

**PROYECTO DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA
SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA
CALIENTE SANITARIA PARA
EDIFICIO EN C/ TIMOTEO MARTÍN, 3**

Descripción	Proyecto técnico de aprovechamiento de energía solar térmica para producción de agua caliente sanitaria en edificio de viviendas. Nº Plantas: 4 Nº viviendas: 8
Situación	Tipo vía: Calle Nombre vía: Timoteo Martín, 3 Localidad: Madrid Código Postal: 28031 Provincia: Madrid
Promotor	Nombre o Razón Social: Construcciones FERNÁNDEZ S.A. CIF: A 00000000 Dirección: Tipo vía: Calle Nombre Vía: Nueva, 5 – 3º decha Población: Málaga Código Postal: 29016 Provincia: Málaga Teléfono:
Autor del proyecto técnico	Apellidos y Nombre: García Caravantes, Marcos Titulación: Ingeniero de Telecomunicación Dirección: Tipo vía: Nombre vía: Localidad: Código Postal: Provincia: Teléfono: Fax: n/d Nº Colegiado: 12447 Correo electrónico: mgc@coit.es
Visado del	Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación
Fecha de presentación	En Madrid, a 6 de noviembre de 2006

Firma: 	Visado del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación
--	--

ÍNDICE

ÍNDICE	1
NOTA PARA EL PROYECTISTA.	4
MEMORIA	6
1.1. DATOS GENERALES	6
A) Datos del Promotor	6
B) descripción del Edificio	6
C) Aplicación de la Ley de Propiedad Horizontal	6
D) Objeto del Proyecto Técnico	7
1.2. CONFIGURACIÓN BÁSICA DE LA INSTALACIÓN	8
A) Clasificación de la instalación	8
1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES Y SUS COMPONENTES	9
A) Descripción general de la instalación	9
B) Descripción de los componentes de la instalación	9
1.4. CRITERIOS DE DISEÑO	13
A) Dimensionado básico	13
B) Fluido de trabajo, protección contra heladas y sobrecalentamiento	15
C) Diseño del sistema de captación	16
D) Diseño del sistema de acumulación solar	22
E) Diseño del sistema de intercambio	24
F) Diseño del circuito hidráulico	25
G) Descripción del sistema de energía auxiliar	29
H) Sistema de control	30
1.5. JUSTIFICACIÓN DE PARÁMETROS ESPECIFICADOS EN LA ORDENANZA DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID	31
PLANOS	33
PLIEGO DE CONDICIONES	42
1.6. CONDICIONES PARTICULARES	42
A) Sistema de captación	42
B) Fluido de trabajo	43
C) Sistema de acumulación	43
D) Sistema de intercambio	44
E) Sistema hidráulico	44
F) Sistema de energía auxiliar	45
G) Sistema de regulación y control	45

H) Recinto _____	46
1.7. CONDICIONES DE MANTENIMIENTO _____	47
A) Plan de vigilancia _____	47
B) Plan de mantenimiento _____	48
1.8. CONDICIONES GENERALES _____	52
A) Reglamentación y normas anexas. _____	52
B) Normativa vigente sobre Prevención de riesgos laborales _____	54
C) Otras condiciones _____	55
1.9. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD _____	56
A) Objeto del estudio de seguridad y salud _____	56
B) Consideración general de riesgos _____	56
C) Análisis y prevención de riesgos en las fases de la obra _____	56
D) Análisis y prevención de los riesgos en los medios y la maquinaria _____	67
E) Análisis y prevención de riesgos catastróficos _____	68
F) Medicina preventiva e instalaciones médicas _____	68
PRESUPUESTO _____	70

NOTA PARA EL PROYECTISTA: El presente proyecto para el aprovechamiento de la energía solar para la producción de agua caliente sanitaria tiene por objeto presentar el contenido y estructura de un proyecto de este tipo, propuestos por el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, de acuerdo con las disposiciones legales y documentos normativos vigentes, adaptado a un edificio real, claramente definido en su ubicación y configuración. Por ello, los datos y condiciones que se indican son los que corresponden a ese edificio concreto y deberán adaptarse para cada edificio y ubicación del mismo. En algunos puntos se incluyen comentarios o referencias a disposiciones legales y otros documentos normativos, que tienen por objeto ayudar al proyectista a redactar dichos puntos. Por supuesto estos comentarios o referencias deben eliminarse en los proyectos técnicos que se realicen.

MEMORIA

1.1. DATOS GENERALES

A) Datos del Promotor

Construcciones FERNÁNDEZ S.A.
N.I.F.: A 00000000
C/ Nueva, 5 - 3º dcha.
29016 Málaga

B) descripción del Edificio

El edificio se compone de:

Portales: 1
Plantas: 4
Viviendas: 8, con la distribución por plantas mostrada en la tabla siguiente.

Planta	Número de viviendas
3ª	2
2ª	2
1ª	2
Baja	2

Tabla 1. Distribución de viviendas por planta

Situado en:

Calle Timoteo Martín, 3
28031 Madrid

C) Aplicación de la Ley de Propiedad Horizontal

A la edificación objeto de éste Proyecto le es aplicable la Ley 49/1960 de 21 de Julio de Propiedad Horizontal, modificada por la Ley 8/1999 de 6 de Abril.

Constituye una única Comunidad de propietarios.

D) Objeto del Proyecto Técnico

El objeto del proyecto es dar cumplimiento a la normativa vigente sobre utilización de energía solar térmica para ahorro de energía en edificios, en particular:

- Ordenanza Sobre Captación de Energía Solar para Usos Térmicos del ayuntamiento de Madrid de 27 de Marzo de 2003 regula la obligada incorporación de sistemas de captación y energía solar activa de baja temperatura para la producción de Agua Caliente Sanitaria y calentamiento de piscinas en los edificios y construcciones situados en el Término Municipal de Madrid.
- El Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado con el RD 314/2006 del 28 de marzo. El apartado 4 del Documento Básico HE de ahorro de energía del CTE establece la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

La infraestructura común para usos térmicos de la energía solar consta de los elementos necesarios para satisfacer inicialmente la función de captación y utilización de energía solar activa de baja temperatura para calentamiento de Agua Caliente Sanitaria

1.2. CONFIGURACIÓN BÁSICA DE LA INSTALACIÓN

A) Clasificación de la instalación

En consideración con los diferentes objetivos atendidos por este proyecto, se aplicarán los siguientes criterios de clasificación:

- Principio de circulación
- Sistema de transferencia de calor
- Sistema de expansión
- Sistema de energía auxiliar
- Aplicación

Esta clasificación se hace con referencia a las definiciones dadas en el Anexo II del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Energía Solar Térmica para instalaciones de Baja Temperatura del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE).

Ver punto 2.1 del Pliego de Condiciones del IDAE

a) Principio de circulación

La circulación del sistema será forzada.

b) Sistema de transferencia de calor

La instalación tendrá un sistema de transferencia de calor integrado en el acumulador solar, de tipo sumergido.

c) Sistema de expansión

El sistema será cerrado.

d) Sistema de aporte de energía auxiliar

El sistema de aporte de energía auxiliar será en línea distribuido.

e) Aplicación

La instalación será para el calentamiento de agua sanitaria.

1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES Y SUS COMPONENTES

A) Descripción general de la instalación

La instalación solar térmica está constituida por los siguientes elementos:

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

El esquema general de la instalación está representado en el plano 2.2.

B) Descripción de los componentes de la instalación

a) Sistema de captación

El sistema de captación estará formado por colectores solares planos de alto rendimiento.

El colector solar plano es el elemento encargado de transformar la energía del sol en calor, para transferirlo al fluido caloportador o fluido primario.

El principio de funcionamiento de una instalación de energía solar térmica se basa en el efecto invernadero, que se produce en el interior del colector solar al incidir sobre él la radiación solar, a través de la cubierta transparente.

El rendimiento del colector solar plano se determina por un balance entre la energía aportada al colector y las pérdidas de calor del mismo al exterior. De este modo, los parámetros fundamentales que caracterizan su funcionamiento son los factores de ganancia y de pérdidas que conforman su rendimiento térmico.

Otros factores importantes que sirven para definir la calidad del captador solar son:

- Durabilidad del equipo.
- Disponibilidad de ensayos de rendimiento y durabilidad por entidades reconocidas
- Certificados de homologación.
- Facilidad de montaje y manipulación.
- Fiabilidad, garantía y servicio posventa del fabricante.

b) Sistema de acumulación

El sistema de acumulación es el encargado de almacenar el calor transferido desde los colectores térmicos.

Los depósitos de acumulación son del mismo tipo que los utilizados para producción de agua caliente sanitaria en sistemas convencionales. De acuerdo con las recomendaciones del IDAE, podrán emplearse acumuladores de las características y tratamiento descritos el pliego de condiciones.

Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección y que se listan en el pliego de condiciones.

Ver punto 3.3 del Pliego de Condiciones del IDAE

c) Sistema de intercambio

El sistema de intercambio posibilita la transferencia de calor entre el circuito primario o circuito de colectores y el circuito secundario o de consumo.

El intercambiador seleccionado resistirá la presión máxima de trabajo de la instalación, principalmente cuando se trate de intercambiadores que, como en el caso de los depósitos de doble pared, presentan grandes superficies expuestas por un lado a la presión, y por otro a la atmósfera o a fluidos a mayor presión.

Los materiales del intercambiador de calor resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito primario y serán compatibles con el fluido de trabajo.

Los intercambiadores de calor utilizados en circuitos de agua sanitaria serán de acero inoxidable o cobre.

El tipo de intercambiador utilizado es un intercambiador interno de serpentín. El intercambiador de serpentín es un tubo enrollado en forma de espiral sumergido en el interior del depósito de acumulación, por cuyo interior circula el fluido de trabajo. A través de la pared del tubo se transfiere el calor al fluido de consumo que lo envuelve exteriormente.

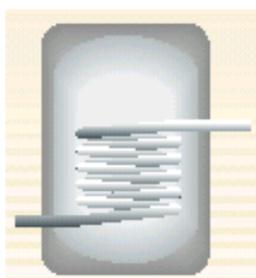


Figura 1. Intercambiador de tipo serpentín.

Ver punto 3.4 del Pliego de Condiciones del IDAE

d) Sistema hidráulico

Para el buen funcionamiento de una instalación solar térmica debe diseñarse convenientemente el trazado de las conducciones hidráulicas desde el sistema de captación hasta el sistema de acumulación.

El circuito hidráulico estará equilibrado, es decir, el recorrido hidráulico que se realiza por cada uno de los colectores y baterías de colectores debe ser igual para todos.

El trazado hidráulico será lo menor posible, disminuyendo así las pérdidas de calor y las pérdidas de carga debidas al rozamiento con las conducciones.

El trazado hidráulico evitará la formación de bolsas de aire y facilitará su evacuación tanto en su funcionamiento normal como en el llenado y operaciones de mantenimiento.

Para que el circuito hidráulico sea equilibrado, debe usarse la técnica del retorno invertido. En el retorno invertido llevamos la conducción del fluido frío al colector más lejano y a partir de ahí distribuimos el fluido a todos los colectores por la parte baja de estos. La recogida del fluido caliente se realiza por la parte superior opuesta a la conexión de entrada, y en orden contrario a como distribuíamos, es decir, el colector que alimentábamos el último es ahora del que recogemos primero el fluido caliente y viceversa.

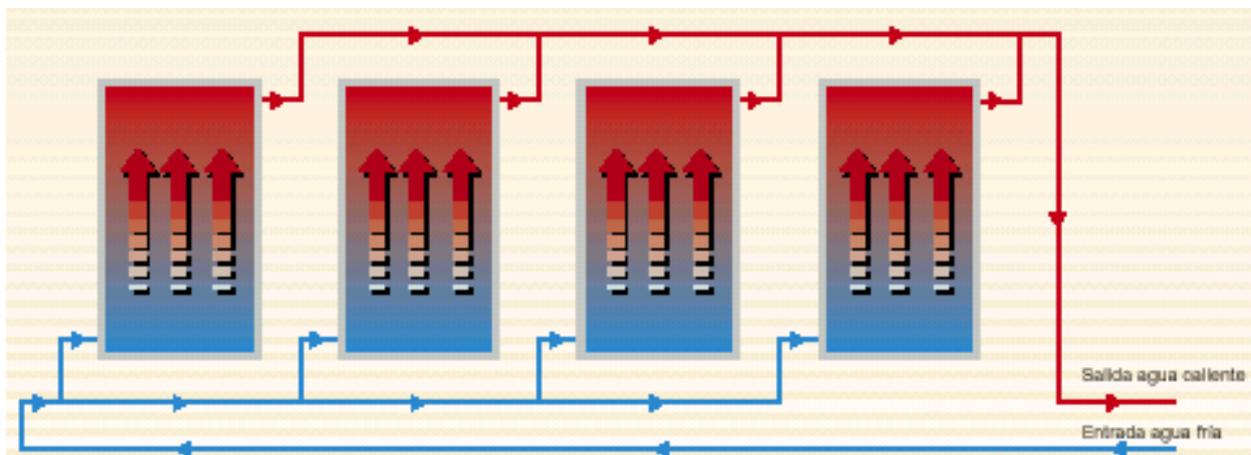


Figura 2. Técnica del retorno invertido

e) Sistema de energía auxiliar

A pesar de la búsqueda de una optimización en el dimensionado del sistema de energía solar térmica, nunca se deberá llegar a una instalación que sea capaz de cubrir el 100% de la demanda los 365 días del año.

Por ello se debe diseñar un sistema global que cuente con un subsistema de apoyo, diseñado para poder cubrir el exceso de demanda que se produzca sobre la propia capacidad de producción desde la parte solar térmica.

De este modo, partiendo de una instalación formada por un conjunto de colectores que captan la radiación solar que incide sobre su superficie y la transforman en energía térmica, que es transferida a continuación a un depósito acumulador de agua caliente, se instalará en serie un equipo convencional de apoyo o auxiliar, cuya potencia térmica debe ser suficiente para que pueda proporcionar la energía necesaria para la producción total de agua caliente.

No se debe tolerar la posibilidad de tener altibajos en el suministro de agua caliente, ni una utilización del agua a temperaturas superiores a las permitidas.

Ver punto 3.8 del Pliego de Condiciones del IDAE

f) Sistema de regulación y control

El sistema de control es el responsable de asegurar el correcto funcionamiento del equipo, para proporcionar un adecuado servicio de agua caliente y aprovechar la máxima energía solar térmica posible. Por otro lado, incorpora distintos elementos de protección eléctrica de los componentes de la instalación.

Ver punto 3.9 del Pliego de Condiciones del IDAE

1.4. CRITERIOS DE DISEÑO

A) Dimensionado básico

a) Datos de partida

El objeto del presente proyecto es dotar de un sistema de Aprovechamiento de Energía Solar Térmica para calentamiento de Agua Caliente Sanitaria a un edificio de viviendas de nueva construcción, sujeto a las siguientes condiciones:

a.1) Condiciones de uso

El edificio está formado por 8 viviendas, con la siguiente distribución de dormitorios:

Piso	Dormitorios
3º B	1
3º A	1
2º B	3
2º A	3
1º B	3
1º A	3
Bajo B	2
Bajo A	2

Tabla 2. Distribución de dormitorios por vivienda

De acuerdo con la normativa del Ayuntamiento de Madrid y del CTE, se estiman unidades familiares de 1.5 personas para las viviendas de un único dormitorio, de 3 personas para las viviendas de 2 dormitorios y de 4 personas para las de 3 dormitorios, por lo que en este caso, se tiene un total de 25 personas.

