

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA POLITÈCNICA SUPERIOR DE ALCOY



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE
ACS PARA UN EDIFICIO DE VIVIENDAS”

Autor:

JULIO PERIS NAVARRO

Dirigido por:

RAFAEL PLÀ FERRANDO

MAYO 2019

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA POLITÈCNICA SUPERIOR DE ALCOY



**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**

CAMPUS D'ALCOY

TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ACS PARA UN
EDIFICIO DE VIVIENDAS”**

Autor:

JULIO PERIS NAVARRO

Dirigido por:

RAFAEL PLÀ FERRANDO

MAYO 2019

RESUMEN

“Diseño de un sistema de producción de ACS para un edificio de viviendas”

Con la entrada en vigor en el año 2006 del Código Técnico de la Edificación, todos los edificios de nueva construcción o rehabilitados deberán obtener una fracción del consumo anual de energía a través de una instalación de Energía Solar. En el siguiente proyecto se ha realizado el diseño, dimensionamiento y cálculo de la instalación solar para la obtención de agua caliente sanitaria en un edificio destinado a viviendas de manera que se garantice lo establecido en el Código Técnico de la Edificación. Para ello se realiza un estudio, tanto de las condiciones climáticas como de la demanda del edificio, determinando así la fracción solar mínima exigida. Posteriormente se han seleccionado la configuración y los equipos necesarios cumpliendo estrictamente la normativa del Código Técnico de la Edificación. Por último se ha definido el pliego de condiciones técnicas y se han realizado las mediciones y el presupuesto del coste de la instalación.

PALABRAS CLAVE: Energía Solar, Eficiencia Energética, Energías renovables, Instalación de ACS.

SUMMARY

“Desing of an ACS production system for a residential building”

With the entry into force in 2006 of the Technical Building Code, all newly constructed or rehabilitated buildings must obtain a fraction of the annual energy consumption through a Solar Energy installation. In the following project, the design, dimensioning and calculation of the solar installation for obtaining sanitary hot water in a building intended for housing has been carried out in such a way that the provisions of the Technical Building Code are guaranteed. To this end, a study is made of both the climatic conditions and the demand of the building, thus determining the minimum solar fraction required. Subsequently, the configuration and the necessary equipment have been selected, strictly complying with the regulations of the Technical Building Code. Finally, the technical specifications have been defined and the measurements and budget of the installation cost have been made.

KEYWORDS: Solar Energy, Energy Efficiency, Energy renewable, Installation of ACS.

RESUM

“Diseny d’un sistema de producció d’ACS per a un edifici de vivendes”

Amb l'entrada en vigor l'any 2006 del Codi Tècnic de l'Edificació, tots els edificis de nova construcció o rehabilitats hauran d'obtenir una fracció del consum anual d'energia a través d'una instal·lació d'Energia Solar. En el següent projecte s'ha realitzat el disseny, dimensionament i càlcul de la instal·lació solar per a l'obtenció d'aigua calenta sanitària en un edifici destinat a habitatges de manera que es garantisca el que s'estableix en el Codi Tècnic de l'Edificació. Per a això es realitza un estudi, tant de les condicions climàtiques com de la demanda de l'edifici, determinant així la fracció solar mínima exigida. Posteriorment s'han seleccionat la configuració i els equips necessaris complint estrictament la normativa del Codi Tècnic de l'Edificació. Finalment s'ha definit el plec de condicions tècniques i s'han realitzat els mesuraments i el pressupost del cost de la instal·lació.

PARAULES CLAU: Energia Solar, Eficiència Energètica, Energies renovables, Instal·lació d'ACS

ÍNDICE

1. MEMORIA	1
1.1 Introducción a la energía solar	2
1.1.1 Historia de la energía solar	2
1.1.2 Ventajas del uso de la energía solar.	5
1.2 Objeto y justificación del proyecto.....	6
1.3 Descripción del edificio.....	6
1.4 Descripción de la instalación	7
1.5 Sistema de captación.....	9
1.5.1 Disposición y conexionado de los captadores	10
1.5.2 Montaje de los captadores	12
1.6 Sistema de intercambio	12
1.7 Sistema de acumulación	14
1.7.1 Volumen de acumulación	14
1.8 Sistema Drain-Back	14
1.8.1 Volumen vaso de drenaje sistema Drain-Back	18
1.9 Fluido de trabajo.....	18
1.10 Sistema de control.....	19
1.11 Sistema de apoyo.....	20
1.12 Circuito hidráulico.....	21
1.12.1 Circuito primario.....	21
1.12.2 Circuito secundario	22
1.12.3 Circuito de consumo	22
1.12.4 Bombas de recirculación.....	23
1.12.5 Tuberías	23
1.12.6 Aislamiento	24
1.12.7 Válvulas	24
1.13 Sistemas de protección.....	25
1.13.1 Protección contra heladas	25
1.13.2 Protección contra sobrecalentamientos	25
1.13.3 Protección contra quemaduras	25
1.13.4 Protecciones de materiales y componentes contra las altas temperaturas.	25
1.13.5 Resistencia a la presión.....	25
1.13.6 Prevención de flujo inverso	26
1.14 Contabilización de consumos	26
1.15 Normativa	27

2. CÁLCULOS	28
2.1 Ubicación del edificio.....	28
2.2 Zona climática	30
2.3 Cálculo de la ocupación del edificio	31
2.4 Cálculo de la demanda de ACS	32
2.5 Cálculo de la contribución solar mínima	34
2.6 Dimensionado del sistema de captación	35
2.6.1 Selección de los captadores.....	35
2.6.2 Cálculo del número de captadores necesarios.....	36
2.6.2.1 Introducción de datos CHEQ4.....	37
2.6.2.2 Número inicial de captadores	42
2.6.3 Cálculo y resultados	50
2.6.3 Pérdidas por orientación e inclinación	56
2.6.4 Cálculo de la distancia entre filas de captadores	58
2.7 Fluído de trabajo.....	59
2.8 Selección de la configuración básica	61
2.9 Cálculo del sistema de acumulación.....	61
2.10 Cálculo hidráulico	62
2.10.1 Cálculo del caudal	62
2.10.2 Cálculo del diámetro de las tuberías	68
2.10.3 Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación.....	71
2.10.3.1 Pérdida de carga en el circuito primario.....	71
2.10.3.2 Pérdida de carga en el circuito secundario.....	74
2.10.3.3 Pérdida de carga en el circuito de consumo o distribución.....	75
2.10.4 Bombas de recirculación.....	76
2.10.5 Cálculo del volumen del depósito de drenaje sistema Drain-Back	81
2.11 Aislamiento	82
3. PLIEGO DE CONDICIONES	88
3.1 Condiciones de montaje	89
3.1.1 Generalidades	89
3.1.2 Montaje de estructura de soporte y captadores.....	90
3.1.3 Montaje del acumulador	91
3.1.4 Montaje del intercambiador.....	91
3.1.5 Montaje de las bombas de recirculación.....	91
3.1.6 Montaje tuberías y accesorios.....	91
3.1.7 Montaje del aislamiento.....	93

3.1.8 Montaje de contadores	94
3.1.9 Pruebas de estanqueidad en el circuito primario.....	94
3.1.10 Llenado circuito primario.....	95
3.1.10.1 Comprobaciones con el Proyecto.	95
3.1.10.2 Comprobaciones previas del montaje de las tuberías.....	95
3.1.10.3 Realización del llenado del circuito	96
3.1.11 Puesta en servicio del grupo de bombeo	96
3.1.11.1 Comprobaciones con el Proyecto	96
3.1.11.2 Comprobaciones previas a la puesta en marcha	97
3.1.11.3 Arranque de las bombas	97
3.2 Puesta en servicio de la instalación.....	98
3.2.1 Instalación general de producción de ACS	98
3.2.1.1 Comprobaciones con el Proyecto o con la Memoria Técnica.....	98
3.2.1.2 Comprobaciones del circuito hidráulico previas a la puesta en marcha	99
3.2.1.3 Sistemas de seguridad	99
3.2.1.4 Comprobación de las temperaturas	99
3.2.2 Puesta en funcionamiento del circuito primario	103
3.2.2.1 Comprobaciones con el Proyecto o con la Memoria Técnica.....	103
3.2.2.2 Comprobaciones previas a la puesta en servicio	103
3.2.2.3 Comprobación de la centralita de control	104
3.2.2.4 Puesta en marcha del circuito primario.....	104
3.2.2.5 Comprobaciones finales.....	105
3.3 Prueba de estancamiento del circuito primario.....	105
3.3.1 Comprobaciones a realizar después de la parada	105
3.4 Mantenimiento de la instalación.....	109
3.2.1 Generalidades	109
3.2.2 Programa de mantenimiento	109
3.2.3 Garantías.....	112
4. PRESUPUESTO	114
5. PLANOS.....	123
6. BIBLIOGRAFIA	131
6.1 Documentos consultados	132
6.2 Software utilizado.....	133
7. ANEXOS.....	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Reparto de viviendas por escalera. Fuente propia.....	6
Tabla 2 Tipo de vivienda en función de los aparatos instalados. Fuente propia.....	7
Tabla 3 Tipo de vivienda en función del número de dormitorios. Fuente propia.....	7
Tabla 4 Selección de los intercambiadores. Fuente propia.....	13
Tabla 5 Volumen de acumulación. Fuente propia.....	14
Tabla 6 Volumen depósito drenaje DrainBack. Fuente propia.....	18
Tabla 7 Punto funcionamiento bombas escaleras 1 y 2. Fuente propia.....	23
Tabla 8 Punto funcionamiento bombas escalera 3. Fuente propia.....	23
Tabla 9: Tipo de válvulas. Fuente propia.....	24
Tabla 10 Cálculo ocupación escalera 1. Fuente propia.....	32
Tabla 11 Cálculo ocupación escalera 2. Fuente propia.....	32
Tabla 12 Cálculo ocupación escalera 3. Fuente propia.....	32
Tabla 13 Consumo de ACS. Fuente propia.....	33
Tabla 14 Consumo de ACS aplicando factor de centralización. Fuente propia.....	34
Tabla 15 Contribución solar mínima por escaleras. Fuente propia.....	35
Tabla 16 Comparativa resultados obtenidos. Fuente propia.....	40
Tabla 17 Demanda energética mensual y total de ACS escalera 1. Fuente propia.....	43
Tabla 18 Demanda energética mensual y total de ACS escalera 2. Fuente propia.....	44
Tabla 19 Demanda energética mensual y total de ACS escalera 3. Fuente propia.....	44
Tabla 20 Factor corrección según la calidad del aire. Fuente: Instituto Nacional de Meteorología.....	46
Tabla 21 Cálculo de la radiación solar media corregida. Fuente propia.....	46
Tabla 22 Cálculo de la energía útil. Fuente propia.....	47
Tabla 23 Horas útiles de sol según el IDAE. Fuente propia.....	49
Tabla 24 Cálculo del aporte real de energía. Fuente propia.....	49
Tabla 25 Cálculo superficie de captación y número de captadores. Fuente propia.....	50
Tabla 26 Cálculo de los límites de inclinación. Fuente propia.....	58
Tabla 27 Límites de inclinación de los captadores. Fuente propia.....	58
Tabla 28 Superficie de captación por escaleras. Fuente propia.....	61
Tabla 29 Volumen de acumulación por escaleras. Fuente propia.....	61
Tabla 30 Caudal circuito primario y secundario de cada escalera. Fuente propia.....	62

Tabla 31 Caudal instantáneo mínimo para cada aparato. Fuente: Código Técnico de la Edificación.	62
Tabla 32 Caudal total vivienda tipo A. Fuente propia.	63
Tabla 33 Caudal total vivienda tipo B. Fuente propia.	64
Tabla 34 Caudal total vivienda tipo C. Fuente propia.	64
Tabla 35 Coeficientes de simultaneidad. Fuente propia.	66
Tabla 36 Caudal por tramos circuito distribución escaleras 1 y 2. Fuente propia.	67
Tabla 37 Caudal por tramos circuito distribución escalera 3. Fuente propia.	67
Tabla 38 Dimensiones tubería de cobre según norma UNE-EN 1057. Fuente: http://www.ingenieromarino.com	68
Tabla 39 Dimensiones de los tubos de PVC según norma UNE-EN 1057. Fuente: FRIATHERM®	69
Tabla 40 Diámetros calculados para primario y secundario. Fuente propia.	69
Tabla 41 Diámetros calculados para circuito de consumo en escalera 1. Fuente propia.	70
Tabla 42 Diámetros calculados para circuito de consumo en escalera 2. Fuente propia.	70
Tabla 43 Diámetros calculados para circuito de consumo en escalera 3. Fuente propia.	70
Tabla 44 Pérdida de carga en los colectores. Fuente propia.	73
Tabla 45 Pérdidas de carga en intercambiador. Fuente propia.	73
Tabla 46 Pérdidas de carga totales en circuito primario. Fuente propia.	74
Tabla 47 Pérdidas de carga tuberías circuito secundario. Fuente propia.	74
Tabla 48 Pérdidas de carga intercambiador. Fuente propia.	74
Tabla 49 Pérdidas de carga totales circuito secundario. Fuente propia.	74
Tabla 50 Pérdidas de carga circuito de consumo, escalera 1. Fuente propia.	75
Tabla 51 Pérdidas de carga circuito de consumo, escalera 2. Fuente propia.	75
Tabla 52 Pérdidas de carga circuito de consumo, escalera 3. Fuente propia.	76
Tabla 53 Puntos de funcionamiento bombas. Fuente propia.	77
Tabla 54 Resultados procedimiento Aislam escaleras 1 y 2.	87
Tabla 55 Resultados procedimiento Aislam escalera 3.	87
Tabla 56 Tabla de Mantenimiento preventivo Fuente: Guia. Puesta en marcha de instalaciones según RITE	111

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Consumo diario de ACS.....	33
Ecuación 2: Superficie de captación.....	42
Ecuación 3: Demanda energética.....	42
Ecuación 4: Energía útil	47
Ecuación 5: Energía real aportada.....	47
Ecuación 6: Rendimiento del captador	48
Ecuación 7: Intensidad radiante.....	48
Ecuación 8: Número de captadores	50
Ecuación 9: Distancia entre filas de captadores.....	58
Ecuación 10: Caudal simultáneo de cálculo	66
Ecuación 11: Diámetro de tuberías	68
Ecuación 12: Darcy-Weisbach	71
Ecuación 13: Swamme & Jain.....	71
Ecuación 14: Reynolds.....	72
Ecuación 16: Pérdida de carga en colectores.....	73
Ecuación 17: Volumen tuberías.....	82

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Reproducción de una Skaphia. Fuente: http://www.sitiosolar.com	2
Ilustración 2: Representación del uso que Arquímedes dio a la radiación solar. Fuente: http://www.sitiosolar.com	3
Ilustración 3: Planta de destilación solar en el desierto de Atacama. Fuente: http://www.sitiosolar.com	4
Ilustración 4 Anuncio del calentador Clímax. Fuente: http://www.sitiosolar.com	5
Ilustración 5 Esquema acumulación centralizada con apoyo en vivienda. Fuente: 4º Edición del Manual Técnico de la Energía Solar Térmica de Salvador Escoda.	8
Ilustración 6 Campo de captadores. Fuente: http://www.cambioenergético.com	9
Ilustración 7 Tabla límite de pérdidas. Fuente: Código Técnico de la Edificación.	10
Ilustración 8 Propiedades captador PA-D. Fuente: http://www.Chromagen.es	10
Ilustración 9 Esquema disposición y conexionado captadores, escaleras 1 y 2. Fuente propia.	11
Ilustración 10 Esquema disposición y conexionado captadores escalera 3. Fuente propia.	11
Ilustración 11 Estructura de soporte captadores. Fuente: http://www.Chromagen.es	12
Ilustración 12 Ejemplo intercambiador de placas. Fuente: http://www.ingenieromarino.com	13
Ilustración 13 Instalación DrainBack. Fuente propia.....	15
Ilustración 14 Sistema Drain-Back, régimen de funcionamiento con bomba encendida. Fuente: http://www.ACV.com	15
Ilustración 15 Sistema Drain-Back, instalación solar en proceso de vaciado con bomba parada. Fuente: http://www.ACV.com	16
Ilustración 16 Sistema Drain-Back, instalación solar vacía con bomba parada. Fuente: http://www.ACV.com	16
Ilustración 17 Kit DrainBack de ACV. Fuente: Tarifa 2018 ACV.....	17
Ilustración 18 Kit DrainBack. Fuente: Tarifa 2018 ACV	17
Ilustración 19 Detalle anticongelante circuito primario. Fuente: https://www.chromagen.es/18	
Ilustración 20 Esquema funcionamiento sistema de control. Fuente http://www.cambioenergético.com	19
Ilustración 21 Centralita de control. Fuente: http://www.ACV.com	20
Ilustración 22 Caldera de condensación. Fuente: http://www.viessmann.es	20
Ilustración 23 Ejemplo circuito hidráulico de una instalación solar. Fuente: http://www.ingenieromarino.com	21
Ilustración 24 Esquema circuito primario. Fuente propia.....	21

Ilustración 25 Esquema circuito secundario. Fuente propia.....	22
Ilustración 26 Esquema conexión circuito de consumo. Fuente propia.	22
Ilustración 27 Instalación de un contador de agua caliente sanitaria. Fuente: Guía Técnica de Contabilización de Consumos del IDAE.....	26
Ilustración 28 Contador agua caliente sanitaria. Fuente: Tarifa de contadores Zenner 2018...	27
Ilustración 29 Ubicación del edificio. Fuente: Google Maps.....	29
Ilustración 30 Detalle de parcela. Fuente: Google Maps.	29
Ilustración 31 Datos de temperatura media del agua de la red, temperatura media ambiente y radiación media en Paterna. Fuente: CHEQ4.....	30
Ilustración 32 Altitud, latitud y temperatura mínima histórica para Paterna. Fuente: CHEQ4. 30	
Ilustración 33 Mapa zonas climáticas. Fuente: Código Técnico de la Edificación.....	31
Ilustración 34 Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado. Fuente: Código Técnico de la Edificación.	31
Ilustración 35 Valores demanda según CTE. Fuente: Código Técnico de la Edificación.	33
Ilustración 36 Factores de centralización. Fuente: Código Técnico de la Edificación.	34
Ilustración 37 Contribución solar mínima anual según la demanda del edificio. Fuente: Código Técnico de la Edificación.	34
Ilustración 38 Propiedades captador PA-D. Fuente: http://www.Chromagen.es	36
Ilustración 39 Ventana inicial CHEQ4. Fuente propia.	37
Ilustración 40 Datos climatológicos aportados por CHEQ4 para la ciudad de Paterna. Fuente propia.	38
Ilustración 41 Pestaña "Configuración" CHEQ4. Fuente propia.....	39
Ilustración 42 Pestaña "Demanda" CHEQ4. Fuente propia.....	40
Ilustración 43 Pestaña "Solar/Apoyo" CHEQ4. Fuente propia.	41
Ilustración 44 Selección captadores en CHQ4. Fuente propia.	41
Ilustración 45 Datos climatológicos aportados por CHEQ4 para la ciudad de Paterna. Fuente propia.	43
Ilustración 46 Atlas de Radiación Solar en España de la AEMET. Fuente AEMET.	45
Ilustración 47 Datos climatológicos aportados por CHEQ4 para la ciudad de Paterna. Fuente propia.	45
Ilustración 48 Factor corrector k. Fuente http://www.censolar.org	47
Ilustración 49 Datos climatológicos aportados por CHEQ4 para la ciudad de Paterna. Fuente propia.	48
Ilustración 50 Pestaña "Solar/Apoyo" CHEQ4. Fuente propia.	51

Ilustración 51 Pestaña "Otros parámetros" CHEQ4. Fuente propia.	52
Ilustración 52 Resultados CHEQ4. Fuente propia.	53
Ilustración 53 Detalle cambio en el número de captadores CHEQ4. Fuente propia.	53
Ilustración 54 Resultados CHEQ4. Fuente propia.	54
Ilustración 55 Resultados escalera 1. Fuente propia.	54
Ilustración 56 Resultados Escalera 2. Fuente propia.	55
Ilustración 57 Resultados escalera 2 CHEQ4. Fuente propia.	55
Ilustración 58 Resultados escalera 3. Fuente propia.	55
Ilustración 59 Resultados escalera 3 CHEQ4. Fuente propia.	56
Ilustración 60 Límite de pérdidas. Fuente: Código Técnico de la Edificación.	56
Ilustración 61 Ángulo de inclinación y acimut. Fuente: Código Técnico de la Edificación.	57
Ilustración 62 Cálculo límite de inclinación. Fuente propia.	57
Ilustración 63 Temperatura de congelación en función de la concentración. Fuente: Instalaciones de energía solar. Curso programado. Tomo II, Energética solar.....	59
Ilustración 64 Densidad de una disolución de propilenglicol en función de la temperatura. Fuente: Instalaciones de energía solar. Curso programado. Tomo II, Energética solar	60
Ilustración 65 Viscosidad de una disolución de propilenglicol en función de la temperatura. Fuente: Instalaciones de energía solar. Curso programado. Tomo II, Energética solar	60
Ilustración 66 Croquis distribución ACS escalera 1. Fuente propia.....	65
Ilustración 67 Croquis distribución ACS escalera 2. Fuente propia.....	65
Ilustración 68 Croquis distribución ACS escalera 3. Fuente propia.....	65
Ilustración 69 Coeficientes de simultaneidad. Fuente: Guía técnica de agua caliente sanitaria central.	66
Ilustración 70 Características Wilo-Yonos PICO-STG. Fuente: Tarifa 2018 Wilo.....	77
Ilustración 71 Curvas características Wilo-Yonos PICO-STG. Fuente: Tarifa 2018 Wilo	78
Ilustración 72 Detalles Wilo-Yonos PICO-STG. Fuente: Tarifa 2018 Wilo	78
Ilustración 73 Características bomba Wilo-Stratos PICO-Z. Fuente: Tarifa 2018 Wilo	79
Ilustración 74 Curvas características Wilo-Stratos PICO-Z. Fuente: Tarifa 2018 Wilo	79
Ilustración 75 Detalles Wilo-Stratos PICO-Z. Fuente: Tarifa 2018 Wilo	80
Ilustración 76 Características bomba Wilo-Yonos MAXO-Z. Fuente: Tarifa 2018 Wilo	80
Ilustración 77 Curvas características Wilo-Yonos MAXO-Z. Fuente: Tarifa 2018 Wilo	81
Ilustración 78 Detalles Wilo-Yonos MAXO-Z. Fuente: Tarifa 2018 Wilo	81
Ilustración 79 Espesores mínimos de aislamiento para tuberías.....	83
Ilustración 80 Ventana inicial Aislam.	84

Ilustración 81 Pantalla de cálculo Aislam.....	84
Ilustración 82 Configuración parámetros de cálculo.	85
Ilustración 83 Creación de capas.....	85
Ilustración 84 Introducción de datos tubería y aislamiento. Fuente propia.....	86
Ilustración 85 Resultados programa Aislam.....	86

1. MEMORIA

1.1 Introducción a la energía solar

1.1.1 Historia de la energía solar

A lo largo de la historia, la energía solar ha estado presente en la vida del planeta. El Sol es imprescindible para la vida, es el responsable de la fotosíntesis, del ciclo del agua y de otros muchos procesos naturales que se dan en el planeta. Ha sido un componente cotidiano desde siempre y asiduamente utilizado por la humanidad desde la prehistoria. Acciones tan simples como secar la ropa al sol o calentarse exponiéndose a los rayos del sol constituyen actividades que ya implican un aprovechamiento solar térmico.

Ya en la antigüedad se inventaron artilugios capaces de aprovechar la radiación solar. Los primeros sistemas de aprovechamiento solar térmico de que se tiene información son los empleados para generar fuego por medio de la concentración solar.

De esta manera, griegos y romanos, en el siglo III a.C. eran capaces de encender las antorchas de los rituales religiosos a través de unos recipientes en forma parabólica con el interior reflejante llamados “Skaphia”, exponiendo los mismos en los días soleados de manera que la radiación se concentraba en un foco alcanzando altas temperaturas y prendiendo las antorchas.



Ilustración 1: Reproducción de una Skaphia. Fuente: <http://www.sitiosolar.com>

Entre los siglos 213 a 211 a.C., Arquímedes consiguió un gran hito histórico con el uso militar de la concentración solar, se dice que Arquímedes utilizó “el rayo de calor” para destruir las naves romanas que atacaban la ciudad de Siracusa. Este rayo de calor radicaba en una serie de espejos colocados en las murallas y orientados de forma adecuada, que concentraban el calor del sol en las galeras romanas provocando que estas se incendiaran.



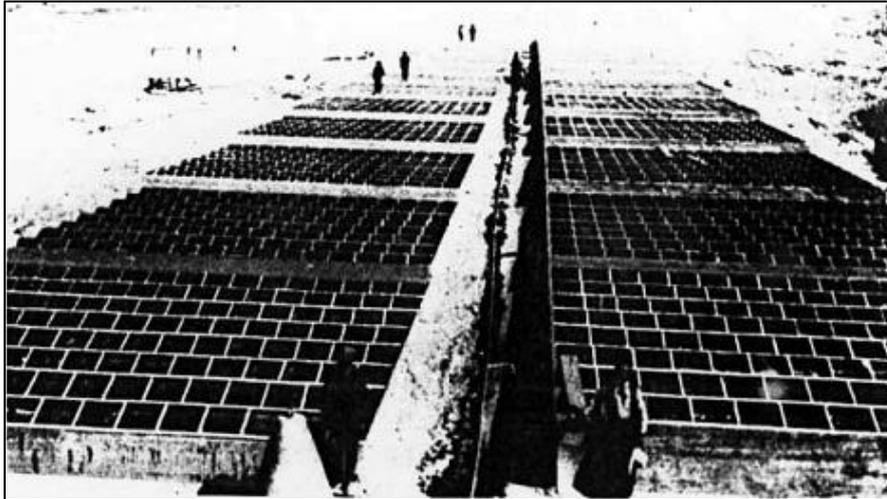
*Ilustración 2: Representación del uso que Arquímedes dio a la radiación solar.
Fuente: <http://www.sitiosolar.com>*

Más tarde, Leonardo da Vinci, también mostró su interés en la capacidad calorífica del sol. Así en el año 1515 comenzó un gran proyecto para la generación de vapor y de calor industrial con la radiación procedente del Sol. El invento que nunca llegó a materializarse, consistía en la construcción mediante espejos cóncavos, de un gran concentrador de 6 km. de diámetro.

Sin embargo, no fue hasta 1767 cuando el naturalista suizo Horace de Saussure, marcó un hecho fundamental en desarrollo de la energía solar térmica cuando inventó lo que él llamaría “la caja caliente”. Saussure, conocedor del efecto invernadero producido en un espacio cerrado que cuenta con una apertura acristalada por el cual entra la radiación solar, decidió potenciar al máximo este efecto y comprobar qué temperaturas se lograban alcanzar. Para ello utilizó una caja acristalada con el interior pintado de negro. Todas las caras estaban aisladas, excepto la acristalada, de forma que se retenía el calor en su interior. Así logró llegar a temperaturas de hasta 109 °C.

Horacio de Saussure había inventado el colector solar, a partir del cual se desarrollaría la energía solar térmica moderna. A partir de su invento aflorarán todos los desarrollos posteriores de calentadores solares de agua que han proporcionado agua caliente a millones de personas en el mundo.

A Horacio de Saussure le siguieron otros tantos científicos, como Lavoisier que en 1792 creó su “horno solar”, o Charles Wilson que diseñó y dirigió una instalación para la destilación de agua marina en el desierto de Atacama.



*Ilustración 3: Planta de destilación solar en el desierto de Atacama.
Fuente: [http:// www.sitiosolar.com](http://www.sitiosolar.com)*

Otro personaje importante en el desarrollo de la energía solar térmica fue el ingeniero francés Auguste Mouchot con sus modelos de concentradores solares.

Sin embargo, el gran invento de Mouchot fue la máquina de vapor alimentada por energía solar. Mouchot no creía que el carbón pudiera sostener en un futuro el constante desarrollo industrial de la época, y por ello decidió investigar las aplicaciones industriales de la energía solar.

Lamentablemente estos exitosos inventos no tuvieron el apoyo debido ni apenas continuidad a causa de que se perfeccionó la extracción de los combustibles fósiles, abaratando los costes y abandonando la energía solar para fines industriales.

Por aquel entonces no se tenía consciencia de los efectos negativos sobre el medio ambiente del uso de los combustibles fósiles y el efecto invernadero aun no era un problema para el Planeta.

Ya en el XIX, para el calentamiento del agua de baño y como alternativa a los calentadores de gas o carbón, aparece la idea de utilizar contenedores pintados de negro que expuestos al sol calentaban el agua contenida en su interior. Sin embargo, eran necesarios días muy soleados para obtener suficiente agua caliente y al llegar la noche, el agua se enfriaba rápidamente.

Poco después Clarence Kemp, combinando el modelo de los contenedores expuestos al sol con el principio de la caja caliente, crearía en 1891 la primera patente de un invento para calentar agua a través de la radiación solar de una forma más eficaz.

