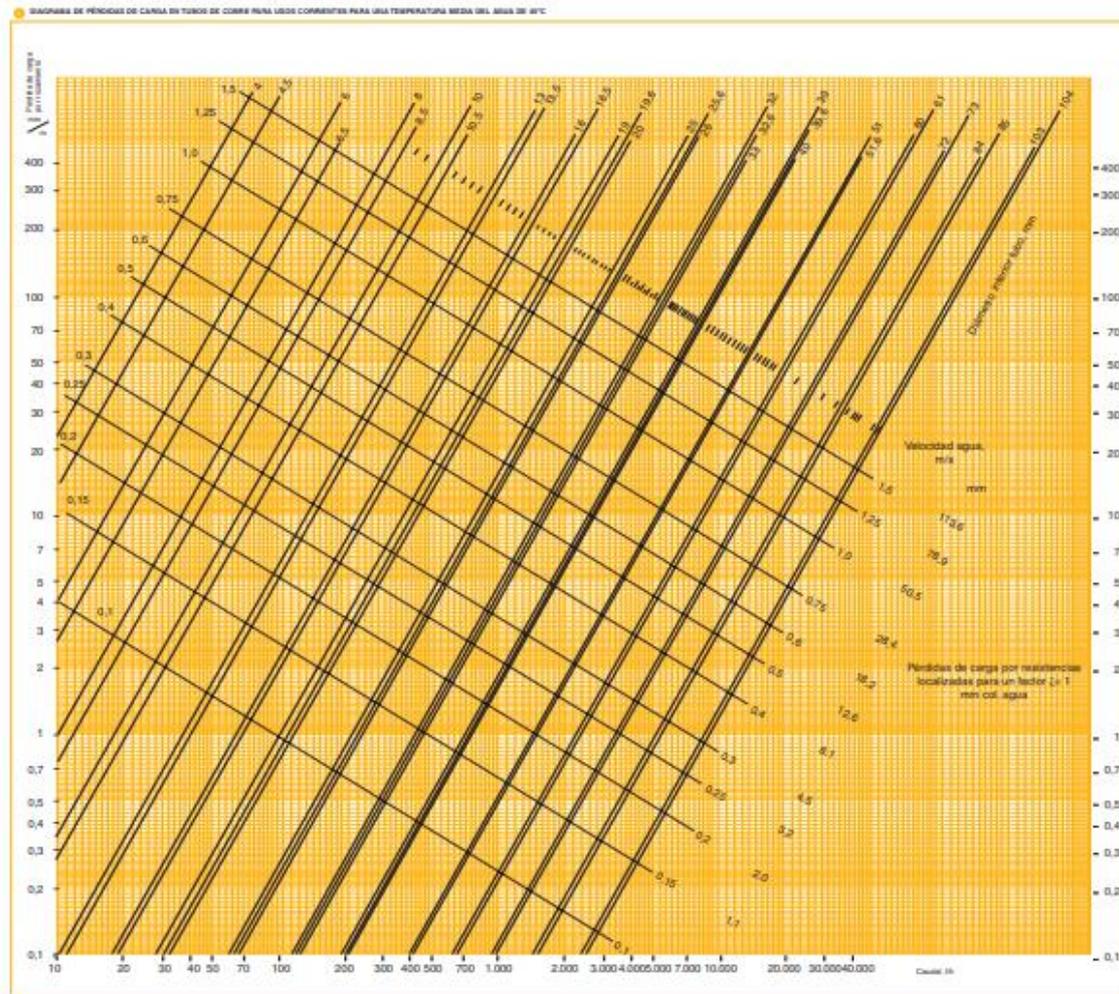


Imagen2.10.4.2 – Gráfica Pérdidas de Carga Lineal. Fuente: Scribd

Estableciendo una pérdida de carga máxima de 0,052mmca/m, y con el diagrama anterior se establecen los siguientes diámetros de tubería:

TRAMO	Q diseño(l/h)	Q diseño(m3/s)	J diseño(mca/m)	D teorico(mm)	DN (mm)	int	Velocidad(m/s)
AB	2142	5,95E-04	0,052	30,000	32		0,740
BC	1713,6	4,76E-04	0,052	30,000	32		0,592
CD	1285,2	3,57E-04	0,052	25,000	25		0,727
DE	856,8	2,38E-04	0,052	20,000	20		0,758
EF	428,4	1,19E-04	0,052	16,000	16		0,592
BG	428,4	1,19E-04	0,052	16,000	16		0,592
CH	428,4	1,19E-04	0,052	16,000	16		0,592
DI	428,4	1,19E-04	0,052	16,000	16		0,592
EJ	428,4	1,19E-04	0,052	16,000	16		0,592
FK	428,4	1,19E-04	0,052	16,000	16		0,592
GH	428,4	1,19E-04	0,052	16,000	16		0,592
HI	856,8	2,38E-04	0,052	20,000	20		0,758
IJ	1285,2	3,57E-04	0,052	25,000	25		0,727
JK	1713,6	4,76E-04	0,052	30,000	32		0,592
KL	2142	5,95E-04	0,052	30,000	32		0,740
LA	2142	5,95E-04	0,052	30,000	32		0,740

Tabla 2.10.4.1-Tabla Diámetros Tuberías Circuito Primario

Una vez establecidos los diámetros comerciales de cada uno de los tramos, se ha de calcular las pérdidas de carga del sistema para selección el equipo de bombeo adecuado para trasegar el fluido calorportador. Se utilizará la ecuación anterior de Darcy-Weisbach:

Ecuación 22

$$h_{i,j} = \frac{8 \cdot f \cdot Q^2 \cdot Leq}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5}$$

Donde:

- D , diámetro de la tubería en el tramo (m).
- f , coeficiente fricción.
- Q , caudal del tramo(m³/s).
- g , aceleración de la gravedad (9,81 m/s²).
- L_{eq} , longitud del tramo multiplicado por un coeficiente de 1,2 para contemplar las pérdidas en elementos de valvulometría.

El factor adimensional f depende del fluido y del material de la tubería, se calcula el número de Reynolds del fluido como:

Ecuación 23

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{V \cdot D \cdot \rho}{\mu}$$

Siendo ν , la velocidad cinemática del fluido, obteniéndose del siguiente cociente:

Ecuación 24

$$v = \frac{\mu}{\rho}$$

- V , velocidad del fluido(m/s).
- D , diámetro de la tubería(m).
- v , velocidad cinemática (m/s²).
- ρ , densidad del fluido(kg/m³).
- μ , viscosidad dinámica del fluido (Pa·s).

Con el número de Reynolds y el Diagrama de Moody, se determinará el factor de fricción del fluido.

TRAMO	Q diseño(m3/s)	L eq(mm)	f	Perdida tramo (mca)	PerdidaElemento (mca)	Pérdida Tramo (mca)
AB	5,95E-04	56904	0,05	2,4804	0	2,4804
BC	4,76E-04	8400	0,021	0,0984	0	0,0984
CD	3,57E-04	8400	0,021	0,1902	0	0,1902
DE	2,38E-04	8400	0,025	0,3071	0	0,3071
EF	1,19E-04	8400	0,00424431	0,0398	0	0,0398
BG	1,19E-04	7200	0,00424431	0,0341	0,02	0,0541
CH	1,19E-04	7200	0,00424431	0,0341	0,02	0,0541
DI	1,19E-04	7200	0,00424431	0,0341	0,02	0,0541
EJ	1,19E-04	7200	0,00424431	0,0341	0,02	0,0541
FK	1,19E-04	7200	0,00424431	0,0341	0,02	0,0541
GH	1,19E-04	8400	0,00424431	0,0398	0	0,0398
HI	2,38E-04	8400	0,025	0,3071	0	0,3071
IJ	3,57E-04	8400	0,021	0,1902	0	0,1902
JK	4,76E-04	8400	0,021	0,0984	0	0,0984
KL	5,95E-04	116160	0,05	5,0633	0	5,0633
LA	5,95E-04	1200	0,05	0,0523	3	3,0523

Tabla 2.10.4.2- Pérdidas de Carga en el Circuito Primario

Debido a la configuración elegida de retorno invertido la ruta elegida es similar, por lo tanto, se puede estimar que la pérdida de carga es similar en cada una de las posibles rutas. La altura que vencer, por la bomba que se instale deberá sortear una altura de 11,4 mca, además de un coeficiente de seguridad del 5%.

Ecuación 25

$$H_{bomba,1} = 11,4 * 1,05 = 11,97 \text{ mca}$$

Ecuación 26

$$Q_{bomba,1} = 2142 \frac{l}{h} = 2,142 \frac{m^3}{h} = 5,94 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

Por otra parte, en el circuito secundario se ha estimado una longitud de tubería de 8 metros.

Ecuación 27

$$h_{perdidas,2} = 0,2712 + 3 + 1 = 4,27 \text{ mca}$$

Ecuación 28

$$H_{bomba,2} = 4,27 \cdot 1,05 = 4,48 \text{ mca}$$

Ecuación 29

$$Q_{bomba,2} = 1927,7 \frac{l}{h} = 1,9277 \frac{m^3}{h} = 5,355 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

2.10.5 Cálculo Vaso Expansión

El cálculo del vaso de expansión se realizará según la norma *UNE 100155 Diseño y cálculo de sistemas de expansión*, en ella se determina el volumen según la siguiente expresión:

Ecuación 30

$$V_{vaso \text{ expansión}} = V_T \cdot C_e \cdot f_c \cdot C_p$$

Donde:

- $V_{vaso \text{ expansión}}$, será el volumen del vaso de expansión a instalar.
- V_T , volumen del fluido en la instalación, suma del volumen de los captadores y tuberías además de un 10% de seguridad.
- C_e , coeficiente de expansión.

Ecuación 31

$$C_e = (-1.75 + 0.064 \cdot T + 0.0036 \cdot T^2) \cdot 10^{-3}$$

Siendo T la temperatura de trabajo, estimada en 50°C.

- f_c , factor de corrección debido a que el contenido no es agua sino una mezcla de etilenglicol al 30%.

Ecuación 32

$$f_c = a \cdot (1,8 \cdot T + 32)^b$$

Ecuación 33

$$a = -0,0134 \cdot (G^2 - 143,8 \cdot G + 1918,2), G = 30$$

Ecuación 34

$$b = 3,5 \cdot 10^{-4} (G^2 - 94,57 \cdot G + 500), G = 30$$

- C_p , coeficiente de presión.

Ecuación 35

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m}$$

- P_M , presión máxima de trabajo 6,4 bar.
- P_m , presión mínima de trabajo 1,5 bar.

Los resultados son:

Ecuación 35

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m} = \frac{6,4}{6,4 - 1,5} = 1,306$$

Ecuación 33

$$a = -0,0134 \cdot (30^2 - 143,8 \cdot 30 + 1918,2) = 20,04372$$

Ecuación 34

$$b = 3,5 \cdot 10^{-4} (30^2 - 94,57 \cdot 30 + 500) = -0,502985$$

Ecuación 32

$$f_c = 20,04372 \cdot (1,8 \cdot 50 + 32)^{-0,502985} = 1,788836$$

Ecuación 31

$$C_e = (-1,75 + 0,064 \cdot 50 + 0,0036 \cdot 50^2) \cdot 10^{-3} = 0,01045$$

Ecuación 36

$$V_T = 204,85 \text{ l}$$

Ecuación 30

$$V_{\text{vaso expansión}} = 204,85 \cdot 0,01045 \cdot 1,788836 \cdot 1,306 = 5,001 \text{ l}$$

El volumen del vaso de expansión, encargado de absorber las dilataciones del fluido calorportador del circuito primario será de 5 litros.

2.10.6 Cálculo Espesor de Aislamiento Tuberías

La legislación contemplada en el RITE exige los requerimientos de eficiencia energética a cumplir por las instalaciones térmicas, este recoge los espesores mínimos de los aislamientos de tuberías y accesorios que transporten fluidos calientes por el interior y exterior de edificios.