La vivienda permanecerá habitada al 100% de su capacidad durante todo el año.

a.2) Condiciones climáticas

El inmueble está ubicado en Madrid. Así pues tenemos:

Provincia:	Madrid
Latitud:	40.4º
Temperatura mínima histórica:	-16°C
Zona climática (según CTE):	IV

Los datos climáticos, utilizando las tablas de radiación y temperatura ambiente y del agua publicadas por el IDAE son los siguientes:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Madrid	6	8	11	13	18	23	28	26	21	15	11	7	15.6

Tabla 3. Temperatura media ambiental durante las horas de sol [°C]

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Madrid	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10.3

Tabla 4. Temperatura media del agua de la red general [°C]

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Madrid	8.0	9.0	9.0	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.0	9.0	8.0	7.5	9

Tabla 5. Horas útiles de sol por día

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Madrid	6.7	10.6	13.6	18.8	2.9	23.5	26	23.1	16.9	11.4	7.5	5.9	15.4

Tabla 6. Energía que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes [MJ]

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Madrid	8.3	12.2	14.1	17.5	17.7	19.3	22.1	21.7	18.3	14.2	10.0	7.8	15.3

Tabla 7. Energía que incide sobre un metro cuadrado de superficie inclinada en un día medio de cada mes [MJ]

Ver Tablas en Anexos IV y X del Pliego de Condiciones del IDAE

Para el cálculo de la radiación inclinada, se ha utilizado el coeficiente correspondiente a un ángulo de 40°, que es el ángulo en el que quedarán montados los colectores sobre los soportes ubicados en la cubierta plana del edificio. Además, se le ha aplicado un factor reductor de 0.95, por tratarse de una instalación en el interior de una zona urbana y así considerar la disminución de la radiación debida a la contaminación atmosférica.

b) Dimensionado básico

Se estima un consumo diario de 22 l de agua caliente sanitaria por persona, con una temperatura de utilización de 60° C.

El consumo diario a máxima ocupación será de 550 l.

En el caso de locales y oficinas, si la legislación autonómica o local no establece otro criterio, se pueden estimar los siguientes consumos diarios:

- *Fábricas y talleres: 15 l. / 10 m²*
- *Local genérico: 5 l. / 6 m²*
- *Oficinas: 3 l. / 10 m²*

El sistema solar se diseña en función de la energía que aporta a lo largo del día, por lo que se prevé un volumen de acumulación aproximadamente igual a la demanda diaria: 600 l.

De acuerdo a lo establecido en el punto ITE10.1.3.2 de la Instrucción Técnica Complementaria ITE 10 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) aprobado por el Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, el volumen del depósito de acumulación (V) cumplirá la condición

$$0,8 \cdot M \leq V \leq M$$

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

$$50 < V/A < 180$$

donde A será el área total de los captadores, expresada en m², y V es el volumen del depósito de acumulación solar, con lo que se obtiene la siguiente condición para el área de los captadores:

$$3.3 \text{ m}^2 < A < 12 \text{ m}^2$$

Ver punto 3.1.2 del Pliego de Condiciones del IDAE

B) Fluido de trabajo, protección contra heladas y sobrecalentamiento

El fluido de trabajo en el circuito primario será agua de la red. Las características del agua de la red en el municipio de Madrid cumplen los requisitos establecidos por el IDAE en cuestión de pH y contenido en sales.

Ver punto 1.3.1 del Pliego de Condiciones del IDAE

Dada la posibilidad de que la temperatura sea inferior a 0 °C, para prevenir posibles averías o

interrupciones de servicio, el fluido caloportador, llevará incorporado aditivo anticongelante propilenglicol. Dado que la temperatura mínima histórica de $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ (fuente: INM), la instalación debe estar preparada, para soportar temperaturas de hasta $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($5\text{ }^{\circ}\text{C}$ menos que la mínima histórica).

Ver punto 3.2.2.2 del Documento Básico HE4 del CTE

Para soportar esta temperatura, la concentración en peso del propilenglicol será de 37% (ver figura 3).

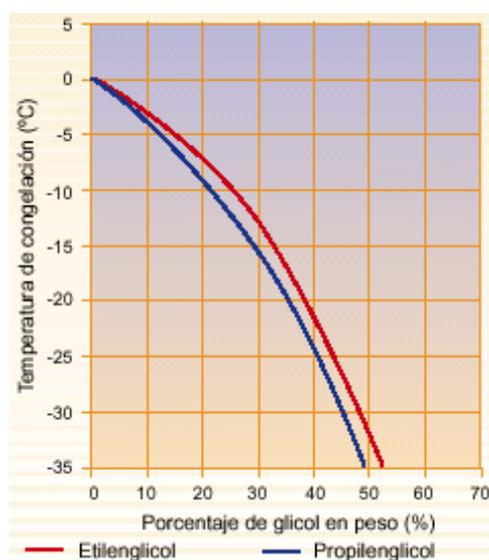


Figura 3. Temperatura-concentración para anticongelante

El sistema no requiere ninguna acción especial para prevenir los sobrecalentamientos en situaciones de alta radiación o escaso consumo de agua caliente. Irá equipado con un sistema de vaso de expansión para compensar las variaciones de presión derivadas del aumento de la temperatura.

C) Diseño del sistema de captación

El captador que se seleccione estará certificado por un organismo competente en la materia o por un laboratorio de ensayos según lo regulado en el RD 891/1980 de 14 de abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de julio de 1980.

a) Cálculo energético

El consumo de agua caliente y la energía necesaria es el siguiente:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Consumo de agua C [m³]	17.1	15.4	17.1	16.5	17.1	16.5	17.1	17.1	16.5	17.1	16.5	17.1	200.8
Incremento de temperatura t_{ac}-t_r [° C]	54	53	51	49	48	47	46	47	48	49	51	54	50
Energía necesaria E_m [Mjulios]	3855	3417	3641	3385	3427	3247	3284	3355	3316	3498	3523	3855	41804

Tabla 8. Cálculo energético

$$E_m = C_e * C(t_{ac} - t_r)$$

Donde :

E_m : Energía calorífica mensual de calentamiento de A.C.S. (J/mes)

C : Consumo mensual de A.C.S. (l/mes)

C_e : Calor específico del fluido en el circuito primario. Para agua:
4187 J/(kg°C)

El edificio se encuentra en la Zona Climática IV, según la caracterización que establece el Documento Básico HE 4 del CTE. Según establece igualmente este documento, de acuerdo a la demanda total de ACS del edificio, la contribución solar mínima de la demanda energética debe ser del 60 %.

Se utilizarán captadores solares, cuyos parámetros básicos se indican a continuación. Sus especificaciones completas se recogen en el pliego de condiciones.

Factor de eficiencia: 0.760

Coefficiente de pérdidas: 0.45

Superficie útil [m²]: 1.900

Se utilizarán 5 captadores de este tipo, por lo que tendremos:

Número de captadores: 5

Área total de captadores [m²]: 9.5

Volumen de acumulación [L]: 600

Volumen de acumulación [L/m²]: 63.16

Se calcula el rendimiento del captador usando su ecuación característica y a continuación se obtiene la energía que produce el sistema para la radiación inclinada de la zona y el área de

colectores disponible.

Se ha sobredimensionado el sistema, teniendo en cuenta unas pérdidas globales del 20%.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Energía necesaria [MJ]	3855	3417	3641	3385	3427	3247	3284	3355	3316	3498	3523	3855	41804
Energía producida [MJ]	1235	1695	2203	2679	2832	3015	3596	3522	2845	2227	1492	1161	28502
Energía producida [%]	32.03	49.60	60.50	79.14	82.65	92.85	109.5	105.0	85.79	63.67	42.33	30.11	
Energía ahorrada [MJ]	1235	1695	2203	2679	2832	3015	3284	3355	2845	2227	1492	1161	28022
Ahorro [%]	32.03	49.60	60.50	79.14	82.65	92.85	100	100	85.79	63.67	42.33	30.11	68.22

Tabla 9. Cálculo energético del sistema solar

El ahorro anual en producción de energía es de 28022 Megajulios y la contribución solar es del 68.22%.

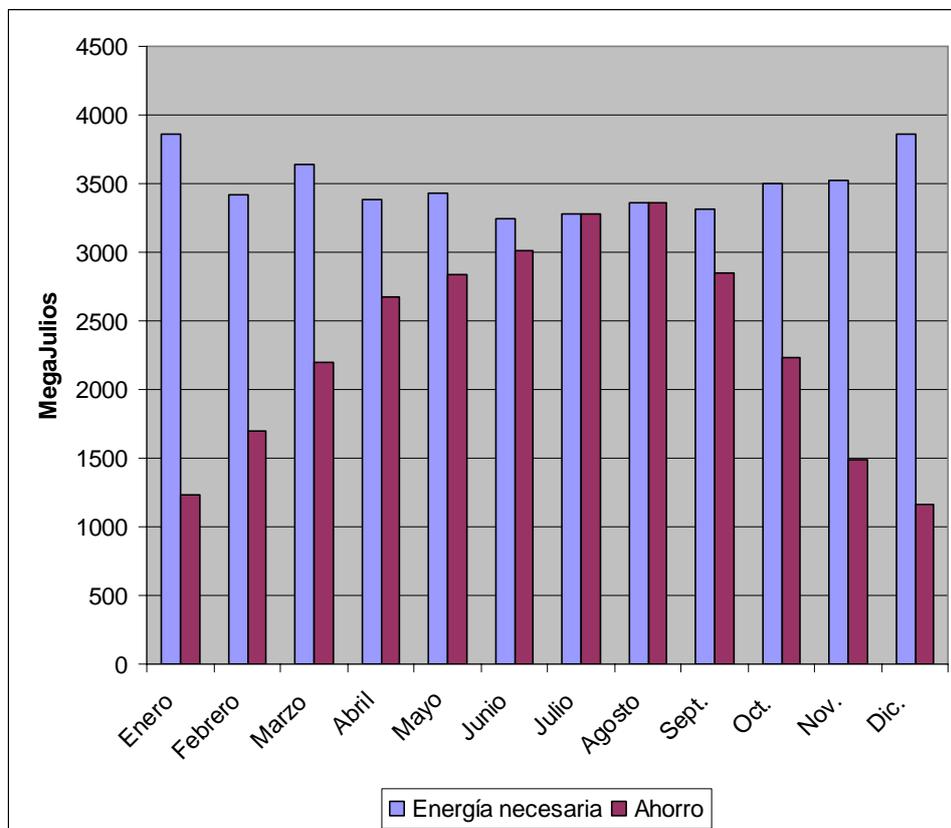


Figura 4. Necesidades y ahorro energético

b) Conexionado

Los tres captadores se conectan en paralelo y se ubicarán en la cubierta plana, orientados hacia el sur según el plano 2.3. y el esquema siguiente:

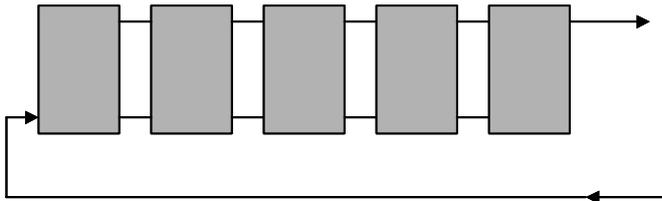


Figura 5. Conexión en paralelo

En caso de conectar los elementos captadores en serie se deberá respetar la superficie máxima establecida en el punto 3.3.2.2.3 del Documento Básico HE 4 del CTE.

c) Orientación, inclinación, sombras e integración arquitectónica

La ubicación física de los captadores está localizada en la cubierta plana del edificio. Dada la configuración de la cubierta, la situación de los captadores será la expuesta en el plano 2.3, con lo que tenemos:

Orientación: Sur (desviación 43° este)
inclinación: 40°

Se ha utilizado esta orientación debido a la configuración de la cubierta del edificio y según el caso de superposición presentado en el CTE.

En estas condiciones, y atendiendo al método de cálculo descrito en el pliego del IDAE y en el CTE y representado en la figura 6 las pérdidas por orientación son inferiores al 10%.

Ver Anexo V del Pliego de Condiciones del IDAE

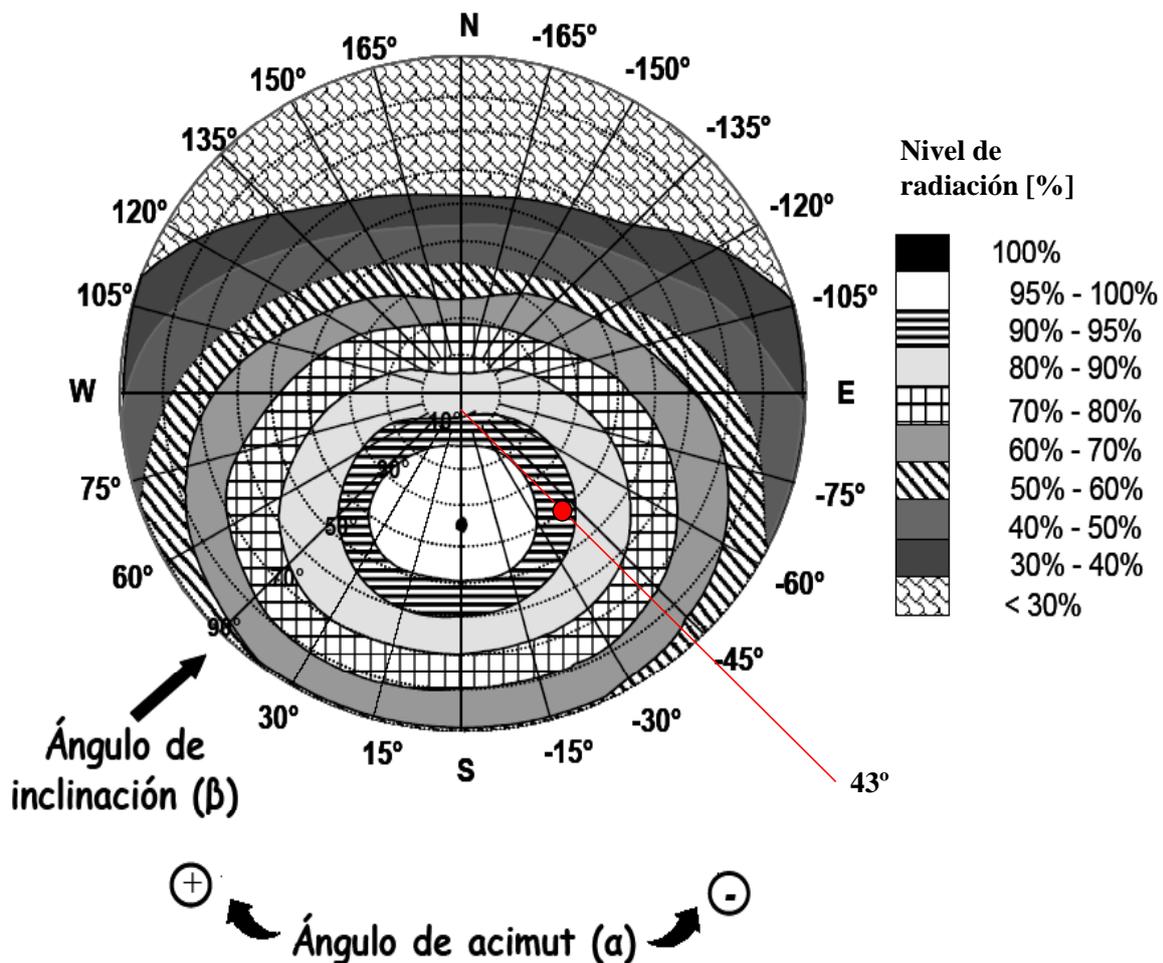


Figura 6. Pérdidas por orientación e inclinación

Las pérdidas por sombras se obtienen de la figura 7 según la posición de los colectores en el plano 2.3 y las tablas 10, 11 y 12. La tabla 10 muestra las coordenadas y ocupación de la posición sombreada en la figura 7. La tabla 11 contiene la irradiación solar anual perdida para cada posición y la tabla 12 la irradiación solar anual perdida para este caso concreto.