Este sistema denominado “Clímax” alcanzó una notable expansión en las regiones soleadas de Estados Unidos.



Ilustración 4 Anuncio del calentador Clímax.
Fuente: <http://www.sitiosolar.com>

En este sentido, un desarrollo importante fue un calentador solar sumamente eficiente inventado por Charles Greeley Abbott en 1936.

En la actualidad, los sistemas de captación de energía solar para calentar agua han evolucionado mucho desde entonces.

Por otro lado el aumento en el precio de los combustibles fósiles y el cambio de mentalidad de la sociedad para conseguir un modelo energético sostenible con el medio ambiente ha llevado a un resurgimiento en el uso de la energía solar para calentar hogares y agua.

1.1.2 Ventajas del uso de la energía solar.

La energía solar térmica es una oportunidad muy interesante desde la perspectiva económica, medioambiental y de comodidad del usuario. Estos son algunas de sus ventajas:

- Es una energía autónoma y descentralizada que procede de una fuente gratuita e inagotable como lo es el Sol.
- Permite reducir la emisión de gases productores de efecto invernadero, causantes del calentamiento global.
- Supone una reducción del consumo energético superior al 50%.
- Aporta valor añadido a la vivienda.
- Reduce la dependencia de las constantes subidas del gas y la electricidad.

1.2 Objeto y justificación del proyecto

Este proyecto tiene como objetivo el diseño, dimensionamiento y cálculo de la instalación solar para la obtención de agua caliente sanitaria en un edificio destinado a 23 viviendas plurifamiliares de nueva construcción situado en Paterna, Valencia. De manera que se garantice la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria (ACS) exigida en el Código Técnico de la Edificación (CTE), concretamente en el Documento Básico HE Ahorro de energía sección HE4.

La justificación de este proyecto se basa en primer lugar, con la entrada en vigor en 2006 del Código Técnico de la Edificación, según el cual todos los edificios de nueva construcción o rehabilitados, deberán obtener una fracción del consumo anual de energía a través de una de una instalación de Energía Solar.

También se basa en el menester de cambiar las costumbres de consumo energético de la sociedad. Sustituyendo los combustibles fósiles por energías renovables para conseguir un modelo de consumo energético sostenible.

La utilización de la energía solar térmica para la obtención de agua caliente sanitaria da como resultado las ventajas de la utilización de una fuente de energía renovable, esta es inagotable, no genera residuos de difícil tratamiento y no produce emisiones de CO₂ y otros gases contaminantes a la atmósfera, de manera que se disminuye el efecto invernadero.

Por otro lado, la realización de este proyecto promueve el desarrollo y crecimiento de actividades económicas e industriales, así como la creación de nuevos puestos de trabajo cualificados.

1.3 Descripción del edificio

Se trata de un edificio de nueva construcción situado en la localidad valenciana de Paterna. El edificio está compuesto por cuatro plantas divididas en tres escaleras, su cubierta es plana y accesible, siendo sur la orientación de su fachada principal.

El edificio alberga un total de 23 viviendas, repartidas en tres escaleras tal y como se muestra en la siguiente tabla.

ESCALERA 1	9 viviendas
ESCALERA 2	9 viviendas
ESCALERA 3	5 viviendas

Tabla 1 Reparto de viviendas por escalera. Fuente propia.

Las viviendas, de carácter multifamiliar, también pueden clasificarse de dos maneras para posteriormente realizar los correspondientes cálculos:

- En función del tipo y número de aparatos conectados a la red de ACS se distinguen tres tipos de vivienda que se muestran a continuación en la siguiente tabla:

VIVIENDA TIPO A		VIVIENDA TIPO B		VIVIENDA TIPO C	
Tipo de aparato	Núm.	Tipo de aparato	Núm.	Tipo de aparato	Núm.
Lavabo	2	Lavabo	3	Lavabo	1
Ducha	1	Ducha	1	Bañera	1
Bañera	1	Bañera	1	Fregadero	1
Fregadero	1	Fregadero	1	Lavavajillas	1
Lavavajillas	1	Lavavajillas	1	Lavadero	1
Lavadero	1	Lavadero	1	Lavadora	1
Lavadora	1	Lavadora	1	Bidé	1
Bidé	2	Bidé	1	-	-

Tabla 2 Tipo de vivienda en función de los aparatos instalados. Fuente propia.

- Según el número de dormitorios en cada vivienda podemos distinguir también tres tipos de viviendas diferentes que se muestran a continuación.

VIVIENDA TIPO 1	VIVIENDA TIPO 2	VIVIENDA TIPO 3
4 dormitorios	3 dormitorios	2 dormitorios

Tabla 3 Tipo de vivienda en función del número de dormitorios. Fuente propia.

1.4 Descripción de la instalación

La instalación que nos ocupa en el presente proyecto es una instalación solar térmica de circulación forzada para la obtención de agua caliente sanitaria y su posterior acumulación y distribución entre las 23 viviendas del edificio.

Como el edificio está dividido en tres escaleras individuales, las cuales se constituirán cada una como comunidad de vecinos independiente de las otras, en el presente proyecto se ha optado por realizar una instalación individual para cada escalera.

De manera que cada escalera contará con una instalación solar, completa e independiente de las otras, para la producción y distribución del agua caliente sanitaria.

En las escaleras 1 y 2 la instalación solar dará servicio a 9 viviendas.

En la escalera 3 la instalación solar dará servicio a 5 viviendas.

De esta forma cada comunidad de vecinos gestionará su propia instalación solar facilitando así la contabilización de los consumos y su gestión.

El tipo de instalación que se ha elegido para las diferentes escaleras es el mismo en todas ellas, acumulación centralizada y apoyo instantáneo en vivienda.

De manera que desde el campo de captadores se transfiere mediante un fluido caloportador la energía solar captada hasta un intercambiador independiente.

Dicho intercambiador aprovecha la energía térmica procedente del campo de captadores para producir agua caliente sanitaria que es acumulada en un depósito centralizado, para posteriormente distribuirla a las diferentes viviendas, donde se encuentra el sistema auxiliar de apoyo que entraría en funcionamiento en caso de ser necesario.

A continuación se muestra un esquema simplificado de la instalación:

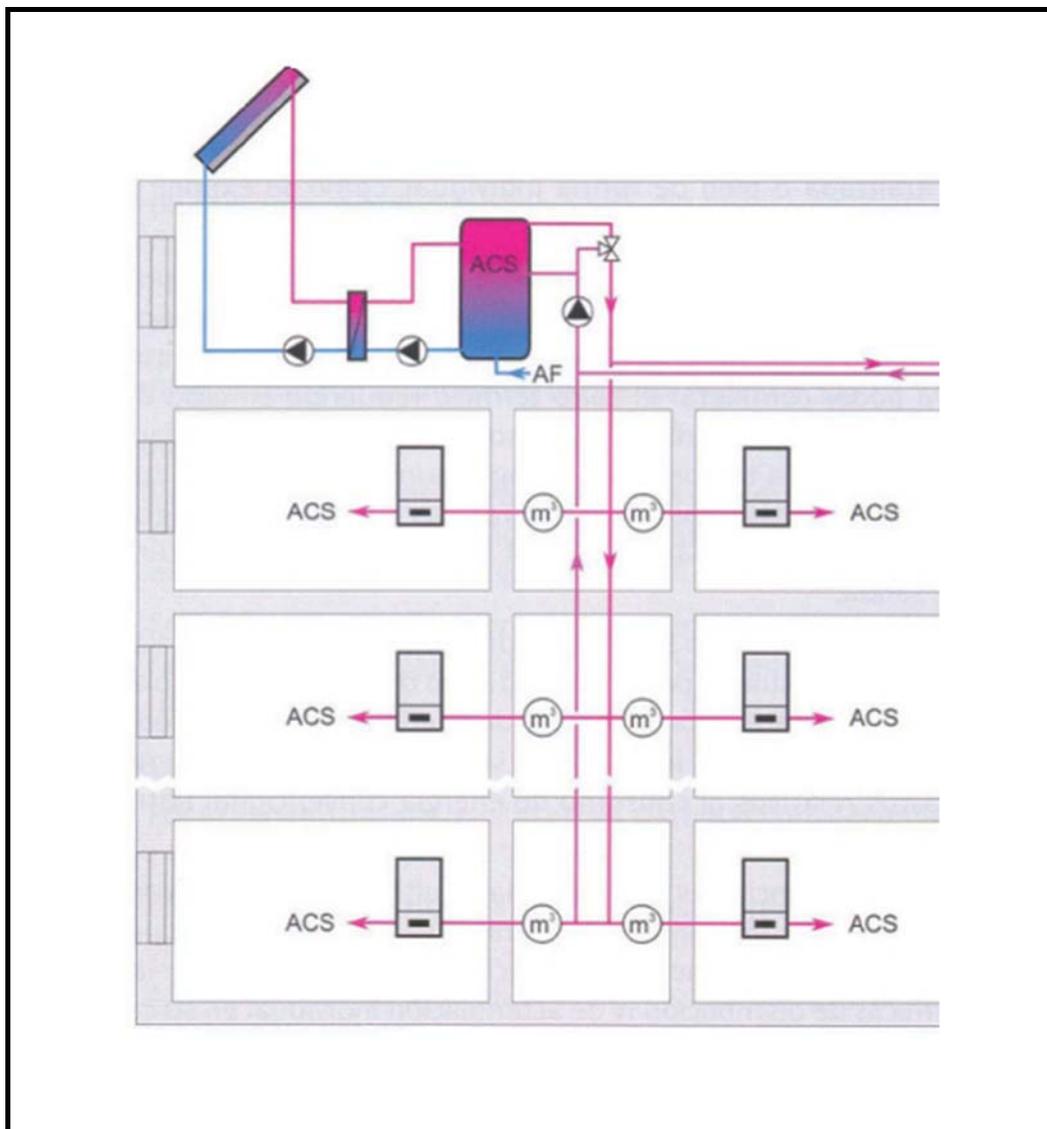


Ilustración 5 Esquema acumulación centralizada con apoyo en vivienda.
Fuente: 4ª Edición del Manual Técnico de la Energía Solar Térmica de Salvador Escoda.

Se ha elegido este tipo de instalación porque es una buena solución para edificios de viviendas multifamiliares, de manera que la comunidad gestiona la energía solar y cada usuario se hace cargo de la energía tradicional de apoyo.

La instalación solar de cada escalera empieza a partir de la captación de la energía solar térmica mediante captadores solares y termina en el acumulador central de la escalera, donde es distribuida a las viviendas en las cuales se encuentra el sistema auxiliar de apoyo.

1.5 Sistema de captación

Los captadores solares son los encargados de capturar la radiación solar y la convierten en energía térmica que es transferida en forma de calor al fluido de trabajo que circula por el circuito primario.



*Ilustración 6 Campo de captadores.
Fuente: <http://www.cambioenergético.com>*

Los captadores deben poseer la certificación emitida por el organismo competente según la legislación vigente.

La orientación e inclinación de los captadores y las posibles sombras sobre los mismos, serán tales que las pérdidas respecto al óptimo sean inferiores a los límites establecidos en el CTE.

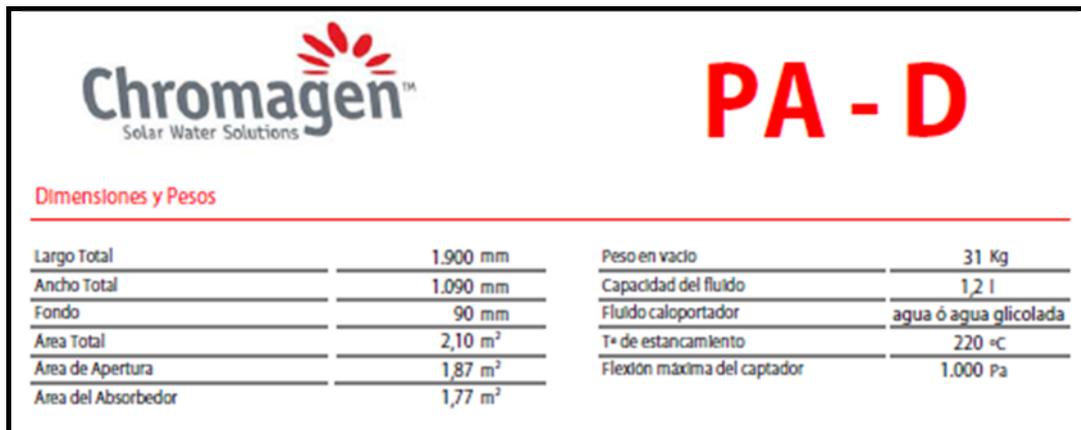
	Orientación e inclinación (OI)	Sombras (S)	Total (OI+S)
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Ilustración 7 Tabla límite de pérdidas.
Fuente: Código Técnico de la Edificación.

Se considera la dirección Sur como orientación óptima y la inclinación la latitud geográfica.

En el presente proyecto se ha escogido un captador solar de la empresa CHROMAGEN ESPAÑA S.L.U modelo PA-D.

Se ha elegido este modelo por estar incluido en la base de datos del programa CHEQ4 y por poseer la certificación NPS-17217 que garantiza que el modelo cumple todas las especificaciones actualmente establecidas por la Orden IET/2366/2014, sobre exigencias técnicas de los paneles solares.



Chromagen™
Solar Water Solutions

PA - D

Dimensiones y Pesos

Largo Total	1.900 mm	Peso en vacío	31 Kg
Ancho Total	1.090 mm	Capacidad del fluido	1,2 l
Fondo	90 mm	Fluido caloportador	agua ó agua glicolada
Área Total	2,10 m ²	T* de estancamiento	220 °C
Área de Apertura	1,87 m ²	Flexión máxima del captador	1.000 Pa
Área del Absorbedor	1,77 m ²		

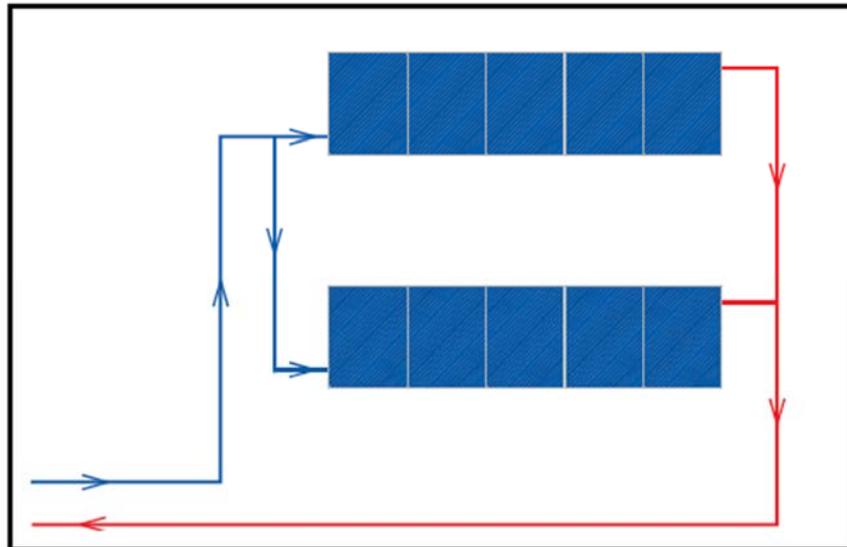
Ilustración 8 Propiedades captador PA-D.
Fuente: <http://www.Chromagen.es>

En el Anexo se adjuntan las curvas de rendimiento de los captadores seleccionados y la certificación de los ensayos del captador realizador por el laboratorio acreditado.

1.5.1 Disposición y conexionado de los captadores

Todos los captadores se situarán en la azotea del edificio agrupados por escaleras, estarán orientados al sur y con una inclinación de 45°.

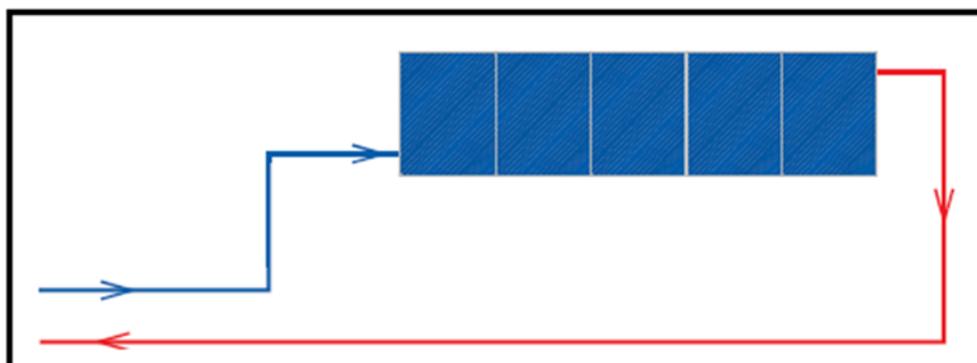
En las escaleras 1 y 2, los captadores se dispondrán en dos filas constituidas por 5 captadores cada una. Dentro de cada fila los captadores se conectarán en paralelo. Se diseña un retorno invertido que garantiza el equilibrio hidráulico del sistema. Las filas de los captadores se dispondrán entre sí en paralelo.



*Ilustración 9 Esquema disposición y conexionado captadores, escaleras 1 y 2.
Fuente propia.*

Las filas de captadores estarán separadas 3.35 m para impedir que proyecten sombras las unas sobre las otras.

Para la escalera 3, los captadores se dispondrán en una única fila constituida por 5 captadores conectados en paralelo formando también un retorno invertido para equilibrar el sistema.



*Ilustración 10 Esquema disposición y conexionado captadores escalera 3.
Fuente propia.*

En todas las instalaciones, se instalarán válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas filas de captadores para el aislamiento de estos componentes en tareas de mantenimiento y reparación.

1.5.2 Montaje de los captadores

Se aplicará a la estructura soporte los requerimientos básicos del Código Técnico de la Edificación en lo referente a seguridad.

Los anclajes de los captadores al edificio se realizarán a través de una estructura metálica proporcionada por el fabricante de los captadores solares.



Ilustración 11 Estructura de soporte captadores.
Fuente: <http://www.Chromagen.es>

1.6 Sistema de intercambio

El intercambiador realiza la transferencia de la energía térmica desde el circuito primario, que contiene el fluido de trabajo procedente de los captadores solares, hasta el circuito secundario o de consumo de manera que ambos circuitos están separados por el intercambiador, ya que el fluido procedente de los captadores solares no debe estar en contacto con el agua de consumo.

El intercambiador independiente deberá ser de placas de acero inoxidable o cobre y soportar la temperatura y presión máxima de trabajo de la instalación.

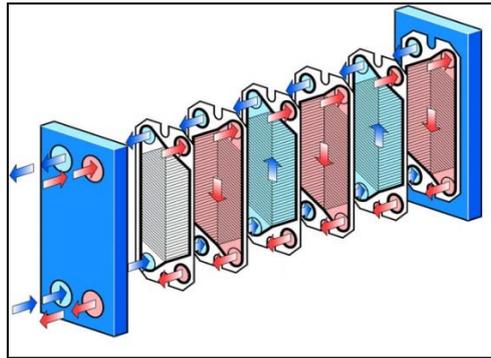


Ilustración 12 Ejemplo intercambiador de placas.
Fuente: <http://www.ingenieromarinero.com>

El tipo intercambiador elegido para el presente proyecto es un intercambiador de placas fabricado en acero inoxidable de la marca IDRO GAS modelo IDS14-20H.

Se ha seleccionado según la potencia necesaria, un intercambiador para cada escalera, en función de la superficie de captación y el caudal circulante en los circuitos primario y secundario.

Asimismo, se cumplirá la condición designada por el CTE para el caso de intercambiador independiente, el cual establece que “la potencia mínima del intercambiador se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1000 W/m² y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50 %”.

Cumpléndose la condición:

$$P \geq 500 \cdot A$$

Donde:

P: potencia mínima del intercambiador [W];

A: el área de captadores [m²].

A continuación se muestran los intercambiadores seleccionados para cada una de las escaleras así como sus características más importantes:

ESCALERA	MODELO	Nº PLACAS SOLARES	CAUDAL PRIMARIO (l/h)	CAUDAL SECUNDARIO (l/h)	POTENCIA MINIMA REQUERIDA SEGÚN CTE (KW)	POTENCIA REAL DEL INTERCAMBIADOR (KW)
1	IDS14-20H	10	841	841	13.32	14
2	IDS14-20H	10	841	841	13.32	14
3	IDS14-20H	5	420	420	6.12	7

Tabla 4 Selección de los intercambiadores.
Fuente propia.

1.7 Sistema de acumulación

Encargado de almacenar el agua caliente sanitaria obtenida en el intercambiador, de manera que se disponga de una reserva para el momento de máxima demanda.

Los acumuladores de agua caliente sanitaria deberán cumplir los requisitos de UNE EN 12897.

En aplicaciones con acumulación centralizada es obligatoria la configuración vertical del depósito, el cual debe cumplir que la relación altura/diámetro del mismo sea mayor de dos.

El sistema será capaz de elevar la temperatura del acumulador a 60°C y hasta 70°C para prevenir la legionelosis, tal como estipula el RD 865/2003, de 4 de julio.

El modelo que se ha seleccionado para el presente proyecto es un depósito de acumulación de la marca IDROGAS serie AX fabricados en acero inoxidable y diseñados para soportar una presión de trabajo de 8 bares en un rango de temperatura de 0 a 90 °C.

Se ha elegido el mismo modelo para las tres escaleras variando su volumen en función de la demanda de cada escalera y su superficie de captación correspondiente.

1.7.1 Volumen de acumulación

A continuación se muestran los diferentes volúmenes de acumulación seleccionados para cada escalera

ESCALERA	ACUMULACIÓN EN LITROS
1	1000
2	1000
3	500

*Tabla 5 Volumen de acumulación.
Fuente propia.*

1.8 Sistema Drain-Back

Este sistema se basa en el llenado y vaciado del fluido de trabajo durante el ciclo de trabajo, con el objetivo de evitar sobretemperaturas o congelaciones en los colectores solares.

Permite la eliminación de algunos elementos habituales en las instalaciones solares forzadas, como el vaso de expansión, la válvula de seguridad y el sistema de disipación por temperatura, además incorpora su propio grupo de bombeo sustituyendo a la bomba del circuito primario.

El sistema de vaciado funciona por gravedad, es por ello que se deberá instalar el kit DrainBack por debajo del campo de captación solar. A continuación se muestra el esquema simplificado de la instalación.

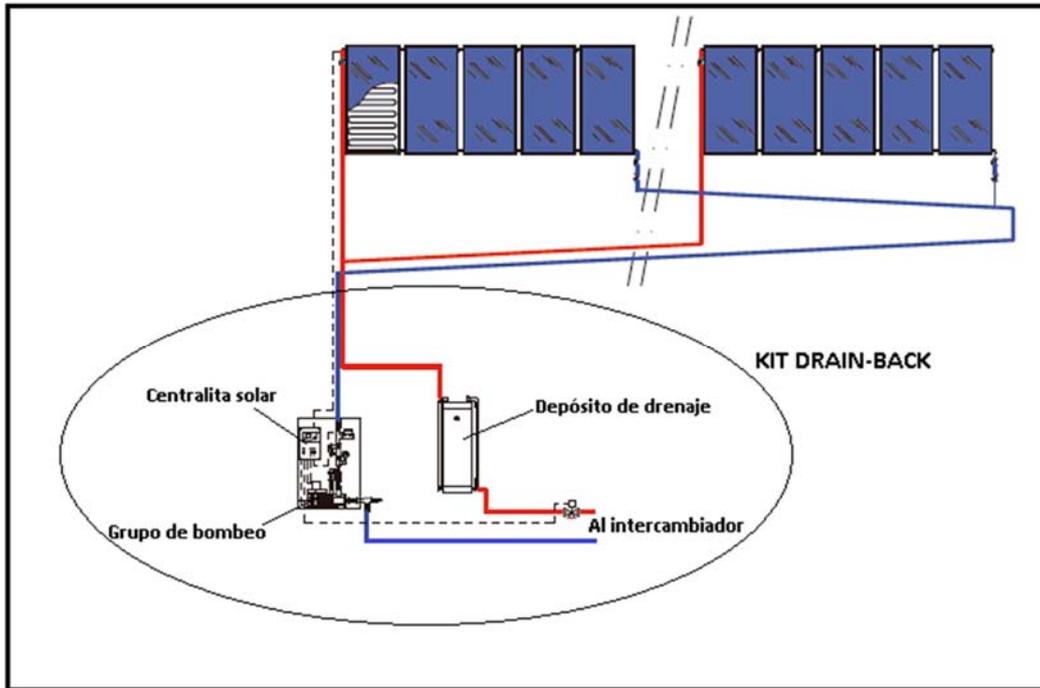


Ilustración 13 Instalación DrainBack.
Fuente propia.

Cuando hay demanda de energía el sistema de captación está lleno de líquido caloportador que es impulsado por la bomba, intercambiando energía entre el sistema de captación y el sistema de intercambio.

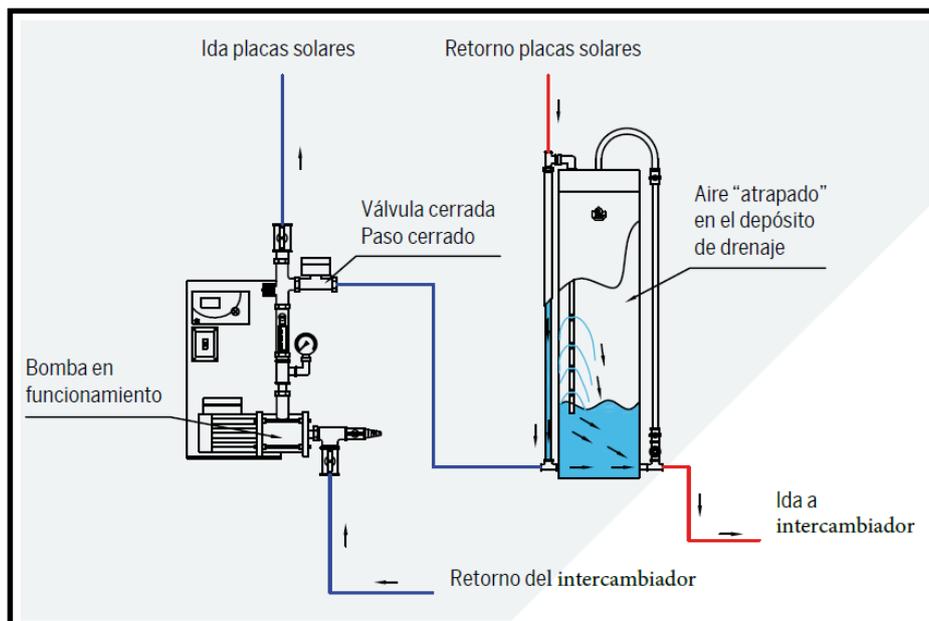


Ilustración 14 Sistema Drain-Back, régimen de funcionamiento con bomba encendida.
Fuente: <http://www.ACv.com>

Cuando no hay demanda de energía la bomba se para, drenándose el fluido de trabajo hasta el depósito de drenaje por gravedad y llenándose de aire todo el sistema de captación.

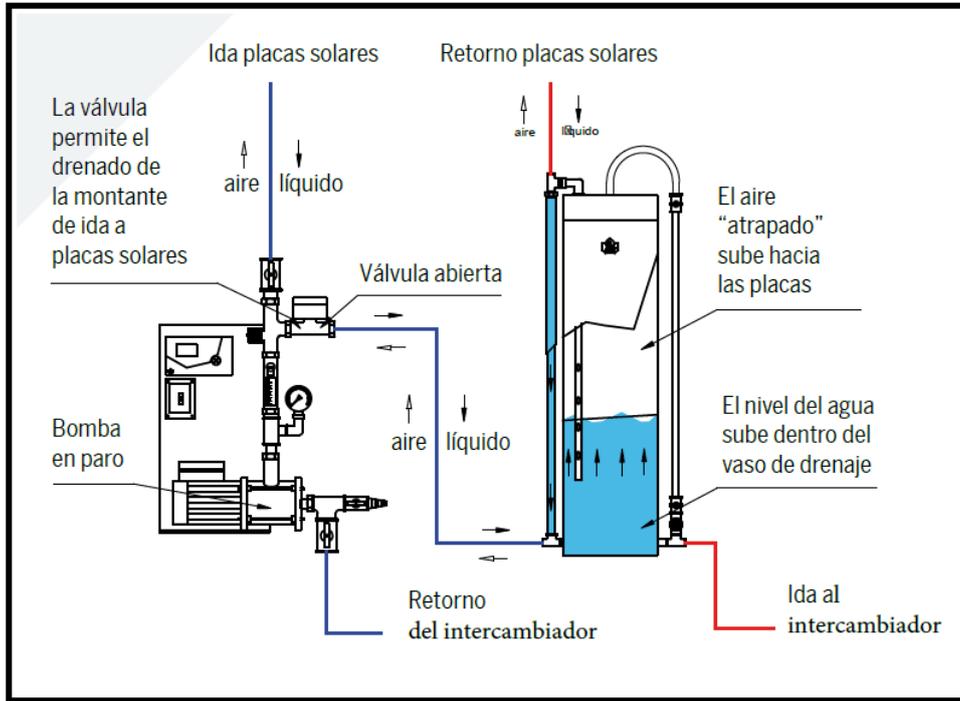


Ilustración 15 Sistema Drain-Back, instalación solar en proceso de vaciado con bomba parada.
Fuente: <http://www.AC.V.com>

De esta manera no hay intercambio de energía en periodos en los que no hay demanda evitando así sobretemperaturas y congelaciones.