Tabla 1.2.4.2.2 - RITE de 29 de agosto de 2007 (exteriores)			
Diámetro (\emptyset) exterior [mm] de la tubería	Espesormínimo del aislamiento en función de la temperatura máxima del fluido		
	40-60°C	60-100°C	100-180°C
$\emptyset \leq 35$	35mm	35mm	40mm
$35 < \emptyset \leq 60$	40mm	40mm	50mm
$60 < \emptyset \leq 90$	40mm	40mm	50mm
$90 < \emptyset \leq 140$	40mm	50mm	60mm
$140 < \emptyset$	45mm	50mm	60mm

Tabla 1.2.4.2.1 del RITE de 29 de agosto de 2007 (interiores)			
Diámetro (\emptyset) exterior [mm] de la tubería	Espesormínimo del aislamiento en función de la temperatura máxima del fluido		
	40-60°C	60-100°C	100-180°C
$\emptyset \leq 35$	25mm	25mm	30mm
$35 < \emptyset \leq 60$	30mm	30mm	40mm
$60 < \emptyset \leq 90$	30mm	30mm	40mm
$90 < \emptyset \leq 140$	30mm	40mm	50mm
$140 < \emptyset$	35mm	40mm	50mm

Es por ello que, el espesor mínimo a instalar en las tuberías del sistema será de:

- Tuberías Exteriores: 35mm.
- Tuberías Interiores: 25mm.

2.11 Propuesta Solar Fotovoltaica

A continuación, se realizarán los cálculos para las dos propuestas realizadas por el alumno para la instalación de energía eléctrica fotovoltaica.

2.12 Propuesta Solar Fotovoltaica 1

Según el CTE – HE5, se deberán instalar procedimientos fotovoltaicos cuando se superen ciertos límites recogidos en la siguiente tabla.

Tipo de Uso	Límite Aplicación
Hospitales y Clínicas	100 camas

Tabla 2.11.1 – Ámbito de aplicación. Fuente: CTE-HE5

El Hospital Doctor Moliner dispone de 96 camas por lo que quedaría excluido de dicha aplicación, pero como se ha mencionado en la memoria descriptiva, este estudio considera dicha aplicación como mejora de la eficiencia del edificio y por lo tanto se desarrollarán los cálculos para poder emitir una conclusión fundamentada.

De acuerdo con lo establecido en la legislación vigente, la potencia pico a instalar dependerá de la superficie del edificio, el uso y de la localización de este, mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 37

$$P (kWp) = C * (A * S + B)$$

- P, la potencia pico a instalar.
- A y B, coeficientes de la tabla 2.1 en función del uso del edificio.
- C el coeficiente definido en la tabla 2.2 en función de la zona climática.
- S la superficie construida del edificio (m²).

Según la página oficial del catastro, la superficie construida en la parcela del hospital ocupa 4.495m².

Ecuación 37

$$P (kWp) = 1,3 * (0,000740 * 4.495 + 3.29)$$

$$P (kWp) = 8,601 kWp$$

Se ha seleccionado para realizar el estudio previo el panel fotovoltaico SLK60P6L 255Wp, con las siguientes características:

- $P_{m,mod} = 230Wp$
- $V_{m,mod} = 29,8 V$
- $I_{s,mod} = 8,56 A.$
- $V_{cc} = 37,1 V.$
- $I_{cc} = 9,02 A.$
- 1640x990x40 mm.

El número total de paneles se determinará mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 38

$$N^{\circ} \text{Paneles} = \frac{P}{P_{m.mod}} = \frac{8601 Wp}{230Wp} = 37,39 \text{ paneles}$$

El inversor seleccionado para realizar el estudio corresponde al PIKO 15 de Kostal, cuyas especificaciones son:

- Inyección trifásica.
- Conversión sin transformación.
- Potencia fotovoltaica de 16,9 kWp.
- Tensión entrada nominal 680V.
- Tensión entrada máxima 1000V.
- Tensión entrada mínima 160V.
- Potencia nominal, $\cos\phi=1$, 15kW.
- Coeficiente de rendimiento 97,2%

Debido a las pérdidas en el inversor se considerará la siguiente expresión:

$$P (kWp) = \frac{8,601 kWp}{0,972} = 8,849 kWp$$

Por lo que el número de paneles a instalar variará a:

Ecuación 39

$$N^{\circ} \text{Paneles} = \frac{P}{P_{m.mod}} = \frac{8849 Wp}{230Wp} = 38,47 \text{ paneles}$$

Se instalarán dos filas de 20 paneles donde:

Ecuación 40

$$V = 20 \text{ paneles} \cdot 37,16 V/\text{panel} = 743,2 V$$

Ecuación 41

$$I = 2 \text{ filas} \cdot 8,37A/\text{fila} = 16,74 A.$$

2.12.1 Producción Diaria

En la siguiente tabla se muestra la energía incidente en la provincia de Valencia a largo del año.

PROVINCIA: VALENCIA
LATITUD: 39° 29'

Orientación: Sur
Unidades: kJ/m²

Ángulo	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	agos	sep	oct	nov	dic
0	9.338	10.802	13.856	18.464	21.686	21.854	23.068	24.032	16.032	11.222	7.536	6.614
30	15.598	14.966	16.546	19.528	21.108	20.496	21.990	24.792	18.368	14.620	11.170	10.946
45	17.464	15.884	16.636	18.628	19.308	18.406	19.886	23.250	18.130	15.204	12.134	12.260
60	18.298	15.924	15.866	16.802	16.594	15.530	16.870	20.488	16.958	14.970	12.430	12.874

Tabla 2.11.2 – Radiación Solar Media Valencia. Fuente: CENSOLAR

Según los datos de la tabla se dispone de mayor radiación solar en una inclinación de 30°, debido a que la gran parte de consumo se realiza durante los periodos estivales, se realizará la instalación a una inclinación de 30° respecto a la horizontal. La resultante de la suma para el ángulo elegido es de:

$$RSM = 17.511 \text{ kJ/m}^2 \text{ dia}$$

A continuación, se calculará la hora solar pico(HSP):

Ecuación 45

$$HSP = 17.511 \text{ kJ/m}^2 \text{ dia} * 0,024 * 0,0116 = 4,8 \text{ HSP}$$

Por lo tanto, la producción de energía diaria útil será de:

Ecuación 46

$$PD = 8.942,4 * 4,8 = 42,923 \text{ kWh}$$

Que supondría un ahorro anual de:

Ecuación 47

$$\text{Ahorro Anual} = 42,923 \text{ kWh} * 365 * 0,083535 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 1.308,74 \text{ €}$$

2.13 Solar Fotovoltaica Propuesta 2

2.11.2 Panel Solar Fotovoltaico

Para realizar este estudio se ha decidido tomar como partida un panel fotovoltaico de gran capacidad, este dispositivo determina la rentabilidad y la vida útil de la instalación, por lo que se ha decidido utilizar el modelo Atersa A-305P, sus características pueden verse en la imagen 2.11.1 más abajo. Se ha decidido utilizar este panel por su potencia pico, muy cercana a los 305Wp, esto permite poder tener un orden de magnitud para realizar el estudio con otro panel y realizar las estimaciones necesarias más fácilmente, además pertenece a una gama de calidad alta con buena eficiencia y una garantía de 10 años de producto. El precio por watio pico se sitúa alrededor de los 0,59 €/wp, un precio en la media que permite realizar un buen estudio aproximado de la instalación.

La potencia total pico por lo tanto será de 2440 kWp, resultante obtenida del producto entre el número de paneles a instalar y la potencia pico de cada uno de ellos.



Imagen 2.13.1 – Características Panel Fotovoltaico Atersa A-305P. Fuente: Atersa , Elecnor

La instalación constará de *strings* de 20 paneles en vertical con dos alturas, como se ha visto en apartados anteriores, la inclinación óptima para paneles fotovoltaicos en el emplazamiento de estudio es de 30° sobre la horizontal.

2.11.3 Inversor

Este dispositivo tiene el cometido de convertir la potencia generada en los paneles de corriente continua en potencia que se inyectará al hospital o a la red de corriente alterna a 50Hz, al igual que el panel solar fotovoltaico, el funcionamiento de este es crucial para el correcto funcionamiento del sistema. Para su elección priman dos características principales, además del precio, estas son la potencia y la eficiencia.

La potencia de los inversores del mercado cubre un gran abanico de posibilidades, en este aspecto, por lo tanto, son varias las configuraciones y soluciones que pueden adoptarse. La solución adoptada no debe encarecer la instalación en exceso, pero debe garantizar en caso de fallo de alguno de los componentes o partes de la instalación que no afecte en gran medida a su funcionamiento. Es por lo que se debe llegar a un compromiso satisfaga costes de obra, mantenimiento frente a posibles fallos.

Por otro lado, la eficiencia del dispositivo es importante para el correcto funcionamiento de la instalación. Esta característica se determina del cociente entre la potencia en alterna que se inyecta y la potencia en continua que es entregada al inversor. Una buena eficiencia nos garantiza menos pérdidas energéticas.

Para esta instalación se ha decidió implementar el SMA 1000CP XT con las siguientes características:

- Entrada CC
 - $U_{min} PMP = 688 V$.
 - $U_{max} PMP = 850 V$.
 - $U_{max} circ. ab. = 1000 V$.
 - $I_{ent max} = 1635 A$.
 - $I_{en max cc} = 2500 A$.
- Salida CA
 - $P_{nom} = 1000 kW$.
 - Rendimiento = 98,7%.
 - Tensión Salida CA 3F = 405 V.
 - Frecuencia Red = 1568 Hz.
 - Dist. Arm. Max. = 3%.
 - $I_{nom sal} = 1568 A$.
- Carac. Mecánicas:
 - Alto = 2272mm.
 - Ancho = 2562mm.
 - Profundo = 956mm.
 - Peso=1900kg.
- Consumo Potencia Noche = 100 W.

2.11.4 Configuración Bloques

En este tipo de instalaciones se pretende que la instalación trabaje en el Punto de Máxima Potencia (PMP). Para ello, el inversor se sitúa en cada instante en dicho punto, de acuerdo a las características del panel elegido, en condiciones nominales la tensión es de 36,88V. Se observa, que esta tensión es mucho menor que la requerida para trabajar en el PMP, por lo que los paneles se agrupan en serie, de esta forma se aumentará la tensión a la entrada del inversor.

Cada uno de los strings dispone de 20 paneles, con una tensión en circuito abierto de 45,17V, por lo que la tensión máxima a la entrada del inversor será de 903,4V, inferior al máximo admitido por el inversor. En condiciones normales de funcionamiento, cada panel proporciona 36,88V, por lo que cada string dispone de 737,6V también inferior al límite. Así pues, cada bloque dispone de:

Características 1 Panel Atersa A-305P					
Potencia Pico (Wp)	I cc (A)	I max pot (A)	U ca (V)	U max pot (V)	
305	8,78	8,27	45,17	36,88	
Combinación 20 Paneles					
No. Paneles	I max cc (A)	I pmp (A)	V max ca (V)	V pmp (V)	
20	8,78	8,27	903,4	737,6	

Tabla 2.11.3 – Características String

A continuación, se debe determinar cuántos strings se conectarán en paralelo a cada inversor, cada uno de los agrupamientos de 20 paneles genera una potencia pico de 6,1Wp. Por lo que cada inversor podrá conectarse a 163 strings. Por lo tanto, se dispondrá de 3 inversores donde a dos de ellos se conectarán 130 strings y un tercero donde se conectarán 140 strings, sumando un total del 400 strings.

Debido a la configuración elegida se ha decidido implementar agrupaciones de 200 paneles, formados por 10 strings cada uno.

2.11.5 Energía producida

La potencia pico obtenida en el catálogo del panel solar fotovoltaico se encuentra determinada para unas condiciones de irradiancia de 1000W/m². Para obtener la energía eléctrica generada se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$E_p = \frac{G_{dm(0,30)} * P_{mp} * PR}{G_{cem}}$$

Donde:

- E_p , es la energía generada en un día.
- $G_{dm(0,30)}$, es la irradiación diaria sobre la superficie inclinada de los paneles.
- G_{cem} , equivale a 1000W/m².
- PR , es el Performance Ratio.
- P_{mp} , es la potencia pico generada.