Entonces tenemos que las pérdidas totales por sombras son 2.18%.

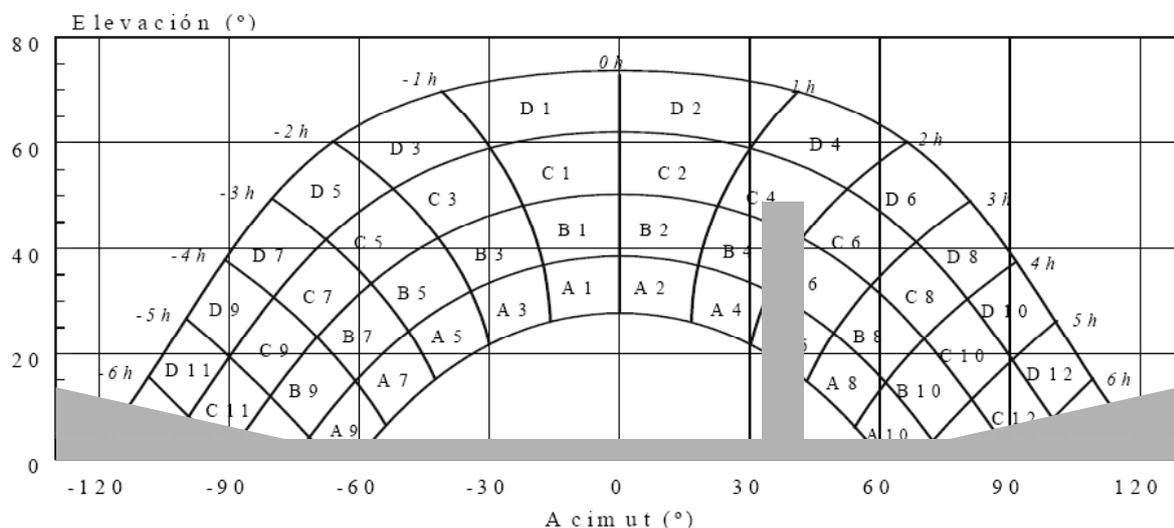


Figura 7. Pérdidas por sombras

	A	B	C	D
13	100%	100%	100%	75%
11	100%	60%	20%	0%
9	25%	0%	0%	0%
7	0%	0%	0%	0%
5	0%	0%	0%	0%
3	0%	0%	0%	0%
1	0%	0%	0%	0%
2	0%	0%	0%	0%
4	5%	20%	15%	0%
6	70%	20%	0%	0%
8	0%	0%	0%	0%
10	25%	0%	0%	0%
12	100%	70%	20%	0%
14	100%	100%	100%	75%

Tabla 10. Posición con sombra [%]

	A	B	C	D
13	0.00	0.00	0.00	0.22
11	0.00	0.03	0.37	1.26
9	0.21	0.70	1.05	2.50
7	1.34	1.28	1.73	3.79
5	2.17	1.79	2.21	4.70
3	2.90	2.05	2.43	5.20
1	3.12	2.13	2.47	5.20
2	2.88	1.96	2.19	4.77
4	2.22	1.60	1.73	3.91
6	1.27	1.11	1.25	2.84
8	0.52	0.57	0.65	1.64
10	0.02	0.10	0.15	0.50
12	0.00	0.00	0.03	0.05
14	0.00	0.00	0.00	0.08

Tabla 11. Irradiación solar anual perdida de cada posición [%]

	A	B	C	D
13	0.00	0.00	0.00	0.17
11	0.00	0.02	0.07	0.00
9	0.05	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.11	0.32	0.26	0.00
6	0.89	0.22	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.01	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.01	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.06

Tabla 12. Irradiación solar anual perdida en este caso [%]

Las pérdidas totales por orientación y sombras son inferiores al 12.18% (2.18% + 10%), cumpliendo así las condiciones de pérdidas especificadas por el IDAE y el CTE.

No se contemplan pérdidas por integración arquitectónica, puesto que los captadores no sustituyen a

elementos constructivos convencionales.

Ver Punto 3.2.2 del Pliego de Condiciones del IDAE

Además, no se contempla la distancia mínima entre filas de captadores, porque sólo hay una fila y no hay ningún otro obstáculo ni petos frente a ellos.

Para el cálculo de la distancia mínima entre filas de captadores o entre una fila de captadores y un obstáculo ver Punto VI.5 del Anexo VI del Pliego de Condiciones del IDAE

d) Estructura soporte

El grupo de 5 captadores estará soportado por una estructura de acero, que irá montada sobre la cubierta. Las características de la estructura soporte y su fijación se especifican en el pliego de condiciones.

D) Diseño del sistema de acumulación solar

Dados los requerimientos de Agua Caliente Sanitaria para este proyecto y el tamaño de la instalación, se utilizará un acumulador de 600 l. El acumulador llevará incorporado el sistema de intercambio, que será del tipo de serpentín sumergido, favoreciendo la circulación interior y la estratificación.

Las características completas del acumulador se especifican en el pliego de condiciones. En cualquier caso, deberá cumplir la norma UNE EN 12897, por tratarse de un sistema en contacto con agua potable.

a) Aspectos de diseño

El diseño del acumulador se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

a.1) Estratificación

Distribución vertical de la temperatura del agua que favorece el rendimiento. Se utilizará un acumulador vertical cuya relación altura/diámetro sea mayor de dos, cumpliendo la normativa del IDAE.

a.2) Mezcla

Se produce por la alta velocidad del agua al entrar y/o salir del depósito de acumulación, y siempre perjudica las prestaciones de la instalación. Se colocarán elementos difusores que

reduzcan la fuerza con que entra el agua fría de la red al depósito de acumulación.

a.3) Circulación interior

Se evitará la aparición de caminos preferenciales para la circulación del fluido, como se detalla en el apartado relativo a la situación de las conexiones, descrito posteriormente.

a.4) Pérdidas de calor

Para reducir al mínimo las pérdidas de calor, el acumulador irá instalado en interior. El acumulador a utilizar llevará cubiertas de material aislante

a.5) Corrosión y degradaciones

Para evitar corrosiones producidas por el exceso de temperatura, la aparición de pares galvánicos y el oxígeno y las sales disueltas en el agua, el acumulador llevará conectado un ánodo de sacrificio de magnesio. Además el depósito de acumulación irá recubierto interiormente con un tratamiento de vitrificado.

b) Situación de las conexiones

Para evitar la circulación del fluido por caminos preferentes que provoquen calentamientos desiguales y mala estratificación, las conexiones de entrada y salida del depósito de acumulación cumplirán el siguiente criterio:

La conexión de entrada de agua caliente procedente de los captadores al acumulador se realizará a una altura comprendida entre el 50 % y el 75 % de la altura total del mismo.

La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia los captadores se realizará por la parte inferior de éste.

La alimentación de agua fría de la red se realizará por la parte inferior del acumulador. La salida de agua caliente se realizará por la parte superior del mismo.

Ver Punto 3.3.3.2 del Documento Básico HE 4 del CTE

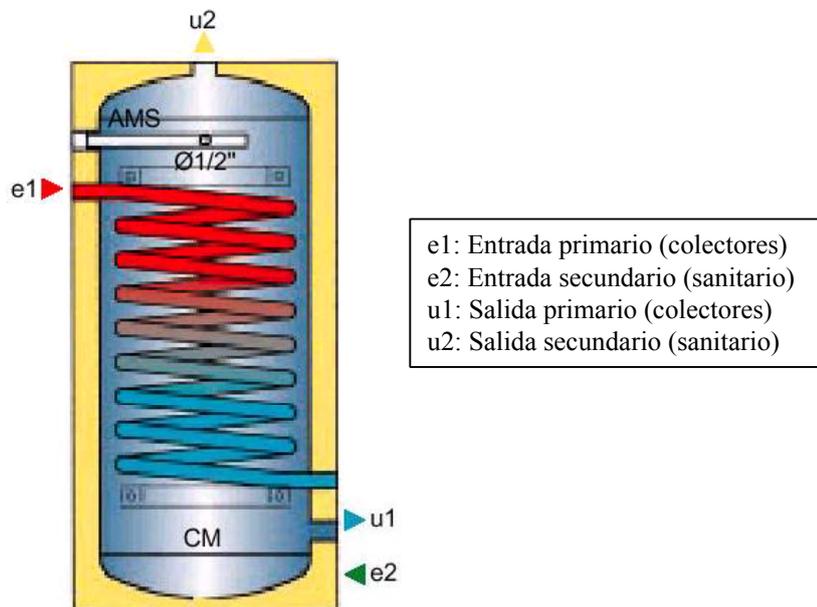


Figura 8. Conexiones del colector

E) Diseño del sistema de intercambio

Como hemos dicho en el apartado anterior, dado el tamaño de la instalación, se dispondrá un sistema de intercambio de calor de tipo sumergido, en serpentín, integrado en cada acumulador. El intercambiador de tipo serpentín es un tubo enrollado en forma de espiral sumergido en el interior del depósito de acumulación, por cuyo interior circula el fluido de trabajo. A través de la pared del tubo se transfiere el calor al fluido de consumo que lo envuelve exteriormente.

El intercambiador resistirá la presión máxima de trabajo de la instalación, y los materiales resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito primario y serán compatibles con el fluido de trabajo.

El sistema de intercambio cumplirá la especificación del IDAE, que establece que la relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación no será inferior a 0.15. El valor típico de la superficie de intercambio, para un acumulador de 600 l es de 2.1 m², con lo que para la presente instalación que tiene una superficie de captación solar de 9.5 m², se tiene una relación de 0.22, superior a la especificada por el IDAE.

F) Diseño del circuito hidráulico

a) Tuberías

Las tuberías, tanto en el circuito primario como en el secundario serán de cobre.

Procedamos a calcular el diámetro de dicha tubería, para ello usaremos la siguiente expresión:

$$D = j * C^{0.35} \quad \text{Donde}$$

D: diámetro en mm

C: caudal en m³/h

j = 22 para tuberías metálicas

Antes de proceder con el cálculo del diámetro, necesitamos estimar el caudal al que trabajará la instalación. El caudal recomendado para los paneles está entre 50 y 120 l/h*, por los que tomaremos un valor intermedio de 90 l/h para líquido caloportador agua. Para otros fluidos, debemos dividir este valor por el calor específico correspondiente. Teniendo en cuenta que el fluido caloportador es agua con 37 % de propilenglicol, el calor específico de la mezcla será de 0.9 cal/g °C a 60 °C. En estas condiciones el caudal para 5 colectores solares en paralelo es:

$$C = 500 \text{ l/h} = 0.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

En esta situación tenemos que el diámetro mínimo de la tubería es D=17.3 mm, por lo que consideramos una tubería de diámetro nominal de 22 mm (diámetro interior 20 mm).

**En su defecto, su valor estará comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m² de red de captadores. Ver punto 3.3.5.1.2 del DB HE 4 del CTE.*

b) Bombas

La bomba de circulación se utilizará, por ser una instalación de circulación forzada, para producir el movimiento del fluido entre los colectores y el depósito de acumulación.

La potencia necesaria de la bomba viene dada por:

$$P = C \cdot \Delta P \quad \text{Donde:}$$

P = Potencia eléctrica (W)

C = Caudal (m³/s)

ΔP = Pérdida de carga de la instalación (N/m²)

La pérdida total de carga es la suma de las pérdidas por rozamiento en el circuito, en el colector y en el intercambiador de calor.

La pérdida en el circuito se calcula con la longitud virtual de tubería y el coeficiente de pérdidas por unidad de longitud. La longitud virtual de tubería es la suma de la longitud real más la longitud equivalente, que representa las singularidades del circuito.

Dada la configuración del sistema, se tiene una longitud real de tubería de 57 m.

Esta longitud corresponde al recorrido de ida y vuelta del circuito primario, desde los captadores hasta el acumulador.

Estimamos para las singularidades una longitud equivalente de tubería de 73 m, correspondientes a 22 codos, 8 válvulas de aislamiento, 2 válvulas de retención 6 uniones y un margen del 10%. Así, la longitud virtual será de 129 m.

Las longitudes equivalentes a las singularidades se pueden encontrar en los catálogos de los fabricantes. En su defecto se pueden utilizar las siguientes longitudes equivalentes:

<i>Singularidad</i>	<i>Long. Eq. Unitaria (m)</i>
<i>Codo 45°</i>	<i>0,7</i>
<i>Codo 90° r<<</i>	<i>1,5</i>
<i>Codo 90° r>></i>	<i>0,8</i>
<i>Turbina</i>	<i>5</i>
<i>Contracción 4:1</i>	<i>0,9</i>
<i>Contracción 2:1</i>	<i>0,7</i>
<i>Contracción 3:4</i>	<i>0,5</i>
<i>Curva 90°</i>	<i>0,4</i>
<i>Ensanche 1:4</i>	<i>1,6</i>
<i>Ensanche 1:2</i>	<i>1,1</i>
<i>Entrada a depósito</i>	<i>1,5</i>
<i>Derivación T</i>	<i>2,2</i>
<i>Válvula compuerta</i>	<i>1</i>
<i>Válvula bola</i>	<i>1</i>
<i>Válvula mariposa</i>	<i>1</i>
<i>Válvula asiento</i>	<i>5</i>
<i>Válvula retención plapeta</i>	<i>10</i>
<i>Unión lisa</i>	<i>0,1</i>
<i>Unión otra</i>	<i>0,8</i>

Al realizar la ejecución de la obra debe revisarse este cálculo, ya que el trazado definitivo puede ser distinto.

Las pérdidas por unidad de longitud vienen dadas en la figura siguiente.