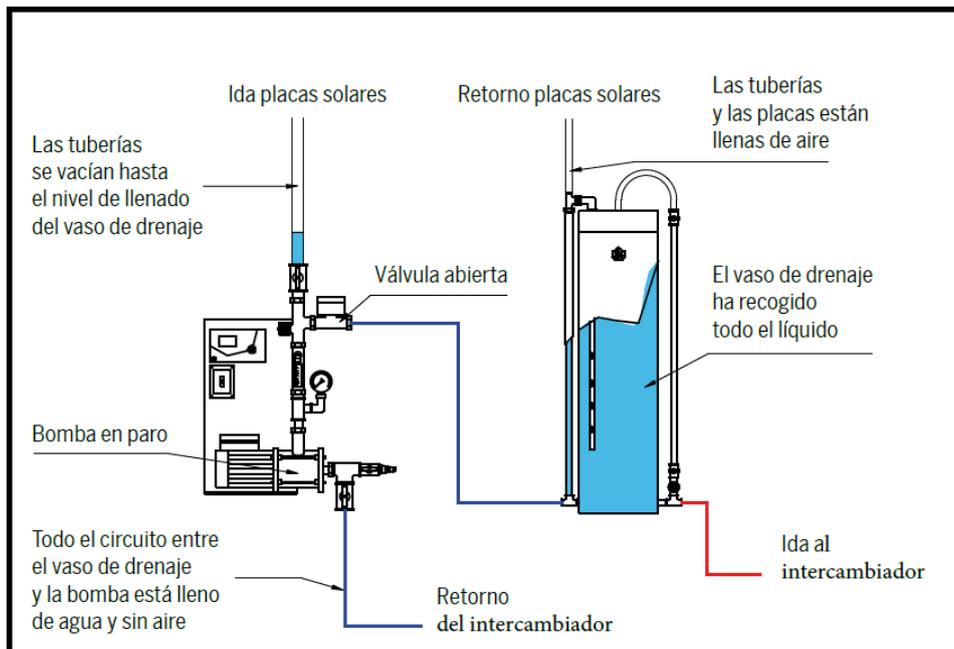


Ilustración 16 Sistema Drain-Back, instalación solar vacía con bomba parada.
Fuente: <http://www.AC.V.com>

Para la instalación que nos ocupa se ha seleccionado un kit Drain-Back de la marca ACV modelo TERCARIO



Ilustración 17 Kit DrainBack de ACV.

Fuente: Tarifa 2018 ACV.

El kit DrainBack seleccionado está compuesto por los elementos que se describen a continuación:

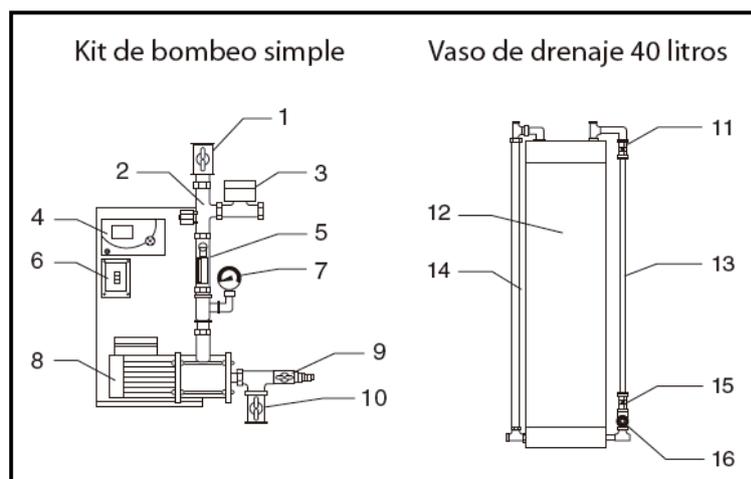


Ilustración 18 Kit DrainBack. Fuente: Tarifa 2018 ACV

- | | |
|--|--|
| 1. Llave corte impulsión kit de bombeo. | 9. Grifo de llenado de la instalación. |
| 2. Antirretorno. | 10. Llave de corte aspiración kit de bombeo. |
| 3. Válvula de dos vías normalmente abierta. | 11. Llave de corte tubo de nivel. |
| 4. Centralita de regulación solar RS2 COMBI. | 12. Vaso de drenaje fabricado en acero inoxidable. |
| 5. Regulador de caudal con caudalímetro. | 13. Tubo transparente indicador de nivel. |
| 6. Contactor potencia. | 14. Tubo bypass de vaso de drenaje. |
| 7. Manómetro 0-10 bar. | 15. Llave de corte tubo de nivel. |
| 8. Bomba de circulación solar. | 16. Válvula de seguridad 6 bar. |

1.8.1 Volumen vaso de drenaje sistema Drain-Back

El volumen del vaso de drenaje se ha seleccionado de manera que el volumen del circuito que queda por encima del vaso de drenaje no exceda dicho volumen.

En la siguiente tabla se muestra la capacidad en litros del depósito de drenaje de la instalación de cada una de las tres escaleras.

ESCALERA	VOLUMEN VASO DRENAJE (L)
1	40
2	40
3	40

Tabla 6 Volumen depósito drenaje DrainBack.
Fuente propia.

1.9 Fluido de trabajo

En primer lugar, puesto que el agua de la ciudad de Paterna no es apta para su uso en el circuito primario a causa de su alta salinidad, y en segundo lugar, para evitar posibles problemas de heladas en circuito primario, se utilizará una mezcla anticongelante de como fluido de trabajo.



Ilustración 19 Detalle anticongelante circuito primario.
Fuente: <https://www.chromagen.es/>

Dicha mezcla anticongelante debe cumplir la reglamentación vigente y según el CTE su cuyo punto de congelación debe ser inferior a la temperatura mínima histórica con un margen de seguridad de 5°C. En todo caso, su calor específico no será inferior a 3 kJ/(kg·K), equivalentes a 0,7 kcal/(kg·°C)

En el presente proyecto se ha seleccionado una mezcla de agua y propilenglicol, se elige este anticongelante ya que en caso de fuga es menos contaminante que el etilenglicol.

La concentración de propilenglicol será del 30% de manera que su punto de congelación se establece en $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ siendo inferior a la temperatura mínima histórica alcanzada en Valencia ($-7.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, cifra alcanzada el día 11 de Febrero de 1956) y con un margen de seguridad de $5.8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

1.10 Sistema de control

El sistema de control permite el correcto funcionamiento de la instalación, controlando el funcionamiento del circuito primario y secundario, aprovechando el máximo de la energía solar producida y asegurando el uso adecuado de la energía de apoyo.

En el presente proyecto, se emplea la regulación por diferencial de temperaturas. Este control constituye el sistema más utilizado. En él, el regulador diferencial compara la temperatura del colector con la existente en la parte baja del intercambiador. Cuando la temperatura del acumulador menos la del intercambiador, más el diferencial que pongamos, alcance su valor, dará orden de marcha a la bomba.

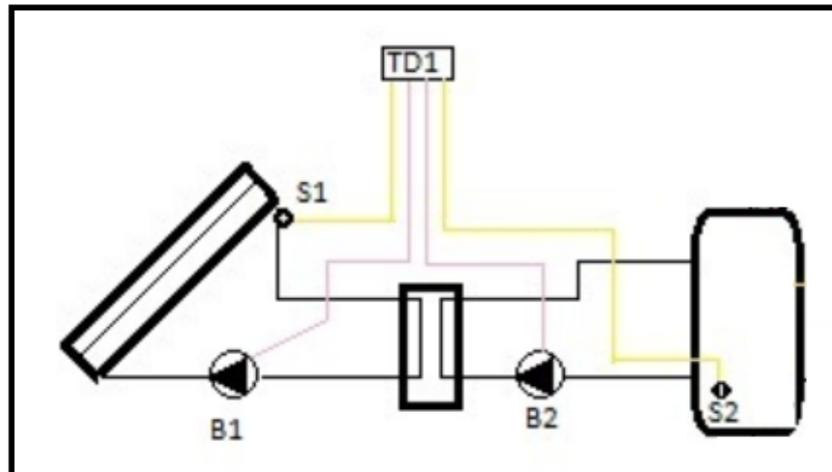


Ilustración 20 Esquema funcionamiento sistema de control.
Fuente <http://www.cambioenergético.com>

Partiendo de la información que le proporciona el sensor S1 y S2, acciona o para B1 y B2. El termostato acciona B1 y B2 cuando la temperatura se S1 es mayor que la de S2 en una cantidad prefijada. De esta forma el sistema siempre funciona cediendo calor de los colectores al acumulador, y no al revés.

En el presente proyecto, el sistema de control está incluido en kit Drain- Back de la marca ACV y consta de una centralita de control modelo RS2 COMBI con control de modulación de bomba, control del sistema de apoyo, 5 sondas y 3 relés de salida.



Ilustración 21 Centralita de control.
Fuente: [http:// www.ACV.com](http://www.ACV.com)

1.11 Sistema de apoyo

Se debe disponer de un equipo de energía auxiliar para complementar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, de manera que se garantice la continuidad del suministro de ACS en periodos de escasa radiación solar o cuando la demanda supere la prevista.

Este sistema se diseña para cubrir toda la demanda de energía como si no se dispusiese de sistema solar, sin embargo solo entrará en funcionamiento cuando sea necesario y de forma que se aproveche al máximo la energía extraída de la instalación solar.

El sistema auxiliar se instalará en el circuito de consumo, más concretamente en cada una de las viviendas, de tal forma que cada usuario se hará cargo del consumo de este servicio.

Dicho sistema está formado por una caldera de condensación de la marca Viessmann modelo Vitodens 100-W cuyas características y datos técnicos de adjuntan en los anexos.



Ilustración 22 Caldera de condensación.
Fuente: [http:// www.viessmann.es](http://www.viessmann.es)

Se ha seleccionado este tipo de caldera porque son mucho más eficientes que una caldera de gas convencional. Gracias a la condensación se aprovecha gran parte del calor que se pierde en forma de vapor de agua en el humo de la combustión,

umentando el rendimiento de la caldera de condensación respecto a una convencional y reduciendo el consumo de gas, resultando más rentable y menos dañina para el medio ambiente.

1.12 Circuito hidráulico

La instalación solar para la producción y distribución de agua caliente sanitaria se divide en tres circuitos principalmente: circuito primario, circuito secundario y circuito de consumo.

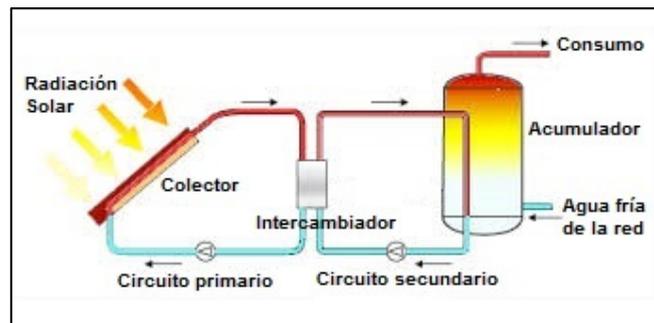


Ilustración 23 Ejemplo circuito hidráulico de una instalación solar.
Fuente: <http://www.ingenieromarino.com>

1.12.1 Circuito primario

El circuito primario es un circuito cerrado que transporta la energía térmica obtenida en los captadores a través de un fluido hasta el intercambiador, donde una vez enfriado, retorna de nuevo a los colectores para volverse a calentar.

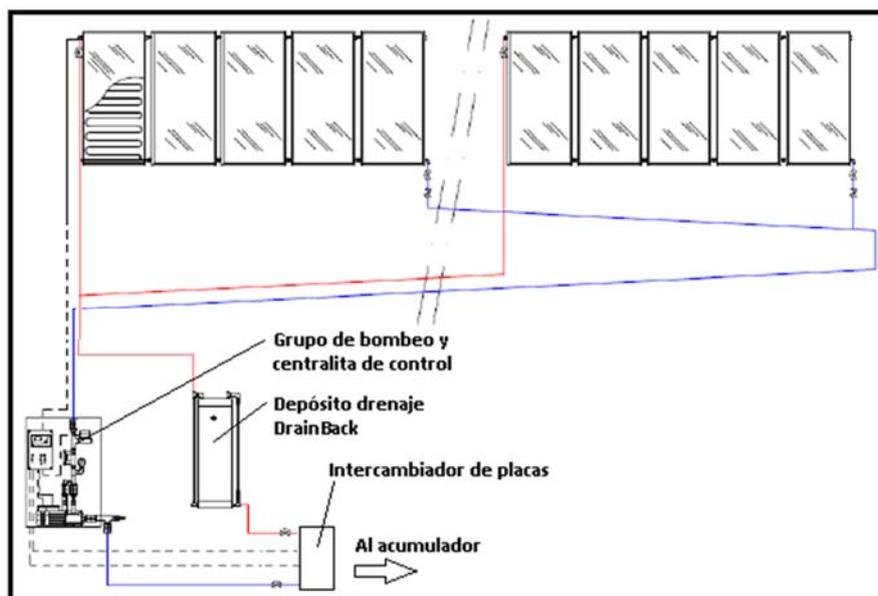


Ilustración 24 Esquema circuito primario.
Fuente propia.

1.12.2 Circuito secundario

Circuito que transporta el agua caliente sanitaria desde el acumulador hasta el intercambiador, donde recibe la energía térmica del circuito primario procedente de los captadores, para retornar de nuevo al acumulador al calentarse.

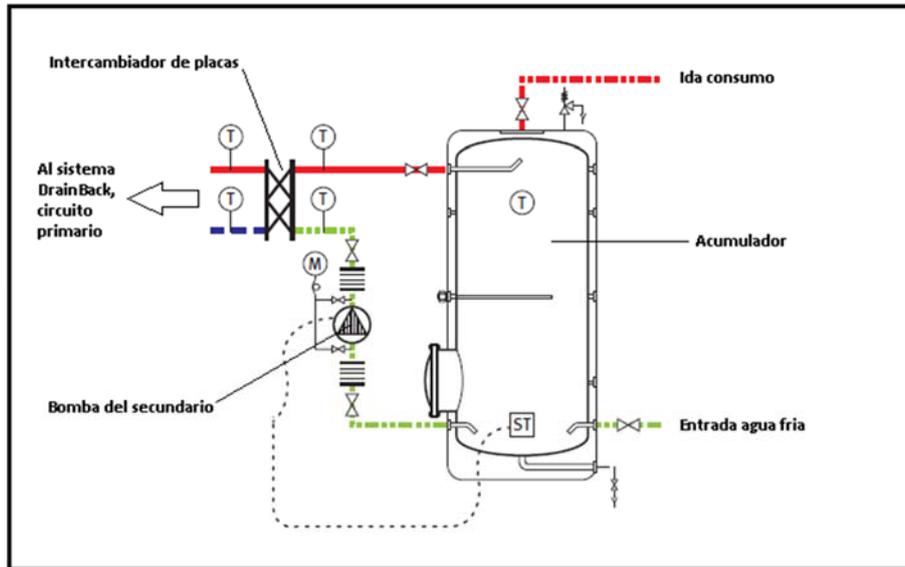


Ilustración 25 Esquema circuito secundario.
Fuente propia.

1.12.3 Circuito de consumo

Es el circuito encargado de la distribución del agua caliente sanitaria a los diferentes puntos de consumo.

La instalación de distribución del agua caliente sanitaria que abarca el presente proyecto termina en el punto de conexión a las viviendas.

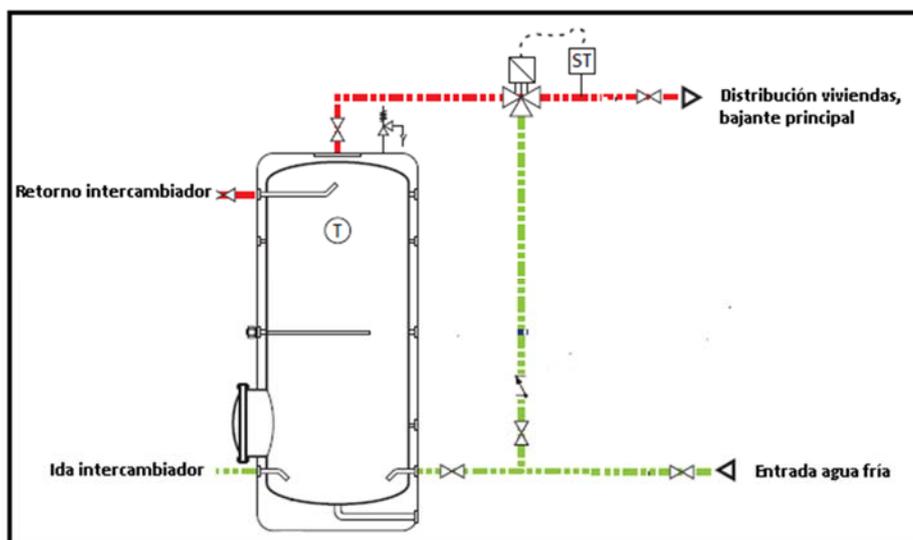


Ilustración 26 Esquema conexión circuito de consumo.
Fuente propia.

1.12.4 Bombas de recirculación

Por ser una instalación de circulación forzada, se necesita una bomba que haga circular el fluido de trabajo en el circuito primario, desde el intercambiador hasta los captadores solares, y otra en el circuito secundario, para circular el agua caliente sanitaria desde el intercambiador hasta el acumulador central de la escalera.

Los materiales de la bomba del circuito primario deben ser compatibles con la mezcla anticongelante utilizada.

En el presente proyecto al utilizar un sistema tipo Drain Back la bomba del circuito primario está incorporada en dicho sistema.

A continuación se muestran por escaleras los diferentes puntos de funcionamiento para las bombas necesarias en cada circuito.

ESCALERAS 1 Y 2					
CIRCUITO PRIMARIO		CIRCUITO SECUNDARIO		CIRCUITO DE CONSUMO	
CAUDAL (l/h)	H (m)	CAUDAL (l/h)	H (m)	CAUDAL (l/h)	H (m)
841	6.18	841	2.33	6120	0.78

Tabla 7 Punto funcionamiento bombas escaleras 1 y 2.
Fuente propia.

ESCALERA 3					
CIRCUITO PRIMARIO		CIRCUITO SECUNDARIO		CIRCUITO DE CONSUMO	
CAUDAL (l/h)	H (m)	CAUDAL (l/h)	H (m)	CAUDAL (l/h)	H (m)
336	6.19	336	2.05	4140	0.57

Tabla 8 Punto funcionamiento bombas escalera 3.
Fuente propia.

1.12.5 Tuberías

Tanto en el circuito primario como en el secundario las tuberías utilizadas son de cobre, dispuestas superficialmente y aisladas con una coquilla flexible de espuma elastomérica.

Las tuberías del circuito de consumo de ACS son de PVC, dispuestas superficialmente y aisladas con una coquilla flexible de espuma elastomérica.

Los diámetros de las tuberías descritas, se han calculado de manera que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 1 m/s.

1.12.6 Aislamiento

Todos los componentes de la instalación (equipos, conducciones y accesorios) deben disponer de un aislamiento térmico con el fin de evitar las pérdidas de calor y las quemaduras.

Los espesores de aislamiento (expresados en mm) de tuberías y accesorios de la instalación, se calcularán en el apartado de cálculos siguiendo las especificaciones del RITE.

Los componentes que vengan aislados de fábrica deberán tener el nivel de aislamiento marcado por la correspondiente normativa o determinado por el fabricante.

1.12.7 Válvulas

La selección de las válvulas se realizará en función de la labor que desempeñen y sus condiciones de funcionamiento límite (presión y temperatura), siguiendo los siguientes criterios:

- Para aislamiento: válvulas de esfera.
- Para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento.
- Para vaciado: válvulas de esfera o de macho.
- Para llenado: válvulas de esfera.
- Para purga de aire: válvulas de esfera o de macho.
- Para seguridad: válvulas de resorte.
- Para retención: válvulas de disco de doble compuerta, o de claveta.

A continuación se muestran el tipo de válvulas utilizadas así como su tamaño y características.

Ubicación	Tipo	DN (mm)
Captadores	Válvula de corte	40
Primario (Bomba)	Válvula antirretorno	40
Primario (Drenaje Drain-Back)	Válvula de dos vías, normalmente abierta	40
Primario (Intercambiador)	Válvula de corte	40
Secundario	Válvula de corte	40
Consumo	Válvula de corte	48
Consumo	Válvula mezcladora tres vías	48
Contadores	Válvula de corte	31
Contadores	Válvula antirretorno	31

Tabla 9: Tipo de válvulas.
Fuente propia

1.13 Sistemas de protección

1.13.1 Protección contra heladas

El fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema debe fijar la temperatura mínima permitida en el sistema.

Cualquier parte del sistema que esté expuesta al exterior deberá ser capaz de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en la instalación.

Cualquier componente que vaya a ser instalado un lugar donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0 °C, deberá estar protegido contra heladas.

La instalación del presente proyecto cuenta con dos sistemas de protección anti-heladas.

En primer lugar el uso de una mezcla anticongelante como fluido de trabajo y, en segundo lugar, mediante el drenaje automático del fluido a través del sistema Drain-Back.

1.13.2 Protección contra sobrecalentamientos

El sistema deberá diseñarse de manera que, con altas radiaciones solares prolongadas sin consumo de ACS, el usuario no tenga que realizar ninguna operación para llevar al sistema a su forma normal de funcionamiento.

En la instalación que nos ocupa, el sistema Drain-Back es el encargado de drenar el fluido de trabajo en el caso que se alcancen temperaturas cercanas a la de estancamiento.

1.13.3 Protección contra quemaduras

En sistemas de ACS, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda sobrepasar los 60°C, debe ser instalado un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro final a 60°C, aunque la instalación solar pueda alcanzar una temperatura superior.

Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

1.13.4 Protecciones de materiales y componentes contra las altas temperaturas.

El sistema debe ser diseñado de manera que no se exceda nunca la máxima temperatura permitida por cada material o componente.

1.13.5 Resistencia a la presión

La instalación deberá cumplir con los requisitos establecidos en la norma UNE-EN 12976-1:2006.

1.13.6 Prevención de flujo inverso

La instalación del sistema debe asegurar que no se producen pérdidas energéticas significativas ocasionadas por flujos inversos no intencionados.

En este caso, al ser un sistema de circulación forzada se utilizará una válvula antirretorno para la prevención de flujos inversos.

1.14 Contabilización de consumos

El RITE establece en la IT 1.2.4.4 que las instalaciones térmicas de ACS que den servicio a más de un usuario, dispondrán de un sistema que permita el reparto de los gastos correspondientes a dicho servicio entre los diferentes usuarios de la instalación.

En el presente proyecto se instalará un contador de agua caliente en cada vivienda, que mide el volumen de agua caliente sanitaria consumida por dicha vivienda.

Todos los contadores de ACS dispondrán de una válvula de corte en su entrada y una válvula antirretorno. Con el fin de evitar manipulaciones indebidas en los contadores de agua será precintado uno de los rácores de conexión hidráulica del contador a la red.

Por otro lado para poder realizar un correcto seguimiento de las lecturas de los contadores de agua, éstos deberán estar provistos de emisores de impulsos.

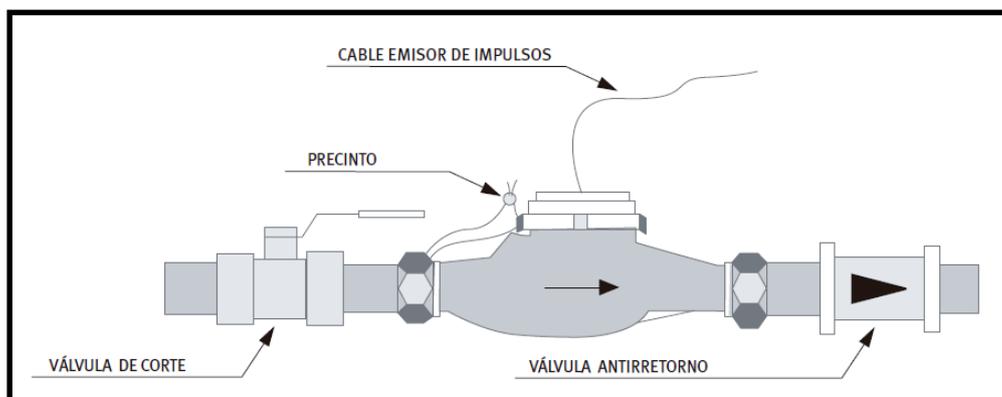


Ilustración 27 Instalación de un contador de agua caliente sanitaria.
Fuente: Guía Técnica de Contabilización de Consumos del IDAE.

Los contadores deberán estar homologados.

En este caso, se ha seleccionado un contador para agua caliente sanitaria de la marca ZENNER modelo ETWD-M-20, preequipados para módulo de telemedida EDC VIA RADIO (wM-Bus), M-Bus (cableado) o pulsos inductivos.



Ilustración 28 Contador agua caliente sanitaria.
Fuente: Tarifa de contadores Zenner 2018.

1.15 Normativa

- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas.
- Reglamento de Recipientes a Presión (RAP).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC.BT).
- Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OSHT).
- Ley de Protección del Ambiente Atmosférico (LPAA). Ley número 88/67 de 8 de noviembre: Sistema Internacional de Unidades de Medida SI.
- 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.
- Orden de 28 de julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los paneles solares.
- Orden ITC/71/2007, de 22-01-2007, por la que se modifica el anexo de la Orden 28-07-1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de paneles solares.
- Orden ITC/2761/2008, de 26 de septiembre, por la que se amplía el plazo establecido en la disposición transitoria segunda de la Orden ITC/71/2007, de 22 de enero, por la que se modifica el anexo de la Orden de 28 de julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de paneles solares.

2. CÁLCULOS

2.1 Ubicación del edificio

A continuación se muestra la temperatura media del agua de la red general, la temperatura media ambiente, la radiación media y la temperatura mínima histórica, así como la altitud y la latitud para Paterna.

Los datos han sido obtenidos del programa informático CHEQ4.

	RAD (MJ/m ²)	T.RED (°C)	T.AMB (°C)
ENERO	9.1	9.7	9.9
FEBRERO	12.2	10.7	10.9
MARZO	16.8	11.7	12.1
ABRIL	21.9	12.7	14.0
MAYO	24.4	14.7	16.9
JUNIO	26.9	16.7	20.6
JULIO	27.6	18.7	23.5
AGOSTO	23.8	19.7	24.0
SEPTIEMBRE	19.0	17.7	21.8
OCTUBRE	13.6	15.7	17.8
NOVIEMBRE	9.6	12.7	13.2
DICIEMBRE	7.7	10.7	10.4
PROMEDIO	17.7	14.3	16.3

Ilustración 31 Datos de temperatura media del agua de la red, temperatura media ambiente y radiación media en Paterna.

Fuente: CHEQ4.

ALTITUD	LATITUD	TEMPERATURA MÍNIMA HISTÓRICA
13 m	39°28'	-7.2 °C

Ilustración 32 Altitud, latitud y temperatura mínima histórica para Paterna.

Fuente: CHEQ4.

2.2 Zona climática

La zona climática en la que se sitúa el edificio es un dato primordial para la realización del proyecto pues influye en diversos cálculos como por ejemplo la fracción de aporte solar.

A continuación se muestra el mapa de zonas climáticas, mediante el cual se determina la zona climática a la que pertenece la ubicación del edificio.