Mes	Dias	PR	Gdm(0,30°) (kWh/m2 dia)	Ep (kWh/kWp dia)	Ep Total (kWh/dia)	Ep Total (kWh/mes)
Enero	31	0,85	2,52	2,142	5.226,48	162.020,88
Febrero	28	0,85	3,4	2,89	7.051,60	197.444,80
Marzo	31	0,85	4,68	3,978	9.706,32	300.895,92
Abril	30	0,85	6,07	5,1595	12.589,18	377.675,40
Mayo	31	0,85	6,78	5,763	14.061,72	435.913,32
Junio	30	0,85	7,48	6,358	15.513,52	465.405,60
Julio	31	0,85	7,68	6,528	15.928,32	493.777,92
Agosto	31	0,85	6,62	5,627	13.729,88	425.626,28
Septiembre	30	0,85	5,28	4,488	10.950,72	328.521,60
Octubre	31	0,85	3,78	3,213	7.839,72	243.031,32
Noviembre	30	0,85	2,67	2,2695	5.537,58	166.127,40
Diciembre	31	0,85	2,13	1,8105	4.417,62	136.946,22
Anual						3.733.386,66

Tabla 2.11.5 – Producción Eléctrica Mensual y Anual



MEMORIA DE PRESUPUESTOS



Índice

3.	Mediciones y Presupuesto.....	3
3.1	Presupuesto Solar ACS.....	3
3.2	Presupuesto Solar Fotovoltaica Propuesta 1	8
3.3	Presupuesto Solar Fotovoltaica Propuesta 2	10

3. Mediciones y Presupuesto.

3.1 Presupuesto Solar ACS

A fin de reducir la extensión del documento se ha preferido unir ambos campos de manera que en la siguiente tabla se pueden encontrar los conceptos, la descripción de los mismo, el precio unitario, la medición de cada concepto y su coste total. Los precios unitarios han sido obtenidos de la Base de Datos del Instituto Valenciano de la Edificación del año 2018.

Obra: Instalación de Paneles Solares para ACS en el Hospital Doctor Moliner						
Presupuesto			% C.I. 3			
Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
PRESUPUESTO	Capítulo				90.674,75	90.674,75
AM	Capítulo		Acondicionamiento del Terreno		970,50	970,50
AMMD.2b	Partida	u	Desmorte árbol c/tocón	9,000	87,53	787,77
			Desmorte de árbol, exclusivamente parte aérea, incluso tala de ramas, troceado con medios mecánicos y la retirada de material, sin incluir la carga y transporte.			
AMME.2bba	Partida	m3	Excav de znj entb mman	8,000	6,85	54,80
			Excavación de zanja en terreno de tránsito realizada mediante medios mecánicos, incluida la carga de material y su acopio intermedio o su transporte a vertedero a una distancia menor de 10km.			
AMME.2aaa	Partida	m3	Excav de znj entb mmec	7,000	6,51	45,57
			Excavación de zanja en terreno de tránsito realizada mediante medios mecánicos, incluida la carga de material y su acopio intermedio o su transporte a vertedero a una distancia menor de 10km.			
AMMR.7ab	Partida	m3	Relleno extendio propias band	14,103	5,84	82,36
			Relleno y extendido de tierras propias con medios mecánicos en capas de 25cm de espesor máximo, incluido el riego y compactación con grado de 95% del Proctor normal.			
			AM		970,50	970,50
EC	Capítulo		Cimientos y Elementos de Contención		2.351,76	2.351,76
ECHH.2cbaa	Partida	m2	H Limpieza 15/F/20 e=10cm	79,350	9,03	716,53
			Suministro y vertido de hormigón de limpieza HL-150/F/20, para formación de solera de asiento, con una dosificación mínima de cemento de 150kg/m3, de consistencia fluida, tamaño máximo de árido 20mm, vertido directamente desde camión, en la base de la cimentación, transportado y puesto en obra, según DB SE-C del CTE y NTE-CS.			
ECHH.3aaaaaaa	Partida	m3	Suministro y vertido HM-30/P/40/I+Qa p/zapatas-riostras	1,620	84,40	136,73
			Suministro y vertido de hormigón HM-30/P/40/I+Qa preparado en central para hormigonado de zapatas, vigas centradoras y riostras, incluido el vertido directo desde camión, vibrado y curado del hormigón según EHE-08, DB-SE-C del CTE y NTE-CS.			
ECHH.4baaaba	Partida	m3	HA-30/P/40/I+Qa p/armar losa	18,400	81,44	1.498,50
			Suministro y vertido de hormigón HA-30/P/40/I+Qa preparado en central para hormigonado de losas de cimentación y soleras, incluido el vertido directo desde camión, vibrado y curado del hormigón según EHE-08, DB SE-C del CTE y NTE-CS.			
			EC		2.351,76	2.351,76
DD	Capítulo		Demoliciones y Consolidaciones		2.275,41	2.275,41
DDCP.1a	Partida	m2	Apuntalamiento estructura	72,000	7,58	545,76
			Apuntalamiento de estructura, realizada por medio de sopandas, puntales y durmientes, para una altura no mayor de 3m.			
DDDE.3aa	Partida	m3	Demol muro HM man c/martillo	15,000	115,31	1.729,65

			Demolición de muros y pantallas de hormigón en masa mediante martillo neumático, incluida la retirada de escombros a contenedor o acopio intermedio y sin incluir la carga y el transporte a vertedero.			
			DD		2.275,41	2.275,41
EF	Capítulo		Fachadas y Particiones		6.951,00	6.951,00
EFCC.1aaaa	Partida	m2	1/2pieLP+LH7+ENL+MW-0.034/30	75,000	92,68	6.951,00
			Cerramiento compuesto por hoja principal de fábrica vista de 1/2 pie de espesor, realizada con ladrillos cerámicos perforados, con enfoscado de mortero CSIV-W2 de 1.5cm de espesor por su cara interior, sin cámara de aire, aislamiento térmico no hidrófilo por el interior a base de lana mineral de 30mm de espesor, con una conductividad de 0.034 W/mK, hoja interior de fábrica de ladrillo cerámico hueco doble de 7cm de espesor, guarnecido y enlucido de yeso, incluso formación de dinteles y jambas, ejecución de encuentros, elementos especiales y recibido de carpintería, considerando un 3% de pérdidas y un 20% de mermas de mortero según DB SE-F del CTE, NTE-FFL, NTE-RPG y NTE-RPE. Tipo FC01a01N34030, según el Catálogo de elementos constructivos (Documento Reconocido por la Generalitat DRA 02/10). E= 245 mm M= 241 kg/m2 U= 0.67 W/m2K, según DB HE del CTE. Grado de impermeabilización (G.I.)= 2, según DB HS del CTE. Resistencia al fuego= EI120, según DB SI del CTE. Índice global de reducción acústica, ponderado A (RA)= 50 dBA, según DB HR del CTE. Índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves, (RA,tr)= 45 dBA, según DB HR del CTE.			
			EF		6.951,00	6.951,00
EQ	Capítulo		Cubiertas		859,65	859,65
EQTC12a	Partida	m2	Cobertura chapa conformada acero	73,600	11,68	859,65
			Cobertura con chapas conformadas de acero, según NTE/QTG-7, incluso parte proporcional de solapes y accesorios de fijación, seguridad y estanquidad. Medido en verdadera magnitud.			
			EQ		859,65	859,65
EI	Capítulo		Instalaciones		75.371,08	75.371,08
EIME.2c	Partida	u	Estruc met sup hrz 3 capt	10,000	252,11	2.521,10
			Instalación de estructura de aluminio para soporte de 3 captadores solares dispuesto sobre una superficie horizontal y para un ángulo de inclinación de las placas de 45°.			
EIMC.2d	Partida	u	Colec sol pla vdr 2.5 m ²	30,000	431,49	12.944,70
			Colelector solar plano con acristalamiento de vidrio templado, carcasa de aluminio y aislamiento térmico de lana mineral, con una superficie útil de 2.5 m ² , para instalaciones de energía solar térmica de temperatura media (hasta 90 °C), homologado según el RD 891/1980, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento, según DB HE-4 del CTE.			
EIMA.6j	Partida	u	Acum vert inx 5000 l	2,000	13.075,28	26.150,56
			Acumulador vertical de ACS de acero inoxidable de 5000 litros de capacidad, con aislamiento térmico, termómetro, ánodo de magnesio y manguitos de acoplamiento, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-4 del CTE.			
EIMA.6k	Partida	u	Acum vert inx 6000l	1,000	15.690,33	15.690,33
			Acumulador vertical de ACS de acero inoxidable de 6000 litros de capacidad, con aislamiento térmico, termómetro, ánodo de magnesio y manguitos de acoplamiento, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-4 del CTE.			
EIMI.1ad	Partida	U	Intercmb tb sold p/prod ACS 105 kW	1,000	414,84	414,84
			Intercambiador de calor tubular compacto para caldera, soldado no desmontable, con una potencia de 105 kW, un caudal de 48 l/min en el circuito primario, una presión máxima de trabajo de 13 bar, una pérdida de carga de 0.6 mca en el circuito primario y una temperatura min/max de trabajo de entre -8 y 208 °C, construido en acero inoxidable AISI 316 L, incluidas las conexiones estándar, todo ello conforme a las especificaciones dispuestas en las normas UNE-EN 1148 y UNE-EN 305, 306, 307 y 308, en el RITE y sus instrucciones técnicas, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-4 del CTE.			
EIMB.2hq	Partida	u	Bomba circu rtr húmedo ACS 2m3/h - 12 mca	2,000	1.259,73	2.519,46
			Bomba centrífuga multietapa para instalación horizontal con puertos de aspiración y de descarga al mismo nivel (en línea). El cabezal de la bomba y la base están fabricados en fundición; todas las demás piezas destinadas al contacto con el líquido están fabricadas en acero inoxidable. Un cierre mecánico de cartucho garantiza la máxima fiabilidad, permite llevar a cabo la manipulación de forma segura y facilita el acceso y el mantenimiento. La transmisión de potencia tiene lugar por medio de un acoplamiento dividido. La conexión de las tuberías se lleva a cabo por medio de bridas ovaladas con rosca Rp interna.			
EIMB.2hj	Partida	U	Bomba circu rtr hmdo ACS 2m3/h - 5 mca	2,000	773,83	1.547,66

			Bomba trifásica de rotor húmedo para ACS para un caudal de 2m ³ /h y una presión de 5mca, luz indicadora de funcionamiento y fallos, control electrónico del sentido de giro, válvula autopurgante, aislamiento térmico, tres velocidades, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento según DB HE-4 de CTE.			
EIMV.1a	Partida	U	Vaso exps 5 l	1,000	72,56	72,56
			Vaso de expansión de 5 litros de capacidad, fabricado en acero inoxidable con membrana resistente al anticongelante y a altas temperaturas, para instalaciones de energía solar térmica, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-4 del CTE.			
EIMR.3a	Partida	U	Central reg 6 sondas	1,000	455,22	455,22
			Centralita multisistema para 7 sistemas básicos y 6 sondas, dispositivos visibles de funcionamiento, sistemas básicos de funcionamiento programables, contadores caloríficos, limitadores de temperatura, conexión directa a PC y lectura digital de temperaturas, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-4 del CTE.			
EIMR.5a	Partida	U	Sonda de inmersión	3,000	33,02	99,06
			Sonda de inmersión con marcado CE, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento según DB HE-4 del CTE.			
EIMR.6a	Partida	u	Sonda de contacto	5,000	28,03	140,15
			Sonda de contacto con marcado CE, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento según DB HE-4 del CTE.			
EIFR.6a	Partida	U	Presostato 1.3-12 bars	11,000	32,42	356,62
			Presostato con intervalo de regulación de 1.3-12 bars y grado de protección IP54, totalmente instalado, comprobado y en correcto estado de funcionamiento.			
EIFR.5aa	Partida	u	Termómetro esfera ø65mm	30,000	15,37	461,10
			Termómetro para agua caliente de esfera, diámetro de esfera 65mm, conexión 1/2x100 y escala 0-120 °C con marcado AENOR, totalmente instalado, comprobado y en correcto estado de funcionamiento.			
EIMH.2a	Partida	U	Válvula seg pre/T 700 kPa	11,000	71,75	789,25
			Válvula de seguridad presión/temperatura de 700 kPa, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento, según DB HE-4 del CTE.			
EIFV.6aaa	Partida	u	Valv retn partd fund ø40 PN10	4,000	51,87	207,48
			Válvula de retención de disco partido, colocado en tubería de abastecimiento de agua o en instalaciones de riego, de 40mm de diámetro nominal, cuerpo de fundición, presión nominal 10 atm. Incluso junta y accesorios. Con marcado AENOR. Totalmente instalada y en correcto estado de funcionamiento.			
EIFV10aa	Partida	U	Purgador fundición ø40mm PN16	11,000	195,71	2.152,81
			Purgador con válvula de corte automático, colocado en tubería de abastecimiento de agua, de 40mm de diámetro nominal, cuerpo de fundición, válvula de latón niquelado, presión nominal 16 atm. Incluso junta y accesorios. Con marcado AENOR. Totalmente instalado y en correcto estado de funcionamiento.			
EIRV13aaa	Partida	u	Electroválvula 24 V 1.5" c/reg caudal	4,000	28,48	113,92
			Suministro e instalación de electroválvula de plástico de 1" de diámetro con solenoide de 24V a bayoneta y regulador manual de caudal, incluso parte proporcional de pequeño material de conexión y accesorios, totalmente instalada, comprobada y en correcto estado de funcionamiento.			
EIMH.5a	Partida	U	Válvula de llenado	1,000	36,62	36,62
			Válvula de llenado, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento según DB HE-4 del CTE.			
EIMH.8a	Partida	u	Tapón ciego captador	30,000	10,96	328,80
			Tapón ciego captador, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento.			
EIMH.8a	Partida	U	Arqueta prefabricada de hormigón	1,000	58,27	58,27
			Arqueta prefabricada de hormigón con fondo de 40x40x40cm de dimensiones interiores con tapa de hormigón clase B-125, incluida la formación de la base de hormigón HM-30/B/20/l de 10cm de espesor, la parte proporcional de embocaduras, recibido de canalizaciones, juntas y cierres herméticos, incluye la excavación, ni el relleno perimetral posterior, totalmente ejecutada según DB HS-5 del CTE.			
EISZ.5bba	Partida	m	Caniz tubo corrugado PVC ø160mm	44,500	9,77	434,77
			Canalización realizada con tubo de PVC corrugado, de 160mm de diámetro nominal exterior, rigidez nominal mayor o igual a 4kN/m ² con unión por copa con junta elástica, colocado en el fondo de zanjam debidamente compactada y nivelada y completamente montado y conexionado.			
EIBR.10bgc	Partida	M	Tb circ cobre ø32mm	158,575	27,94	4.430,59