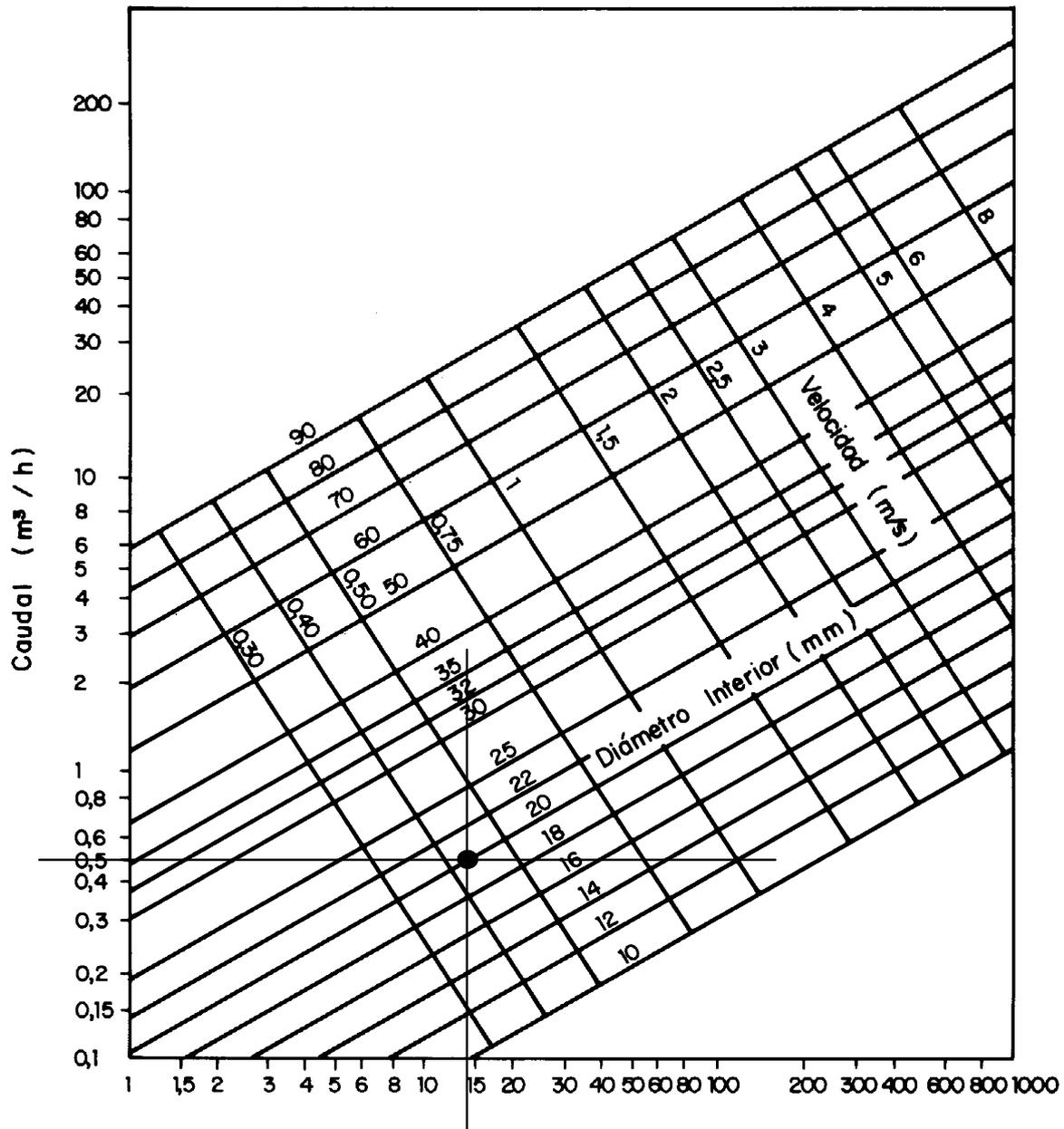


Figura 9. Pérdidas por rozamiento en tubería de cobre

La pérdida total será de $129 \text{ m} \cdot 14 \text{ mm CA/m} = 1806 \text{ mm CA}$.

mm CA: milímetros de Columna de agua

Las pérdidas para colectores de 1.9 m^2 tienen un valor estándar de 4 mm CA. Dado que hay 5 en paralelo, las pérdidas totales son:

$$\Delta P_T = \Delta P \cdot N \cdot (N+1) / 4 \quad \text{con } N = 5$$

$$\Delta P_T = 30 \text{ mm CA}$$

Para el intercambiador de calor tenemos una pérdida de carga de 1900 mm CA.

La pérdida de carga debida al rozamiento será:

$$\Delta P_R = (1.806 + 0.03 + 1.9) \text{ mCA} \cdot 9800 \text{ (N/m}^2\text{)} / \text{mCA} = 36613 \text{ N/m}^2$$

La potencia de la bomba, utilizando la fórmula citada anteriormente es:

$$P = 0.5 \text{ (m}^3\text{/h)} / 3600 \text{ (s/h)} \cdot 36613 \text{ (N/m}^2\text{)} = 5 \text{ W}$$

Considerando que el rendimiento del electrocircular es del 20%, la potencia nominal mínima necesaria es de 25 W para la bomba.

c) Vaso de expansión

El vaso de expansión asegura el no desbordamiento de fluido y la no introducción de aire en el circuito primario.

Su tamaño se calcula en la tabla siguiente.

Fluido en los elementos de la instalación			
Elemento	Contenido	Unidades	Total
Colector solar	2.7 l	5	13.5 l
Tuberías de 20 mm	0.314 l/m	57	17.9 l
Intercambiador térmico	19 l	1	19.0 l

Suma de volúmenes	(13.5+17.898+19)		50.4 l
-------------------	------------------	--	--------

Reserva de Fluido calorportante	Suma intermedia	Factor	Reserva
	50.4	10%	5.0 l

Subtotal en el circuito			55.4 l
-------------------------	--	--	--------

Diferencia de altura en el circuito	h		
	17 m		
Volumen vaso expansión	$V = V_{\text{circ}} \cdot (0.2 + 0.01 \cdot h)$		
	$55.4378 \cdot (0.2 + 0.01 \cdot 17)$		20.5 l

Tabla 13. Tamaño del vaso de expansión

Así pues, el tamaño del vaso de expansión deberá ser de 21 litros, como mínimo.

Ver punto 3.4.7.2 del DB HE 4 del CTE

d) Purga de aire

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

Ver punto 3.1.5.5 del DB HE 4 del CTE

Se colocarán, al menos 2 purgadores. Uno en la salida (punto más alto) de los colectores y otro a la entrada (punto más alto) del acumulador.

e) Aislamiento térmico

Todas las tuberías del circuito primario llevarán una protección para aislamiento térmico de 20 mm de espesor.

Ver Punto 2.1 del Apéndice 03.1 de la ITE 03 del RITE

G) Descripción del sistema de energía auxiliar

A pesar de la optimización del dimensionamiento del sistema de energía solar térmica, nunca se llegará a cubrir el 100% de la demanda, en los 365 días del año. Por ello se ha diseñado en el sistema global un sistema de apoyo que asegure la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica

Se utilizará un sistema de energía auxiliar en línea. El sistema será de gas modulante en temperatura. Este sistema debe mantener la temperatura del agua caliente de salida a 45° C. Para ello debe disponer de un sistema automático de reconocimiento de la temperatura del agua caliente de entrada, procedente del sistema aprovechamiento de Energía Solar, y de un sistema de modulación, que regule la temperatura del agua caliente de salida, en función de la primera. Así pues, cada vivienda estará equipada con una caldera de gas del tipo descrito anteriormente.

H) Sistema de control

a) Diseño

El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de la instalación, para obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurar un uso adecuado de la energía auxiliar.

El sistema de control se realizará por control diferencial de temperaturas, mediante un dispositivo electrónico (Módulo de Control Diferencial) que compara la temperatura de colectores con la temperatura de acumulación. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2°C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor de 2 °C.

La primera sonda de temperatura para el control diferencial se colocará a la salida de los colectores solares, que es la parte más caliente del circuito. La otra sonda, medirá la temperatura a la salida del depósito de acumulación.

Ver punto 3.9 del Pliego de Condiciones del IDAE

b) Infraestructura del sistema de control

La central de control irá situada en el cuarto para energía solar ubicado en la planta sótano del edificio cuya situación se muestra en el plano 2.4 y cuyas características se indican en el pliego de condiciones.

Para transportar adecuadamente la señal de control de la sonda de temperatura ubicada a la salida del grupo de colectores en la cubierta del edificio hasta la central de control existirá una canalización de tubos, que contendrá los cables de comunicaciones necesarios.

La canalización estará formada por un tubo plástico cuyas características se especifican en el pliego de condiciones. Dentro de la misma irán 2 cables. Cada cable estará formado por 2 conductores de cobre. La utilización será la siguiente:

- Un cable de comunicaciones para la sonda de temperatura.
- Un cable de reserva

1.5. JUSTIFICACIÓN DE PARÁMETROS ESPECIFICADOS EN LA ORDENANZA DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID

En este apartado se justifica el cumplimiento de todos los parámetros especificaciones indicados en la Ordenanza sobre Captación de Energía Solar para Usos Térmicos de 27 de marzo de 2003 del Departamento Central de Medio Ambiente del ayuntamiento de Madrid. BOCM nº 109, viernes, 9 de mayo de 2003.

Art. 1

El presente proyecto responde al objetivo indicado.

Art. 2

La ordenanza es de aplicación para el agua caliente sanitaria, puesto que se trata de una obra nueva.

Art. 3

El uso residencial de la edificación es uno de los “Usos Afectados” recogidos en la ordenanza.

Art.4

El presente proyecto de Instalación de Energía Solar para Agua Caliente Sanitaria deberá acompañar a la solicitud de la licencia, habiendo sido suscrito por un Ingeniero y visado en el Colegio Oficial.

El contenido del proyecto se ajusta a los requerimientos indicados en el punto 2 del artículo.

Art. 5

El proyecto se ha realizado atendiendo a la mejor tecnología disponible en el momento.

Art. 6

No se aplica ningún criterio de excepcionalidad.

Art. 7

Este proyecto se ha realizado siguiendo el Pliego Oficial de Condiciones Técnicas del IDAE y el Documento Básico sobre Ahorro de Energía HE 4 del CTE, y cumple la normativa sectorial de aplicación a las instalaciones de energía solar de baja temperatura.

Art. 8

Los colectores se ubican sobre la cubierta plana del edificio. Ver planos 2.3 y 2.5 para comprobar que se cumplen todos los requisitos sobre las condiciones de instalación de los colectores.

Art. 9

Se incluye referencia en un apartado del pliego de condiciones.

Art. 10

El proyecto contempla la incorporación de equipos adecuados de medida de energía térmica y

control de temperatura, del caudal y la presión, que permitan comprobar el funcionamiento del sistema.

Se incluye referencia al resto de los puntos en un apartado del pliego de condiciones.

Art. 11

Se incluye referencia en un apartado del pliego de condiciones.

Art. 12, 13, 14, 15, 16, 17

Se toma nota.

Anexo 1

1.1 Consumos y límites de aplicación

Los datos de dimensionamiento utilizado para el cálculo son iguales o superan los mínimos especificados en este punto del anexo.

1.2 Contribución solar mínima

La contribución solar, 68.22 en este caso, es superior al mínimo especificado de 60%.

En Madrid, a 6 de noviembre de 2006

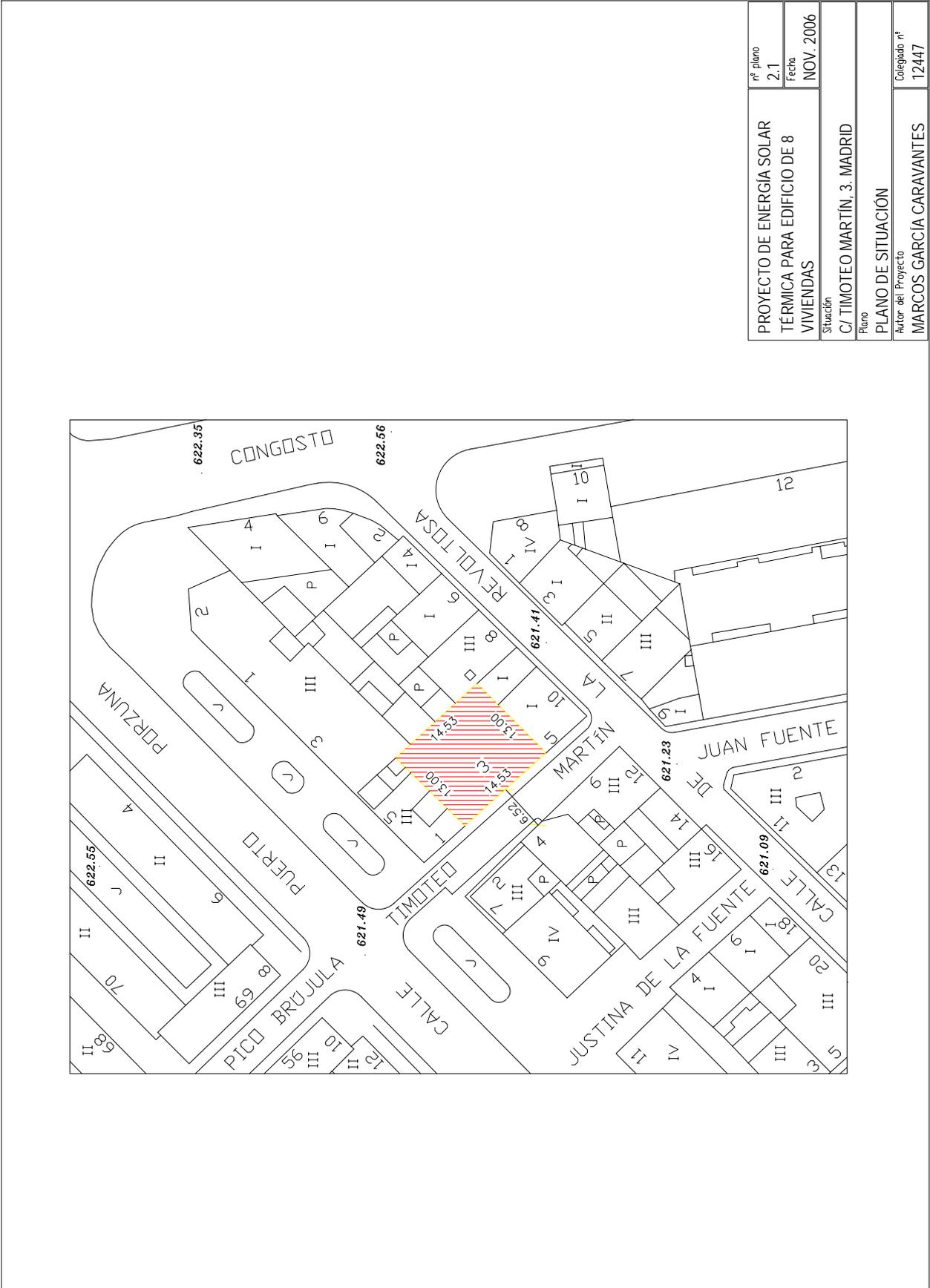
A handwritten signature in black ink, consisting of the letters 'MGC' followed by a long horizontal stroke that ends in an arrowhead pointing to the right.