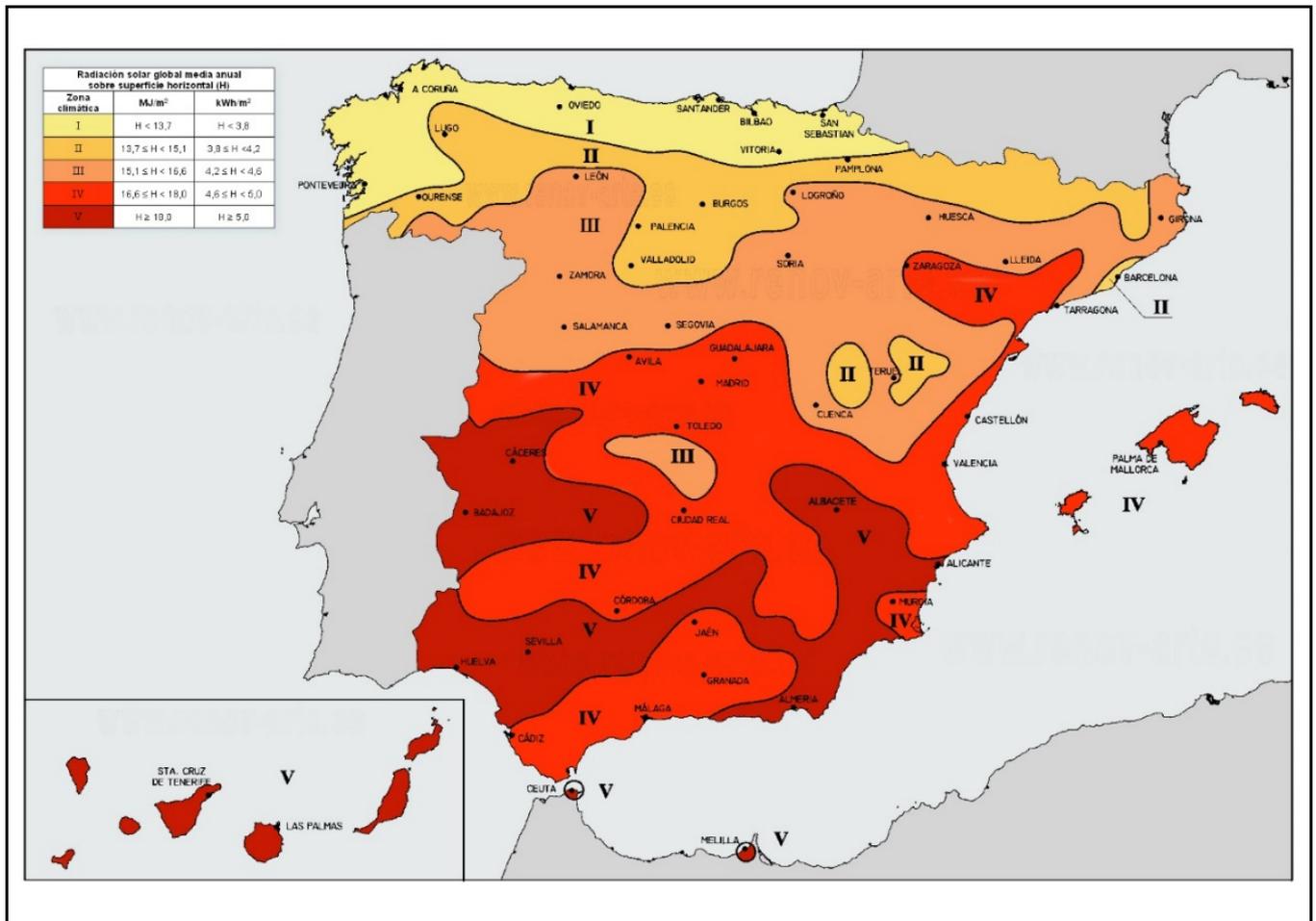


Ilustración 33 Mapa zonas climáticas.
Fuente: Código Técnico de la Edificación.

El edificio objeto de estudio se encuentra en la localidad valenciana de Paterna, localidad encuadrada en la zona climática IV.

2.3 Cálculo de la ocupación del edificio

Al tener una instalación independiente en cada escalera, el cálculo del número de personas que habitan el edificio se realizara también por escaleras.

La estimación del número de personas que habitan en cada escalera se realiza siguiendo las indicaciones del CTE.

Para ello, el cálculo del número de personas por vivienda se realiza utilizando como valores mínimos los que se relacionan en la tabla 4.2 del CTE sección HE4.

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Ilustración 34 Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado.
Fuente: Código Técnico de la Edificación.

A continuación se muestra una tabla por cada escalera con la estimación del número de personas que la habitan siguiendo las instrucciones del CTE.

ESCALERA 1			
Nº VIVIENDAS	Nº DORMITORIOS	Nº PERSONAS SEGÚN DORMITORIO	Nº PERSONAS
5	4	5	25
4	3	4	16
TOTAL PERSONAS ESCALERA 1			41

Tabla 10 Cálculo ocupación escalera 1. Fuente propia.

ESCALERA 2			
Nº VIVIENDAS	Nº DORMITORIOS	Nº PERSONAS SEGÚN DORMITORIOS	Nº PERSONAS
6	4	5	30
3	3	4	12
TOTAL PERSONAS ESCALERA 2			42

Tabla 11 Cálculo ocupación escalera 2. Fuente propia.

ESCALERA 3			
Nº VIVIENDAS	Nº DORMITORIOS	Nº PERSONAS SEGÚN DORMITORIOS	Nº PERSONAS
1	4	5	5
4	2	3	12
TOTAL PERSONAS ESCALERA 3			17

Tabla 12 Cálculo ocupación escalera 3. Fuente propia.

2.4 Cálculo de la demanda de ACS

En el presente proyecto se calculará la demanda de agua caliente sanitaria estimada para cada escalera.

Para valorar las demandas, se tomarán los valores unitarios que aparecen en la tabla 4.1 correspondiente al CTE sección HE4.

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

Ilustración 35 Valores demanda según CTE.
Fuente: Código Técnico de la Edificación.

Atendiendo al CTE, para el presente proyecto, el consumo estimado será de 28 litros por persona/día.

Conociendo estos datos y la ocupación total de cada escalera, calculadas anteriormente, el consumo diario de agua caliente sanitaria de cada escalera será:

$$Q \left(\frac{l}{\text{día}} \right) = L \left(\frac{\text{litros} \cdot \text{persona}}{\text{día}} \right) \cdot P \text{ (personas)}$$

Ecuación 1: Consumo diario de ACS

En la siguiente tabla se muestra el consumo diario de ACS calculado para las tres escaleras que componen el edificio.

ESCALERA	L (litros/día·persona)	P (Personas)	Qacs (l/día)
Escalera 1	28	41	1148
Escalera 2	28	42	1176
Escalera 3	28	17	476

Tabla 13 Consumo de ACS.
Fuente propia.

En los edificios de viviendas multifamiliares se utilizará un factor de centralización correspondiente al número de viviendas que multiplicará la demanda diaria de agua caliente sanitaria calculada.

En la siguiente imagen, extraída del CTE sección HE4, se muestran los valores del factor de centralización.

Nº viviendas	N≤3	4≤N≤10	11≤N≤20	21≤N≤50	51≤N≤75	76≤N≤100	N≥101
Factor de centralización	1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

Ilustración 36 Factores de centralización.
Fuente: Código Técnico de la Edificación.

Por lo tanto, teniendo en cuenta el factor de centralización, el consumo diario de ACS para cada escalera se muestra en la siguiente tabla.

ESCALERA	Qacs (l/día)	Factor centralización	Qacs final (l/día)
Escalera 1	1148	0.95	1091
Escalera 2	1176	0.95	1117
Escalera 3	476	0.95	452

Tabla 14 Consumo de ACS aplicando factor de centralización.
Fuente propia.

2.5 Cálculo de la contribución solar mínima

Con la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación (CTE) en 2006 todos los edificios de nueva construcción, o rehabilitados, deben disponer de una instalación de Energía Solar Térmica que aporte una fracción del consumo anual de energía para este servicio.

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

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

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

Ilustración 37 Contribución solar mínima anual según la demanda del edificio.
Fuente: Código Técnico de la Edificación.

A continuación, en la siguiente tabla se muestra la contribución solar mínima exigida por el CTE para cada escalera.

ESCALERA	Qacs (l/día)	Zona climática	Contribución solar mínima
Escalera 1	1091	IV	50%
Escalera 2	1117	IV	50%
Escalera 3	452	IV	50%

Tabla 15 Contribución solar mínima por escaleras.
Fuente propia.

2.6 Dimensionado del sistema de captación

El dimensionado del sistema de captación se realizará en base a los resultados obtenidos con el programa CHEQ4.

El programa CHEQ4 es una herramienta reconocida por el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) y el ASIT (Asociación Solar de la Industria Térmica) y permite validar el cumplimiento de la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria en instalaciones solares térmicas, determinado conforme a la sección HE4 del Código Técnico de la Edificación.

2.6.1 Selección de los captadores

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

Así según las características del captador solar escogido y la radiación incidente según la zona climática hacen que haya que instalar un número u otro de captadores para alcanzar la fracción solar mínima exigida por el CTE.

En el presente proyecto, se ha escogido un captador solar de la empresa CHROMAGEN ESPAÑA S.L.U modelo PA-D, por estar incluido en la base de datos del programa CHEQ4 y por lo tanto cuenta con la certificación NPS-17217 que garantiza que el modelo cumple todas las especificaciones actualmente establecidas por la Orden IET/2366/2014, sobre exigencias técnicas de los paneles solares.



PA - D

Dimensiones y Pesos

Largo Total	1.900 mm	Peso en vacío	31 Kg
Ancho Total	1.090 mm	Capacidad del fluido	1,2 l
Fondo	90 mm	Fluido caloportador	agua ó agua glicolada
Área Total	2,10 m ²	Tª de estancamiento	220 °C
Área de Apertura	1,87 m ²	Flexión máxima del captador	1.000 Pa
Área del Absorbedor	1,77 m ²		

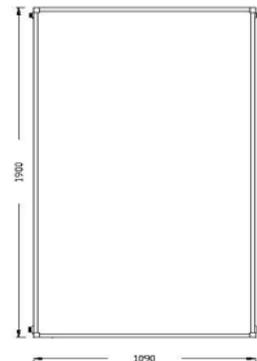


Presiones de prueba y caudal recomendado

Presión de timbre	14 bar
Presión máxima de trabajo	10 bar
Caudal recomendado	45 l/h-m2
Caida de presión (mm.c.a.)	1,93-qi ² +5,52-qi (l/min)

Calidades de fabricación

- Absorbedor:** Aleta de aluminio soldada por láser a parrilla de conductos de cobre. Recubrimiento selectivo de titanio de alta eficiencia. Absortividad 0,95 y Emisividad 0,05
- Aislamiento:** Capa de poliuretano rígido inyectado más capa adicional de lana mineral, ambas de 25mm de espesor.
- Vidrio Solar:** Panel único de vidrio solar de 3,2mm de espesor rodeado por una junta de goma de EPDM.
- Parrilla de tubos:** Cobre de 8mm de diametro conectada a tuberías colectoras de 22mm
- Dorso:** Polipropileno negro moldeado.
- Lámina de aluminio:** Adherida al aislamiento actúa como barrera contra pérdidas de calor por el dorso del captador.
- Carcasa:** Aluminio anodizado AL6063-T5.
- Conexiones roscadas:** Conexiones hembra roscadas de 3/4" de bronce



Curva de rendimiento térmico y certificaciones

$\eta_0 = 79,7\%$
 $k1 = 3,689 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
 $k2 = 0,012 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}^2$

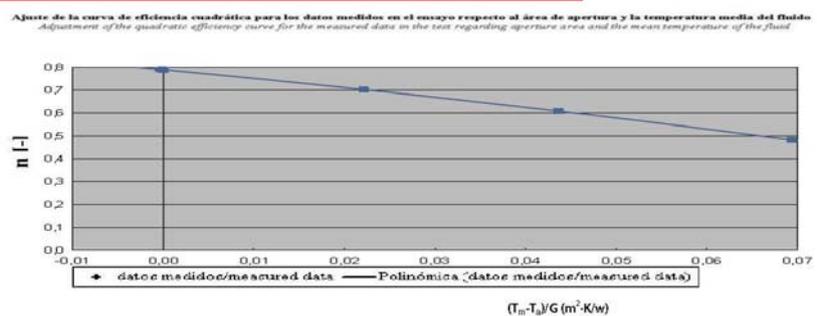


Ilustración 38 Propiedades captador PA-D.

Fuente:
<http://www.Chromagen.es>

2.6.2 Cálculo del número de captadores necesarios

Para calcular el número de captadores necesarios y por tanto la superficie de captación necesaria para cumplir con la contribución solar mínima exigida por el CTE, se

utiliza el programa CHEQ4. Suponiendo el número de captadores hasta que la fracción solar anual obtenida sea mayor o igual a la fracción solar mínima.

A continuación se mostrará el procedimiento de cálculo para la escalera número 1, para las escaleras 2 y 3 se procederá de igual manera.

2.6.2.1 Introducción de datos CHEQ4

En primer lugar, se abre un nuevo proyecto y se deben introducir todos los parámetros que definen el sistema. Estos parámetros se encuentran distribuidos en las pestañas de localización, configuración, demanda, solar/apoyo y otros parámetros, que aparecen a la derecha de la ventana principal.

En la siguiente imagen se muestra la ventana inicial del programa.

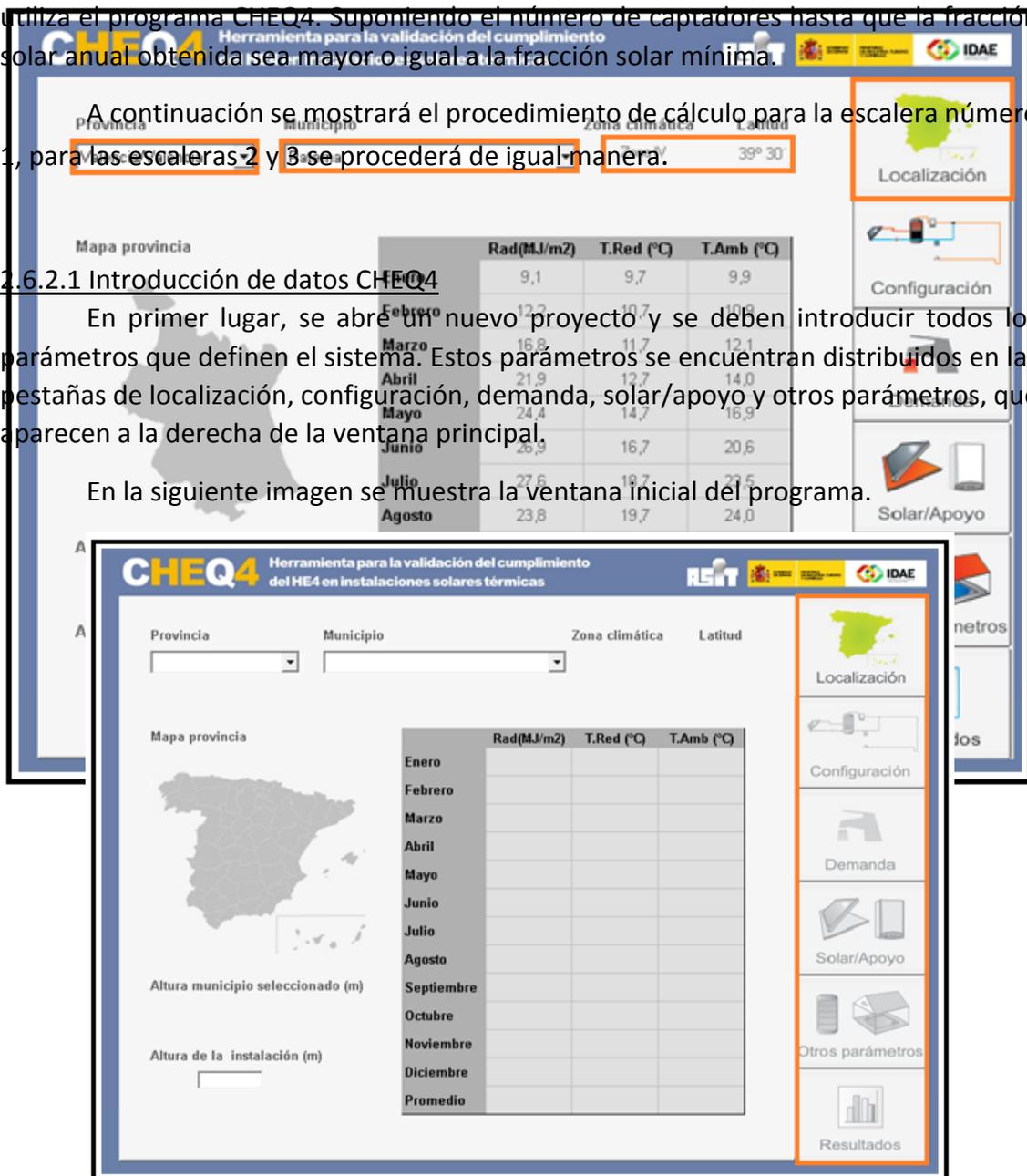


Ilustración 39 Ventana inicial CHEQ4.

Fuente propia.

En la pestaña “localización” se definen todos los parámetros ambientales y climatológicos, los cuales condicionarán la demanda, las ganancias y las pérdidas de la instalación.

Aquí únicamente debemos seleccionar el municipio donde se encuentra la instalación, y automáticamente, el programa muestra la zona climática a la que pertenece la localidad, su latitud y su altura de referencia.

En este caso la población donde se encuentra la instalación es la localidad de Paterna en Valencia.

*Il·lustració 40 Dades climatològiques aportades per CHEQ4 per a la ciutat de Paterna.
Font pròpia.*

El programa també mostra una taula amb els següents dades: irradiació global mitjana mensual sobre la horitzontal (según Atlas de Radiación Solar en España de la AEMET), temperatura diària mitjana mensual de l'aigua de red (según UNE 94002) i temperatura ambient diària mitjana mensual (según UNE 94003).

Aquests dades proporcionats automàticament pel programa seran aprofitats més endavant en els càlculs que es realitzaran per aproximar el nombre inicial de captadors.

A continuació, en la pestanya "Configuració" es selecciona el tipus d'instal·lació utilitzada, en aquest cas es tracta d'una instal·lació per consum múltiple amb acumulació centralitzada i suport distribuït. D'aquesta manera el programa selecciona les corbes de MetaSol corresponents a dicha instal·lació i quins són els paràmetres que la defineixen.

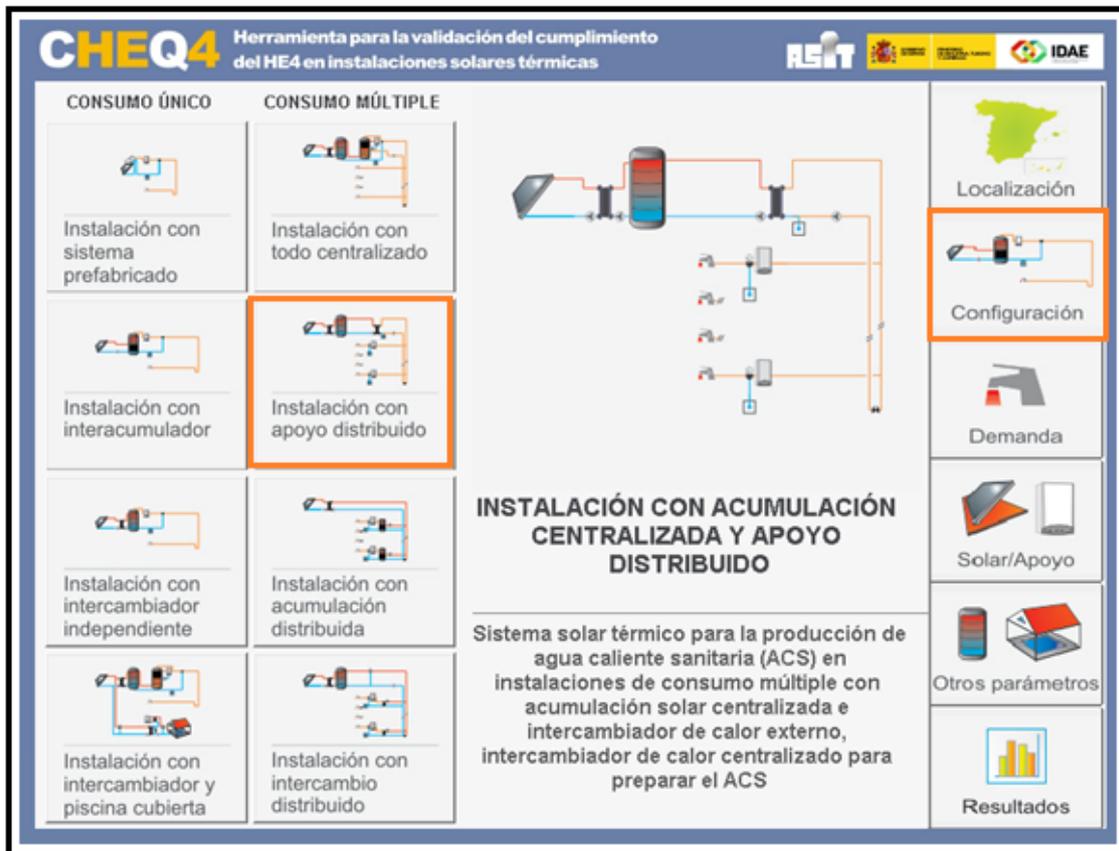
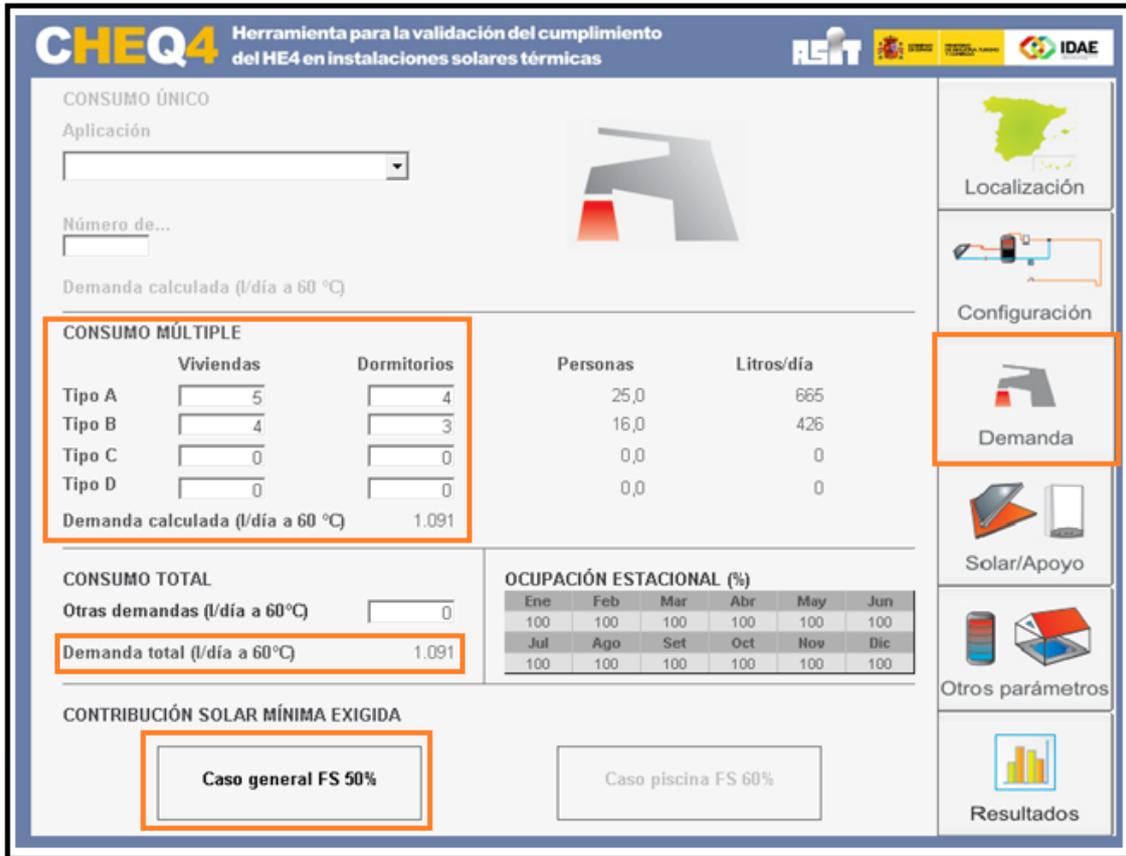


Ilustración 41 Pestaña "Configuración" CHEQ4.
Fuente propia.

En la pestaña "Demanda", se especifica la demanda total de agua caliente sanitaria. Para ello se introducen el número de viviendas y dormitorios, el programa considera un consumo en viviendas multifamiliares de 28 (l/día a 60°C) por persona (según HE4-4.1.1.1). El número de personas por dormitorio y el factor de centralización también están especificados según la norma (HE4-4.1.4 y HE4-4.1.5).



CHEQ4 Herramienta para la validación del cumplimiento del HE4 en instalaciones solares térmicas

CONSUMO ÚNICO
Aplicación:
Número de...:
Demanda calculada (l/día a 60 °C):

CONSUMO MÚLTIPLE

	Viviendas	Dormitorios	Personas	Litros/día
Tipo A	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="4"/>	25,0	665
Tipo B	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="3"/>	16,0	426
Tipo C	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	0,0	0
Tipo D	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	0,0	0
Demanda calculada (l/día a 60 °C)		1.091		

CONSUMO TOTAL
Otras demandas (l/día a 60°C):
Demanda total (l/día a 60°C): 1.091

OCUPACIÓN ESTACIONAL (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
100	100	100	100	100	100	100
Jul	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100

CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA EXIGIDA

Caso general FS 50% Caso piscina FS 60%

Ilustración 42 Pestaña "Demanda" CHEQ4.
Fuente propia.

En este punto, el programa ya ha determinado la demanda de ACS así como cuál ha de ser el requerimiento de contribución solar mínima exigida por el HE4.

Se puede observar que los resultados obtenidos por el CHEQ4 coinciden con los calculados anteriormente siguiendo los procedimientos establecidos en el CTE, de manera que se garantiza que los resultados obtenidos mediante este programa, son coherentes con la instalación propuesta y con los datos de demanda y aporte solar mínimo establecidos en el Código Técnico de la Edificación.

Demanda CTE (l/día)	Demanda CHEQ4 (l/día)	Fracción solar CTE (%)	Fracción solar CHEQ4 (%)
1091	1091	50	50

Tabla 16 Comparativa resultados obtenidos.
Fuente propia.

En la pestaña "Solar/apoyo", se deben introducir los datos referentes al campo de captadores, circuito primario y circuito secundario separados en tres apartados.

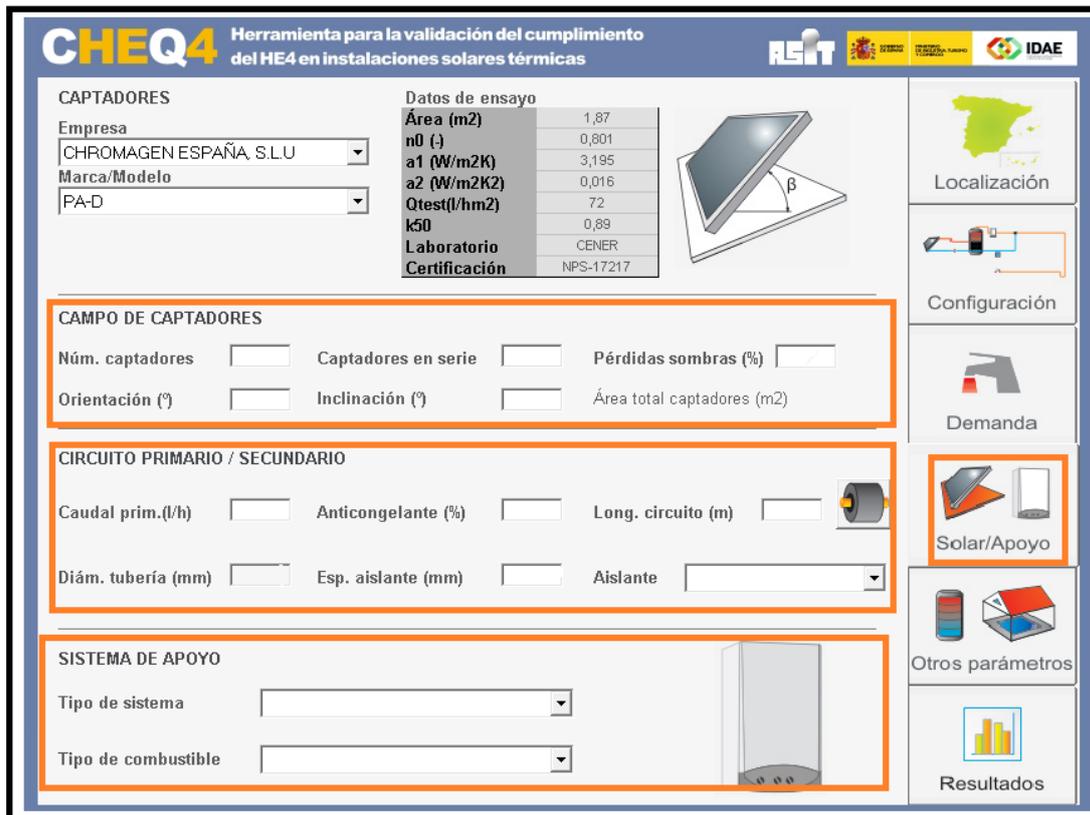


Ilustración 43 Pestaña "Solar/Apoyo" CHEQ4.
Fuente propia.

En primer lugar seleccionamos el tipo de captador. En el presente proyecto, se ha escogido un captador solar de la empresa CHROMAGEN ESPAÑA S.L.U modelo PA-D, el cual está incluido en la base de datos del programa CHEQ4 y posee la certificación NPS-17217

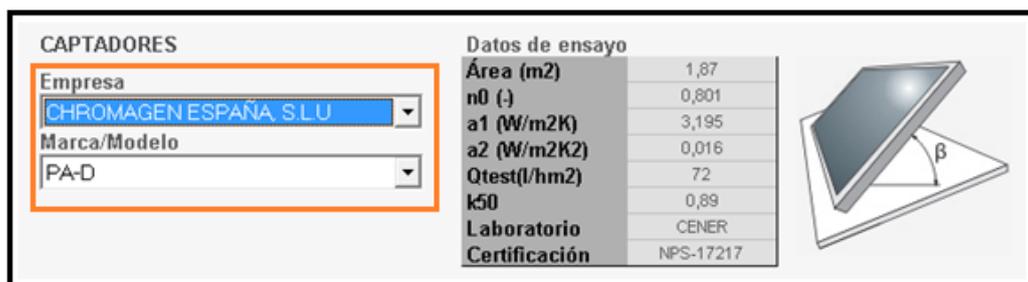


Ilustración 44 Selección captadores en CHQ4.
Fuente propia.