			Tubería calorifugada de cobre, de 35 mm de diámetro, instalada y conexionada en circuito de calefacción, incluso codos, reducciones, piezas especiales de montaje y sujeción, calorifugada con coquilla cubretubos de lana mineral de 35 mm de espesor y 42 mm de diámetro, reacción al fuego A1, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento conforme a las especificaciones dispuestas en la ITE 04.2 del RITE.			
EIBR.10bdc	Partida	M	Tb circf cobre ø25mm	14,000	18,52	259,28
			Tubería calorifugada de cobre, de 25 mm de diámetro con uniones soldadas, instalada y conexionada en circuito de calefacción, incluso codos, reducciones, piezas especiales de montaje y sujeción y pintada con una mano de minio de plomo y otra de esmalte, calorifugada con coquilla cubretubos de lana mineral de 35 mm de espesor y 27 mm de diámetro, reacción al fuego A1, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento conforme a las especificaciones dispuestas en la ITE 04.2 del RITE.			
EIBR.10bcc	Partida	M	Tb circf cobre ø20mm	14,000	17,67	247,38
			Tubería calorifugada de cobre, de 20 mm de diámetro con uniones soldadas, instalada y conexionada en circuito de calefacción, incluso codos, reducciones, piezas especiales de montaje y sujeción y pintada con una mano de minio de plomo y otra de esmalte, calorifugada con coquilla cubretubos de lana mineral de 35 mm de espesor y 27 mm de diámetro, reacción al fuego A1, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento conforme a las especificaciones dispuestas en la ITE 04.2 del RITE.			
EIBR.10bbc	Partida	m	Tb circf cobre ø16mm	66,000	15,77	1.040,82
			Tubería calorifugada de cobre, de 16 mm de diámetro con uniones soldadas, instalada y conexionada en circuito de calefacción, incluso codos, reducciones, piezas especiales de montaje y sujeción y pintada con una mano de minio de plomo y otra de esmalte, calorifugada con coquilla cubretubos de lana mineral de 35 mm de espesor y 27 mm de diámetro, reacción al fuego A1, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento conforme a las especificaciones dispuestas en la ITE 04.2 del RITE.			
EIMW.1a	Partida	U	Llenado circ pirm intercamb	204,850	9,26	1.897,73
			Llenado del circuito principal mediante fluido no tóxico con efecto anticongelante e inhibidores anticorrosivos con protección de temperatura hasta -27C, según DB HE-4 del CTE			
			EI		75.371,08	75.371,08
EM	Capítulo		Equipamientos y mobiliario		1.810,51	1.810,51
EMLV20a	Partida	m	Valla malla 50x15mm c/cimentación	103,517	17,49	1.810,51
			Vallado realizado con malla de simple torsión de alambre galvanizado de 50x15mm y 2m de una altura montada sobre postes de 45mm de diámetro dispuestos cada 3m y alambre tensor de 2,70mm, incluida la cimentación mediante dados de hormigón, el nivelado, aplomado y recibido de postes.			
			EM		1.810,51	1.810,51
UP	Capítulo		Firmes y pavimentos urbanos		84,84	84,84
UPPV.2daa	Partida	m2	Firme AL1	4,000	21,21	84,84
			Firme de hormigón. Extendido y compactación de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 surf B50/70S con árido calizo, con un rendimiento de 150-300 t/día, mezcla en el punto de vertido. Riego de curado realizado con emulsión catiónica C6B03 con un índice de rotura <50-100 con una dotación mínima de 300 g/m2 de betún residual, compuesto por un 60% de betún puro y un contenido menor o igual de 2% de fluidificante. Extendido, vibrado y enrasado de hormigón magro con un tamaño de árido grueso inferior a 40mm ejecutado con ayuda de extendedora, incluso curado.			

	UP	84,84	84,84
	PRESUPUESTO	90.674,75	90.674,75

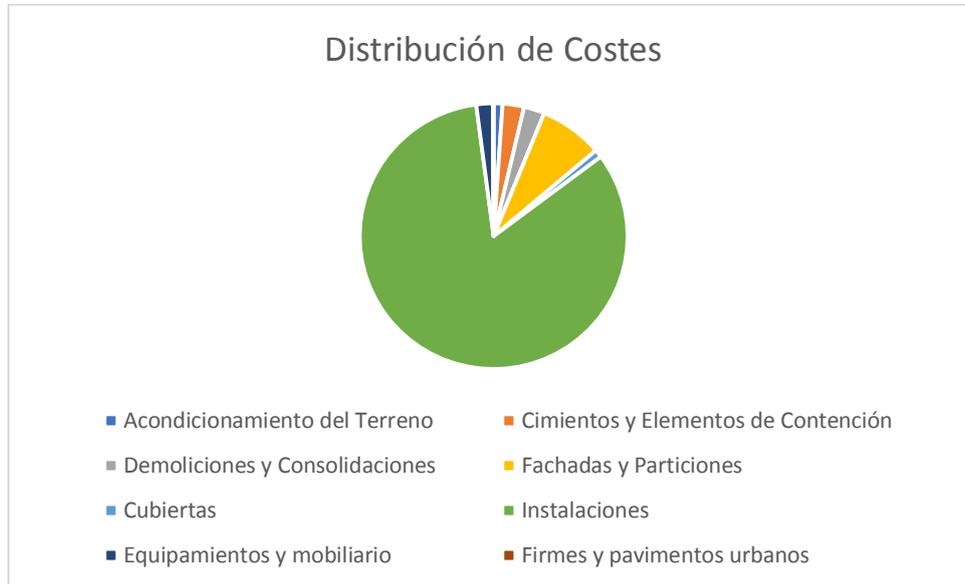


Ilustración 3.1 – Distribución de Costes

Como podemos observar en el gráfico anterior la mayor parte de los costes asociados al proyecto provienen de la parte de instalaciones debido a los numerosos equipos a instalar y su coste asociado.

Presupuesto Ejecución Material (PEM)	90.674,75€
Gastos Generales (13%)	11.787,7175€
Beneficio Industrial (6%)	5.440,485€
Presupuesto de Contrata (PEC)	107.902,95€
21% IVA	2.2659,62€
Presupuesto Base Licitación (PBL)	130.562,57€

El presupuesto base de licitación asciende a la cantidad de CIENTO TREINTA MIL QUINIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

3.2 Presupuesto Solar Fotovoltaica Propuesta 1

Obra: Instalación de Paneles Fotovoltaicos en el Hospital Doctor Moliner						
Presupuesto					% C.I.	3
Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
PRESUPUESTO	Capítulo		Instalación de Paneles Fotovoltaicos en el Hospital Doctor Moliner		14.815,27	14.815,27
AM	Capítulo		Acondicionamiento del Terreno		182,39	182,39
AMMD.1a	Partida	m2	Despeje y desbroce terreno	294,170	0,62	182,39
			Desmonte de árbol, exclusivamente parte aérea, incluso tala de ramas, troceado con medios mecánicos y la retirada de material, sin incluir la carga y transporte.			
			AM		182,39	182,39
EC	Capítulo		Cimientos y Elementos de Contención		87,50	87,50
ECHH.2cbaa	Partida	m2	H Limpieza 15/F/20 e=10cm	0,250	9,03	2,26
			Suministro y vertido de hormigón de limpieza HL-150/F/20, para formación de solera de asiento, con una dosificación mínima de cemento de 150kg/m3, de consistencia fluida, tamaño máximo de árido 20mm, vertido directamente desde camión, en la base de la cimentación, transportado y puesto en obra, según DB SE-C del CTE y NTE-CS.			
ECHH.3aaaaaaa	Partida	m3	Suministro y vertido HM-30/P/40/I+Qa p/zapatas-riostras	1,010	84,40	85,24
			Suministro y vertido de hormigón HM-30/P/40/I+Qa preparado en central para hormigonado de zapatas, vigas centradoras y riostras, incluido el vertido directo desde camión, vibrado y curado del hormigón según EHE-08, DB-SE-C del CTE y NTE-CS.			
			EC		87,50	87,50
EI	Capítulo		Instalaciones		13.039,89	13.039,89
EINE.2bb	Partida	u	Estruc met sup hrz 4 capt	10,000	234,16	2.341,60
			Instalación de estructura de aluminio para soporte de 4 captadores solares dispuesto sobre una superficie horizontal y para un ángulo de inclinación de las placas de 30°.			
EINM.1bbq	Partida	U	Módulo fotovoltaico Policristalino	40,000	238,88	9.555,20
			Módulo fotovoltaico Policristalino de alto rendimiento, clase II y grado de protección IP65, con 230Wp de potencia, cualificado por el CIEMAT u otro laboratorio acreditado y conforma a las especificaciones UNE-EN 61215:1997, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-5 del CTE.			
EINN.4m	Partida	u	Inversor a red 4600W	1,000	889,34	889,34
			Inversor de onda senoidal pura trifásico conectado a red con marcado CE. Con protección IP65, con leds indicadores de tensión, sobrecarga y temperatura, trabajando como fuente de corriente, autoconmutado y con seguidor del punto de máxima potencia conforme a las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica de Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética, totalmente instalado y comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-5 del CTE.			
EIEL.1aaaac	Partida	m	Línea Cu monofásica	51,470	4,93	253,75
			Suministro y tendido de línea monofásica formada por 3 cables H07V-K unipolares(fase+neuro+tierra) de 450/750V de tensión nominal, constituidos por conductores de cobre flexible de 4mm2 de sección para las fases y 4mm2 para el cable de tierra, con aislamiento de PVC (cubiertos), instalado bajo tubo, canal protectora, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, concetada y en correcto estado de funcionamiento, según REBT.			
			EI		13.039,89	13.039,89
EM	Capítulo		Equipamientos y mobiliario		1.505,49	1.505,49
EMLV20a	Partida	m	Valla malla 50x15mm c/cimentación	86,077	17,49	1.505,49

	Vallado realizado con malla de simple torsión de alambre galvanizado de 50x15mm y 2m de una altura montada sobre postes de 45mm de diámetro dispuestos cada 3m y alambre tensor de 2,70mm, incluida la cimentación mediante dados de hormigón, el nivelado, aplomado y recibido de postes.			
	EM		1.505,49	1.505,49
	PRESUPUESTO		14.815,27	14.815,27

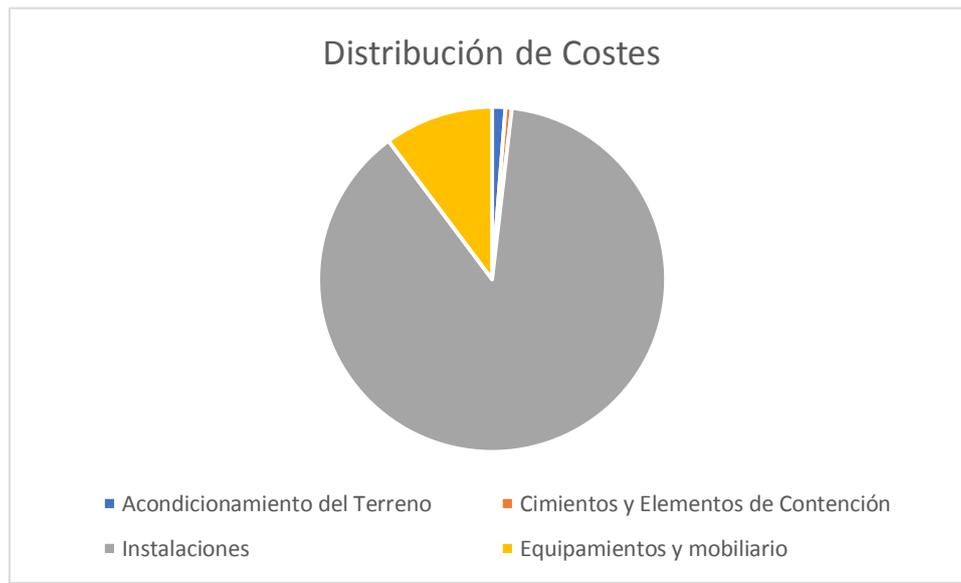


Ilustración 3.2 – Distribución de Costes

Al igual que la instalación anterior, el grueso de la obra lo compone la parte dedicada a los equipos e instalaciones.