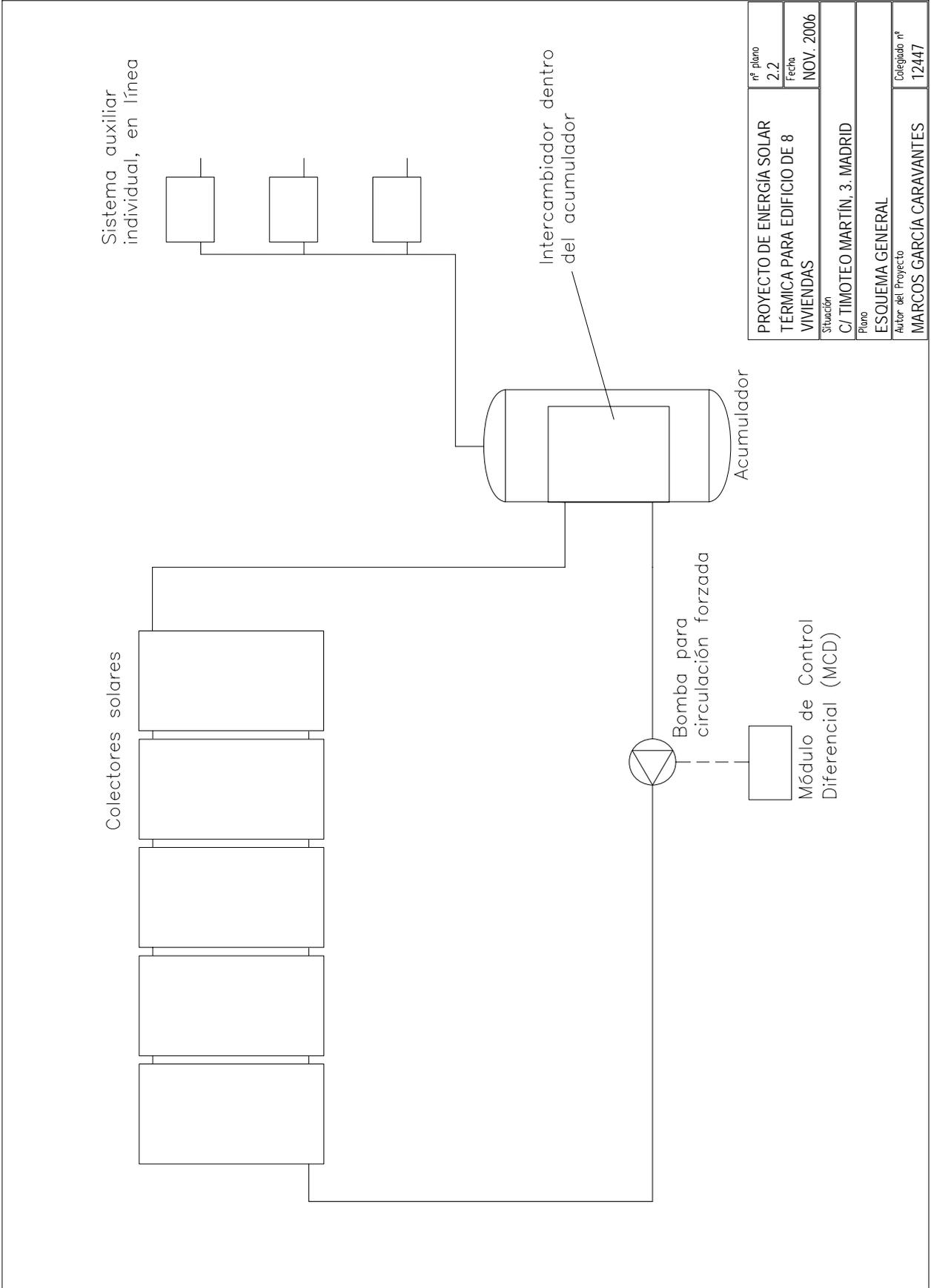
Fdo: Marcos García Caravantes

Ingeniero de Telecomunicación

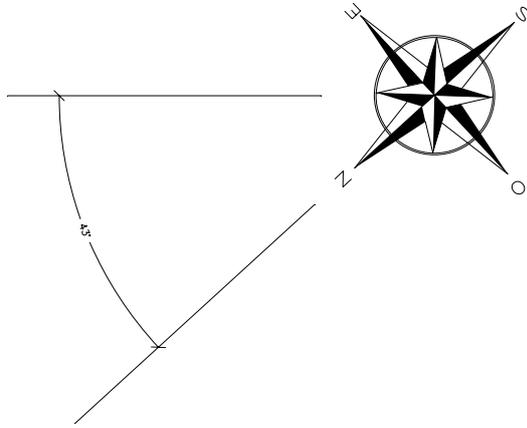
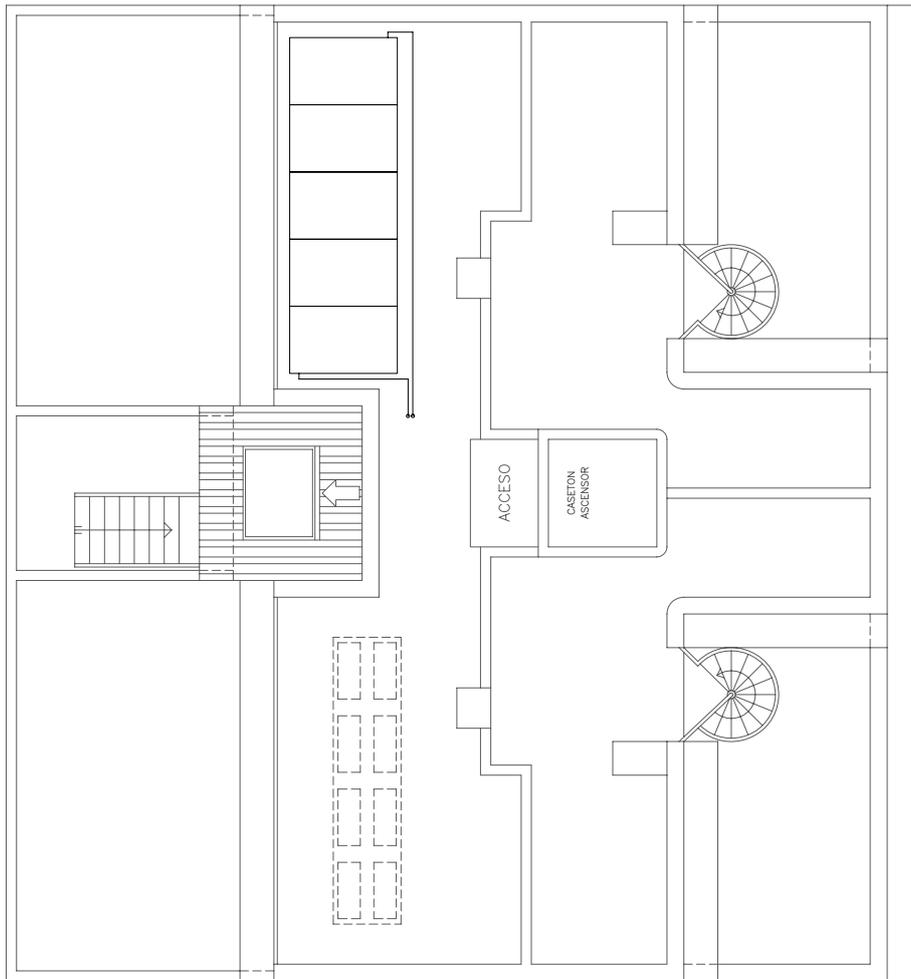
Colegiado nº 12447

PLANOS

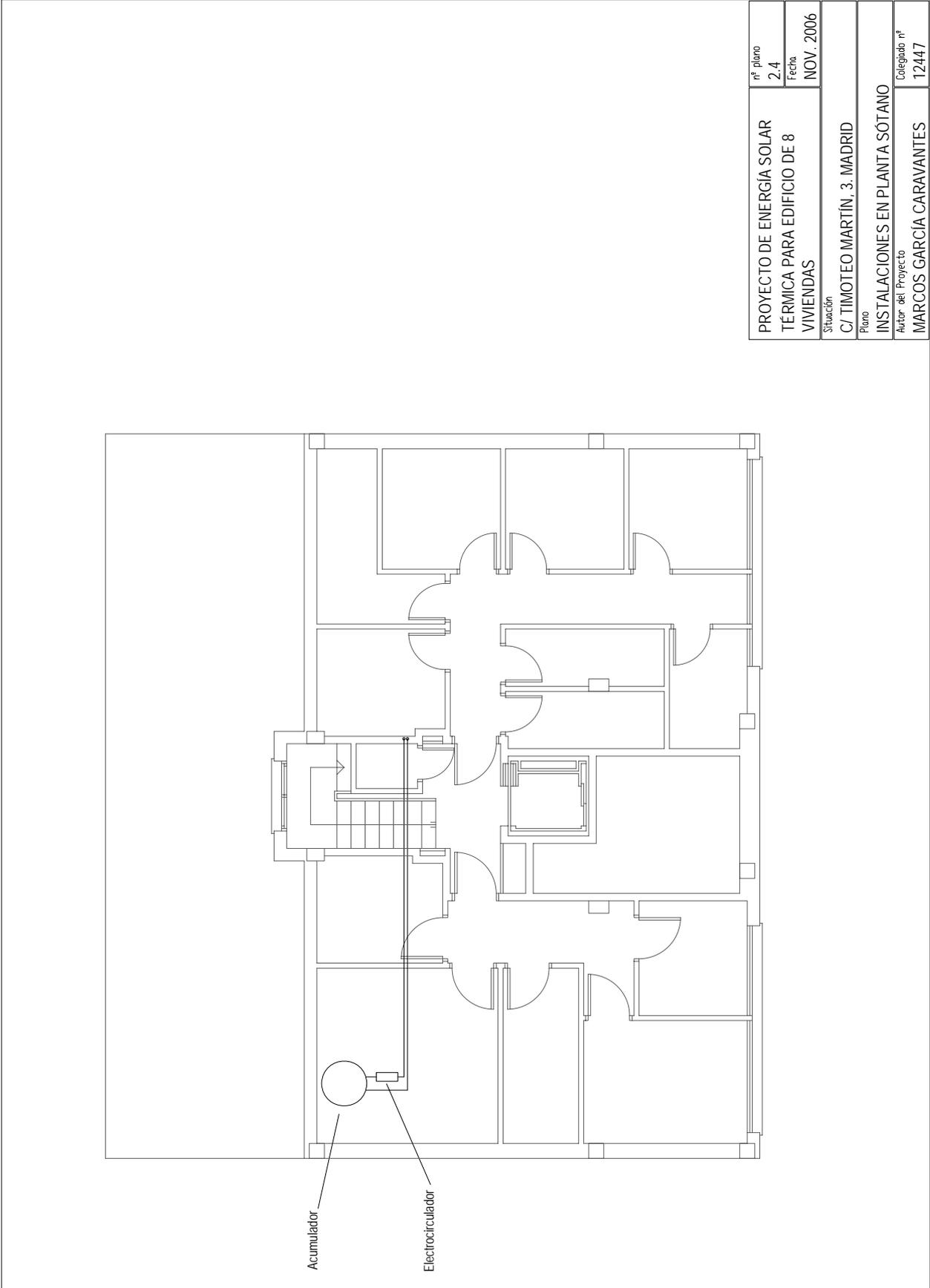




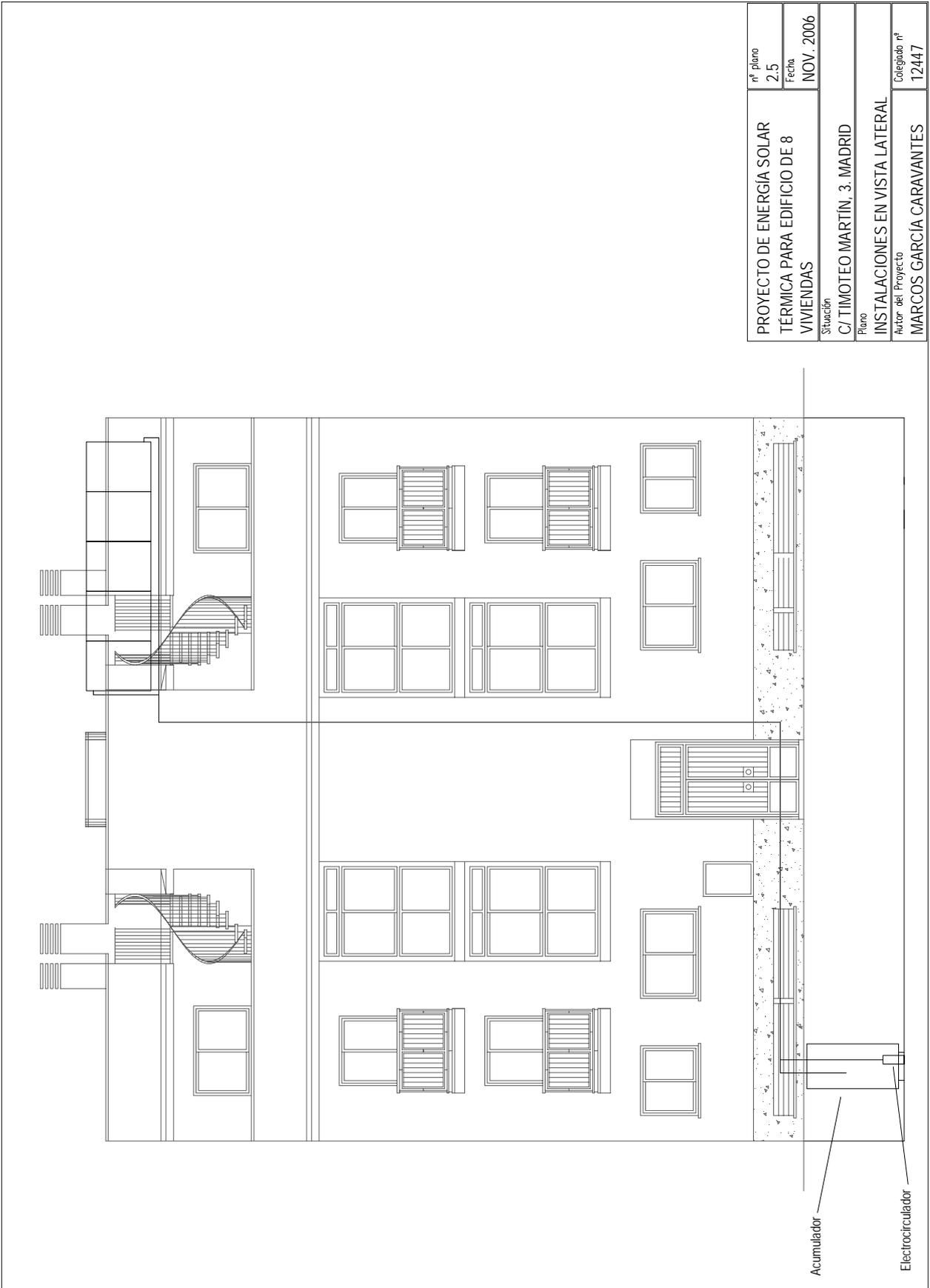
PROYECTO DE ENERGÍA SOLAR	nº plano
TÉRMICA PARA EDIFICIO DE 8	2.2
VIVIENDAS	Fecha
	NOV. 2006
Situación	
C/ TIMOTEO MARTÍN, 3. MADRID	
Plano	
ESQUEMA GENERAL	
Autor del Proyecto	
MARCOS GARCÍA CARAVANTES	Colegiado nº
	12447