A continuación, se introduce la orientación, la inclinación y las pérdidas por sombras del campo de captadores. El número de captadores, el número de captadores en serie si los hubiera y el tipo de energía de apoyo. Así como el caudal, diámetro de tubería y diámetro del aislante en el circuito primario y secundario.

Para especificar el número de captadores, se supondrá un número inicial de captadores y en base a los resultados obtenidos, si se alcanza o no la contribución solar mínima, se determinará el número de captadores necesarios para la instalación.

2.6.2.2 Número inicial de captadores

El número de captadores iniciales se determina mediante una aproximación de la superficie de captación, la cual se obtiene de la comparativa de la energía demandada anual y la energía anual aportada por el Sol por unidad de superficie tal y como se detalla en la siguiente ecuación:

$$\text{Sup. Captación} = \frac{\text{Demanda energética anual [kWh]}}{\text{Aporte anual de energía solar [} \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \text{]}}$$

Ecuación 2: Superficie de captación.

- **Cálculo de la demanda energética anual.**

La demanda energética de ACS viene dada por la siguiente ecuación:

$$\text{Demanda energética} = D \cdot C_p \cdot \rho \cdot (T_u - T_r)$$

Ecuación 3: Demanda energética

Donde:

D: Consumo de ACS en cada mes (litros)

C_p: Calor específico del agua (0.00116 kW/Kg°C)

P: Densidad del agua (1 Kg/litro)

T_u: Temperatura de uso (°C)

T_r: Temperatura red (°C)

Para la temperatura de entrada del agua de suministro se tomarán los valores obtenidos en el programa CHEQ4 para la localidad valenciana de Paterna, lugar donde se encuentra la instalación.

	Rad(MJ/m ²)	T.Red (°C)	T.Amb (°C)
Enero	9,1	9,7	9,9
Febrero	12,2	10,7	10,9
Marzo	16,8	11,7	12,1
Abril	21,9	12,7	14,0
Mayo	24,4	14,7	16,9
Junio	26,9	16,7	20,6
Julio	27,6	18,7	23,5
Agosto	23,8	19,7	24,0
Septiembre	19,0	17,7	21,8
Octubre	13,6	15,7	17,8
Noviembre	9,6	12,7	13,2
Diciembre	7,7	10,7	10,4
Promedio	17,7	14,3	16,3

Ilustración 45 Datos climatológicos aportados por CHEQ4 para la ciudad de Paterna. Fuente propia.

Con estos valores y la aplicación de la ecuación 3, se desarrolla la siguiente tabla que muestra la demanda energética mensual y total de ACS.

Escalera 1

Mes	Consumo ACS (l/día)	Días	D (l/mes)	Tr	(Tu-Tr)	Demanda energética (kWh)
Enero	1091	31	33821	9,7	50,3	1973
Febrero	1091	28	30548	10,7	49,3	1747
Marzo	1091	31	33821	11,7	48,3	1895
Abril	1091	30	32730	12,7	47,3	1796
Mayo	1091	31	33821	14,7	45,3	1777
Junio	1091	30	32730	16,7	43,3	1644
Julio	1091	31	33821	18,7	41,3	1620
Agosto	1091	31	33821	19,7	40,3	1581
Septiembre	1091	30	32730	17,7	42,3	1606
Octubre	1091	31	33821	15,7	44,3	1738
Noviembre	1091	30	32730	12,7	47,3	1796
Diciembre	1091	31	33821	10,7	49,3	1934
TOTAL KWH AL AÑO						21108

Tabla 17 Demanda energética mensual y total de ACS escalera 1. Fuente propia.

La suma de todas las necesidades energéticas para cada uno de los meses del año será la demanda energética de acs anual, en este caso 21108 kWh.

Teniendo en cuenta la contribución solar mínima que establece el CTE, calculada anteriormente en un 50% para la presente instalación, la demanda energética anual será:

$$0.50 \cdot 21108 = 10554 \text{ kWh}$$

En las escaleras 2 y 3 se procede de la misma manera obteniendo los siguientes resultados:

Escalera 2

Mes	Consumo ACS (l/día)	Días	D (l/mes)	Tr	(Tu-Tr)	Demanda energética (kwh)
Enero	1117	31	34627	9,7	50,3	2020
Febrero	1117	28	31276	10,7	49,3	1789
Marzo	1117	31	34627	11,7	48,3	1940
Abril	1117	30	33510	12,7	47,3	1839
Mayo	1117	31	34627	14,7	45,3	1820
Junio	1117	30	33510	16,7	43,3	1683
Julio	1117	31	34627	18,7	41,3	1659
Agosto	1117	31	34627	19,7	40,3	1619
Septiembre	1117	30	33510	17,7	42,3	1644
Octubre	1117	31	34627	15,7	44,3	1779
Noviembre	1117	30	33510	12,7	47,3	1839
Diciembre	1117	31	34627	10,7	49,3	1980
TOTAL KWH AL AÑO						21611

Tabla 18 Demanda energética mensual y total de ACS escalera 2.
Fuente propia.

Demanda energética de ACS anual = 10805 kWh

Escalera 3

Mes	Consumo ACS (l/día)	Días	D (l/mes)	Tr	(Tu-Tr)	Demanda energética (kwh)
Enero	452	31	14012	9,7	50,3	818
Febrero	452	28	12656	10,7	49,3	724
Marzo	452	31	14012	11,7	48,3	785
Abril	452	30	13560	12,7	47,3	744
Mayo	452	31	14012	14,7	45,3	736
Junio	452	30	13560	16,7	43,3	681
Julio	452	31	14012	18,7	41,3	671
Agosto	452	31	14012	19,7	40,3	655
Septiembre	452	30	13560	17,7	42,3	665
Octubre	452	31	14012	15,7	44,3	720
Noviembre	452	30	13560	12,7	47,3	744
Diciembre	452	31	14012	10,7	49,3	801
TOTAL KWH AL AÑO						8745

Tabla 19 Demanda energética mensual y total de ACS escalera 3.
Fuente propia.

Demanda energética de ACS anual = 4372 kWh

- **Cálculo de la energía anual aportada por el Sol**

La energía que aporta el Sol anualmente a los captadores por unidad de superficie se determina a partir de la radiación solar media (H) aplicando una serie de coeficientes de corrección.

La radiación solar media (H), es la cantidad de energía por unidad de superficie horizontal, depende de la latitud del lugar y viene evaluado por provincias.



Ilustración 46 Atlas de Radiación Solar en España de la AEMET.
Fuente AEMET.

En nuestro caso se utilizarán los datos de irradiación global media mensual sobre la horizontal (según Atlas de Radiación Solar en España de la AEMET) facilitados por el programa CHEQ4 para la localidad de Paterna, lugar donde se ubica la instalación del presente proyecto.

	Rad(MJ/m2)	T.Red (°C)	T.Amb (°C)
Enero	9,1	9,7	9,9
Febrero	12,2	10,7	10,9
Marzo	16,8	11,7	12,1
Abril	21,9	12,7	14,0
Mayo	24,4	14,7	16,9
Junio	26,9	16,7	20,6
Julio	27,6	18,7	23,5
Agosto	23,8	19,7	24,0
Septiembre	19,0	17,7	21,8
Octubre	13,6	15,7	17,8
Noviembre	9,6	12,7	13,2
Diciembre	7,7	10,7	10,4
Promedio	17,7	14,3	16,3

Ilustración 47 Datos climatológicos aportados por CHEQ4 para la ciudad de Paterna.
Fuente propia.

A estos valores hay que aplicar una serie de factores correctores puesto que hay factores externos que afectan al valor total y es necesario hacer una corrección.

En primer lugar, la utilización de un factor corrector (K) en función de la calidad del aire. La calidad del aire se evalúa mediante datos aportados por el Instituto Nacional de Meteorología.

H corregida	
Aire limpio	Aire con polución
$1.05 \cdot H$	$0.95 \cdot H$

Tabla 20 Factor corrección según la calidad del aire.
Fuente: Instituto Nacional de Meteorología.

En nuestro caso, Paterna, se encuentra junto a la ciudad de Valencia y el polígono industrial Fuente del Jarro, por lo que se considera que el aire contiene bastante polución.

Aplicando el factor corrector a la radiación solar media se obtiene la radiación solar media corregida (H corregida), la cual se muestra en la siguiente tabla:

	H (MJ/m ²)	Hcorregida (MJ/m ²)
Enero	9,1	8,5
Febrero	12,2	11,5
Marzo	16,8	15,8
Abril	21,9	20,5
Mayo	24,4	22,9
Junio	26,9	25,3
Julio	27,6	26,0
Agosto	23,8	22,4
Septiembre	19,0	17,9
Octubre	13,6	12,8
Noviembre	9,6	9,0
Diciembre	7,7	7,2

Tabla 21 Cálculo de la radiación solar media corregida.
Fuente propia.

En segundo lugar, es necesario aplicar una reducción del 6% utilizando un factor de corrección de 0.94, este término es debido a que a primera hora de la mañana y a primera hora de la tarde la radiación es menor que al mediodía solar y a veces se compensaría la intensidad por las pérdidas generadas.

También se debe utilizar otro factor de corrección k que depende de la latitud donde se ubica el captador y su inclinación. En el presente proyecto, para la obtención del factor corrector k se utilizan las tablas proporcionadas por Censolar.

LATITUD =41°

Incli.
45

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
1,42	1,3	1,16	1,03	0,93	0,89
JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0,93	1,04	1,21	1,41	1,55	1,52

Ilustración 48 Factor corrector k.
Fuente <http://www.censolar.org>

Aplicando estos dos factores correctores a la radiación solar media corregida se obtiene la radiación solar efectiva o energía útil (Eu), esta energía es la que verdaderamente alcanza al captador sin tener en cuenta su rendimiento.

$$Eu = 0.94 \cdot k \cdot H_{\text{corregida}}$$

Ecuación 4: Energía útil

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:

	H (MJ/m2)	Hcorregida (MJ/m2)	k	Eu (MJ/m2)
Enero	9,1	8,5	1,42	11,4
Febrero	12,2	11,5	1,3	14,1
Marzo	16,8	15,8	1,16	17,3
Abril	21,9	20,5	1,03	19,9
Mayo	24,4	22,9	0,93	20,1
Junio	26,9	25,3	0,89	21,2
Julio	27,6	26,0	0,93	22,7
Agosto	23,8	22,4	1,04	21,9
Septiembre	19,0	17,9	1,21	20,3
Octubre	13,6	12,8	1,41	17,0
Noviembre	9,6	9,0	1,55	13,2
Diciembre	7,7	7,2	1,52	10,3

Tabla 22 Cálculo de la energía útil.
Fuente propia.

Para conocer el aporte real de energía solar (Ep), se debe tener en cuenta el rendimiento del captador y las pérdidas generadas en todos los elementos de la instalación, debidas fundamentalmente al aislamiento, que se estima en un 10%.

$$Ep = 0.9 \cdot \mu \cdot Eu$$

Ecuación 5: Energía real aportada

El rendimiento de un captador es la relación entre la energía útil aportada por el fluido caloportador y la energía solar incidente sobre del mismo, depende de la temperatura ambiente y de la temperatura del fluido caloportador.

El parámetro que define al captador es la ecuación de rendimiento que facilita el fabricante y que se muestra a continuación:

$$\mu = 0.797 - 3.689 \cdot \frac{(Tm - Ta)}{I} - 0.012 \cdot \frac{(Tm - Ta)^2}{I}$$

Ecuación 6: Rendimiento del captador

Donde:

Tm: Temperatura media del fluido caloportador (°C)

Ta: Temperatura ambiente (°C)

I: Intensidad Radiante (W/m²)

Para la temperatura ambiente se utilizarán los datos facilitados por el programa CHEQ4 para la localidad de Paterna, lugar donde se ubica la instalación del presente proyecto.

	Rad(MJ/m ²)	T.Red (°C)	T.Amb (°C)
Enero	9,1	9,7	9,9
Febrero	12,2	10,7	10,9
Marzo	16,8	11,7	12,1
Abril	21,9	12,7	14,0
Mayo	24,4	14,7	16,9
Junio	26,9	16,7	20,6
Julio	27,6	18,7	23,5
Agosto	23,8	19,7	24,0
Septiembre	19,0	17,7	21,8
Octubre	13,6	15,7	17,8
Noviembre	9,6	12,7	13,2
Diciembre	7,7	10,7	10,4
Promedio	17,7	14,3	16,3

Ilustración 49 Datos climatológicos aportados por CHEQ4 para la ciudad de Paterna.
Fuente propia.

La intensidad radiante (I) es la cantidad de energía útil captada por unidad de tiempo y por unidad de superficie, se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$I = \frac{Eu}{Horas}$$

Ecuación 7: Intensidad radiante

Las horas útiles del sol en España según el IDAE se muestran en la siguiente tabla:

Mes	Horas de sol
Enero	8
Febrero	9
Marzo	9
Abril	9,5
Mayo	9,5
Junio	9,5
Julio	9,5
Agosto	9,5
Septiembre	9
Octubre	9
Noviembre	8
Diciembre	7,5

Tabla 23 Horas útiles de sol según el IDAE.
Fuente propia.

A continuación se muestran los resultados obtenidos después de aplicar a la energía útil (Eu) el factor corrector por pérdidas en la instalación y el rendimiento de los colectores obteniendo el aporte real de energía (Ep)

	H (MJ/m ²)	Hcorregida (MJ/m ²)	k	Eu (MJ/m ²)	Horas sol	I (W/m ²)	T.amb (°C)	μ	Ep (MJ/m ²)	Ep (kWh/m ²)
Enero	9,1	8,5	1,42	11,4	8	395,23428	9,9	28	3,15	11,33
Febrero	12,2	11,5	1,3	14,1	9	433,945778	10,9	33%	4,69	16,90
Marzo	16,8	15,8	1,16	17,3	9	532,98752	12,1	43%	7,43	26,76
Abril	21,9	20,5	1,03	19,9	9,5	581,511112	14	48%	9,47	34,09
Mayo	24,4	22,9	0,93	20,1	9,5	586,468573	16,9	50%	10,06	36,21
Junio	26,9	25,3	0,89	21,2	9,5	619,189676	20,6	54%	11,52	41,47
Julio	27,6	26,0	0,93	22,7	9,5	664,318383	23,5	58%	13,19	47,47
Agosto	23,8	22,4	1,04	21,9	9,5	640,358872	24	58%	12,61	45,39
Septiembre	19,0	17,9	1,21	20,3	9	627,238187	21,8	56%	11,29	40,65
Octubre	13,6	12,8	1,41	17,0	9	523,26792	17,8	47%	8,03	28,90
Noviembre	9,6	9,0	1,55	13,2	8	457,097325	13,2	38%	5,01	18,04
Diciembre	7,7	7,2	1,52	10,3	7,5	381,432448	10,4	26%	2,72	9,78
APORTE ENERGÍA SOLAR AÑO									99,16	356,98

Tabla 24 Cálculo del aporte real de energía.
Fuente propia.

El aporte anual de energía solar por unidad de superficie se obtiene sumando la energía disponible de cada uno de los meses del año, en este caso 356.95 kWh/m².

Para las escaleras 2 y 3 se procede de la misma manera.

Una vez analizado el aporte anual de energía solar y la demanda anual de energía solar, se calcula la superficie de captación aplicando la ecuación 2, vista anteriormente.

Finalmente, conociendo la superficie total de captación y el área de captación de los captadores escogidos, se determina el número de captadores tal y como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Número de captadores} = \frac{\text{Área total de captación (m}^2\text{)}}{\text{Área de captación captador solar (m}^2\text{)}}$$

Ecuación 8: Número de captadores

El área de captación de los captadores es un dato proporcionado por el fabricante de los mismos, en este caso, el panel utilizado es el modelo PA-D de la casa Chromagen con una superficie de captación útil de 1.77 m².

En la siguiente tabla se muestran los resultados de cada una de las escaleras:

Escalera	Demanda energética anual (kWh)	Aporte anual energía solar (kWh)	Sup. Captación (m ²)	Núm. Captadores
1	10553,82	356,98	29,56	16
2	10805,33	356,98	30,27	17
3	4372,44	356,98	12,25	7

*Tabla 25 Cálculo superficie de captación y número de captadores.
Fuente propia.*

2.6.3 Cálculo y resultados

Una vez determinado el número inicial de captadores, se introduce dicho dato en el CHEQ4 junto con el resto de parámetros de la pestaña “Solar/Apoyo”.

CHEQ4 Herramienta para la validación del cumplimiento del HE4 en instalaciones solares térmicas

CAPTADORES

Empresa: CHROMAGEN ESPAÑA, S.LU
Marca/Modelo: PA-D

Datos de ensayo	
Área (m ²)	1,87
n0 (-)	0,801
a1 (W/m ² K)	3,195
a2 (W/m ² K ²)	0,016
Qtest(l/hm ²)	72
k50	0,89
Laboratorio	CENER
Certificación	NPS-17217

CAMPO DE CAPTADORES

Núm. captadores: 16 Captadores en serie: 1 Pérdidas sombras (%): 5
Orientación (°): 0 Inclinación (°): 45 Área total captadores (m²): 28,05

CIRCUITO PRIMARIO / SECUNDARIO

Caudal prim.(l/h): 2.020 Anticongelante (%): 30 Long. circuito (m): 40
Diám. tubería (mm): 23 Esp. aislante (mm): 35 Aislante: espuma elastomérica

SISTEMA DE APOYO

Tipo de sistema: Caldera de condensación
Tipo de combustible: Gas natural

Localización
Configuración
Demanda
Solar/Apoyo
Otros parámetros
Resultados

Ilustración 50 Pestaña "Solar/Apoyo" CHEQ4.
Fuente propia.

Al introducir todos los datos, se desbloquea la siguiente pestaña, “otros parámetros”, donde se introduce el volumen de acumulación de la instalación solar y los datos del circuito de distribución o consumo especificando la longitud total de las tuberías, el diámetro interior de la tubería (mm), el tipo de aislante y su espesor (mm).

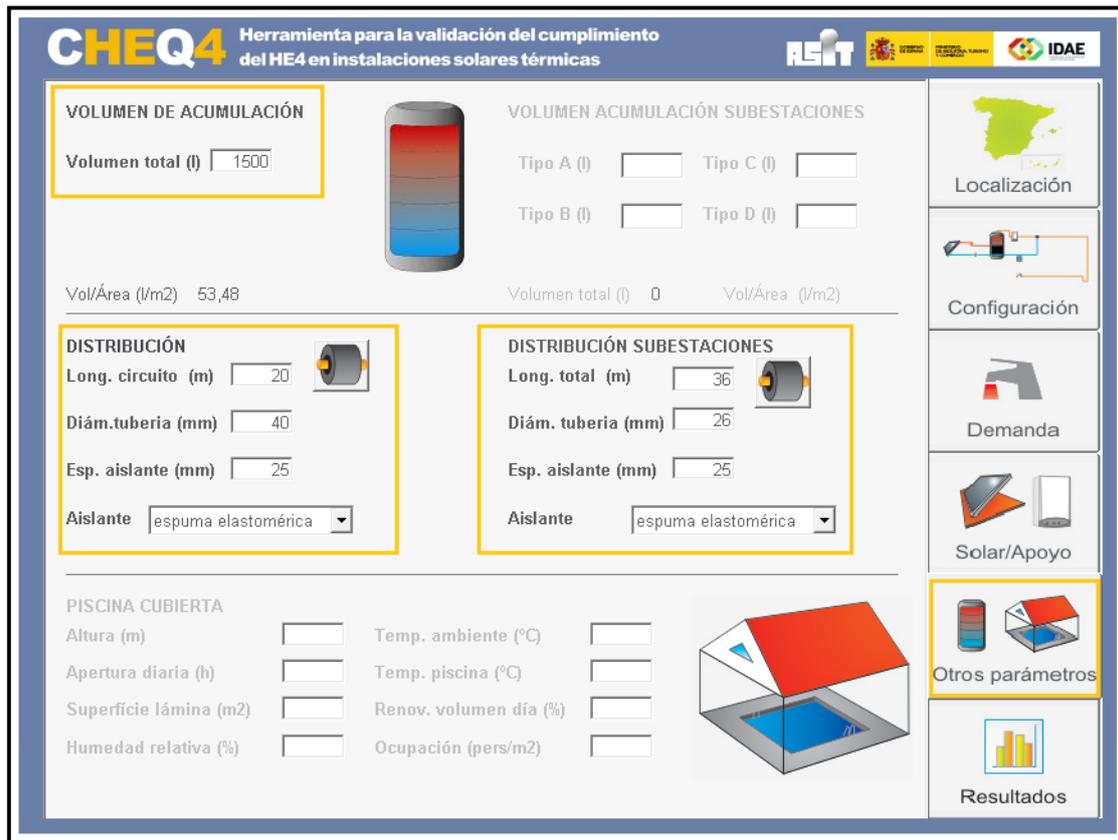


Ilustración 51 Pestaña "Otros parámetros" CHEQ4.
Fuente propia.

Una vez introducidos todos los datos que requiere la pestaña, "otros parámetros", podemos acceder a la última pestaña del CHEQ4, la cual corresponde al cálculo y visualización de los resultados. Al acceder a esta pestaña, el programa calcula las ganancias y pérdidas de la instalación especificada siguiendo la metodología de Metasol.

En esta última pestaña, podemos conocer si el sistema especificado cumple o no cumple los requerimientos de contribución solar mínima exigida por el HE4.

En el caso de no alcanzar o superar en exceso la contribución solar mínima, se aumentara o disminuirá el número de captadores hasta que la fracción solar resultante se ajuste a la exigida.

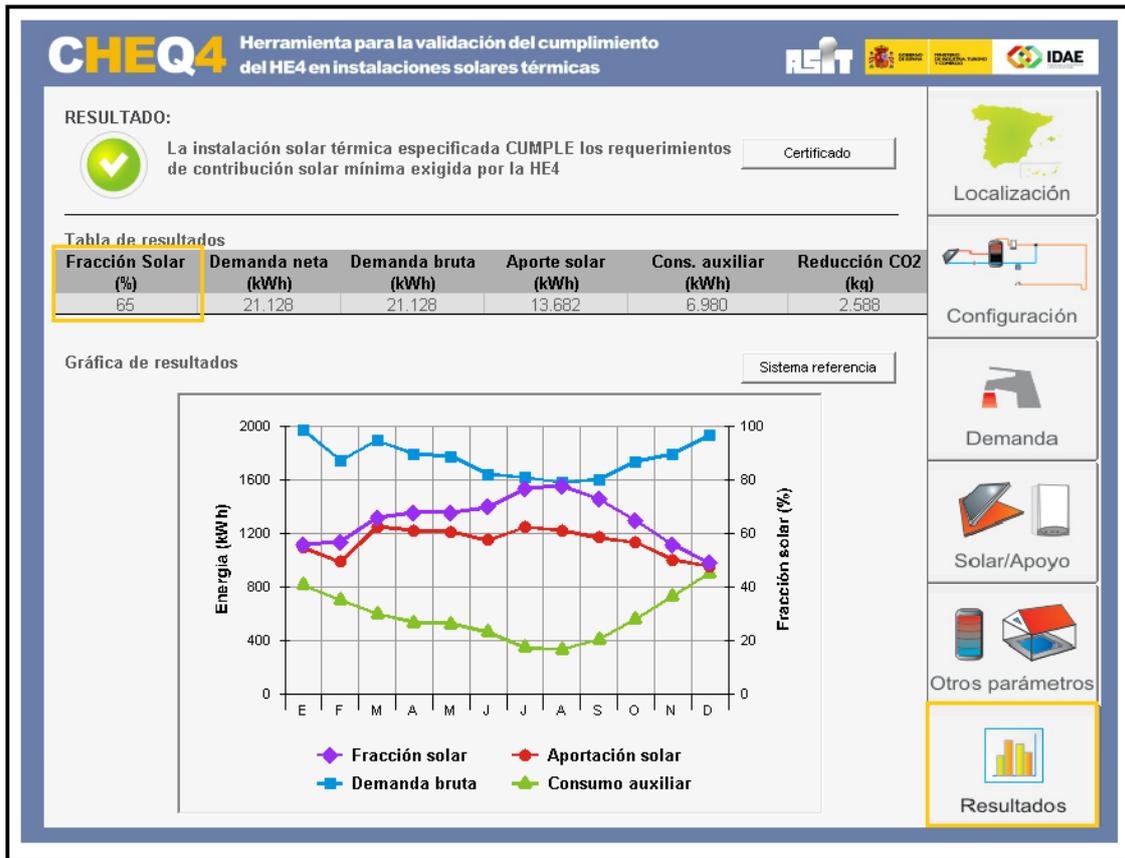


Ilustración 52 Resultados CHEQ4. Fuente propia.

Como se puede observar en la tabla de resultados del programa, el sistema supera en un 15% la contribución solar mínima, por ello volvemos a la pestaña “solar/apoyo” y se disminuye el número de captadores de 16 a 10.

CAMPO DE CAPTADORES

Núm. captadores Captadores en serie Pérdidas sombras (%)

Orientación (°) Inclinación (°) Área total captadores (m2) 18,70

Ilustración 53 Detalle cambio en el número de captadores CHEQ4. Fuente propia.

A continuación, se vuelve a seleccionar la pestaña “Resultados” y el programa vuelve a calcular las ganancias y pérdidas de la instalación.

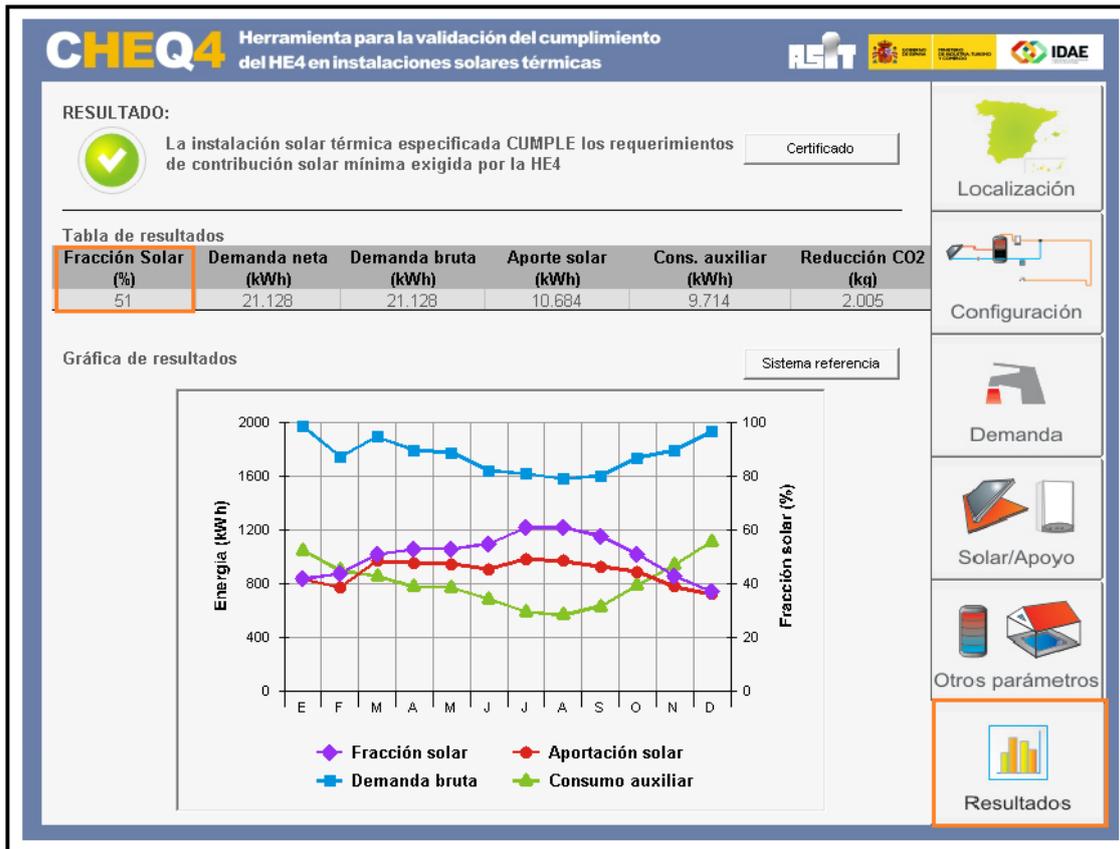


Ilustración 54 Resultados CHEQ4.
Fuente propia.

Después de corregir el número de captadores y recalcular, se puede observar en la tabla de resultados del programa que la fracción solar que proporciona la instalación se ajusta a la exigida por el CTE.

En la siguiente tabla se muestra el número de captadores necesarios, la superficie de captación y la fracción solar resultante.