Presupuesto Ejecución Material (PEM)	14.815,27
Gastos Generales (13%)	1.925,98
Beneficio Industrial (6%)	888,92
Presupuesto de Contrata (PEC)	17.630,17
21% IVA	3.702,34
Presupuesto Base Licitación	21.332,51

El presupuesto base de licitación asciende a la cantidad de VEINTUN MIL TRESCIENTOS TREINTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS.

3.3 Presupuesto Solar Fotovoltaica Propuesta 2

Obra: Instalación Campo Solar Fotovoltaico 2,44MWp						
Presupuesto					% C.I.	3
Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
PRESUPUESTO	Capítulo		Instalación Campo Solar Fotovoltaico 2,44MWp		1.463.415,09	1.463.415,09
AM	Capítulo		Acondicionamiento del Terreno		37.472,26	37.472,26
AMMD.2b	Partida	u	Desmante árbol c/tocón	198,000	87,53	17.330,94
			Desmante de árbol, exclusivamente parte aérea, incluso tala de ramas, troceado con medios mecánicos y la retirada de material, sin incluir la carga y transporte.			
AMMD.1a	Partida	m2	Despeje y desbroce terreno	32.486,000	0,62	20.141,32
			Despeje, desbroce y refino de terrenos hasta 25cm de profundidad, con vegetaciónn de hasta 2m, incluida la retirada de material.			
AM					37.472,26	37.472,26
EC	Capítulo		Cimientos y Elementos de Contención		13.637,48	13.637,48
ECHH.2cbaa	Partida	m2	H Limpieza 15/F/20 e=10cm	23,820	9,03	215,09
			Suministro y vertido de hormigón de limpieza HL-150/F/20, para formación de solera de asiento, con una dosificación mínima de cemento de 150kg/m3, de consistencia fluida, tamaño máximo de árido 20mm, vertido directamente desde camión, en la base de la cimentación, transportado y puesto en obra, según DB SE-C del CTE y NTE-CS.			
ECHH.3aaaaaaa	Partida	m3	Suministro y vertido HM-30/P/40/I+Qa p/zapatras-riostras	158,840	84,40	13.406,10
			Suministro y vertido de hormigón HM-30/P/40/I+Qa preparado en central para hormigonado de zapatas, vigas centradoras y riostras, incluido el vertido directo desde camión, vibrado y curado del hormigón según EHE-08, DB-SE-C del CTE y NTE-CS.			
ECHH.4baaaba	Partida	m3	HA-30/P/40/I+Qa p/armar losa	0,200	81,44	16,29
			Suministro y vertido de hormigón HA-30/P/40/I+Qa preparado en central para hormigonado de losas de cimentación y soleras, incluido el vertido directo desde camión, vibrado y curado del hormigón según EHE-08, DB SE-C del CTE y NTE-CS.			
EC					13.637,48	13.637,48
EI	Capítulo		Instalaciones		1.400.024,40	1.400.024,40
EINE.2bb	Partida	u	Estruc met sup hrz 4 capt	160,000	547,59	87.614,40
			Instalación de estructura de aluminio para soporte de 4 captadores solares dispuesto sobre una superficie horizontal y para un ángulo de inclinación de las placas de 30º.			
EIMC.2d	Partida	U	Modulo Fotovoltaico Atersa A-305Wp	8.000,000	163,24	1.305.920,00
			Módulo fotovoltaico Policristalino de alto rendimiento, clase II y grado de protección IP65, con 230Wp de potencia, cualificado por el CIEMAT u otro laboratorio acreditado y conform a las especificaciones UNE-EN 61215:1997, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-5 del CTE.			
EINN.4m	Partida	u	Inversor a red 1000 kW	0,200	32.450,00	6.490,00
			Inversor de onda senoidal pura trifásico conectado a red con marcado CE. Con protección IP65, con leds indicadores de tensión, sobrecarga y temperatura, trabajando como fuente de corriente, autoconmutado y con seguidor del punto de máxima potencia conforme a las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica de Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética, totalmente instalado y comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-5 del CTE,			
EI					1.400.024,40	1.400.024,40

EM	Capítulo	Equipamientos y mobiliario		12.280,95	12.280,95	
EMLV20a	Partida	m	Valla malla 50x15mm c/cimentación	702,170	17,49	12.280,95
			Vallado realizado con malla de simple torsión de alambre galvanizado de 50x15mm y 2m de una altura montada sobre postes de 45mm de diámetro dispuestos cada 3m y alambre tensor de 2,70mm, incluida la cimentación mediante dados de hormigón, el nivelado, aplomado y recibido de postes.			
			EM		12.280,95	12.280,95
			PRESUPUESTO		1.463.415,09	1.463.415,09

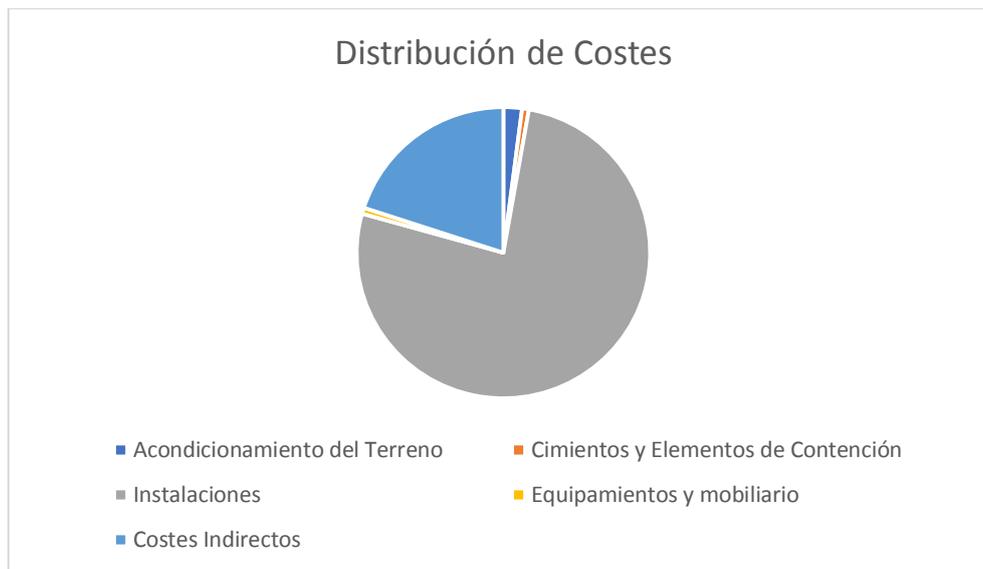


Ilustración 3.3 – Distribución de Costes

Sobre este presupuesto se aplica un coeficiente del 25% en concepto de materiales, equipamiento y otros aspectos no contemplados en este presupuesto que asciende a 365.853,77€. Estos trabajos consisten en la instalación de un centro de transformación, equipamiento para la adaptación de los equipos actuales para el suministro a red, trabajos de canalización y cableado, etc.

Por lo que se obtiene:

Presupuesto Ejecución Material (PEM)	1.829.268,86 €
Gastos Generales (13%)	237.804,95 €
Beneficio Industrial (6%)	109.756,13 €
Presupuesto de Contrata (PEC)	2.176.829,95 €
21% IVA	457.134,29 €
Presupuesto Base Licitación	2.633.964,24 €

El presupuesto base de licitación asciende a la cantidad de DOS MILLONES SEISCIENTOS TREINTA Y TRES MIL NOVECIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS.





PLANOS



Índice

Plano General	1
Distribución en planta paneles ACS	2
Distribución en planta Sala Equipos ACS	3
Esquema Instalación Solar ACS	4
Paneles Solares ACS	5
Distribución en planta Propuesta 1 FV	6
Paneles Solares FV1	7
Diagrama Unifilar Propuestas 1 FV	8
Distribución en planta Propuesta 2 FV	9
Paneles Solares FV2	10
Diagrama Unifilar Propuestas 2 FV	11



TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto:

Plano:

Fecha:

Nº Plano:



PROYECTO INSTALACIÓN ACS Y FV EN EL HOSPITAL DOCTOR MOLINER

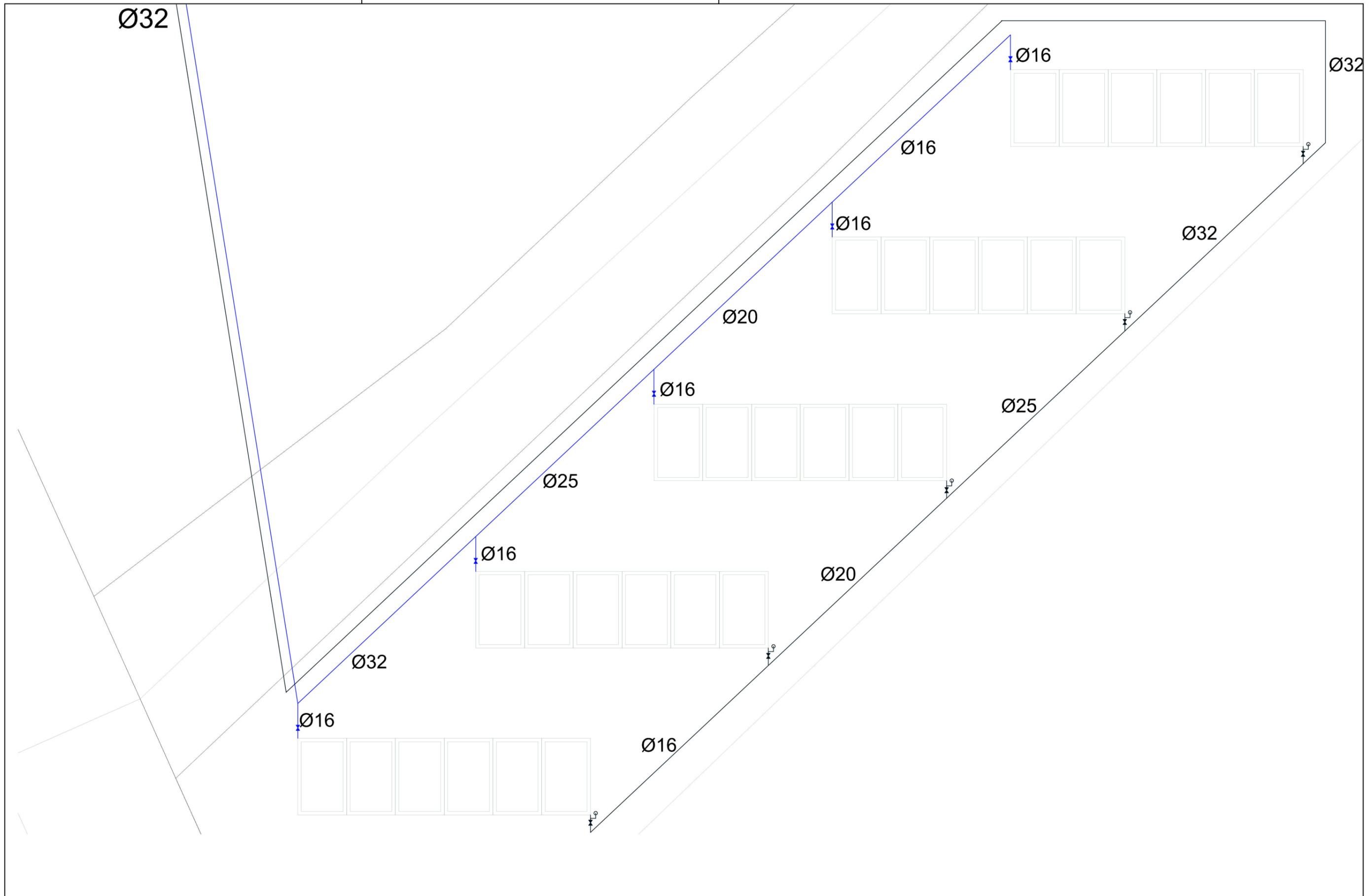
Plano general

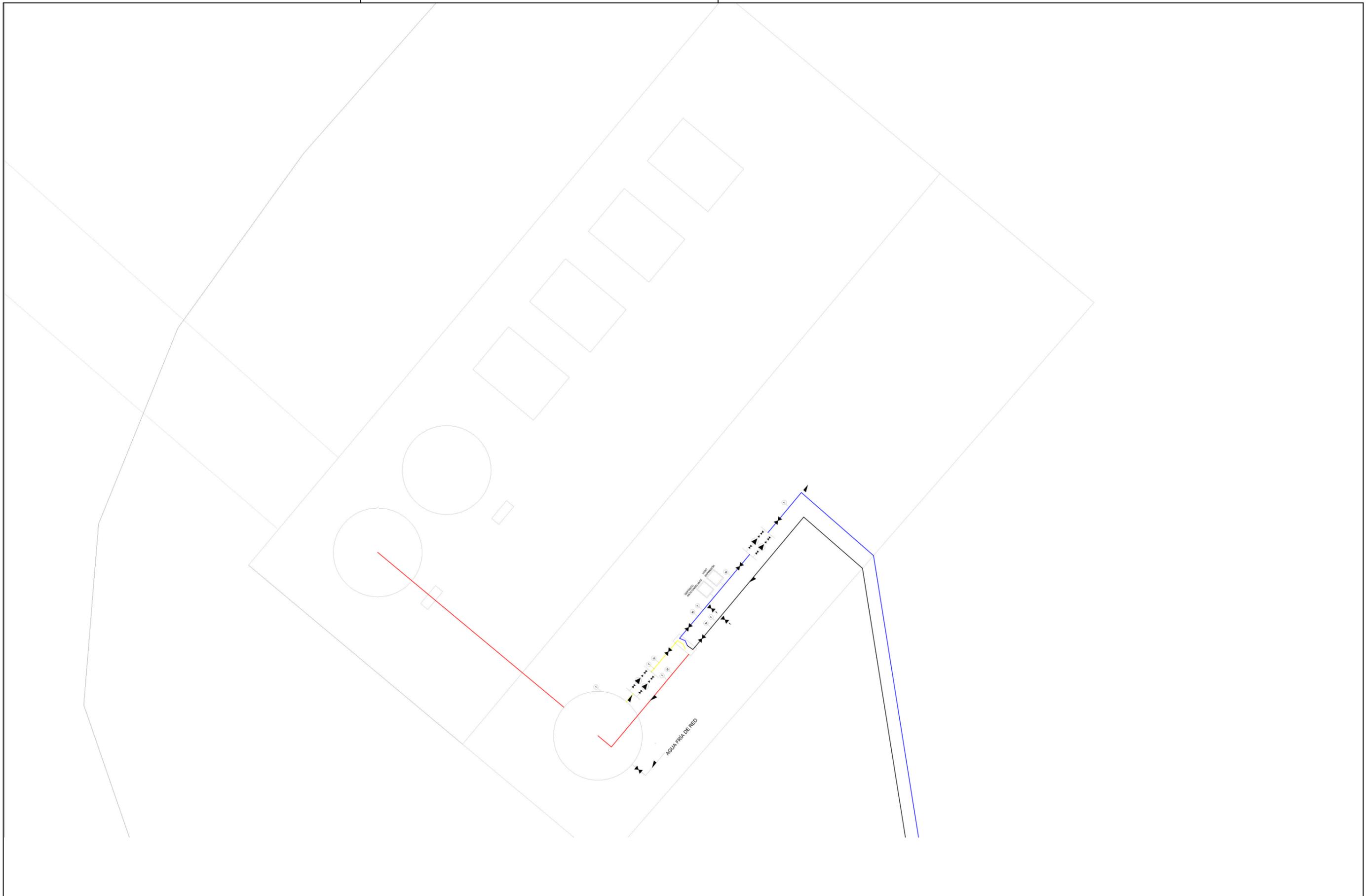
Julio 2019

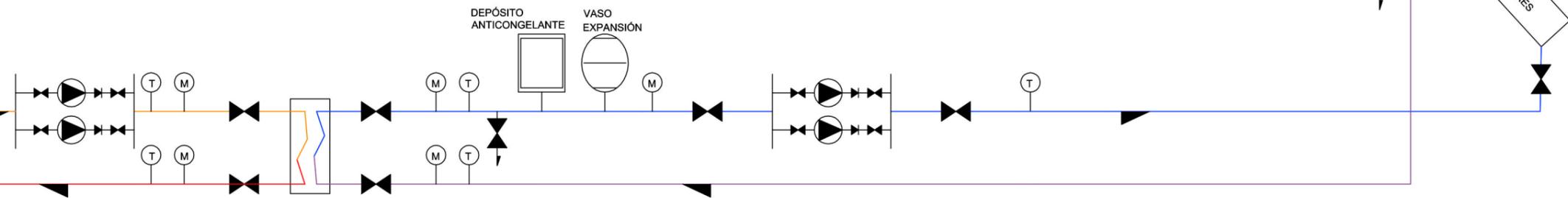
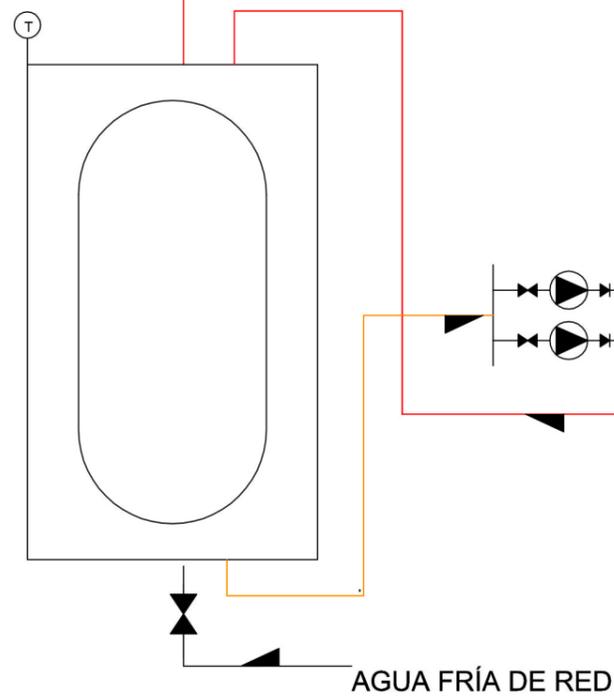
Autor:
Francisco José Sancho Núñez

Escala:
1:1250

1

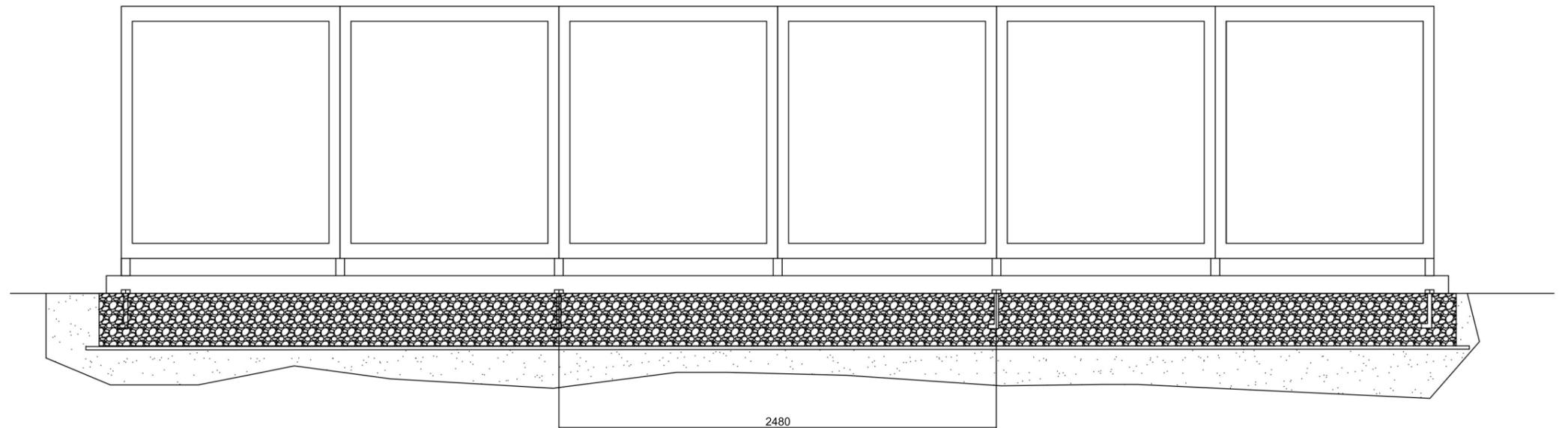
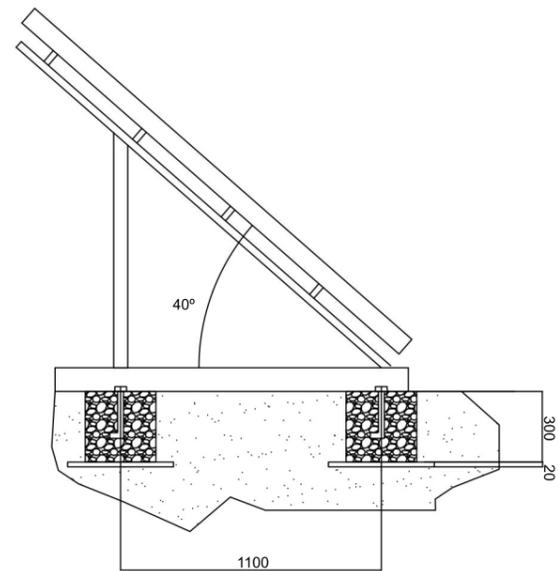