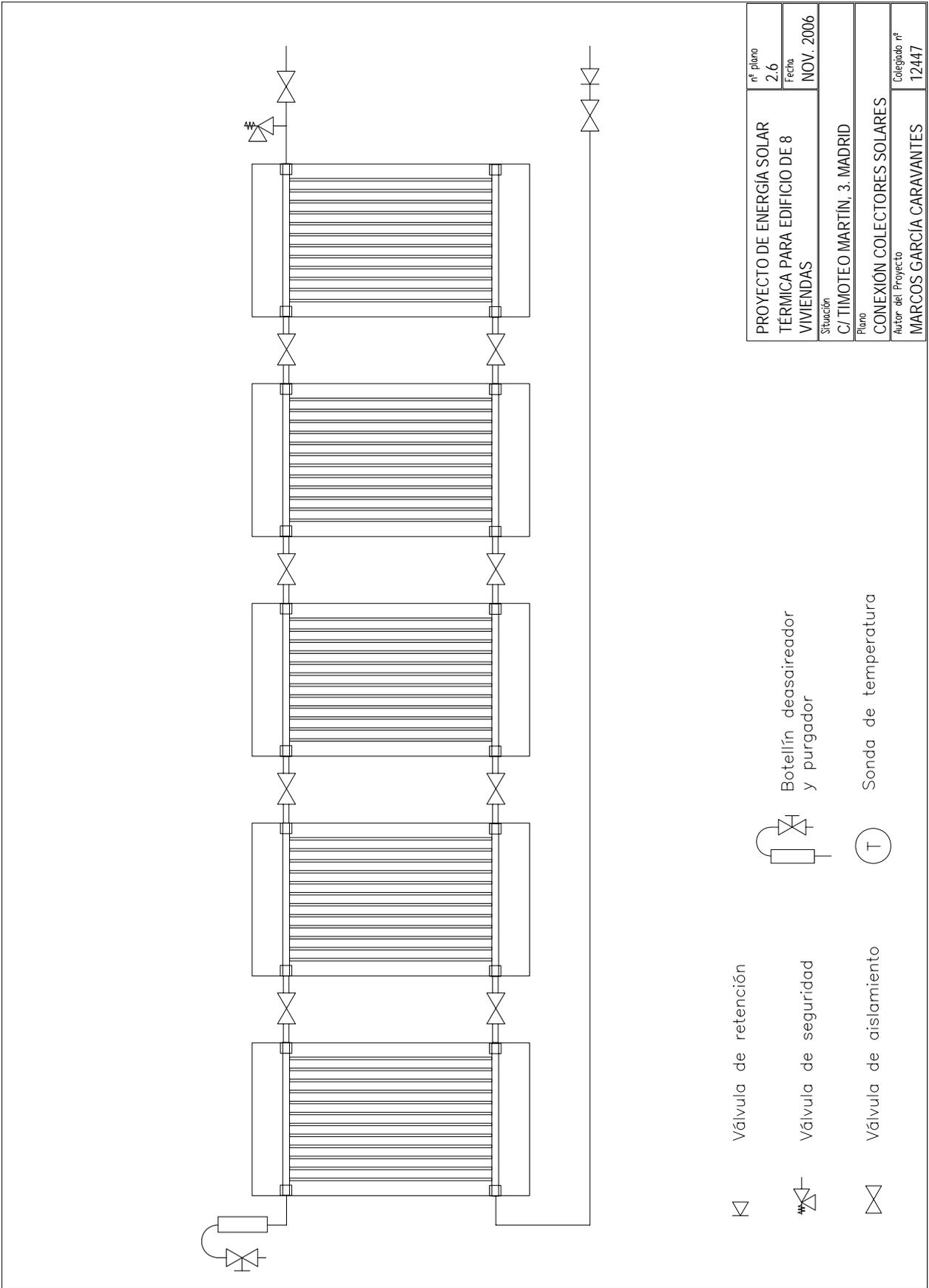


PROYECTO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA EDIFICIO DE 8 VIVIENDAS	nº plano 2.3
	Fecha NOV. 2006
Situación C/ TIMOTEO MARTÍN, 3. MADRID	
Plano INSTALACIONES PLANTA CUBIERTA	
Autor del Proyecto MARCOS GARCÍA CARAVANTES	
Colegiado nº 12447	

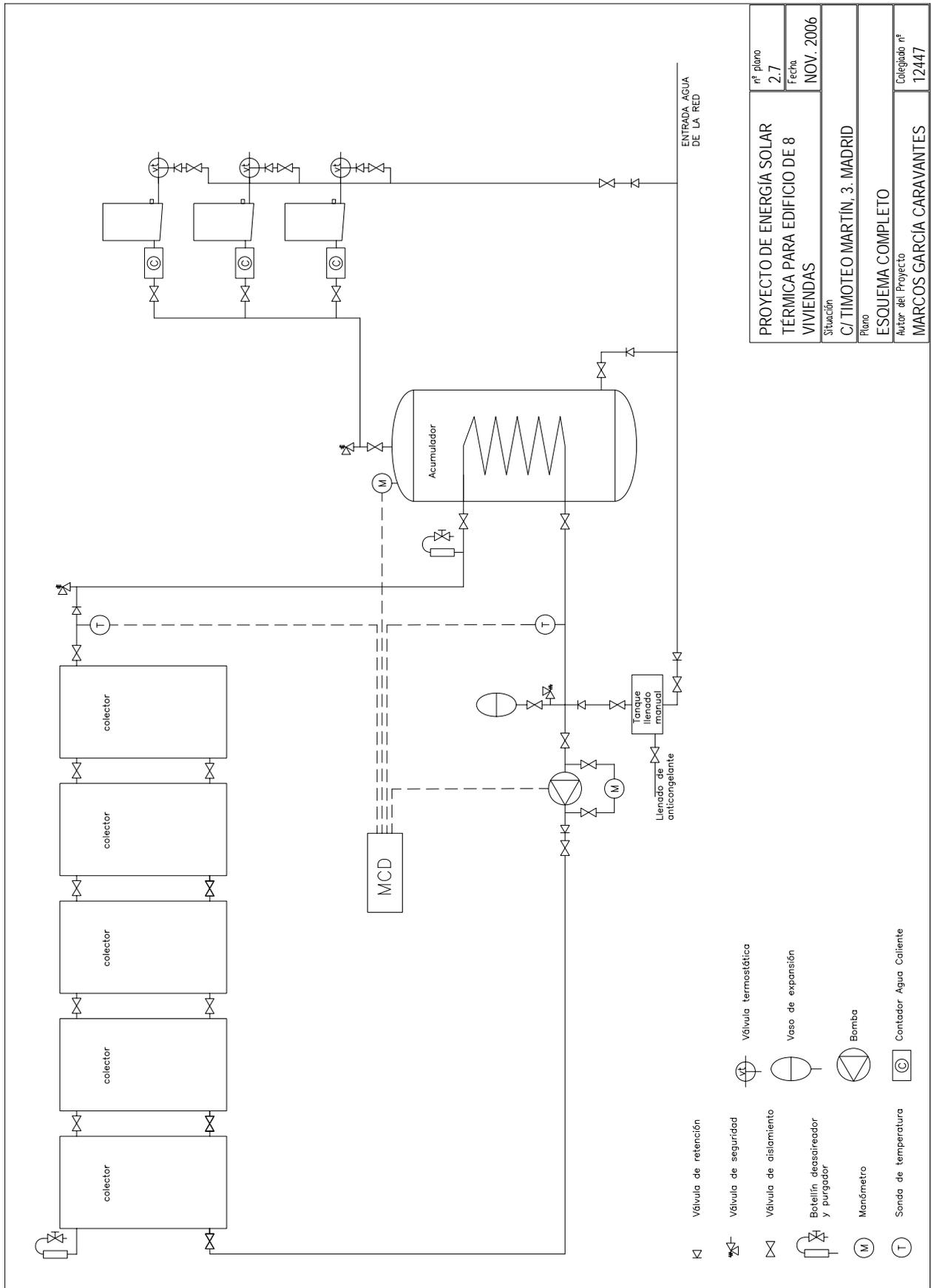


PROYECTO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA EDIFICIO DE 8 VIVIENDAS	nº plano 2.4
	Fecha NOV. 2006
Situación C/ TIMOTEO MARTÍN, 3. MADRID	
Plano INSTALACIONES EN PLANTA SÓTANO	
Autor del Proyecto MARCOS GARCÍA CARAVANTES	
	Colegiado nº 12447





PROYECTO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA EDIFICIO DE 8 VIVIENDAS	nº plano 2,6
	Fecha NOV. 2006
Situación C/ TIMOTEO MARTÍN, 3. MADRID	
Plano CONEXIÓN COLECTORES SOLARES	
Autor del Proyecto MARCOS GARCIA CARAVANTES	
Colegado nº 12447	



En Madrid, a 6 de noviembre de 2006

A handwritten signature in black ink, consisting of the letters 'MGC' followed by a long horizontal line that ends in an arrowhead pointing to the right.

Fdo: Marcos García Caravantes
Ingeniero de Telecomunicación
Colegiado nº 12447

PLIEGO DE CONDICIONES

1.6. CONDICIONES PARTICULARES

En los apartados anteriores se ha realizado una descripción de las condiciones generales y el dimensionamiento de los elementos, que forman parte de la instalación para el aprovechamiento de energía solar térmica para producción de agua caliente sanitaria.

En este apartado se hará una descripción de las particularidades de los elementos así como de su instalación.

A) Sistema de captación

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

Las características del colector solar serán las siguientes.

- Curva de rendimiento:
$$r = 0.76 - 0.45 * (t_e - t_a) / I_t$$

te: Temperatura de entrada del fluido [°C]
ta: Temperatura media ambiente [°C]
It : Radiación [W/m²]
- Factor de eficiencia: 0.76
- Coeficiente global de pérdida [W/(m² ·°C)]: 0.45
- Presión máxima de trabajo: 7 Kg/cm²
- Absortividad de la superficie: >95%
- Emisividad de la superficie: <5%
- Transmitancia de la cubierta de vidrio: > 90%
- Rango de temperatura de funcionamiento: (-20° C) – (+180° C)
- Combustibilidad: Incombustible, no tóxico

Montaje de los colectores sobre la cubierta plana.

- Los colectores irán fijados mediante tornillos al marco de montaje de cabeza y al marco de montaje de pie.

- La estructura será de acero convenientemente tratado para su uso en el exterior.

B) Fluido de trabajo

El fluido calorportante será agua con una concentración en peso de 37% de propilenglicol.

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

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

Ver punto 1.3.1 del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE

C) Sistema de acumulación

Las características de cada acumulador serán las siguientes.

- Capacidad de acumulación: 600 l.
- Temperatura de servicio máxima: 95 ° C
- Sistema de intercambio de calor integrado.
- Cumplimiento de la norma UNE EN 12897.
- Interior de los acumuladores:
 - Acero vitrificado (volumen inferior a 1.000 litros).
 - Acero con tratamiento epoxídico.
 - Acero inoxidable.
 - Cobre.
 - Materiales no metálicos que soporten la temperatura máxima del circuito, cumplan las normas UNE que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable.
- El acumulador estará equipado con los siguientes elementos de conexión:
 - Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente.
 - Registro embridado para inspección del interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín.
 - Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario.

- Manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato.
- Manguito para el vaciado.
- Deberá estar recubierto en su totalidad con material aislante, siendo recomendable disponer una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV, o lámina de material plástico.
- Protección catódica establecida para garantizar la durabilidad.

Instalación del sistema de acumulación.

- El sistema de acumulación estará situado dentro de un recinto ubicado en la planta cubierta, que se describe más adelante.
- El acumulador irá instalado en posición vertical.

D) Sistema de intercambio

El sistema de intercambio estará integrado dentro del acumulador y será del tipo serpentín sumergido.

- Superficie de intercambio: $> 2.1 \text{ m}^2$
- Pérdidas por rozamiento: $< 1.9 \text{ mca}$

E) Sistema hidráulico

Las condiciones que deberá cumplir el circuito hidráulico son las siguientes:

- Todas las tuberías serán de cobre rígido de 22 mm de diámetro nominal (20 mm de diámetro interior).
- Los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1 % en el sentido de la circulación.
- Trazado de tuberías con retorno invertido para garantizar que el caudal se distribuya uniformemente entre los captadores.
- El circuito irá provisto de válvulas de seguridad taradas a una presión que garantice que en cualquier punto del circuito no se superará la presión máxima de trabajo de los componentes.
- Se colocarán sistemas antirretorno para evitar la circulación inversa y en la entrada de agua fría del acumulador solar.
- Se montarán válvulas de corte para facilitar la sustitución o reparación de componentes sin necesidad de realizar el vaciado completo de la instalación. Estas válvulas independizarán captadores, intercambiador de calor y bomba. Se instalarán válvulas de

- corte a la entrada de agua fría y salida de agua caliente del depósito de acumulación solar.
- Se instalarán válvulas que permitan el vaciado total o parcial de la instalación.
 - En el punto alto de la salida de la batería de captadores se colocará un sistema de purga constituido por botellines de desaireación y purgador.
 - El circuito incorporará un sistema de llenado manual que permitirá llenar y mantener presurizado el circuito.

Las condiciones que deberá cumplir la bomba de circulación del circuito primario son las siguientes:

- Ubicación en línea, en la zona más fría del circuito.
- Potencia: > 20 W
- Alimentación 220V / 50Hz
- Incorporará válvula de seguridad
- Conexión para vaso de expansión
- La bomba irá ubicada en el recinto situado en la cubierta
- Instalación con el eje de rotación en posición horizontal

Las condiciones que deberá cumplir el vaso de expansión son las siguientes

- El vaso de expansión de conectará a la aspiración de la bomba
- Volumen de expansión: > 21 l

F) Sistema de energía auxiliar

El sistema de energía auxiliar será un sistema de gas modulante en temperatura. Su ubicación será en línea distribuida.

El sistema mantendrá una temperatura del agua caliente de salida de 60° C.

G) Sistema de regulación y control

Las condiciones que deberá cumplir el sistema de regulación son las siguientes:

- Alimentación 220V / 50Hz
- La unidad irá ubicada en el recinto situado en la planta cubierta
- Incorporará la conexión a 2 sondas térmicas
- Grado de protección mínimo: IP 44
- Rango mínimo de servicio: (0°C á 60°C)
- Dispondrá de un lector digital de temperatura

- Grupo de relés y contactores para la bomba

La canalización que une los equipos de medida de temperatura en los colectores con el recinto situado en la cubierta estará formada por un tubo de material plástico, no propagador de la llama y de pared interior lisa, de 20 mm de diámetro exterior.

Los cables que discurren por el interior de la canalización estarán formados por dos conductores de cobre electrolítico puro de 0.5 mm de diámetro, con una cubierta formada por una capa continua de plástico de características ignífugas.

H) Recinto

Existirá un recinto, situado en la planta sótano (ver plano 2.4), en el que se instalarán el acumulador y el electrocirculador, además de un cuadro de protección eléctrica con las siguientes características:

- Protección eléctrica
 - Canalización directa desde el cuadro de servicios generales del inmueble, con cables de cobre con aislamiento hasta 750 V y de $2 \times 6+T$ mm.² de sección mínima.
 - Cuadro de protección con capacidad para albergar los siguientes elementos:
 - Interruptor magnetotérmico de corte general: tensión nominal mínima 230/400 V_{ca}, intensidad nominal 16 A.
 - Interruptor diferencial de corte omnipolar: tensión nominal mínima 230/400 V_{ca}, frecuencia 50-60 Hz, intensidad nominal 10 A
 - Interruptor magnetotérmico de corte omnipolar para la protección del alumbrado del recinto: tensión nominal mínima 230/400 V_{ca}, intensidad nominal 10 A.
 - Interruptor magnetotérmico de corte omnipolar para la protección de las bases de toma de corriente del recinto: tensión nominal mínima 230/400 V_{ca}, intensidad nominal 10 A.
 - Mínimo tres bases de enchufe con toma de tierra y de capacidad mínima de 10 A.
- Se habilitarán los medios para que exista una intensidad mínima de 300 lux.
- Puerta de acceso metálica de apertura hacia el exterior, que dispondrá de cerradura.