ESCALERA 1	
Nº Captadores	10
Sup. Captación (m2)	18.7
Fracción solar exigida (%)	50
Fracción solar resultante (%)	51

Ilustración 55 Resultados escalera 1.
Fuente propia.

Con las escaleras 2 y 3 se procede de igual forma, hasta que la contribución solar de cada instalación queda ajustada a la fracción solar exigida.

A continuación se muestran los resultados del programa, así como el número de captadores, la superficie de captación y la fracción solar resultante para las escaleras 2 y 3.

ESCALERA 2	
Nº Captadores	10
Sup. Captación (m2)	18.7
Fracción solar exigida (%)	50
Fracción solar resultante (%)	51

Ilustración 56 Resultados Escalera 2.
Fuente propia.

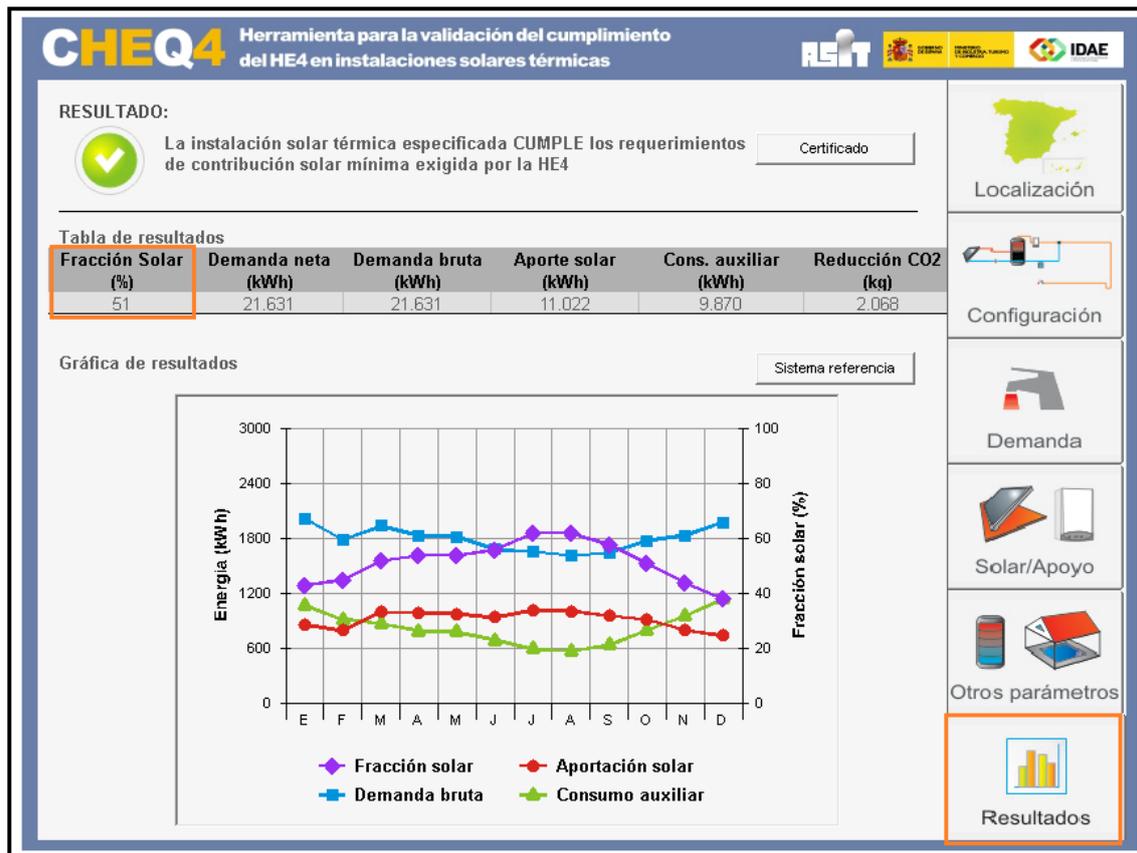


Ilustración 57 Resultados escalera 2 CHEQ4.
Fuente propia.

ESCALERA 3	
Nº Captadores	4
Sup. Captación (m2)	7.48
Vol. Acumulación (l)	500
Fracción solar exigida (%)	50
Fracción solar resultante (%)	51

Ilustración 58 Resultados escalera 3.
Fuente propia.

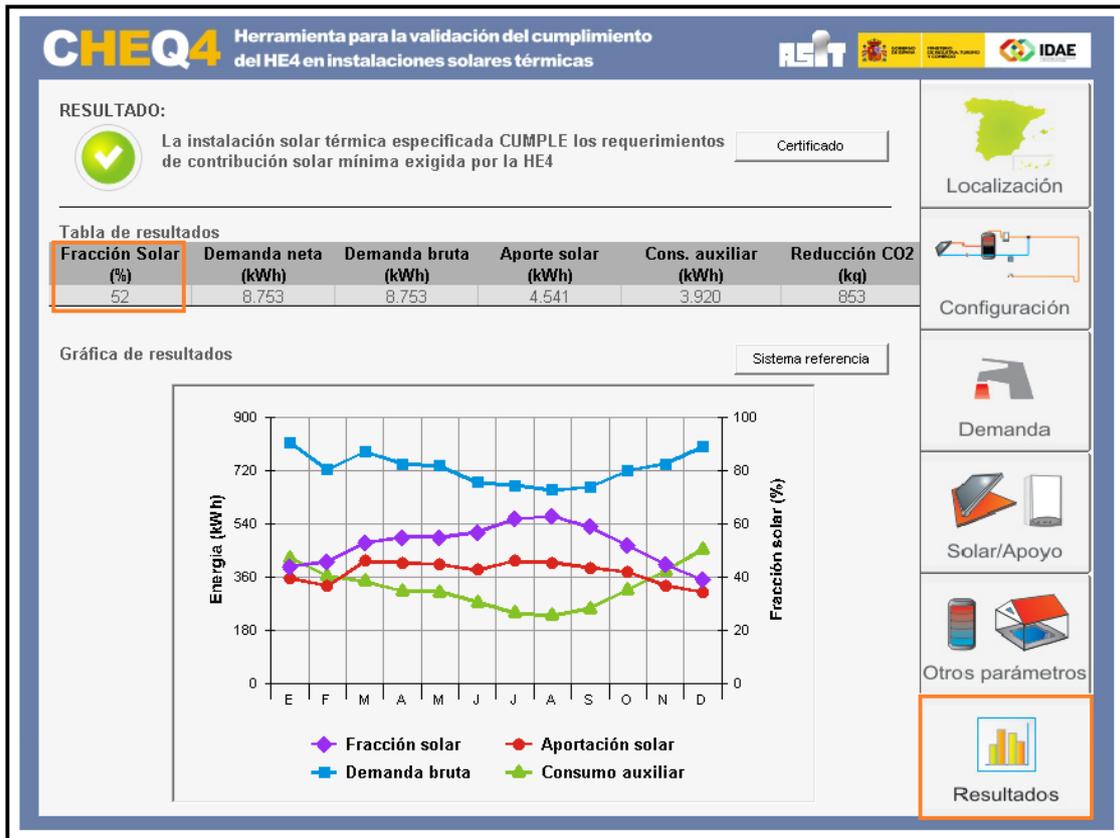


Ilustración 59 Resultados escalera 3 CHEQ4. Fuente propia.

2.6.3 Pérdidas por orientación e inclinación

La colocación de los captadores influye notablemente en el rendimiento de la instalación, debido a las pérdidas que se originan en función de la orientación e inclinación de los captadores.

Las condiciones relativas a las pérdidas se estipulan en el CTE, según el cual la orientación e inclinación del sistema de captadores serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites que se exponen en la siguiente imagen extraída del CTE sección HE4.

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

Ilustración 60 Límite de pérdidas. Fuente: Código Técnico de la Edificación.

En el presente proyecto no existe superposición ni integración arquitectónica y por lo tanto se tomarán los límites del caso general para los cálculos de las pérdidas.

Las pérdidas por este concepto se calculan en función de:

- Ángulo de inclinación, β , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0 para módulos horizontales y 90° para verticales;
- Ángulo de acimut, α , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar.

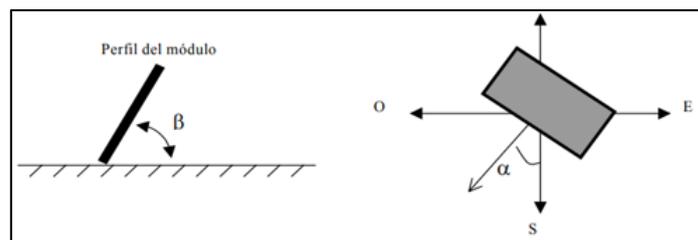


Ilustración 61 Ángulo de inclinación y acimut.
Fuente: Código Técnico de la Edificación.

En este caso los captadores estarán orientados al sur, por lo que el ángulo de acimut es 0°, y la inclinación de los mismos viene determinada por la propia estructura de montaje de los captadores, en este caso 45°.

A continuación se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas con la siguiente figura del CTE, válida para una la latitud (ϕ) de 41°.

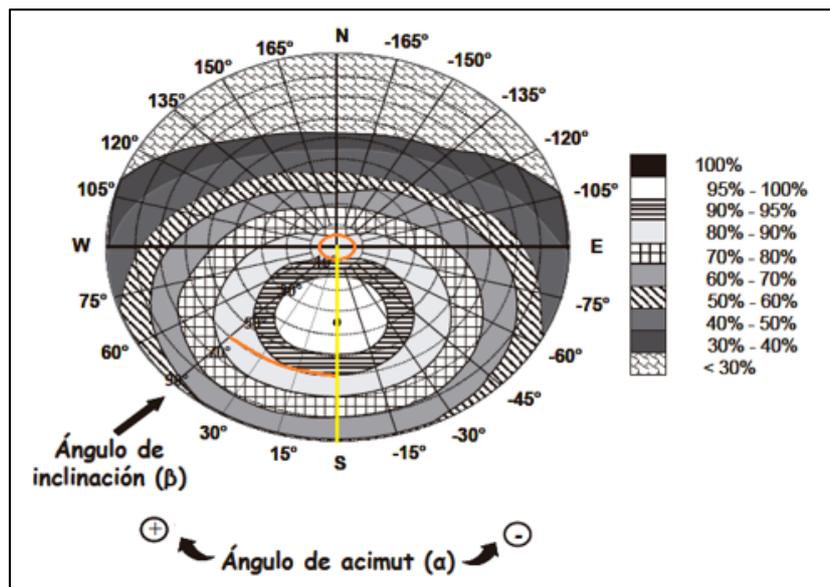


Ilustración 62 Cálculo límite de inclinación.
Fuente propia.

Los puntos de intersección del límite de pérdidas correspondiente al 10% (perímetro exterior de la región 90%-95%) con la recta de acimut nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima que se muestran en la siguiente tabla.

INCLINACIÓN MÍNIMA	INCLINACIÓN MÁXIMA
7°	60°

Tabla 26 Cálculo de los límites de inclinación.
Fuente propia.

A continuación se corrigen los límites de inclinación aceptables en función de la diferencia entre la latitud del lugar en cuestión (39°) y la de 41°, de acuerdo a las siguientes fórmulas:

- Inclinación máxima = inclinación ($\phi = 41^\circ$) - (41° - latitud);
- Inclinación mínima = inclinación ($\phi = 41^\circ$) - (41° - latitud); siendo 5° su valor mínimo.

En la siguiente tabla se muestran los valores de inclinación máxima y mínima para la latitud de Paterna.

INCLINACIÓN MÍNIMA	INCLINACIÓN MÁXIMA
5°	58°

Tabla 27 Límites de inclinación de los captadores.
Fuente propia.

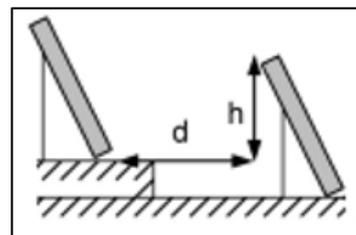
Como se puede observar en la tabla anterior, la inclinación de los captadores para que las pérdidas sean inferiores al 10% está entre 5° y 58°. Por lo que la instalación del presente proyecto, con una inclinación de 45°, cumple con lo calculado anteriormente y con las exigencias del CTE.

2.6.4 Cálculo de la distancia entre filas de captadores

La distancia, medida sobre la horizontal, entre las filas de captadores para que no se produzcan sombras, será superior al valor obtenido en la siguiente fórmula.

$$d = \frac{h}{\tan(61 - \text{latitud})}$$

Ecuación 9: Distancia entre filas de captadores



Para este caso con una latitud de 39° y una altura h de 1.35 m, la distancia mínima entre filas de captadores es 3.35 m.

2.7 Fluido de trabajo

Como método de protección anti heladas se ha elegido una disolución de propilenglicol, la concentración de esta disolución debe garantizar, que el punto de congelación del fluido de trabajo esté por debajo de la temperatura mínima histórica de la localidad donde se encuentra la instalación.

A partir del siguiente gráfico se determina la concentración de la disolución para alcanzar el punto de congelación deseado, la concentración de propilenglicol será del 30% de manera que su punto de congelación se establece en $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ siendo inferior a $-7.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, temperatura mínima histórica alcanzada en Valencia el día 11 de Febrero de 1956, con un margen de seguridad de $5.8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

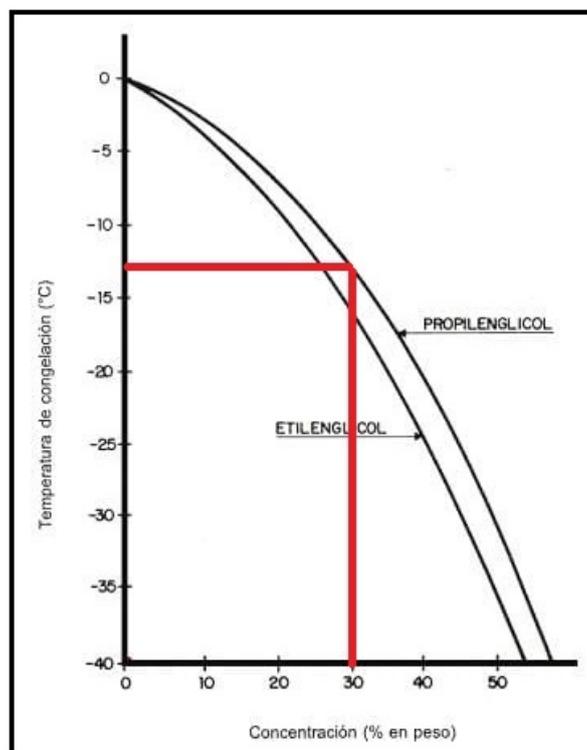


Ilustración 63 Temperatura de congelación en función de la concentración.
Fuente: Instalaciones de energía solar. Curso programado. Tomo II, Energética solar

Por otro lado la adición de anticongelante varia significativamente tanto la viscosidad como la densidad del agua, siendo preciso considerar esto en los cálculos de pérdidas de carga en el circuito primario.

En los siguientes gráficos se obtiene la densidad y la viscosidad para una disolución de propilenglicol al 30 % de concentración en peso a una temperatura de 14.3 , siendo esta la temperatura media del agua de la red en Paterna, localidad donde se encuentra el edificio.

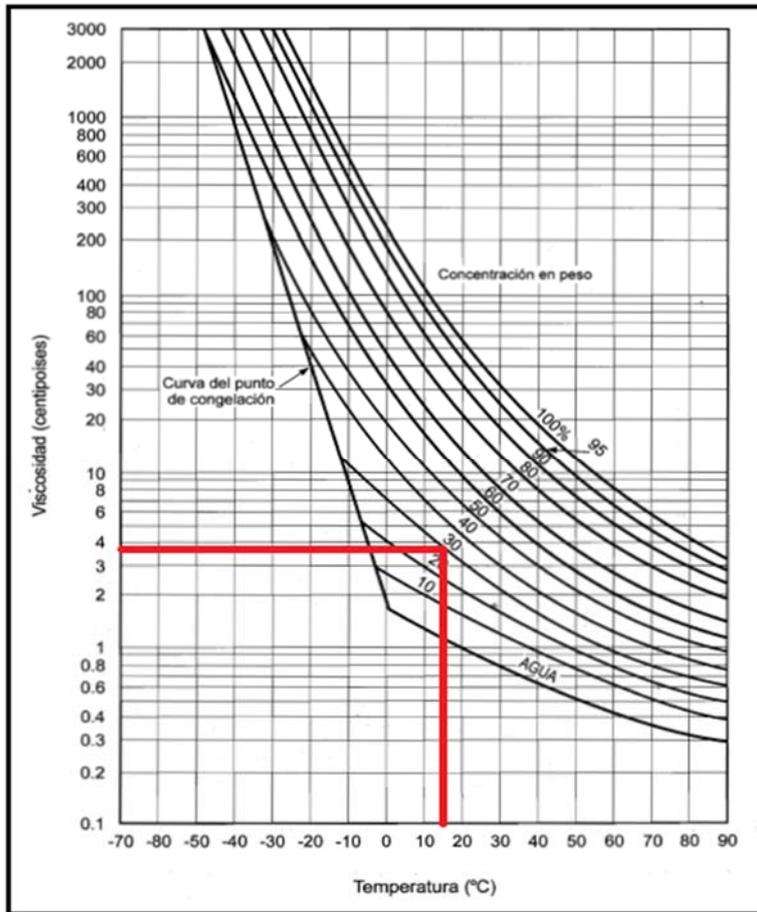


Ilustración 64 Densidad de una disolución de propilenglicol en función de la temperatura. Fuente: Instalaciones de energía solar. Curso programado. Tomo II, Energética solar

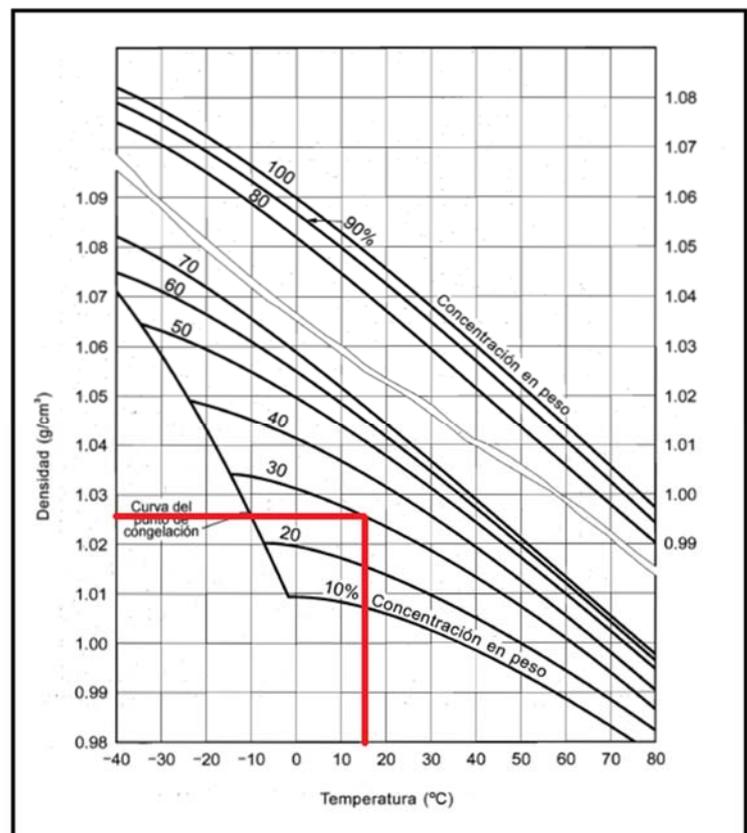


Ilustración 65 Viscosidad de una disolución de propilenglicol en función de la temperatura. Fuente: Instalaciones de energía solar. Curso programado. Tomo II, Energética solar

2.8 Selección de la configuración básica

Las instalaciones solares de las tres escaleras tienen la misma configuración.

Las tres están formadas por un circuito primario cerrado de circulación forzada, un intercambiador de placas externo, un acumulador colectivo y un sistema de captación donde la superficie total de captación para cada escalera se muestra en la siguiente tabla.

ESCALERA	SUP. CAPTACIÓN TOTAL (m2)
Escalera 1	18.7
Escalera 2	18.7
Escalera 3	9.35

Tabla 28 Superficie de captación por escaleras.
Fuente propia.

2.9 Cálculo del sistema de acumulación

El volumen de acumulación para cada escalera se ha seleccionado siguiendo las especificaciones establecidas en el HE4.

$$50 < (V/A) < 180$$

Donde

A: Área total de captación.

V: Volumen de acumulación.

En la siguiente tabla se muestran los volúmenes de acumulación para cada una de las escaleras

ESCALERA	Vol. Acumulación (l)	V/A
Escalera 1	1000	53.48
Escalera 2	1000	53.48
Escalera 3	500	66.84

Tabla 29 Volumen de acumulación por escaleras.
Fuente propia.

2.10 Cálculo hidráulico

2.10.1 Cálculo del caudal

- **Circuito primario/secundario**

El caudal de diseño para el circuito primario y el secundario de la instalación solar será el mismo para los dos y viene determinado por el caudal recomendado para el captador según el fabricante.

En la ficha técnica del captador seleccionado el fabricante indica que el caudal recomendado es de 45 l/h por metro cuadrado de superficie de captación.

En la siguiente tabla se muestran los caudales calculados de los circuitos primario y secundario para cada una de las escaleras.

ESCALERA	Q recomendado (l/h·m ²)	Área de captación (m ²)	Q total (l/h)
1	45	18.7	841
2	45	18.7	841
3	45	7.48	336

Tabla 30 Caudal circuito primario y secundario de cada escalera.
Fuente propia.

- **Circuito de consumo**

Para calcular el caudal de los diferentes tramos del circuito de consumo o distribución, en primer lugar, se calcula el caudal total de cada vivienda. Para ello, se suman los caudales de todos los aparatos que hay en la vivienda.

A continuación se muestra el caudal que se debe asegurar en cada aparato según está fijado en el CTE en su documento HS4 “Instalaciones de Salubridad: Suministro de agua”.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

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

Tabla 31 Caudal instantáneo mínimo para cada aparato.
Fuente: Código Técnico de la Edificación.

En el edificio hay tres tipos de vivienda en función del caudal y de los tipos de aparatos que contiene. A continuación se muestra el caudal de cada una, así como el tipo y número de aparatos.

VIVIENDA TIPO A				
TIPO DE APARATO	Nº	Q (l/s)	Q TOTAL	Q TOTAL
Lavamanos	0	0,03	0	
Lavabo	2	0,065	0,13	0,13
Ducha	1	0,1	0,1	0,1
Bañera de 1,40 m o más	1	0,2	0,2	0,2
Bañera de menos de 1,40 m	0	0,15	0	
Bidé	0		0	
Inodoro con cisterna	2	0,065	0,13	0,13
Urinaris con grifo temporizado	0		0	
Urinaris con cisterna (c/u)	0		0	
Fregadero doméstico	1	0,1	0,1	0,1
Fregadero no doméstico	0	0,2	0	
Lavavajillas doméstico	1	0,1	0,1	0,1
Lavavajillas industrial	0	0,2	0	
Lavadero	1	0,1	0,1	0,1
Lavadora doméstica	1	0,15	0,15	0,15
Lavadora industrial	0	0,4	0	
Grifo aislado	0	0,1	0	
Grifo garaje	0		0	
Vertedero	0		0	
TOTAL APARATOS	10		TOTAL VIVIENDA	1,01

Tabla 32 Caudal total vivienda tipo A.
Fuente propia.

VIVIENDA TIPO B				
TIPO DE APARATO	Nº	Q (l/s)	Q TOTAL	Q TOTAL
Lavamanos	0	0,03	0	
Lavabo	3	0,065	0,195	0,195
Ducha	1	0,1	0,1	0,1
Bañera de 1,40 m o más	1	0,2	0,2	0,2
Bañera de menos de 1,40 m	0	0,15	0	
Bidé	0		0	
Inodoro con cisterna	1	0,065	0,065	0,065
Urinarios con grifo temporizado	0		0	
Urinarios con cisterna (c/u)	0		0	
Fregadero doméstico	1	0,1	0,1	0,1
Fregadero no doméstico	0	0,2	0	
Lavavajillas doméstico	1	0,1	0,1	0,1
Lavavajillas industrial	0	0,2	0	
Lavadero	1	0,1	0,1	0,1
Lavadora doméstica	1	0,15	0,15	0,15
Lavadora industrial	0	0,4	0	
Grifo aislado	0	0,1	0	
Grifo garaje	0		0	
Vertedero	0		0	
TOTAL APARATOS	10	TOTAL VIVIENDA	1,01	

Tabla 33 Caudal total vivienda tipo B.

Fuente propia.

VIVIENDA TIPO C				
TIPO DE APARATO	Nº	Q (l/s)	Q TOTAL	Q TOTAL
Lavamanos	0	0,03	0	
Lavabo	3	0,065	0,195	0,195
Ducha	1	0,1	0,1	0,1
Bañera de 1,40 m o más	1	0,2	0,2	0,2
Bañera de menos de 1,40 m	0	0,15	0	
Bidé	0		0	
Inodoro con cisterna	1	0,065	0,065	0,065
Urinarios con grifo temporizado	0		0	
Urinarios con cisterna (c/u)	0		0	
Fregadero doméstico	1	0,1	0,1	0,1
Fregadero no doméstico	0	0,2	0	
Lavavajillas doméstico	1	0,1	0,1	0,1
Lavavajillas industrial	0	0,2	0	
Lavadero	1	0,1	0,1	0,1
Lavadora doméstica	1	0,15	0,15	0,15
Lavadora industrial	0	0,4	0	
Grifo aislado	0	0,1	0	
Grifo garaje	0		0	
Vertedero	0		0	
TOTAL APARATOS	10	TOTAL VIVIENDA	1,01	

Tabla 34 Caudal total vivienda tipo C.

Fuente propia.

A continuación se muestra en los diferentes croquis, la distribución de los tres tipos de vivienda según el caudal de cada una de las escaleras, así como cada uno de los tramos que componen el circuito de consumo.

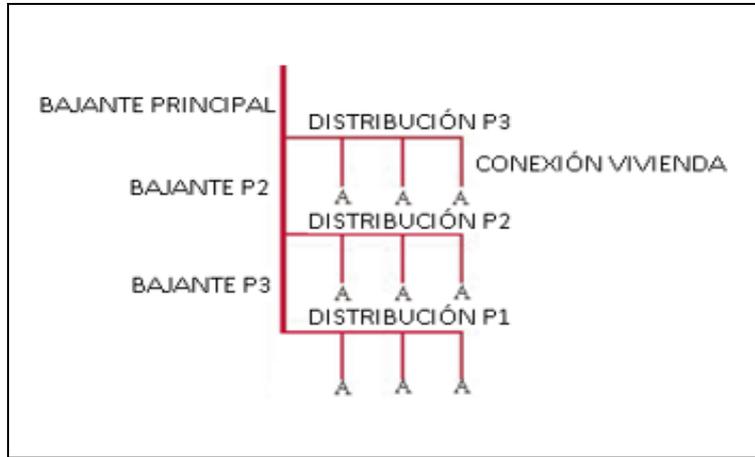


Ilustración 66 Croquis distribución ACS escalera 1.
Fuente propia.

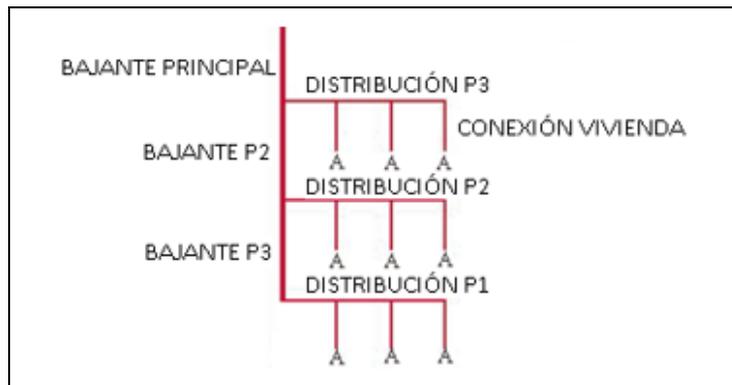


Ilustración 67 Croquis distribución ACS escalera 2.
Fuente propia.

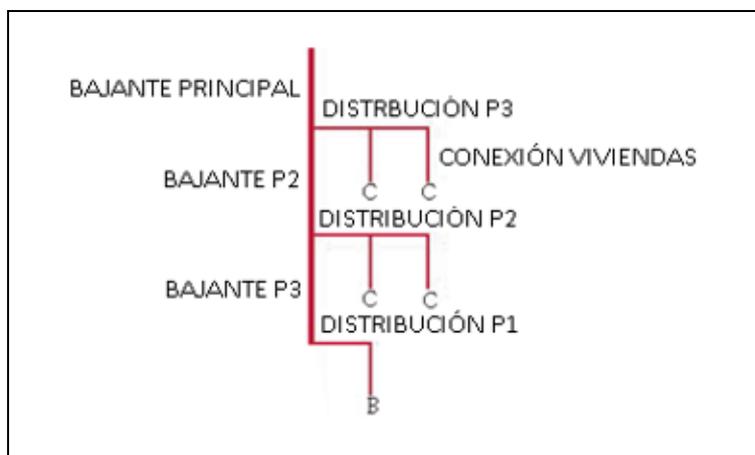


Ilustración 68 Croquis distribución ACS escalera 3.
Fuente propia.