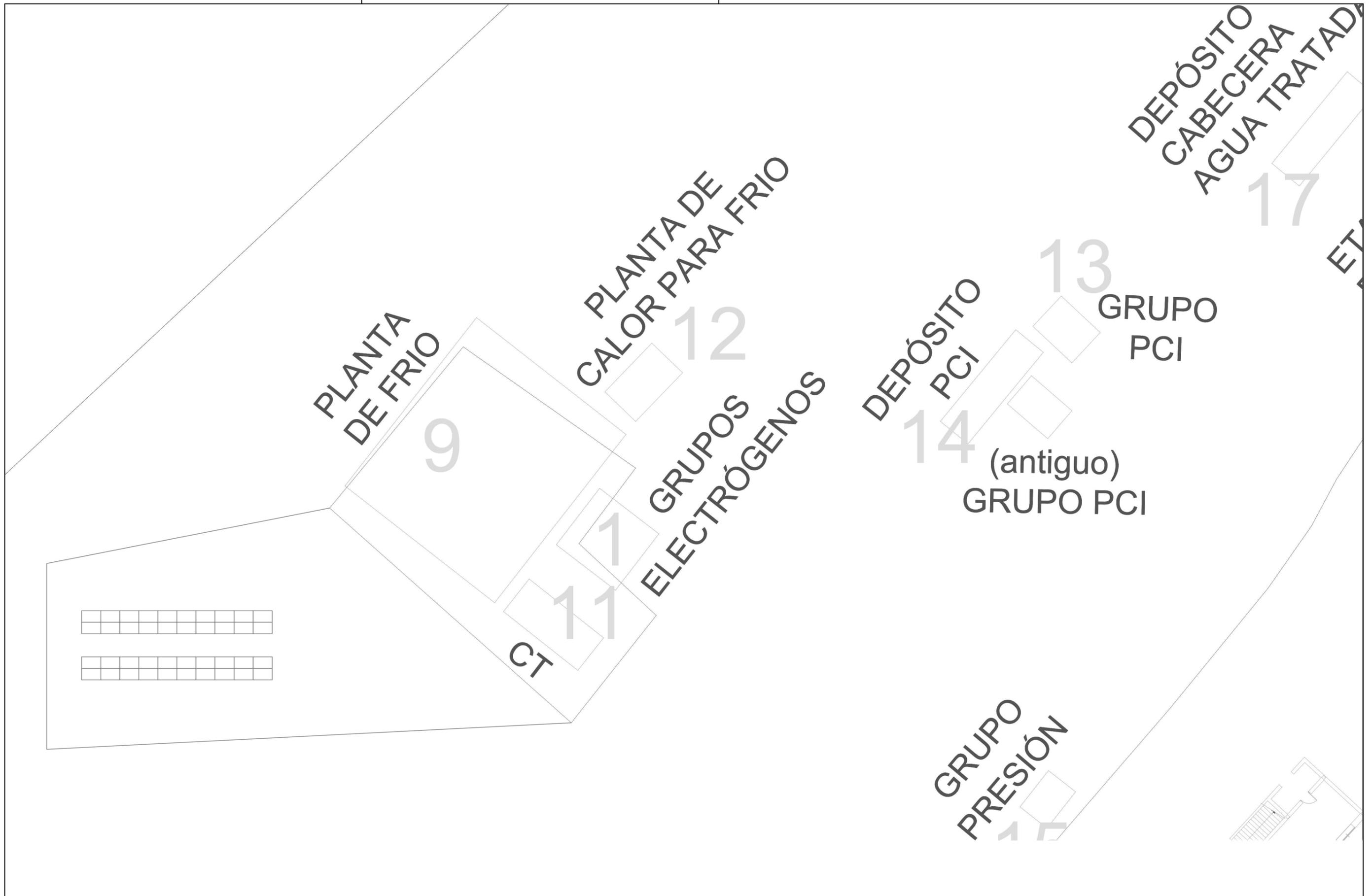


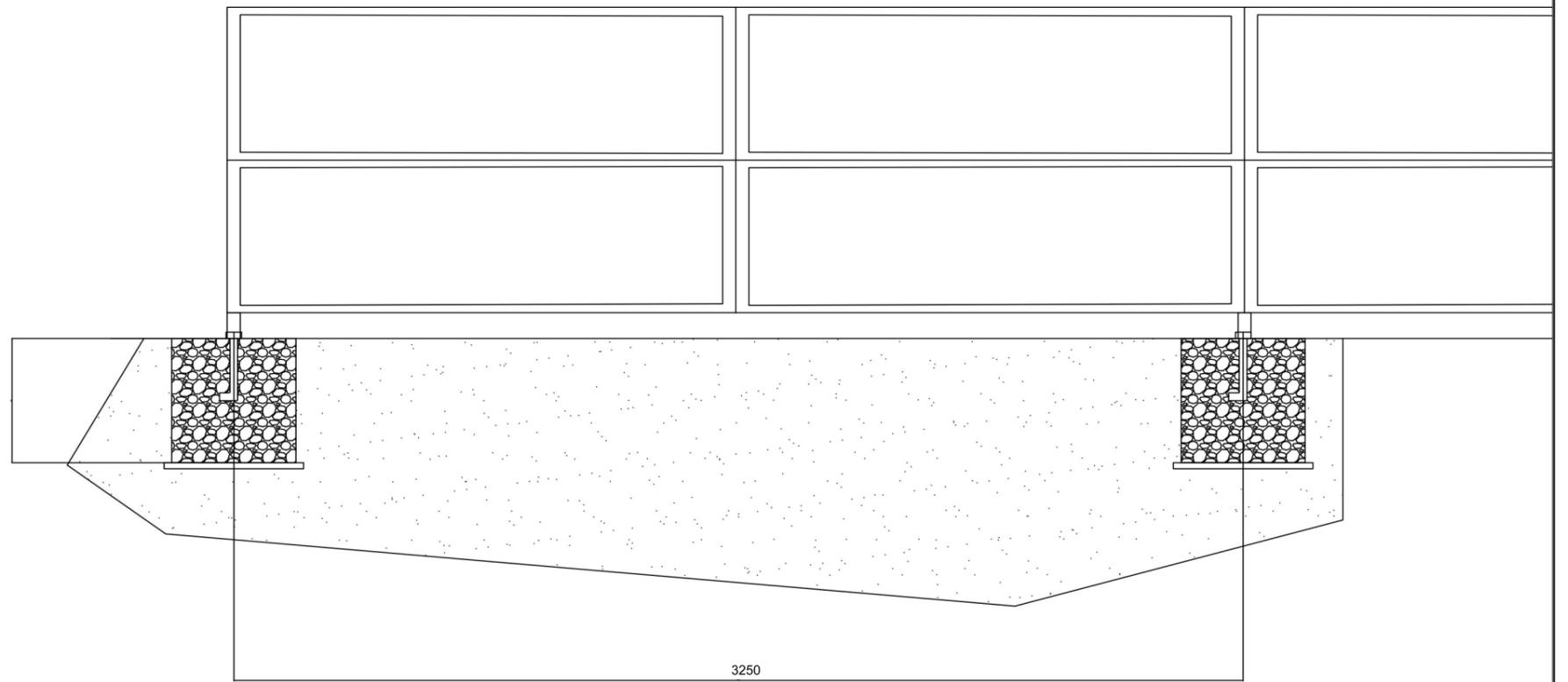
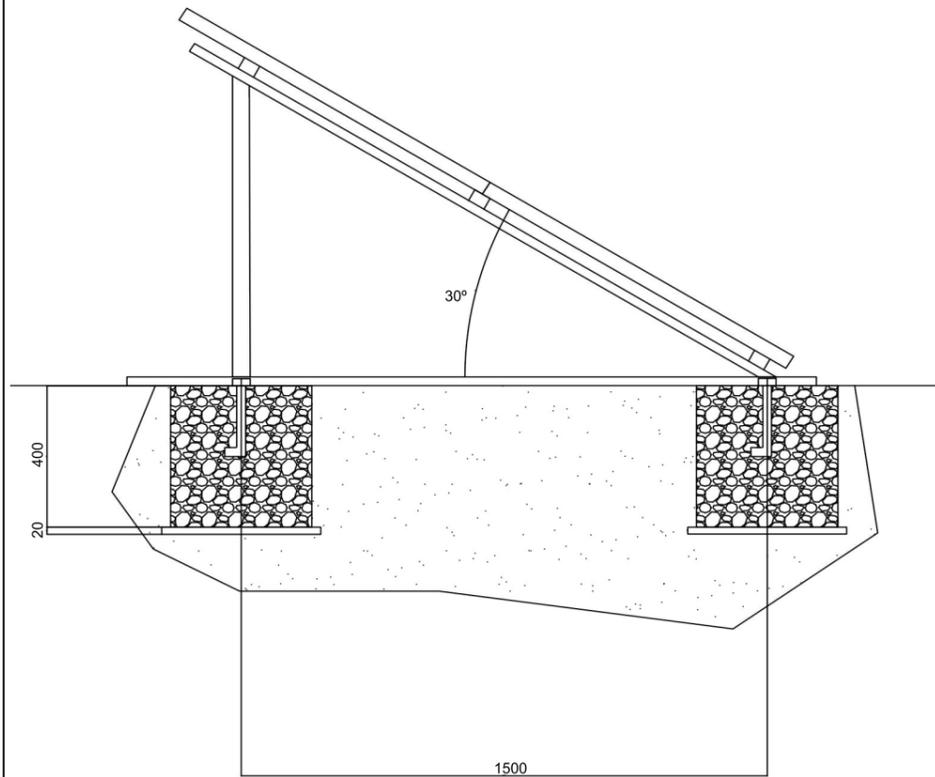


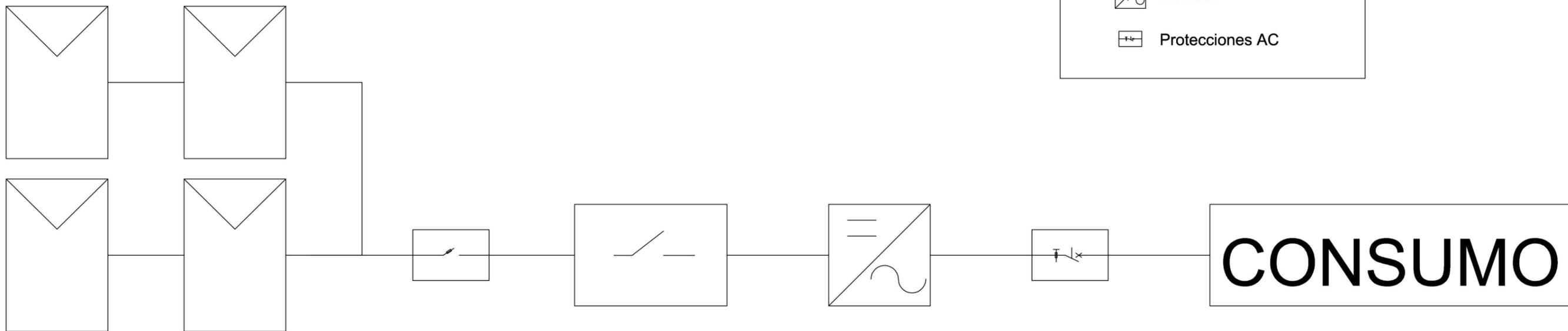
LEYENDA

-  Bomba de Circulación
-  Válvula de Corte
-  Válvula Antiretorno
-  Manómetro de Presión
-  Sensor Temperatura
-  Purgador
-  Vaso Expansión



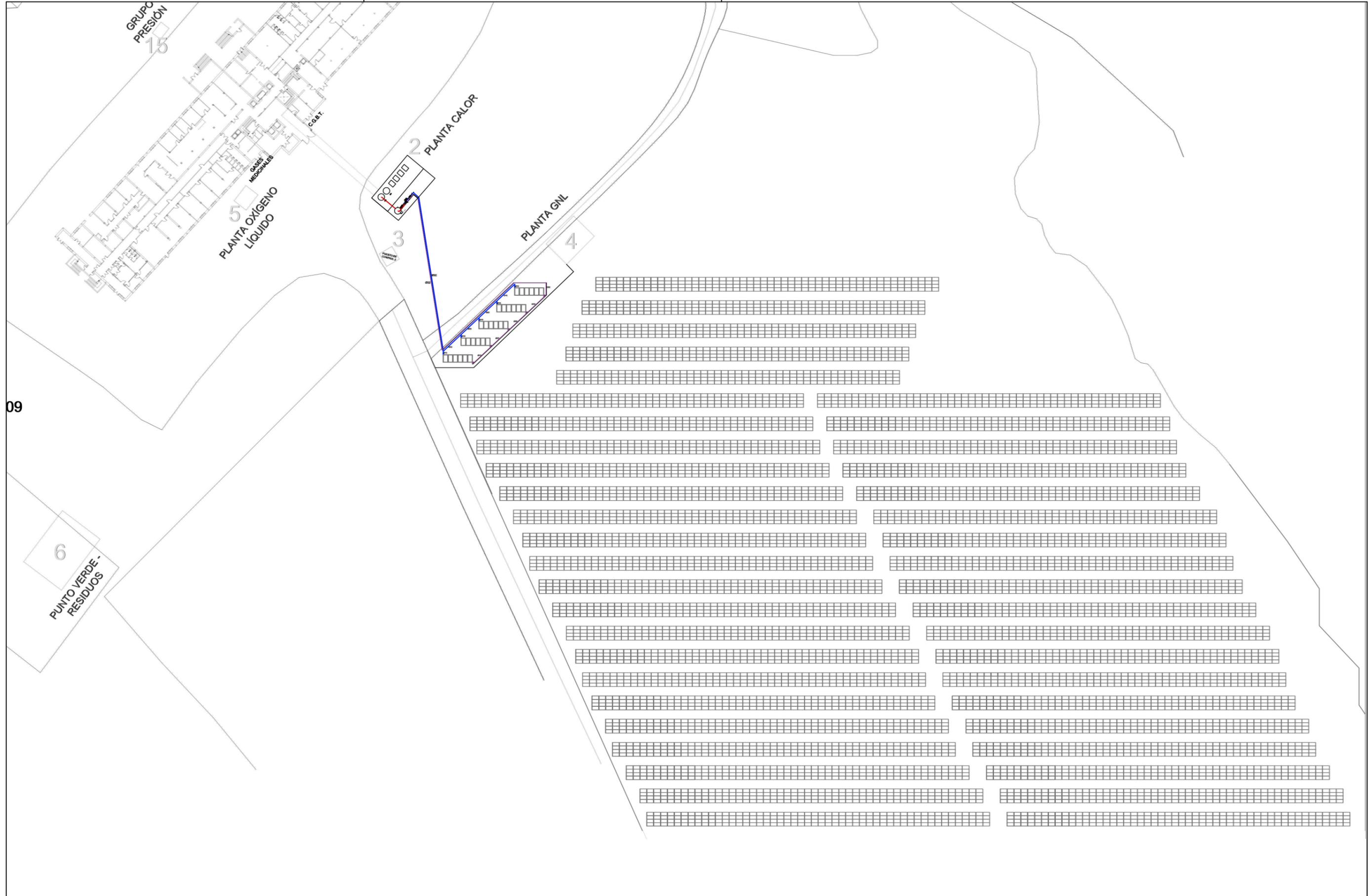






LEYENDA

-  Módulos FV
-  Caja Conexiones
Protecciones CC
-  Regulador de Carga
-  Inversor
-  Protecciones AC



TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



Proyecto:

PROYECTO INSTALACIÓN ACS Y FV EN EL HOSPITAL DOCTOR MOLINER

Plano:

Distribución planta propuesta 2 FV

Autor:

Francisco José Sancho Núñez

Fecha:

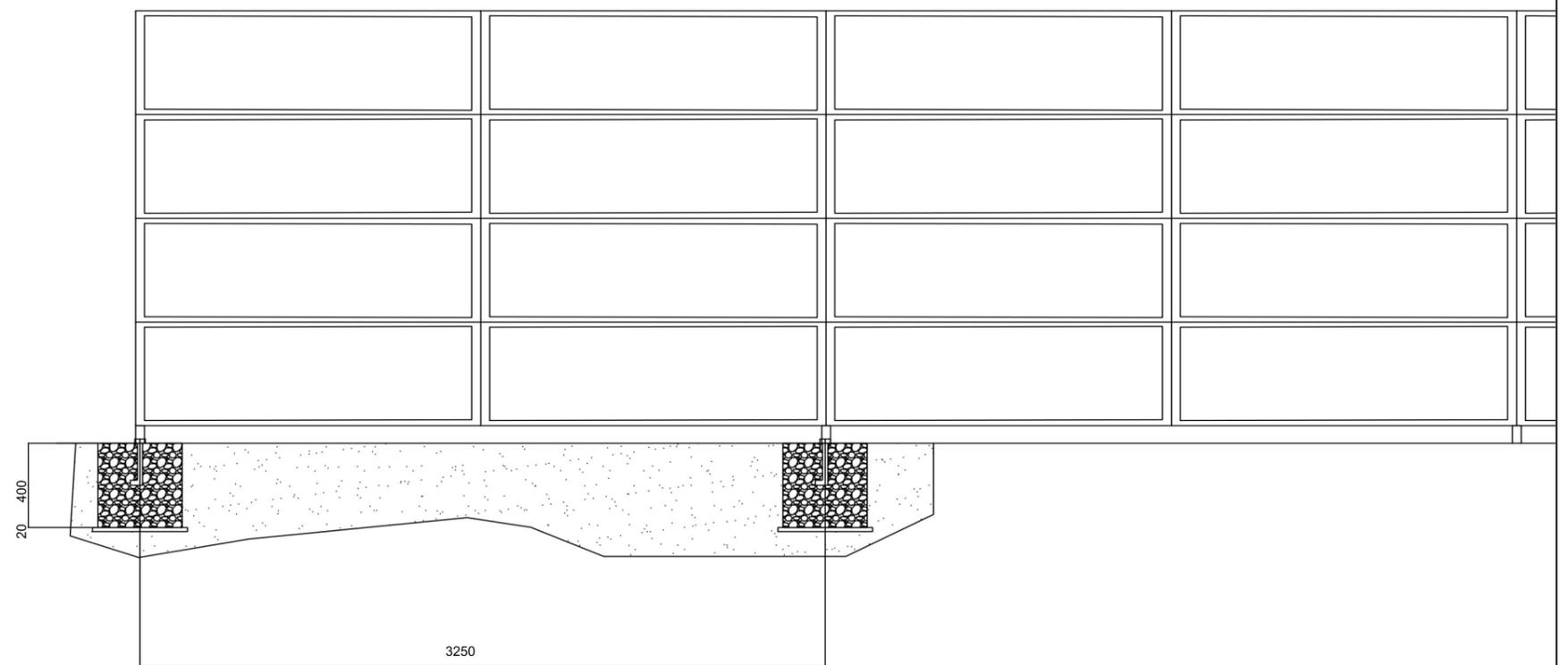
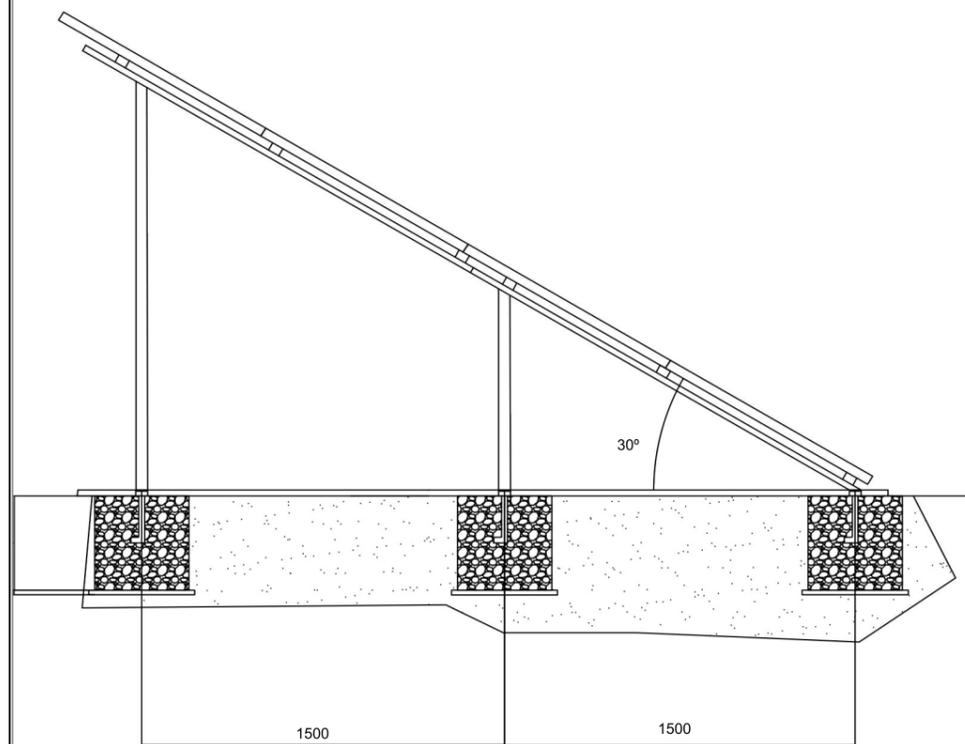
Julio 2019

Escala:

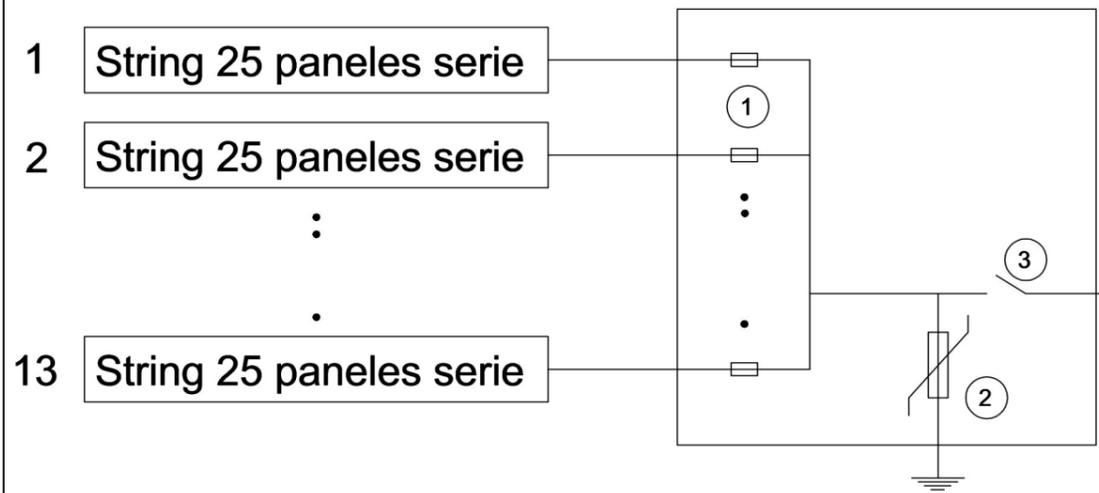
1:1000

Nº Plano:

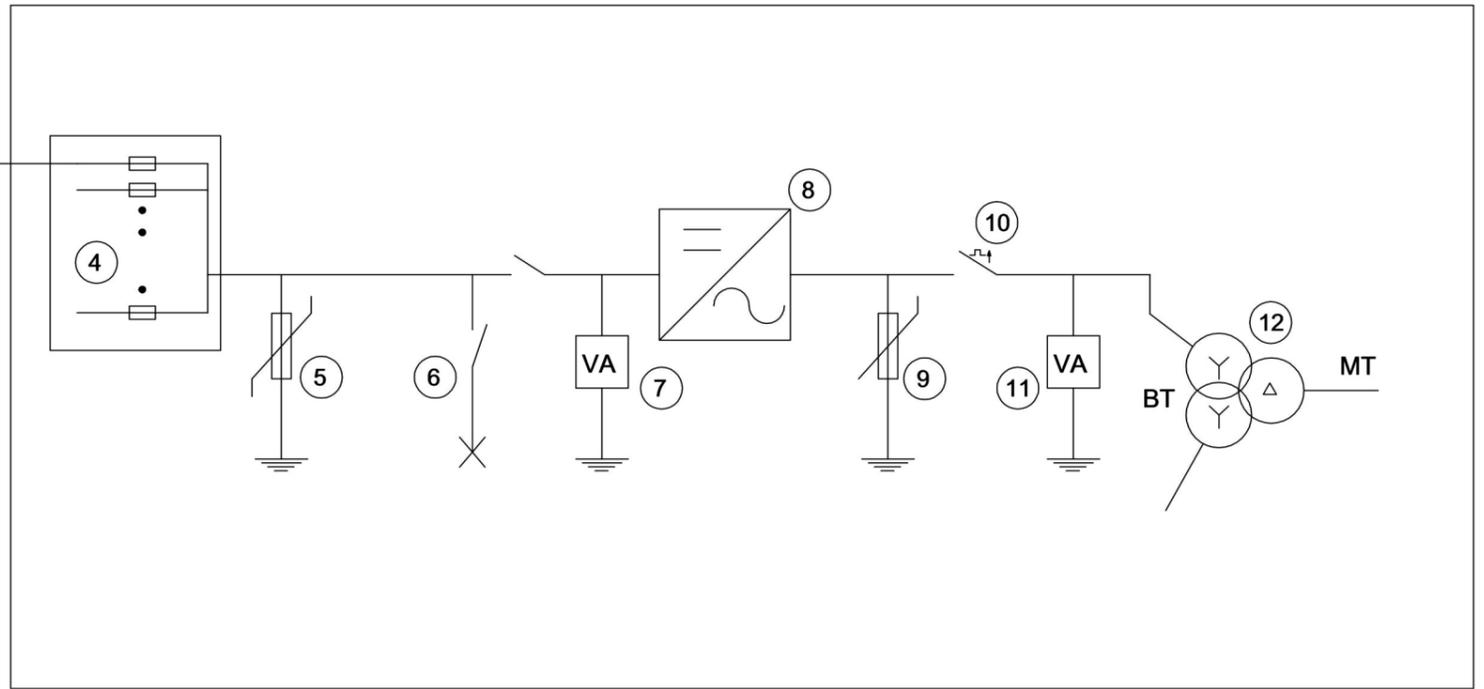
9



Cuadro Conexionado DC nivel 1



Centro de Transformación



12	Transformador
11	Vigilador Aislamiento
10	Interruptor Automático
9	Protector Sobretensión
8	Inversor
7	Vigilador Aislamiento
6	Interruptor Corte Carga
5	Protector Sobretensión
4	Fusibles
3	Interruptor Corte Carga
2	Protector Sobretensión
1	Fusibles
Num	Elemento
LEYENDA ELEMENTOS	