1.7. CONDICIONES DE MANTENIMIENTO

El propietario de la instalación y/o el titular de la actividad que se desarrolla en el inmueble dotado de energía solar deberá conservar la instalación en buen estado de seguridad, salubridad y ornato público.

El deber de conservación de la instalación implica su mantenimiento, mediante la realización de las mediciones periódicas y reparaciones que sean precisas

Serán responsables del mantenimiento de la instalación sus propietarios o titulares, con independencia de que su utilización sea individual o colectiva.

Se seguirán todas las condiciones de mantenimiento contempladas en el CTE.

Sin perjuicio de aquellas operaciones de mantenimiento derivadas de otras normativas, para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la instalación, se definen dos escalones complementarios de actuación:

- Plan de vigilancia
- Plan de mantenimiento preventivo

A) Plan de vigilancia

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Tendrá el alcance descrito en la tabla siguiente:

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
CAPTADORES	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3	IV condensaciones en las horas centrales del día
	Juntas	3	IV Agrietamientos y deformaciones
	Absorbedor	3	IV Corrosión, deformación, fugas, etc
	Conexiones	3	IV fugas
	Estructura	3	IV degradación, indicios de corrosión

CIRCUITO PRIMARIO	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín
CIRCUITO SECUNDARIO	Termómetro	Diaria	IV temperatura
	Tubería y aislamiento	6	IV ausencia de humedad y fugas
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito

Tabla 14. Plan de vigilancia

IV: inspección visual

B) Plan de mantenimiento

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros, que aplicados a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El mantenimiento implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie de captación inferior a 20 m² y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m².

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico competente que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas así como el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles ó desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

A continuación se desarrollan de forma detallada las operaciones de mantenimiento que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y observaciones en relación con las prevenciones a observar.

uyjhmn

SISTEMA DE CAPTACIÓN		
Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	6	IV diferencias sobre original.
		IV diferencias entre captadores.
Cristales	6	IV condensaciones y suciedad
Juntas	6	IV agrietamientos, deformaciones
Absorbedor	6	IV corrosión, deformaciones
Carcasa	6	IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Conexiones	6	IV aparición de fugas
Estructura	6	IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos
Captadores*	12	Tapado parcial del campo de captadores (*)
Captadores*	12	Destapado parcial del campo de captadores (*)
Captadores*	12	Vaciado parcial del campo de captadores (*)
Captadores*	12	Llenado parcial del campo de captadores (*)
SISTEMA DE ACUMULACIÓN		
Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Depósito	12	Presencia de lodos en fondo
Ánodos sacrificio	12	Comprobación del desgaste
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12	Comprobar que no hay humedad
SISTEMA DE INTERCAMBIO		
Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Intercambiador de placas	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza

CIRCUITO HIDRÁULICO		
Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y pH
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión
Aislamiento al exterior	6	IV degradación protección uniones y ausencia de humedad
Aislamiento al interior	12	IV uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12	CF y limpieza
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12	Estanqueidad
Vaso de expansión cerrado	6	Comprobación de la presión
Vaso de expansión abierto	6	Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6	CF actuación
Válvula de corte	12	CF actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12	CF actuación
SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL		
Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12	CF actuación
Termostato	12	CF actuación
Verificación del sistema de medida	12	CF actuación
SISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR		
Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Sistema auxiliar	12	CF actuación
Sondas de temperatura	12	CF actuación

Figura 10. Plan de mantenimiento

IV: Inspección Visual

CF: Control de Funcionamiento

(*): Cuando proceda

1.8. CONDICIONES GENERALES

A) Reglamentación y normas anexas.

a) **Legislación de aplicación a los sistemas de aprovechamiento de energía solar térmica para producción de agua caliente sanitaria**

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Real Decreto 1244/1979 de 4 de abril por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión RAP.
- Real Decreto 507/1982 de 15 de enero de 1982 por el que se modifica el Reglamento de Aparatos a Presión aprobado por el RD 1244/1979 de 4 de abril de 1979
- Real Decreto 1504/1990 por el que se modifican determinados artículos del RAP.
- Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico, de 22 de diciembre
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión. (BOE 18/09/02)
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión ITC-BT-01 a ITC-BT-51, aprobadas por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales y demás disposiciones sobre Seguridad y Salud.
- Ordenanza sobre captación de energía solar para usos térmicos de 27 de marzo de 2003 del Ayuntamiento de Madrid. BOCM nº 109, viernes, 9 de mayo de 2003.
- Otras disposiciones publicadas por las Comunidades Autónomas y Corporaciones Locales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

b) Normativa técnica

- UNE-EN 12975-1:2001 “Sistemas solares térmicos y componentes - Captadores Solares - Parte 1: Requisitos Generales”
- UNE-EN 12975-2:2002 “Sistemas solares térmicos y componentes - Captadores Solares - Parte 2: Métodos de Ensayo”.
- UNE-EN 12976-1:2001 “Sistemas solares térmicos y componentes - Sistemas solares prefabricados - Parte 1: Requisitos Generales”
- UNE-EN 12976-2:2001 “Sistemas solares térmicos y componentes - sistemas prefabricados - Parte 2: Métodos de Ensayo”.
- UNE-EN 12977-1:2002 “Sistemas solares térmicos y componentes - Sistemas solares a medida - Parte 1: Requisitos Generales”
- UNE-EN 12977-2:2002 “Sistemas solares térmicos y componentes - Sistemas solares a medida - Parte 2: Métodos de Ensayo”
- UNE EN 806-1:2001 “Especificaciones para instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de edificios. Parte 1: Generalidades”
- UNE EN 1717:2001 “Protección contra la contaminación del agua potable en las instalaciones de aguas y requisitos generales de los dispositivos para evitar la contaminación por reflujo”.
- UNE EN 60335-1:1997 “Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 1: Requisitos generales”
- UNE EN 60335-2-21:2001 “Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 2: Requisitos particulares para los termos eléctricos”
- UNE EN-ISO 9488:2001 “Energía solar. Vocabulario”
- UNE-EN 94 002: 2004 “Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: Cálculo de la demanda de energía térmica”.
- UNE 100030 IN Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de Legionella en instalaciones.
- PET-REV-Octubre 2002. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura. IDAE.
- ENV 1991-2-3: Eurocode 1. Basis of design and actions on structures. Part 2-3: Action on structures; snow loads.
- ENV 1991-2-4: Eurocode 1. Basis of design and actions on structures. Part 2-4: Action on structures; wind loads.
- EN 60335-1/1995: Safety of household and similar electrical appliances. Part 1: General requirements (IEC 335-1/1991 modified).

- EN 60335-2-21: Safety of household and similar electrical appliances. Part 2: Particular requirements for storage water heaters (IEC 335-2-21/1989 + Amendments 1/1990 and 2/1990, modified).
- ENV 61024-1: Protection of structures against lightning. Part 1: General principles (IEC 1024-1/1990, modified).
- DIN EN 12897:2006: Water Supply – Specification for indirectly heated unvented (closed) storage water heaters.

B) Normativa vigente sobre Prevención de riesgos laborales

a) Disposiciones legales de aplicación

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Estatuto de los trabajadores.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo. Vigente el art. 24 y el capítulo VII del título II.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Real decreto 1316/1989 de 27 de Octubre. Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Real Decreto 1407/92 de 20 de Noviembre sobre regulación de las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de equipos de protección individual. Modificado por R.D. 159/ 1995 de 3 de Febrero y la Orden 20/02/97.
- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de Enero por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de Prevención.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/97 sobre equipos de trabajo
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Reglamento de régimen interno de la empresa constructora, caso de existir y que no se oponga a ninguna de las disposiciones citadas anteriormente.

C) Otras condiciones

a) Empresas Instaladoras

Las instalaciones habrán de ser realizadas por empresas instaladoras conforme a lo previsto en la normativa sectorial de aplicación (actualmente el artículo 14 del RITE) y sólo podrán emplearse elementos homologados por una entidad debidamente autorizada.

b) Inspección y órdenes de ejecución

Los Servicios Municipales podrán realizar inspecciones en las instalaciones de producción de agua caliente sanitaria, para comprobar el cumplimiento de las previsiones de esta Ordenanza.

1.9. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

A) Objeto del estudio de seguridad y salud

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del Real Decreto 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

B) Consideración general de riesgos

Por la situación del edificio y su entorno no se generan riesgos adicionales a los propios de la construcción.

No está previsto el empleo de materiales peligrosos, ni tampoco elementos o piezas constructivas de peligrosidad desconocida en su puesta en obra. Además, los materiales componentes del edificio sobre el que se construirá la instalación son conocidos y no suponen riesgo adicional ni por su composición ni por sus dimensiones.

C) Análisis y prevención de riesgos en las fases de la obra

A continuación se exponen los procedimientos y equipos técnicos a utilizar y la deducción de riesgos en estos trabajos, las medidas preventivas adecuadas, las protecciones colectivas necesarias y las protecciones personales exigidas para los trabajadores.

a) Tipos de riesgos

Las actividades de trabajo se clasifican en cuatro grupos:

- Áreas externas a las instalaciones de la empresa

- Etapas en el proceso de producción o en el suministro de un servicio
- Trabajos planificados y de mantenimiento
- Tareas definidas, como por ejemplo la de los conductores de carretillas elevadoras

Para cada actividad de trabajo puede ser preciso obtener información, sobre los siguientes aspectos:

- Tareas a realizar. Su duración y frecuencia.
- Lugares donde se realiza el trabajo.
- Quien realiza el trabajo, tanto permanente como ocasional.
- Otras personas que puedan ser afectadas por las actividades de trabajo (por ejemplo: visitantes, subcontratistas, público).
- Formación que han recibido los trabajadores sobre la ejecución de sus tareas.
- Procedimientos escritos de trabajo, y/o permisos de trabajo.
- Instalaciones, maquinaria y equipos utilizados.
- Herramientas manuales.
- Instrucciones de fabricantes y suministradores para el funcionamiento y mantenimiento de planta, maquinaria y equipos.
- Tamaño, forma, carácter de la superficie y peso de los materiales a manejar.
- Distancia y altura a las que han de moverse de forma manual los materiales.
- Energías utilizadas (por ejemplo: aire comprimido).
- Sustancias y productos utilizados y generados en el trabajo.
- Estado físico de las sustancias utilizadas (humos, gases, vapores, líquidos, polvo, sólidos).
- Contenido y recomendaciones del etiquetado de las sustancias utilizadas.
- Requisitos de la legislación vigente sobre la forma de hacer el trabajo, instalaciones, maquinaria y sustancias utilizadas.
- Medidas de control existentes.
- Datos relativos a la actuación en prevención de riesgos laborales: incidentes, accidentes, enfermedades laborales derivadas de la actividad que se desarrolla, de los equipos y de las sustancias utilizadas. Debe buscarse información dentro y fuera de la organización.
- Datos de evaluaciones de riesgos existentes, relativos a la actividad desarrollada.
- Organización del trabajo.

La tabla siguiente da un método simple para estimar los niveles de riesgo de acuerdo a su probabilidad estimada y a sus consecuencias esperadas.

Consecuencias	Ligeramente Dañino (LD)	Dañino (D)	Extremadamente Dañino (ED)
Probabilidad			
Baja (B)	Riesgo trivial (T)	Riesgo tolerable (TO)	Riesgo moderado (MO)
Media (M)	Riesgo tolerable (TO)	Riesgo moderado (MO)	Riesgo importante (I)
Alta (A)	Riesgo moderado (MO)	Riesgo importante (I)	Riesgo intolerable (IN)

Tabla 15. Niveles de riesgo

Los niveles de riesgos indicados en el cuadro anterior forman la base para decidir si se requiere mejorar los controles existentes o implantar unos nuevos, así como la temporización de las acciones.

En la tabla siguiente se muestra un criterio sugerido como punto de partida para la toma de decisión. La tabla también indica que los esfuerzos precisos para el control de los riesgos y la urgencia con la que deben adoptarse las medidas de control deben ser proporcionales al riesgo.

Riesgo	Acción y temporización
Trivial (T)	No se requiere acción específica.
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado esta asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.

Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.
------------------	---

Tabla 16. Criterios para la toma de decisiones

Con el fin de ayudar en el proceso de identificación de peligros, es útil categorizarlos en distintas formas, por ejemplo, por temas: mecánicos, eléctricos, radiaciones, sustancias, incendios, explosiones, etc. En cada caso habrá que desarrollar una lista propia, teniendo en cuenta el carácter de sus actividades de trabajo y los lugares en los que se desarrollan.