Con el número de viviendas y el caudal total de cada vivienda se obtiene el caudal total de cada tramo. Sin embargo, se debe aplicar un coeficiente de simultaneidad de uso, ya que no todos los aparatos de la vivienda funcionan al mismo tiempo.

Aunque no existe una norma de obligado cumplimiento en la que se indiquen los coeficientes de simultaneidad, pueden utilizarse los datos obtenidos con la aplicación de la Norma UNE 149.201/07, en la cual los caudales instantáneos se tienen con la siguiente expresión:

$$Q_C = A \cdot (Q_T)^B + C$$

Ecuación 10: Caudal simultáneo de cálculo

Donde

Q_C : Caudal simultaneo de cálculo (l/s).

Q_T : Caudal total, suma de todos los aparatos del edificio, escalera o vivienda (l/s).

A, B y C: Coeficientes que dependen del tipo de edificio, de los caudales totales del edificio y de los caudales máximos por aparatos.

En la siguiente tabla se dan los coeficientes (A, B y C) para cada tipo de edificio.

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coeficientes		
	Q_u	Q_T	A	B	C
Viviendas	<0,5	≤20	0,682	0,450	-0,140
	≥0,5	≤1	1,000	1,000	0,000
	≥0,5	≤20	1,700	0,210	-0,700
	→ Sin límite	>20	1,700	0,210	-0,700

Ilustración 69 Coeficientes de simultaneidad.
Fuente: Guía técnica de agua caliente sanitaria central.

Donde:

Qu: Caudal mayor de los aparatos unitarios (l/s).

En este caso, el caudal total de todas las escaleras siempre es menor que 20 l/s y el caudal mayor de los aparatos unitarios es la bañera con 0.2 l/s siendo este menor que 0.5 l/s, entonces los coeficientes son los siguientes.

A	B	C
0.682	0.450	0.140

Tabla 35 Coeficientes de simultaneidad.
Fuente propia.

Una vez determinados los coeficientes de simultaneidad se procede a calcular los caudales instantáneos de cada tramo del circuito.

A continuación se muestra el caudal calculado de los diferentes tramos del circuito de distribución para cada escalera.

ESCALERA 1 y 2						
TRAMO	Nº VIVIENDAS	Qt (l/s)	A	B	C	Qs (l/s)
BAJANTE PRINCIPAL	9	9,09	0,682	0,45	-0,14	1,70
BAJANTE P2	6	6,06	0,682	0,45	-0,14	1,39
BAJANTE P3	3	3,03	0,682	0,45	-0,14	0,98
Distribución viviendas P1	3	3,03	0,682	0,45	-0,14	0,98
Distribución viviendas P2	3	3,03	0,682	0,45	-0,14	0,98
Distribución viviendas P3	3	3,03	0,682	0,45	-0,14	0,98
Conexión viviendas	1	1,01	0,682	0,45	-0,14	0,55

Tabla 36 Caudal por tramos circuito distribución escaleras 1 y 2.
Fuente propia.

ESCALERA 3						
TRAMO	Nº VIVIENDAS	Qt (l/s)	A	B	C	Qs (l/s)
BAJANTE ESCALERA	5	4,13	0,682	0,45	-0,14	1,15
BAJANTE P2	3	0,78	0,682	0,45	-0,14	0,47
BAJANTE P3	1	1	0,682	0,45	-0,14	0,54
Distribución viviendas P1	1	1,01	0,682	0,45	-0,14	0,55
Distribución viviendas P2	2	0,78	0,682	0,45	-0,14	0,47
Distribución viviendas P3	2	0,78	0,682	0,45	-0,14	0,47
Conexión viviendas B	1	1,01	0,682	0,45	-0,14	0,55
Conexión viviendas C	1	0,78	0,682	0,45	-0,14	0,47

Tabla 37 Caudal por tramos circuito distribución escalera 3.
Fuente propia.

2.10.2 Cálculo del diámetro de las tuberías

Para el cálculo del diámetro de las tuberías se utiliza la siguiente fórmula:

$$D = \left(\sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} \right) \cdot 1000$$

Ecuación 11: Diámetro de tuberías

Donde:

D = Diámetro interior mínimo de la tubería en mm.

Q = Caudal que circula por la tubería en metros cúbicos/segundo.

V = Velocidad del fluido en metros/segundo.

El diámetro de las tuberías se calcula de manera que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 1 m/s, de manera que siempre se seleccionará el diámetro inmediatamente superior al calculado mediante la ecuación anterior.

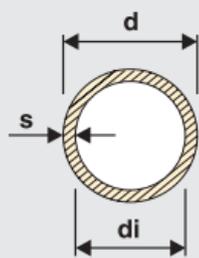
En la siguiente tabla se muestran las dimensiones de los tubos de cobre según la norma UNE-EN 1057, para el presente proyecto se utilizan tuberías con un espesor de pared nominal de 1 mm.

Espesor de pared nominal (mm)	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
Diámetro exterior nominal (mm)	Diámetro interior (mm)											
6		4,8		4,4		4						
8		6,8		6,4		6						
10		8,8	8,6	8,4		8						
12		10,8	10,6	10,4		10						
14				12,4		12						
15			13,6	13,4		13						
16						14						
18				16,4		16						
22					20,2	20	19,8	19,6	19			
28					26,2	26		25,6	25			
35						33		32,6	32			
40						38						
42						40		39,6	39			
54						52		51,6	51	50		

Tabla 38 Dimensiones tubería de cobre según norma UNE-EN 1057.

Fuente: <http://www.ingenieromarino.com>

A continuación se muestran las dimensiones de los tubos de PVC según la norma UNE-EN 1057.



Tipo	d [mm]	s [mm]	di [mm]	DN*	PN/SDR	 I/m
	16	2.0	12.0	12	25/9	0.11
	20	2.3	15.4	15	25/9	0.19
	25	2.8	19.4	20	25/9	0.30
	32	3.6	24.8	25	25/9	0.48
	40	4.5	31.0	32	25/9	0.75
	50	5.6	38.8	40	25/9	1.18
	63	7.1	48.8	50	25/9	1.87
	75	5.6	63.8	65	16/13.5	3.20
	90	6.7	76.6	80	16/13.5	4.61
	110	8,2	93,6	95	16/13,5	6,87
	160	11,8	136,4	125	16/13,5	14,6

Tabla 39 Dimensiones de los tubos de PVC según norma UNE-EN 1057. Fuente: FRIATHERM®

Para el circuito primario y secundario se emplearán tuberías de cobre.

Para el circuito de consumo se emplearán tuberías de PVC-C.

- **Circuito primario/secundario**

El diámetro de todos los tramos del circuito primario y secundario se calcula para el caudal máximo recomendado que circula por el circuito evitando así realizar cambios de sección que aumentarían las pérdidas de carga de la instalación.

En la siguiente tabla se muestra el diámetro calculado para el circuito primario y secundario de la instalación solar de cada escalera.

ESCALERA	Q (l/h)	V (m/s)	Diámetro interior (mm)	Diámetro interior seleccionado (mm)	Diámetro exterior (mm)
1	841	0.74	17	20	22
2	841	0.74	17	20	22
3	336	0.70	12	13	15

Tabla 40 Diámetros calculados para primario y secundario. Fuente propia.

- **Circuito de consumo**

ESCALERA 1					
TRAMO	Qs (l/s)	D calculado	D int (mm)	V (m/s)	DN (mm)
BAJANTE PRINCIPAL	1,70	47	48,8	0,91	63
BAJANTE P2	1,39	42	48,8	0,75	63
BAJANTE P3	0,98	35	38,8	0,83	50
Distribución viviendas P1	0,98	35	38,8	0,83	50
Distribución viviendas P2	0,98	35	38,8	0,83	50
Distribución viviendas P3	0,98	35	38,8	0,83	50
Conexión viviendas A	0,55	26	31	0,72	40

Tabla 41 Diámetros calculados para circuito de consumo en escalera 1.
Fuente propia.

ESCALERA 2					
TRAMO	Qs (l/s)	D calculado	D int (mm)	V (m/s)	DN (mm)
BAJANTE PRINCIPAL	1,70	47	48,8	0,91	63
BAJANTE P2	1,39	42	48,8	0,75	63
BAJANTE P3	0,98	35	38,8	0,83	50
Distribución viviendas P1	0,98	35	38,8	0,83	50
Distribución viviendas P2	0,98	35	38,8	0,83	50
Distribución viviendas P3	0,98	35	38,8	0,83	50
Conexión viviendas A	0,55	26	31	0,72	40

Tabla 42 Diámetros calculados para circuito de consumo en escalera 2.
Fuente propia.

ESCALERA 3					
TRAMO	Qs (l/s)	D calculado	D int (mm)	V (m/s)	DN (mm)
BAJANTE PRINCIPAL	1,15	38	48,8	0,62	63
BAJANTE P2	0,47	24	31	0,62	40
BAJANTE P3	0,54	26	31	0,72	40
Distribución viviendas P1	0,55	26	31	0,72	40
Distribución viviendas P2	0,47	24	31	0,62	40
Distribución viviendas P3	0,47	24	31	0,62	40
Conexión viviendas B	0,55	26	31	0,72	40
Conexión viviendas C	0,47	24	31	0,62	40

Tabla 43 Diámetros calculados para circuito de consumo en escalera 3. Fuente propia.

2.10.3 Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación

2.10.3.1 Pérdida de carga en el circuito primario

Las pérdidas de carga totales en el circuito primario son igual a la suma de las pérdidas por rozamiento de las tuberías (H_r), las pérdidas generadas en los propios colectores (H_c) y las pérdidas ocasionadas por el intercambiador (H_i).

- **Pérdidas de carga en tuberías H_r :**

Para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías se utiliza la siguiente fórmula de Darcy-Weisbach que se describe a continuación:

$$H_r = (0.0826 \cdot f \cdot \frac{Q^2}{D^5} \cdot L)$$

Ecuación 12: Darcy-Weisbach

Donde

H_r = Pérdida de carga (mca).

f = Coeficiente de fricción.

L = Longitud de la tubería (m).

Q = Caudal (m³/s).

D = Diámetro de la tubería (m).

Para el cálculo del coeficiente de fricción se utiliza la formulación de Swamme & Jain que se describe a continuación.

$$f = \frac{0.25}{\left\{ \log\left(\frac{\varepsilon}{3.71 \cdot D} + \frac{5.74}{Re^{0.8}}\right) \right\}^2}$$

Ecuación 13: Swamme & Jain

Donde

ε = Rugosidad del material (adimensional).

D = Diámetro (m).

Re = Número de Reynolds (adimensional).

El coeficiente de fricción depende del número de Reynolds.

$$Re = \frac{d \cdot V \cdot D}{\mu}$$

Ecuación 14: Reynolds

Donde

d = densidad del fluido (Kg/m³).

V = Velocidad de fluido (m/s).

D = Diámetro interior (m).

μ = Viscosidad del fluido (Kg/ms).

La viscosidad y densidad del fluido de trabajo, en este caso una disolución al 30 % de propilenglicol, han sido determinadas en el apartado 2.7 de este proyecto.

Por otro lado, las pérdidas de carga correspondientes a las singularidades del circuito (codos, té, válvulas, etc.) se tienen en cuenta como un porcentaje de las pérdidas de carga totales. En este caso se ha asumido un porcentaje igual al 15 %

Finalmente las pérdidas de carga en las tuberías del circuito primario se muestran en la siguiente tabla.

Escalera	Longitud (m)	Diámetro (m)	Q (l/s)	Velocidad (m/s)	H (mca)
ESC 1	40	0,016	841	0.74	3.62
ESC 2	40	0,016	841	0.74	3.62
ESC 3	30	0.012	336	0.70	4.42

*Tabla 44 Pérdidas de carga circuito primario.
Fuente propia.*

- **Pérdida de carga en los colectores:**

Para determinar las pérdidas ocasionadas al circular el fluido caloportador a través de los captadores, recurrimos a la información que facilita el fabricante. Según el fabricante la pérdida de carga que generan los captadores solares se calcula mediante la siguiente expresión:

$$H_c = \frac{1.93 \cdot Q^2 + 5.52 \cdot Q}{1000}$$

Donde *Ecuación 15: Pérdida de carga en colectores*

H_c = Pérdida de carga en los colectores (mca).

Q = Caudal de diseño (litros/minuto)

Las pérdidas de carga en los captadores solares de cada escalera se muestran en la siguiente tabla.

ESCALERA	Pérdida de carga colectores (mca)
Escalera 1	0.46
Escalera 2	0.46
Escalera 3	0.10

*Tabla 45 Pérdida de carga en los colectores.
Fuente propia.*

- **Pérdida de carga en el intercambiador**

Para establecer las pérdidas ocasionadas por el intercambiador, se recurre a los datos facilitados por el fabricante.

Se ha seleccionado un intercambiador de placas de la marca IDROGAS, modelo IDS14-20H, según el fabricante la pérdida de carga de este intercambiador para el caudal máximo de diseño es de 3 mca. Como nuestro intercambiador trabará por debajo de este punto, se calcula la parte proporcional al caudal de diseño del circuito primario. De esta manera la pérdida de carga en cada escalera ocasionada por el intercambiador se muestra en la siguiente tabla.

ESCALERA	Pérdida de carga intercambiador (mca)
Escalera 1	2.10
Escalera 2	2.10
Escalera 3	1.70

*Tabla 46 Pérdidas de carga en intercambiador.
Fuente propia.*

Finalmente la pérdida de carga total del circuito primario de cada escalera se muestra a continuación:

ESCALERA	Pérdida de carga total primario (mca)
Escalera 1	6.18
Escalera 2	6.18
Escalera 3	6.19

Tabla 47 Pérdidas de carga totales en circuito primario. Fuente propia.

2.10.3.2 Pérdida de carga en el circuito secundario

Las pérdidas de carga del circuito secundario están ocasionadas por el rozamiento del fluido por las tuberías y su paso por el intercambiador.

Para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías del circuito secundario se procede de la misma manera que para el circuito primario, obteniendo los siguientes resultados que se muestran a continuación.

Escalera	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Q (l/s)	Velocidad (m/s)	H (mca)
ESC 1	2	20	841	0.74	0.23
ESC 2	2	20	841	0.74	0.23
ESC 3	2	13	336	0.70	0.37

Tabla 48 Pérdidas de carga tuberías circuito secundario. Fuente propia.

El cálculo de las pérdidas en el intercambiador se realiza de manera similar que en el circuito primario. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos.

ESCALERA	Pérdida de carga intercambiador (mca)
Escalera 1	2.1
Escalera 2	2.1
Escalera 3	1.7

Tabla 49 Pérdidas de carga intercambiador. Fuente propia.

Finalmente, las pérdidas de carga totales del circuito secundario, se muestran a continuación.

ESCALERA	Pérdida de carga total secundario (mca)
Escalera 1	2.33
Escalera 2	2.33
Escalera 3	1.77

Tabla 50 Pérdidas de carga totales circuito secundario. Fuente propia.

2.10.3.3 Pérdida de carga en el circuito de consumo o distribución

Para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías del circuito de consumo se procede de la misma manera que en el apartado 2.10.3.1 “Pérdidas de carga en tuberías Hr” utilizando la ecuación de Darcy-Weisbach.

A continuación, se muestran las pérdidas de carga del circuito de consumo para las diferentes escaleras.

- **ESCALERA 1**

TRAMO	Longitud (m)	Diametro (mm)	Q (l/h)	Velocidad (m/s)	TOTAL Hr (mca)
BAJANTE PRINCIPAL	2	48,8	6124,887	0,91	0,05
BAJANTE P2	4,5	48,8	5019,312	0,75	0,08
BAJANTE P3	8	38,8	3539,301	0,83	0,22
Distribución viviendas P1	5	38,8	3539,301	0,83	0,14
Distribución viviendas P2	5	38,8	3539,301	0,83	0,14
Distribución viviendas P3	5	38,8	3539,301	0,83	0,14
Conexión viviendas A	1	31	1962,218	0,72	0,03
TOTAL					0,78

Tabla 51 Pérdidas de carga circuito de consumo, escalera 1.
Fuente propia.

- **ESCALERA 2**

TRAMO	Longitud (m)	Diametro (mm)	Q (l/h)	Velocidad (m/s)	TOTAL Hr (mca)
BAJANTE PRINCIPAL	2	48,8	6125	0,91	0,05
BAJANTE P2	4,5	48,8	5019	0,75	0,08
BAJANTE P3	8	38,8	3539	0,83	0,22
Distribución viviendas P1	5	38,8	3539	0,83	0,14
Distribución viviendas P2	5	38,8	3539	0,83	0,14
Distribución viviendas P3	5	38,8	3539	0,83	0,14
Conexión viviendas A	1	31	1962	0,72	0,03
TOTAL					0,78

Tabla 52 Pérdidas de carga circuito de consumo, escalera 2.
Fuente propia.

- **ESCALERA 3**

TRAMO	Longitud (m)	Diametro (mm)	Q (l/h)	Velocidad (m/s)	TOTAL Hr (mca)
BAJANTE PRINCIPAL	2	48,8	4144	0,62	0,02
BAJANTE P2	4,5	31	1691	0,62	0,10
BAJANTE P3	8	31	1951	0,72	0,22
Distribución viviendas P1	3	31	1962	0,72	0,08
Distribución viviendas P2	3	31	1691	0,62	0,06
Distribución viviendas P3	2	31	1691	0,62	0,04
Conexión viviendas B	1	31	1962	0,72	0,03
Conexión viviendas C	1	31	1691	0,62	0,02
TOTAL					0,58

Tabla 53 Pérdidas de carga circuito de consumo, escalera 3.
Fuente propia.

2.10.4 Bombas de recirculación

En cada instalación se necesitan tres bombas, una por cada uno de los circuitos que forman la instalación (primario, secundario y de consumo).

El funcionamiento hidráulico de una bomba viene determinado en sus curvas características, estas curvas son obtenidas experimentalmente en un banco de pruebas y proporcionadas por el fabricante.

Para poder seleccionar la bomba adecuada se debe conocer el punto de funcionamiento de la instalación y comprobar que está en el rango de la curva característica de la bomba seleccionada.

A continuación se muestran en la siguiente tabla los puntos de funcionamiento de los circuitos primario secundario y de consumo para las diferentes escaleras del edificio:

CIRCUITO PRIMARIO		
ESCALERA	PUNTO DE FUNCIONAMIENTO	
	H (mca)	Q (l/h)
Escalera 1	6.18	841
Escalera 2	6.18	841
Escalera 3	6.19	336

CIRCUITO SECUNDARIO

ESCALERA	PUNTO DE FUNCIONAMIENTO	
	H (mca)	Q (l/h)
Escalera 1	2.33	841
Escalera 2	2.33	841
Escalera 3	2.05	336
CIRCUITO CONSUMO		
ESCALERA	PUNTO DE FUNCIONAMIENTO	
	H (mca)	Q (l/h)
Escalera 1	0.78	6120
Escalera 2	0.78	6120
Escalera 3	0.58	4140

Tabla 54 Puntos de funcionamiento bombas.
Fuente propia.

El fabricante elegido para las bombas es Wilo, para seleccionar la bomba adecuada en cada circuito, se utiliza el buscador de su página web, dónde el fabricante recomienda uno o varios modelos en función de la aplicación.

- **Circuito primario**

La bomba seleccionada para el primario es el modelo Yonos-PICO-STG, se ha seleccionado esta bomba porque según el fabricante por el tipo de aplicación está especialmente diseñada para trabajar en circuitos primarios de instalaciones solares.

A continuación se muestran las principales características de la bomba seleccionada.

Ilustración 70 Características Wilo-Yonos PICO-STG.

Wilo-Yonos PICO-STG

Tipo
Bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada, motor EC resistente al bloqueo y regulación electrónica de la velocidad integrada.

Aplicación
Circuitos primarios de instalaciones solares y de geotermia

Suministro
→ Bomba
→ Conector Wilo
→ Juntas
→ Instrucciones de instalación y funcionamiento

Indicación
Los modelos de 13 m. no incluyen el PWM1
Para la conexión PWM es necesario adquirir el cable

Características especiales/ventajas del producto

- Botón rojo para el ajuste del modo de regulación $\Delta p-v$ o de la velocidad constante
- Regulación de la velocidad externa mediante interfaces PWM 1 (geotermia) y PWM 2 (solar) integradas
- Cable de conexión flexible con conector Wilo
- Carcasa de la bomba con revestimiento por catáforesis (KTL) para evitar la corrosión por formación de agua de condensación
- LED anular para la indicación de funcionamiento y de averías
- Rango de temperatura del fluido de -10°C a 150°C

Fuente: Tarifa 2018 Wilo

Por otro lado, la curva de funcionamiento de la bomba se adapta perfectamente a los puntos de funcionamiento calculados anteriormente para los circuitos primarios de las diferentes escaleras.

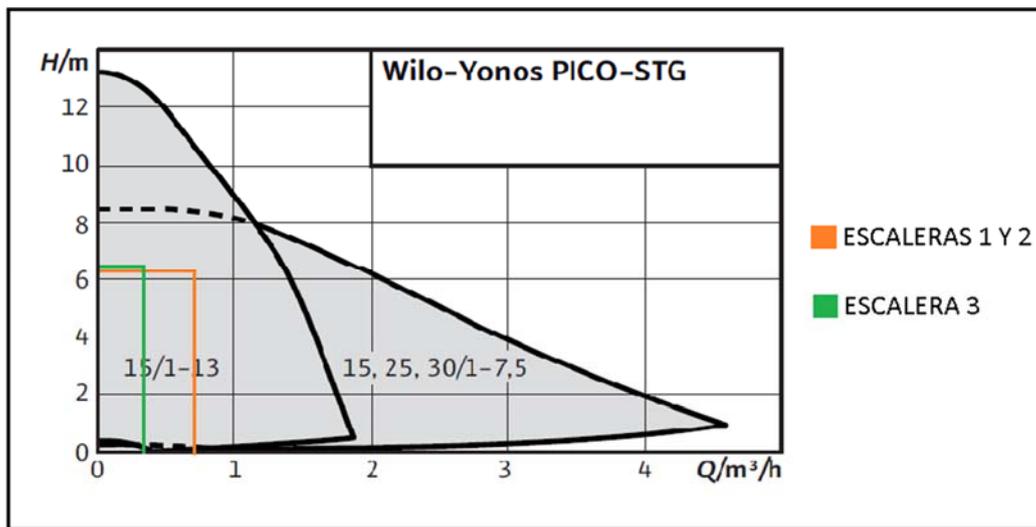


Ilustración 71 Curvas características Wilo-Yonos PICO-STG.
Fuente: Tarifa 2018 Wilo

En este caso la serie seleccionada es la 15/1-13 para todas las escaleras.

Wilo-Yonos PICO-STG						
Modelo	Conexión de tubería	Clase IEE	Longitud	Presión nominal	Alimentación eléctrica	Peso bruto
	R_p		L_0 mm	P_N bar		m kg
Yonos PICO-STG 15/1-7.5	$\frac{1}{2}$	$\leq 0,23$	130	10	1~230 V, 50/60 Hz	1,8
Yonos PICO-STG 15/1-13-130	$\frac{1}{2}$	$\leq 0,23$	130	10	1~230 V, 50/60 Hz	1,8
Yonos PICO-STG 15/1-13-180	$\frac{1}{2}$	$\leq 0,23$	180	10	1~230 V, 50/60 Hz	1,8
Yonos PICO-STG 25/1-7.5	1	$\leq 0,23$	180	10	1~230 V, 50/60 Hz	1,8
Yonos PICO-STG 30/1-7.5	$1\frac{1}{4}$	$\leq 0,23$	180	10	1~230 V, 50/60 Hz	1,8

El índice de referencia de los circuladores más eficientes es IEE $\leq 0,20$.

Ilustración 72 Detalles Wilo-Yonos PICO-STG.
Fuente: Tarifa 2018 Wilo

• **Circuito secundario**

Para la selección de la bomba correspondiente al circuito secundario se procede de la misma manera que para el primario.

La bomba seleccionada en este caso es el modelo Stratos-PICO-Z, especialmente diseñado para sistemas de recirculación de ACS y agua potable.

Wilo-Stratos PICO-Z

Tipo
Bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada, motor EC resistente al bloqueo y regulación electrónica de la velocidad integrada.

Aplicación
Sistemas de recirculación de A.C.S. para la industria y la edificación.
Circulador adecuado solamente para agua potable.

Suministro
→ Bomba
→ Aislamiento térmico
→ Conector Wilo
→ Juntas
→ Instrucciones de instalación y funcionamiento

Características especiales/ventajas del producto
→ Modos manual y controlado por temperatura destinados a un funcionamiento perfecto
→ Detección de la desinfección térmica del depósito de agua caliente sanitaria
→ Indicación del consumo actual en vatios y de los kilovatios por hora acumulados o bien del caudal actual y de la temperatura
→ Carcasa de la bomba de acero inoxidable que protege frente a las bacterias y la corrosión
→ Conector Wilo
→ Gran resistencia a la dureza del agua: hasta 3.57 mmol/l (36ºf)
→ Temperatura máx. con A.C.S. 70ºC (por poco tiempo, 4h, hasta 75ºC)

Ilustración 73 Características bomba Wilo-Stratos PICO-Z.
Fuente: Tarifa 2018 Wilo

Las curvas características y los puntos de funcionamiento se muestran a continuación:

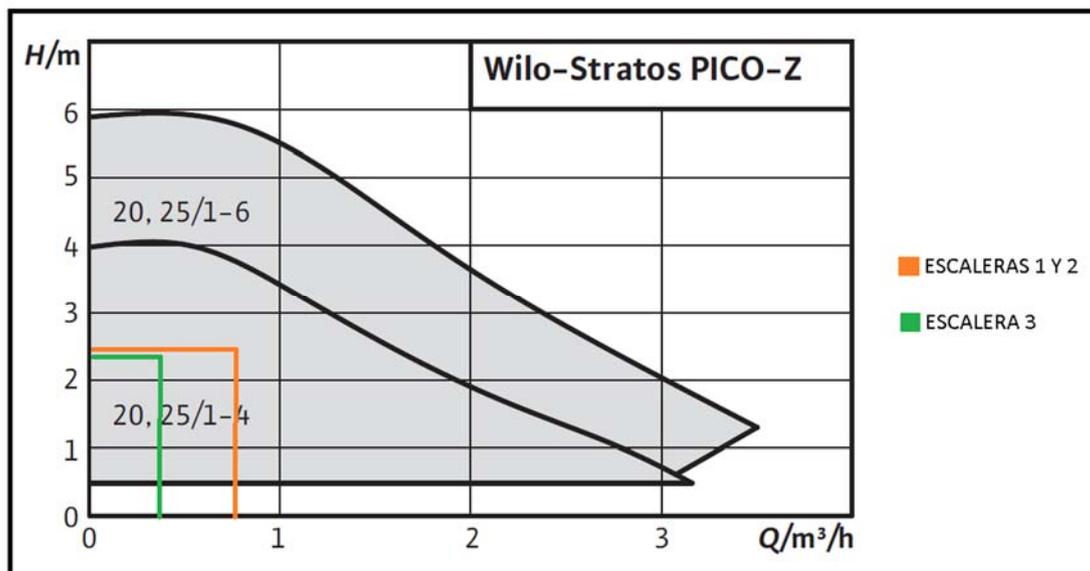


Ilustración 74 Curvas características Wilo-Stratos PICO-Z.
Fuente: Tarifa 2018 Wilo

En este caso la serie seleccionada es la 20/1-4 para todas las escaleras.

Wilo-Stratos PICO-Z					
Modelo	Conexión de tubería	Longitud	Presión nominal	Alimentación eléctrica	Peso bruto
	<i>Rp</i>	<i>L0</i> mm	<i>PN</i> bar		<i>m</i> kg
Stratos PICO-Z 20/1-4	¾	150	10	1~230 V, 50/60 Hz	2,1
Stratos PICO-Z 20/1-6	¾	150	10	1~230 V, 50/60 Hz	2,1
Stratos PICO-Z 25/1-4	1	180	10	1~230 V, 50/60 Hz	2,2
Stratos PICO-Z 25/1-6	1	180	10	1~230 V, 50/60 Hz	2,2

Ilustración 75 Detalles Wilo-Stratos PICO-Z.
Fuente: Tarifa 2018 Wilo

- **Circuito de consumo**

Para la selección de la bomba correspondiente al circuito secundario se procede de la misma manera que para el primario.

La bomba seleccionada en este caso es el modelo Yonos MAXO-Z 25/0.5-7, especialmente diseñado para sistemas de recirculación de ACS y agua potable.