A continuación se analizan los distintos riesgos en función de la tarea que realiza el trabajador, a saber:

- Montador
- Soldador
- Sopletero
- Electricista e instrumentista

PUESTO DE TRABAJO: MONTADOR											
Peligro Identificativo	Probabilidad			Severidad			Estimación del Riesgo				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
1.- Caída de personas a distinto nivel Usar andamios estables, con dos barandillas, rodapiés y escaleras interiores o cestas hidráulicas. Usar arnés de seguridad y anclarlo a un punto fijo Usar redes de seguridad.	X					X			X		
2.-Caída de objetos de cotas superiores Usar casco, calzado de seguridad y marquesinas de protección en las zonas de paso. Limpiar de objetos las zonas superiores.	X				X			X			
3.-Pisadas sobre objetos, caídas al mismo nivel Limpiar la zona de trabajo, iluminar correctamente la zona de trabajo	X			X			X				
6.-Cortes por objetos y herramientas Usar guantes y ropa que cubra brazos y piernas. Usar las herramientas en buen estado de uso.		X			X				X		
7.- Golpes con objetos o herramientas Usar casco, proteger y señalizar las zonas de choque y reconocer el espacio útil antes de comenzar el trabajo		X		X				X			
8.-Caída de objetos izados Respetar las tablas de carga, acotar la zona de izado, no	X					X			X		

Limpieza de la zona de trabajo y protección de los materiales combustibles. Conocer la situación de los medios de extinción.												
17.- Explosión e incendio de botellas de gases comprimidos. Mantener las botellas siempre en posición vertical. Para los sopletes usar válvulas antirretroceso a la salida de las botellas y entrada a la caña.	X					X				X		
21.- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas. Usar ropa, guantes y botas resistentes a dichas sustancias.	X				X			X				
23.- Trabajo en condiciones de stress térmico Establecer turnos de trabajo y descanso en función del WBGT. No permitir que un trabajador permanezca sólo en el área de trabajo.	X					X				X		

PUESTO DE TRABAJO: SOPLETERO

Peligro Identificativo	Probabilidad			Severidad			Estimación del Riesgo					
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN	
1.- Caída de personas a distinto nivel Usar andamios estables, con dos barandillas, rodapiés y escaleras interiores o cestas hidráulicas. Usar arnés de seguridad y anclarlo a un punto fijo. Usar redes de seguridad.	X					X				X		
2.-Caída de objetos de cotas superiores Usar casco, calzado de seguridad y marquesinas de protección en las zonas de paso. Limpiar de objetos las zonas superiores.	X				X			X				
3.-Pisadas sobre objetos, caídas al mismo nivel Limpiar la zona de trabajo, iluminar correctamente la zona de trabajo	X			X			X					
6.-Cortes por objetos y herramientas Usar guantes y ropa que cubra brazos y piernas. Usar las herramientas en buen estado de uso.		X			X					X		
7.- Golpes con objetos o herramientas Usar casco, proteger y señalizar las zonas de choque y reconocer el espacio útil antes de comenzar el trabajo		X		X				X				
8.-Caída de objetos izados Respetar las tablas de carga, acotar la zona de izado, no colocarse en la vertical de la pieza. Inspeccionar previamente la zona de izado para eliminar los posibles obstáculos.	X					X				X		
9.- Contactos eléctricos Toda la instalación eléctrica estará puesta a tierra. Las herramientas con doble aislamiento no se conectarán a tierra. Los cuadros eléctricos irán protegidos con un relé diferencial. Los cuadros eléctricos tendrán un interruptor de corte exterior. Los cables y herramientas eléctricas serán reparados sólo por personal experto.	X					X			X			

11.- Proyecciones de partículas en ojos Cuando se use el soplete usar gafas de sopletero y en posiciones forzadas usar además pantalla de protección facial Para el resto de trabajos usar gafas de seguridad. Impartir formación de cómo quitarse las gafas y lavarse		X		X				X			
12.- Sobreesfuerzos Coger las cargas on la espalda recta y posicionar el cuerpo en posturas estables. Usar medios de izado o la ayuda de otro compañero para mover cargas pesadas		X			X				X		
14.- Quemaduras Usar guantes y ropa que cubra los brazos y piernas, usar mandil de cuero y en posiciones forzadas usar chaquetilla, pantalón de cuero y polainas. No tocar las partes recién cortadas o soldadas y no dirigir el chorro de chispas hacia el cuerpo		X		X				X			
15.- Exposición a ruidos Uso recomendado de tapones en ambientes ruidosos.		X		X				X			
16.- Incendio de la zona de trabajo Limpiar la zona de trabajo y proteger los materiales combustibles. Conocer la situación de los medios de extinción.	X			X			X				
17.- Explosión e incendio de botellas de gases comprimidos. Mantener las botellas siempre en posición vertical. Para los sopletes usar válvulas antirretroceso a la salida de las botellas y entrada a la caña. Vigilar el correcto funcionamiento de los manómetro. Retirar de uso las mangueras reseca o cuarteadas.	X					X			X		
21.- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas. Usar ropa, guantes y botas resistentes a dichas sustancias.	X					X			X		
23.- Trabajo en condiciones de stress térmico Establecer turnos de trabajo y descanso en función del WBGT. No permitir que un trabajador permanezca sólo en el área de trabajo.	X				X			X			

PUESTO DE TRABAJO: ELECTRICISTA E INSTRUMENTISTA

Peligro Identificativo	Probabilidad			Severidad			Estimación del Riesgo				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
1.- Caída de personas a distinto nivel Usar andamios estables, con dos barandillas, rodapiés y escaleras interiores o cestas hidráulicas. Usar arnés de seguridad y anclarlo a un punto fijo. Usar redes de seguridad.	X					X			X		
2.-Caída de objetos de cotas superiores Usar casco, calzado de seguridad y marquesinas de protección en las zonas de paso. Limpiar de objetos las zonas superiores.	X				X			X			
3.-Pisadas sobre objetos, caídas al mismo nivel Limpiar la zona de trabajo, iluminar correctamente la zona de	X			X			X				

trabajo											
6.-Cortes por objetos y herramientas Usar guantes y ropa que cubra brazos y piernas. Usar las herramientas en buen estado de uso.		X			X				X		
7.- Golpes con objetos o herramientas Usar casco, proteger y señalizar las zonas de choque y reconocer el espacio útil antes de comenzar el trabajo		X		X				X			
8.-Caída de objetos izados Respetar las tablas de carga, acotar la zona de izado, no colocarse en la vertical de la pieza. Inspeccionar previamente la zona de izado para eliminar los posibles obstáculos.	X					X			X		
9.- Contactos eléctricos Toda la instalación eléctrica estará puesta a tierra. Las herramientas con doble aislamiento no se conectarán a tierra. Los cuadros eléctricos irán protegidos con un relé diferencial. Los cuadros eléctricos tendrán un interruptor de corte exterior. Los cables y herramientas eléctricas serán reparados sólo por personal experto.	X				X			X			
11.- Proyecciones de partículas en ojos Cuando se use el soplete usar gafas de sopletero y en posiciones forzadas usar además pantalla de protección facial Para el resto de trabajos usar gafas de seguridad. Impartir formación de cómo quitarse las gafas y lavarse		X		X				X			
12.- Sobreesfuerzos Coger las cargas on la espalda recta y posicionar el cuerpo en posturas estables.Usar medios de izado o la ayuda de otro compañero para mover cargas pesadas		X			X				X		
14.- Quemaduras Usar guantes y ropa que cubra los brazos y piernas, usar mandil de cuero y en posiciones forzadas usar chaquetilla, pantalón de cuero y polainas. No tocar las partes recién cortadas o soldadas y no dirigir el chorro de chispas hacia el cuerpo		X		X				X			
15.- Exposición a ruidos Uso recomendado de tapones en ambientes ruidosos.	X			X				X			
16.- Incendio de la zona de trabajo Limpiar la zona de trabajo y proteger los materiales combustibles. Conocer la situación de los medios de extinción.	X					X			X		
17.- Explosión e incendio de botellas de gases comprimidos Mantener las botellas siempre en posición vertical. Para los sopletes usar válvulas antirretroceso a la salida de las botellas y entrada a la caña. Vigilar el correcto funcionamiento de los manómetro. Retirar de uso las mangueras resacas o cuarteadas.	X					X			X		
21.- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas Usar ropa, guantes y botas resistentes a dichas sustancias.	X				X			X			

23.- Trabajo en condiciones de stress térmico														
Establecer turnos de trabajo y descanso en función del WBGT.		X												
No permitir que un trabajador permanezca sólo en el área de trabajo.					X								X	

b) Medidas preventivas en la organización del trabajo

Para esta obra las medidas preventivas se impondrán según las líneas siguientes:

- Normativa de prevención dirigida y entregada a los operarios de las máquinas y herramientas para su aplicación en todo su funcionamiento.
- Cuidar del cumplimiento de la normativa vigente en:
 - Manejo de máquinas y herramientas.
 - Movimiento de materiales y cargas.
 - Utilización de los medios auxiliares.
- Mantener los medios auxiliares y las herramientas en buen estado de conservación.
- Disposición y ordenamiento del tráfico de vehículos, aceras y pasos para los trabajadores.
- Señalización de la obra en su generalidad y de acuerdo con la normativa vigente.
- Protección de huecos, en general, para evitar caídas de objetos.
- Protecciones de fachadas evitando la caída de objetos o personas.
- Asegurar la entrada y salida de materiales de forma organizada y coordinada con los trabajos de realización de obra.
- Orden y limpieza en toda la obra.
- Delimitación de las zonas de trabajo y cercado si es necesaria la prevención.
- Medidas específicas

c) Protecciones colectivas

Las protecciones colectivas necesarias se estudiarán sobre los planos de edificación y en consideración a las partidas de obra en cuanto a los tipos de riesgos indicados anteriormente y a las necesidades de los trabajadores. Las protecciones previstas son:

- Señales varias en la obra de indicación de peligro.
- Señales normalizadas para el tránsito de vehículos.
- Valla de obra delimitando y protegiendo el centro de trabajo.
- Plataforma de madera cubriendo el espacio entre el edificio y las instalaciones del personal.
- Comprobación de que todas las máquinas y herramientas disponen de sus protecciones colectivas de acuerdo con la normativa vigente.
- Finalmente, el plan puede adoptar mayores protecciones colectivas. En primer lugar todas

aquéllas que resulten según la normativa vigente y que aquí no estén relacionadas, y en segundo lugar, aquellas que considere el autor del plan incluso incidiendo en los medios auxiliares de ejecución de obra para una buena construcción

Todo ello armonizado con las posibilidades y formación de los trabajadores en la prevención de riesgos

d) Protecciones personales

Las protecciones necesarias para la realización de los trabajos previstos desde el proyecto son las siguientes:

- Protección del cuerpo, de acuerdo con la climatología, mediante ropa de trabajo adecuada.
- Protección del trabajador en su cabeza, extremidades, ojos y contra caídas de altura con los siguientes medios:
 - Casco
 - Poleas de seguridad.
 - Cinturón de seguridad.
 - Gafas antipartículas.
 - Pantalla de soldadura eléctrica.
 - Gafas para soldadura autógena.
 - Guantes finos de goma para contactos con el hormigón.
 - Guantes de cuero para manejo de materiales.
 - Guantes de soldador.
 - Mandil.
 - Polainas.
 - Gafas antipolvo
 - Botas de agua.
 - Impermeables.
 - Protectores gomados.
- Protectores contra ruido mediante elementos normalizados.
- Complementos de calzado, polainas y mandiles.

Todos los elementos de protección personal deberán de:

- Cumplir el R.D. 773/97
- Disponer de la marca CE.
- Ajustarse a las Normas de Homologación MT, del Ministerio de Trabajo (OM 17/05/74)

BOE 29 /05/74.

Cuando no exista Norma de Homologación publicada para un producto o prenda, ésta será de la calidad adecuada a las prestaciones para las cuales ha sido diseñada.

D) Análisis y prevención de los riesgos en los medios y la maquinaria

a) Medios auxiliares

Los medios auxiliares previstos en la realización de esta obra son:

- Andamios colgantes
- Escaleras de mano
- Plataforma de entrada y salida de materiales
- Otros medios sencillos de uso corriente

De estos medios, la ordenación de la prevención se realizará mediante la aplicación de la Ordenanza de Trabajo y la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, ya que tanto los andamios como las escaleras de mano están totalmente normalizadas. Referente a la plataforma de entrada y salida de materiales, se utilizara un modelo normalizado y se dispondrá de las protecciones colectivas de: barandillas, enganches para cinturón de seguridad y demás elementos de uso corriente.

b) Maquinaria y herramientas

La maquinaria prevista a utilizar en esta obra es la siguiente:

- Camiones

La previsión de utilización de herramientas es:

- Sierra circular
- Vibrador
- Hormigonera
- Herramientas manuales diversas

La prevención sobre la utilización de estas máquinas y herramientas se desarrollarán en el PLAN de acuerdo con los siguientes principios:

c) Reglamentación oficial

Se cumplirá lo indicado en el Reglamento de máquinas, en las Instrucciones Técnicas Complementarias (I.T.C.) correspondientes, y con las especificaciones de los fabricantes

En el Plan se hará especial hincapié en las normas de seguridad sobre montaje y uso de la grúa torre.

Las máquinas y herramientas a utilizar en obra dispondrán de su folleto de instrucciones de manejo que incluya:

- Riesgos que entraña para los trabajadores
- Modo de uso con seguridad.

No se prevé la utilización de máquinas sin reglamentar.

E) Análisis y prevención de riesgos catastróficos

El único riesgo catastrófico previsto es el de incendio. Por otra parte no se espera la acumulación de materiales con alta carga de fuego.

El riesgo considerado posible se cubrirá con las siguientes medidas:

- Realizar revisiones periódicas en la instalación eléctrica de la obra.
- Colocar en los lugares, o locales, independientes aquellos productos muy inflamables con señalización expresa sobre su mayor riesgo.
- Prohibir hacer fuego dentro del recinto de la obra; caso de necesitar calentarse algún trabajador, debe hacerse de una forma controlada y siempre en recipientes, bidones por ejemplo, en donde se mantendrán las ascuas. Las temperaturas de invierno tampoco son extremadamente bajas en el emplazamiento de esta obra.
- Disponer en la obra de extintores, mejor polivalentes, situados en lugares tales como oficina, vestuario, pie de escaleras internas de la obra, etc.

F) Medicina preventiva e instalaciones médicas

a) Medicina preventiva.

Las posibles enfermedades profesionales que puedan originarse en esta obra son las normales que trata la medicina del trabajo y la higiene industrial.

Todo ello se resolverá de acuerdo con los servicios de prevención de empresa quienes ejercerán la dirección y el control de las enfermedades profesionales, tanto en la decisión de utilización de los medios preventivos como la observación médica de los trabajadores.

b) Instalaciones médicas

Serán las generales de la obra sin que sea necesario establecer ninguna específica para la obra de instalación del sistema de aprovechamiento de energía solar térmica.

En Madrid, a 6 de noviembre de 2006

A handwritten signature in black ink, consisting of the letters 'MGC' followed by a long horizontal line that ends in an arrowhead pointing to the right.

Fdo: Marcos García Caravantes
Ingeniero de Telecomunicación
Colegiado nº 12447

PRESUPUESTO

Ud	Concepto	Precio Unitario	Parcial
	Partida 1. Material solar		
5	Colector solar	504.00 €	2 520.00 €
	Partida 2. Material hidráulico		
1	Depósito acumulador	1 566.00 €	1 566.00 €
1	Vaso de expansión	141.00 €	141.00 €
1	Bomba de circulación	372.00 €	372.00 €
2	Sonda de temperatura	55.00 €	110.00 €
3	Válvulas de seguridad	18.00 €	54.00 €
20	Válvulas de aislamiento	9.01 €	180.20 €
5	Válvulas antirretorno	13.00 €	65.00 €
2	Manómetro	23.00 €	46.00 €
2	Codo purgador con botellín de desaireación	41.00 €	82.00 €
1	Líquido anticongelante	39.00 €	39.00 €
57	Tuberías de cobre de 22 mm	7.84 €	446.88 €
57	Aislamiento tubular flexible 20mm	3.96 €	225.72 €
1	Pequeño material de conexionado, juntas, codos, etc	102.00 €	102.00 €
	Partida 3. Material eléctrico		
1	Central de control	214.00 €	214.00 €
1	Caja de protección eléctrica	52.00 €	52.00 €
1	Pequeño material eléctrico	19.00 €	19.00 €
52	Cable de un par	0.29 €	15.08 €
26	Tubo de PVC rígido 20 mm	0.22 €	5.72 €
	Partida 4. Otros servicios		
5	Soporte colector	96.00 €	480.00 €
1	Dirección técnica	495.00 €	495.00 €
1	Mano de obra	1 944.00 €	1 944.00 €
	Resumen		
	Total		9 174.60 €

El presente presupuesto de Proyecto de Aprovechamiento de Energía Solar Térmica para producción de Agua Caliente Sanitaria en un edificio de 8 viviendas, asciende a la cantidad de NUEVE MIL CIENTO SETENTA Y CUATRO EUROS Y SESENTA CÉNTIMOS.

En Madrid, a 6 de noviembre de 2006

A handwritten signature in black ink, consisting of the letters 'MGC' followed by a long horizontal line that ends in an arrowhead pointing to the right.

Fdo: Marcos García Caravantes
Ingeniero de Telecomunicación
Colegiado nº 12447