Wilo-Yonos MAXO-Z

Tipo
Bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada o embreada, motor EC con regulación automática de la velocidad

Aplicación
Todas las ejecuciones de sistemas de recirculación de agua potable, todos los sistemas de calefacción por agua caliente, instalaciones de climatización, circuitos cerrados de refrigeración y sistemas industriales de circulación

Suministro
→ Bomba
→ Incl. juntas si la conexión es roscada
→ Incl. arandelas para tornillos de brida (en diámetros nominales de conexión DN 40 - DN 65)
→ Incl. instrucciones de instalación y funcionamiento

Características especiales/ventajas del producto

- Ahorro energético gracias al sistema hidráulico de alta eficiencia y el motor síncrono
- Transparencia completa de la altura de impulsión, la velocidad y los posibles fallos gracias a la pantalla LED
- Ajuste sencillo de tres velocidades al reponer una bomba estándar sin regulación
- Conexión eléctrica simplificada gracias al enchufe de Wilo
- Garantía de disponibilidad de la instalación mediante indicación general de avería
- Construcción compacta y facilidad de manejo probada
- Temperatura máx. del fluido de +80°C para ACS con una dureza máxima de 35ºf y +110°C para aplicaciones de calefacción

Ilustración 76 Características bomba Wilo-Yonos MAXO-Z.
Fuente: Tarifa 2018 Wilo

Las curvas características y los puntos de funcionamiento se muestran a continuación:

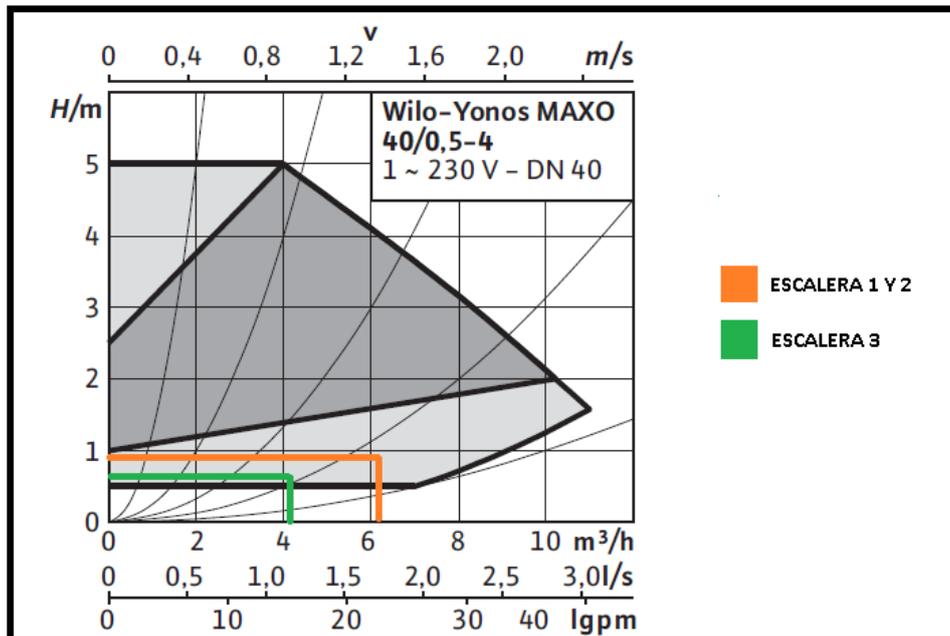


Ilustración 77 Curvas características Wilo-Yonos MAXO-Z.
Fuente: Tarifa 2018 Wilo

Wilo-Yonos MAXO con conexión embridada						
Modelo	Diámetro nominal	Clase IEE	Longitud	Presión nominal	Alimentación eléctrica	Peso bruto
	DN		l_0 mm	PN bar		m kg
Yonos MAXO 40/0,5-4	40	≤ 0,20	220	6/10	1~230 V, 50/60 Hz	10,2
Yonos MAXO 40/0,5-8	40	≤ 0,20	220	6/10	1~230 V, 50/60 Hz	10,8
Yonos MAXO 40/0,5-12	40	≤ 0,20	250	6/10	1~230 V, 50/60 Hz	14,9
Yonos MAXO 40/0,5-16	40	≤ 0,20	250	6/10	1~230 V, 50/60 Hz	24,5

Ilustración 78 Detalles Wilo-Yonos MAXO-Z.
Fuente: Tarifa 2018 Wilo

2.10.5 Cálculo del volumen del depósito de drenaje sistema Drain-Back

El volumen de fluido en el circuito primario no debe exceder el volumen del vaso de drenaje del sistema Drain-Back.

El volumen de fluido existente en el circuito primario es la suma del volumen en los captadores más el volumen de las tuberías.

Se supone que el volumen de fluido existente en las tuberías del circuito primario es igual a la siguiente expresión:

$$\text{Volumen en litros} = (\pi \cdot r^2 \cdot L) / 1000$$

Ecuación 16: Volumen tuberías

Donde

r = Radio interior de la tubería en milímetros.

L = Longitud de la tubería en metros.

El volumen que contiene un captador, según datos del fabricante, es igual a 1.2 litros.

El volumen de fluido que hay en el circuito primario de cada escalera se determina mediante el programa CHEQ4, dichos valores se muestran a continuación:

ESCALERA	Volumen circuito primario (litros)
Escalera 1	24.5
Escalera 2	24.5
Escalera 3	14.42

2.11 Aislamiento

El RITE establece en la IT 1.2.4.2 que todas las tuberías, así como los equipos y depósitos de las instalaciones térmicas deberán disponer de un aislamiento térmico cuando contengan fluidos con temperatura mayor que 40 °C cuando estén instalados en locales no calefactados.

Para el cálculo del aislamiento de las tuberías, equipos y depósitos se utiliza el método simplificado establecido en el RITE.

El procedimiento simplificado establece que los espesores mínimos de aislamientos térmicos, expresados en mm, en función del diámetro exterior de la tubería sin aislar y de la temperatura del fluido en la red y para un material con conductividad térmica de referencia a 10 °C de 0,040 W/ (m.K) deben ser los indicados en las siguiente imagen.

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60

*Ilustración 79 Espesores mínimos de aislamiento para tuberías.
Fuente: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.*

Según el RITE, los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías de ACS, deben ser los indicados en las tablas anteriores aumentados en 5 mm.

Por otro lado, el RITE establece que los espesores mínimos de aislamiento de equipos, aparatos y depósitos deben ser iguales o mayores que los indicados en para las tuberías de diámetro exterior mayor que 140 mm.

El espesor del aislamiento para todas las tuberías que circulen por el exterior del edificio será de 40 mm.

El espesor del aislamiento para todas las tuberías que circulen por el interior del edificio será de 30 mm.

El espesor del aislamiento de los equipos y depósitos será de 50 mm.

Los espesores mínimos de aislamiento de los accesorios de la red, como válvulas, filtros, etc., serán los mismos que los de la tubería en que estén instalados.

Por otro lado, el RITE establece que en toda instalación térmica por la que circulen fluidos no sujetos a cambio de estado, en general las que el fluido caloportador es agua, las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4 % de la potencia máxima que transporta.

Para comprobar que los espesores mínimos de aislamiento seleccionados cumplen esta condición se utiliza el programa informático Aislam, el cual es documento reconocido para la aplicación del RITE.



Ilustración 80 Ventana inicial Aislam.
Fuente propia.

Al presionar “ENTRAR” accedemos a la pantalla de presentación del programa.

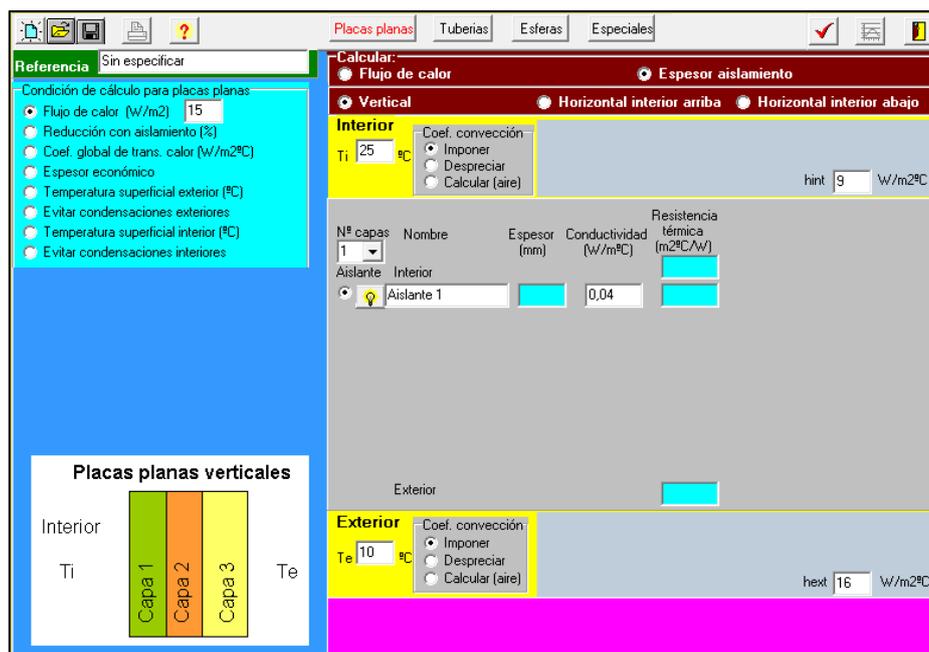


Ilustración 81 Pantalla de cálculo Aislam.
Fuente propia.

Mediante este programa podemos calcular las pérdidas de calor en la instalación solar que nos ocupa para poder determinar si estas son superiores a lo establecido en el RITE. Para ello debemos seleccionar la opción “Tuberías” junto con la opción “Flujo de calor” de esta manera el programa calculará las pérdidas de calor a lo largo de una tubería.

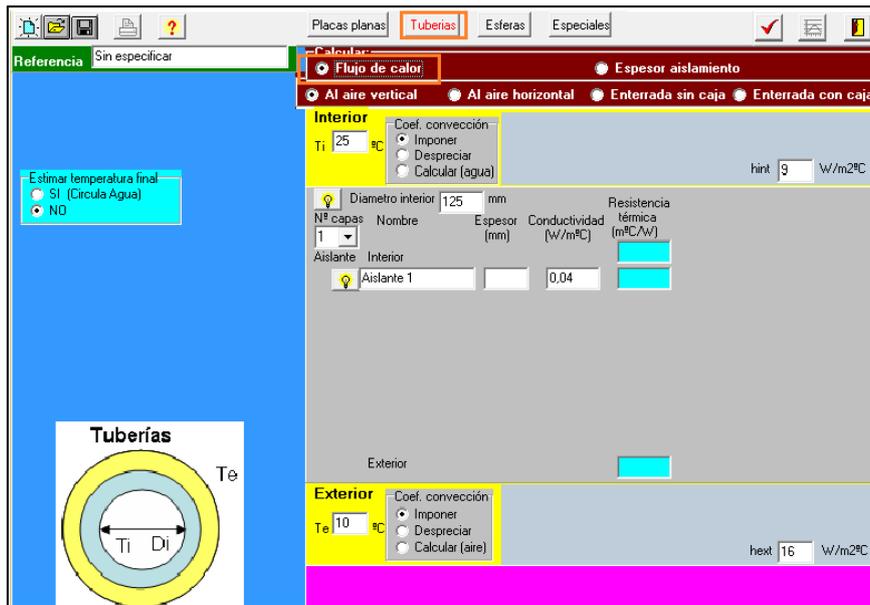


Ilustración 82 Configuración parámetros de cálculo.
Fuente propia.

En primer lugar se deben definir el número de capas a calcular, en este caso se utilizarán dos capas para el cálculo, una correspondiente a la tubería y otra correspondiente al aislamiento, de esta manera podremos introducir los datos de la tubería y del aislamiento por separado.

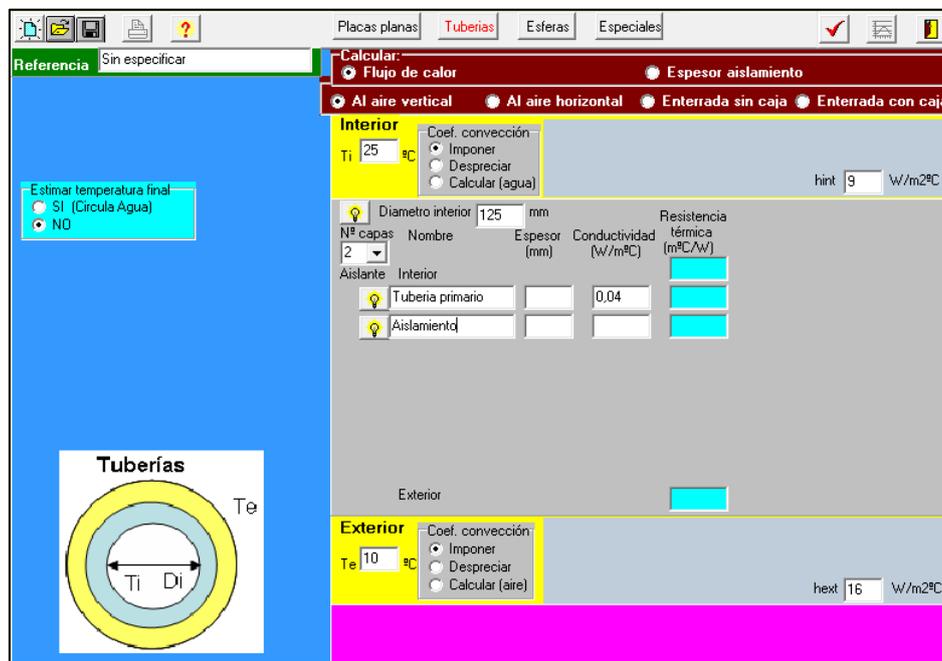


Ilustración 83 Creación de capas.
Fuente propia.

A continuación se introducen los datos de la conducción (material, diámetro, longitud, etc.), del fluido que circula por su interior (temperatura interior y exterior) y del aislamiento utilizado (tipo, espesor, etc.).

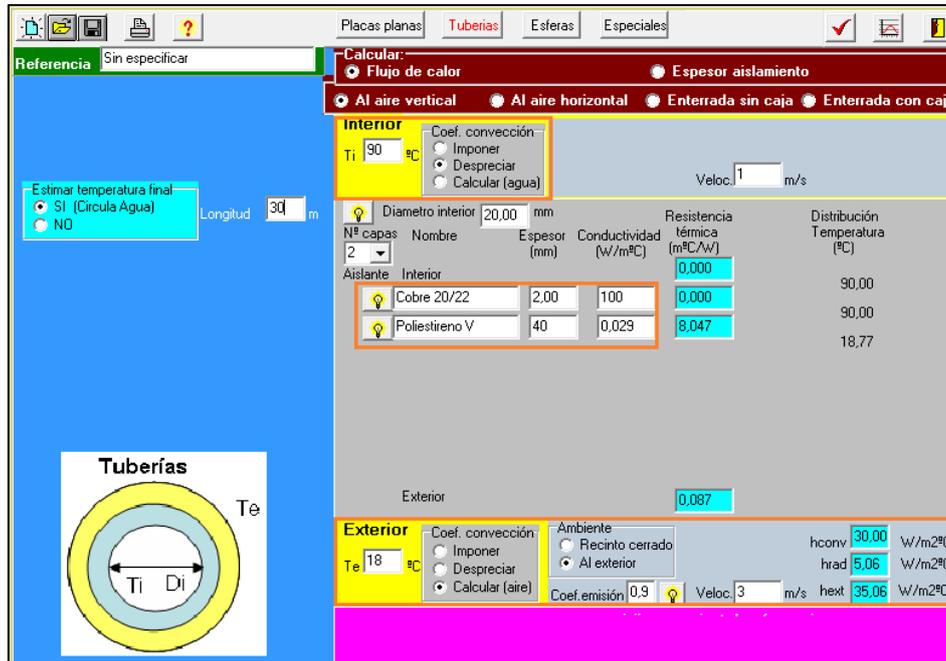


Ilustración 84 Introducción de datos tubería y aislamiento.
Fuente propia.

Una vez introducidos todos los datos se procede a calcular haciendo utilizando la opción de validar situada en la esquina superior derecha de la pantalla, los datos aparecen en la franja morada de la pantalla del programa.

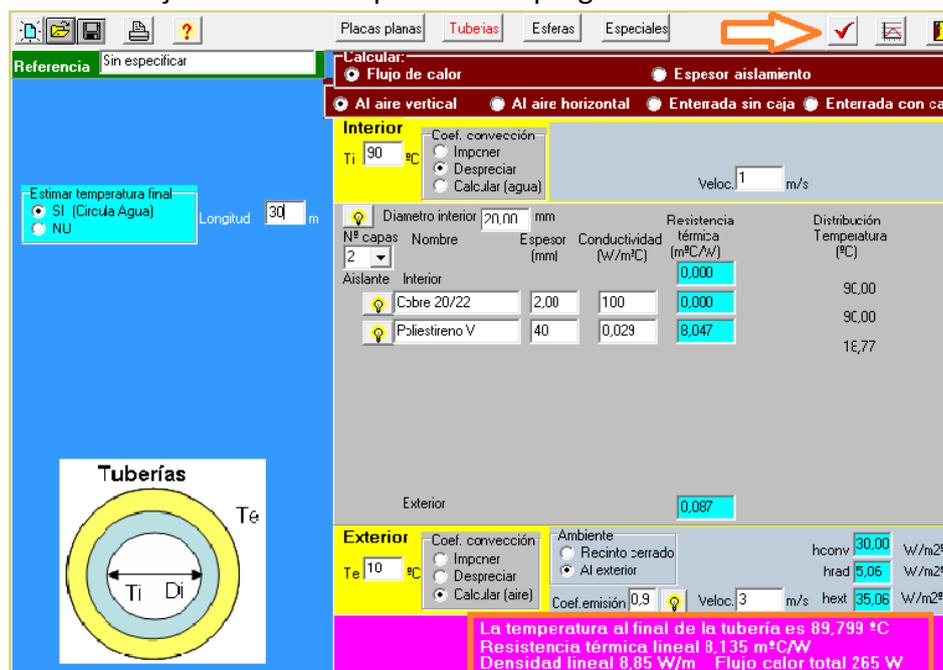


Ilustración 85 Resultados programa Aislam.
Fuente propia.

En la franja morada aparecen los resultados, el que nos interesa a nosotros es el correspondiente al flujo de calor que nos indica las pérdidas en W que tiene dicha

conducción. Repetimos el mismo proceso con todas las tuberías de la instalación obteniendo las pérdidas que ocasionan cada una de ellas, sumando dichas pérdidas se obtienen las pérdidas globales de la instalación.

Una vez calculadas las pérdidas globales de la instalación se determina si estas superan o no el 4 % de la potencia máxima que transporta. La potencia total de la instalación según el RITE, en el caso de instalaciones solares térmicas se determinará multiplicando la superficie de apertura de campo de los captadores solares instalados por 0,7 kW/m².

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos con el programa Aislam, así como el porcentaje de perdidas respecto al total de la instalación.

- **Escalera 1 y 2**

TRAMO	DIÁMETRO INTERIOR (mm)	METROS TUBERIA	ESPEJOR AISLAMIENTO (mm)	PÉRDIDAS (W)
Primario	16	40	40	265
Secundario	20	2	30	11
Bajante principal	48,8	2	30	18
Bajante P.2	48,8	4,5	30	40
Bajante P.3	38,8	8	30	64
Distribución vivienda P.1	38,8	5	30	32
Distribución vivienda P.2	38,8	5	30	32
Distribución vivienda P.3	38,8	5	30	32
Conexión vivienda	31	1	30	4
TOTAL PÉRDIDAS				498
% PÉRDIDAS RESPECTO A LA POTENCIA TOTAL				3,6

Tabla 55 Resultados procedimiento Aislam escaleras 1 y 2.

Fuente propia.

- **Escalera 3**

TRAMO	DIÁMETRO INTERIOR (mm)	METROS TUBERIA	ESPEJOR AISLAMIENTO (mm)	PÉRDIDAS (W)
Primario	12	40	40	132,5
Secundario	12	2	30	11
Bajante principal	48,8	2	30	18
Bajante P.2	31	4,5	30	22
Bajante P.3	31	8	30	32
Distribución vivienda P.1	31	5	30	18
Distribución vivienda P.2	31	5	30	18
Distribución vivienda P.3	31	5	30	18
Conexión vivienda	31	1	30	4
TOTAL PÉRDIDAS				273,5
% PÉRDIDAS RESPECTO A LA POTENCIA TOTAL				3,2

Tabla 56 Resultados procedimiento Aislam escalera 3.

Fuente propia.

Como se puede observar en las anteriores tablas, las pérdidas globales de cada instalación no superan el máximo permitido por el RITE.

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1 Condiciones de montaje

3.1.1 Generalidades

La instalación se fabricará utilizando procedimientos de ejecución y materiales que garanticen las demandas del servicio, salubridad, durabilidad y mantenimiento.

Se deberán tener en cuenta las especificaciones proporcionadas por los fabricantes de cada componente de la instalación.

Las especificaciones de montaje de la instalación se complementarán aplicando las reglamentaciones vigentes en cada caso.

El suministrador tiene la responsabilidad de comprobar la calidad de los materiales y agua utilizados, asegurando que cumplen con las normas especificadas, y el eludir el uso de materiales no compatibles entre sí.

El suministrador es el responsable del control y vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional.

Las aberturas de conexionado de todos los componentes de la instalación deberán estar protegidas durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, hasta que se proceda a su unión, mediante elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuada para evitar la penetración de cuerpos extraños y suciedades dentro del componente.

Se tendrá especial cuidado con materiales frágiles y delicados, tales como luminarias, mecanismos, equipos de medida, etc., que deberán protegerse debidamente.

El suministrador, durante el montaje, deberá retirar de la obra todo el material sobrante de los trabajos realizados anteriormente, en concreto de restos de conducciones y cables.

Durante el montaje, el suministrador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables.

De la misma manera, al finalizar de la obra, deberá proceder a la limpieza de todos los equipos (captadores, acumuladores, etc.), cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc. de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.

Todas las conducciones deberán reconocerse y limpiarse, antes de su colocación, de cualquier elemento extraño, como suciedades, rebabas, óxidos, etc.

La alineación de las conducciones en uniones y cambios de dirección se realizará con los correspondientes accesorios y/o cajas, centrando los ejes de las conducciones con los de los accesorios, sin tener que recurrir a forzar la conducción.

En los daños por rozaduras en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, el suministrador aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente.

El montaje de los equipos, válvulas y purgadores permitirá su posterior acceso para tareas de mantenimiento reparación o sustitución.

La instalación de los equipos y componentes de la instalación, se realizará de manera que las placas de características de estos queden en lugar visible.

Todos los elementos metálicos que no estén bien protegidos contra la corrosión y oxidación por el fabricante, deberán ser recubiertos con dos capas de pintura antioxidante.

Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria se protegerán de la corrosión mediante de ánodos de sacrificio.

Los componentes y circuitos de la instalación, podrán vaciarse total o parcialmente desde los puntos más bajos de la instalación.

Las conexiones entre los puntos de vaciado y desagües se realizarán de forma que el paso del agua quede perfectamente visible.

Los botellines de purga deberán estar en lugares accesibles y visibles.

3.1.2 Montaje de estructura de soporte y captadores

Se asegurará la estanqueidad en los puntos de anclaje de los colectores.

La instalación permitirá el acceso a los captadores para su desmontaje en caso de rotura, de manera que se pueda retirar cada captador con las mínimas actuaciones sobre los otros.

Cuando se monten tuberías flexibles se debe evitar que queden retorcidas y con radios de curvatura superiores a los determinados por el fabricante.

Las uniones de las tuberías flexibles con los captadores, se realizará con accesorios para mangueras flexibles.

El suministrador debe evitar que los captadores queden largos períodos expuestos al sol durante el montaje. Durante este período las conexiones del captador deben permanecer abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

Al finalizar el montaje, durante el tiempo previo a la puesta en marcha de la instalación, el suministrador deberá tapar el campo de captación.

3.1.3 Montaje del acumulador

La estructura para el soporte de los depósitos y sus anclajes se realizará según la normativa vigente.

La estructura para el soporte y su fijación para depósitos con capacidad superior a 1000 litros situados en cubiertas o pisos deberá diseñarse por un profesional competente. La situación de los acumuladores y sus estructuras de anclaje cuando se coloquen en cubiertas de piso tendrá en cuenta las características de la edificación, y requerirá para depósitos de más de 300 l el diseño de un profesional competente.

3.1.4 Montaje del intercambiador

Se deberá tener en cuenta la accesibilidad del intercambiador, para tareas de mantenimiento o reparación.

3.1.5 Montaje de las bombas de recirculación

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no será inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Las tuberías instaladas en las bombas en línea se aguantarán en las cercanías de las bombas de manera que no provoquen esfuerzos recíprocos.

El conexionado de las tuberías a las bombas no provocará esfuerzos recíprocos (se utilizarán manguitos antivibración si la potencia de accionamiento es superior a 700 W).

Todas las bombas deberán permitir la medición de presiones en aspiración e impulsión.

Todas las bombas se protegerán, aguas arriba, mediante de la instalación de un filtro o tela metálica.

Cuando se instalen bombas con prensa-estopas, se montarán sistemas de llenado automáticos.

3.1.6 Montaje tuberías y accesorios

Se comprobará, antes del montaje, que las tuberías no estén dañadas, oxidadas, fisuradas o con cualquier otro desperfecto.

Su almacenamiento se realizará en lugares donde estén protegidas de la intemperie y de los agentes atmosféricos. Durante su manipulación se evitarán los roces, las rodaduras o arrastres, que podrían dañar la resistencia mecánica, las áreas calibradas de las extremidades o las protecciones para la corrosión.

Las piezas de carácter especial, tales como manguitos, gomas de estanqueidad, etc. se guardarán en lugares cerrados.

Las tuberías se instalarán de forma ordenada, utilizando tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a los elementos estructurales del edificio, aparte de las pendientes que deban salvarse.

Las tuberías deberán instalarse lo más cercanas posible a paramentos, con el suficiente espacio para manipular el aislamiento y los accesorios. De cualquier manera, la mínima distancia de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm.

Las tuberías se instalarán de manera que siempre queden por debajo de conducciones eléctricas paralelas o que crucen.

La distancia mínima en línea recta entre la superficie exterior de la tubería y el aislamiento, y la del cable o tubo protector es:

- 5 cm para cables bajo tubo con tensión inferior a 1000 V.
- 30 cm para cables sin protección con tensión inferior a 1000 V.
- 50 cm para cables con tensión superior a 1000 V.

Las tuberías nunca se instalarán encima de equipos eléctricos, tales como cuadros, motores, etc.

Está prohibido la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación.

El conexionado de las tuberías y los componentes se realizarán de manera que no se transmitan esfuerzos mecánicos.

El conexionado de los componentes al circuito serán fácilmente desmontables mediante bridas o racores, con el fin de facilitar las tareas de mantenimiento y reparación.

En los cambios de sección en tuberías horizontales se harán de tal manera que no se formen bolsas de aire, a través de manguitos reductores excéntricos o enrasado de generatrices superiores en uniones soldadas.

Los tramos horizontales de tubería, para evitar la formación de bolsas de aire, se instalarán siempre con una pendiente ascendente del 1% en el sentido de la circulación.

Se facilitará la dilatación de las tuberías, empleando los cambios de dirección o dilatadores axiales.

Para evitar la formación de bolsas de aire, los tramos horizontales de tubería se montarán siempre con una pendiente ascendente, en el sentido de circulación, del 1 %.

Las uniones de tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad.

El dimensionado, distancias y disposición de los soportes de tubería se realizará de acuerdo con las prescripciones de UNE 100.152.

Durante el montaje de las tuberías de deben evitar, en los cortes para la unión, las rebabas y escorias.

En las ramificaciones soldadas el final del tubo ramificado no puede proyectarse en el interior del tubo principal.

Los sistemas de seguridad y expansión se conectarán de forma que se evite cualquier acumulación de suciedad o impurezas.

La dilatación de las tuberías con el cambio de la temperatura del fluido, se deben compensar para evitar roturas en los puntos más endebles, normalmente las uniones entre tuberías y aparatos, donde se concentran los esfuerzos de dilatación y contracción.

En las salas de máquinas se aprovecharán los frecuentes cambios de dirección, para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y soporte los cambios de longitud.

En los trazados de tuberías de gran longitud, horizontales o verticales, se compensarán los movimientos de tuberías mediante dilatadores axiales.

3.1.7 Montaje del aislamiento

El aislamiento no se puede interrumpir al cruzar elementos estructurales del edificio.

Los pasamuros deberán tener las dimensiones suficientes para que pase la conducción con su aislamiento, con un juego máximo de 3 cm.

El aislamiento térmico no se podrá interrumpir en los soportes de las conducciones, que podrán, o no podrán estar, totalmente envueltos por el material aislante.

El puente térmico que forma el mismo soporte con la conducción, quedará interrumpido mediante un material elástico (goma, fieltro, etc.) entre el soporte y la conducción.

Una vez concluida la instalación del aislamiento térmico, quedarán visibles todos los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volante, etc.

La leyenda que distingue el tipo de fluido que circula por el interior de las conducciones, se colocara sobre la superficie exterior del aislamiento o de su protección.

3.1.8 Montaje de contadores

Se deberán instalar siempre entre dos válvulas de corte para facilitar su aislamiento para tareas de mantenimiento o desmontaje. El suministrador deberá implementar un sistema (baipás o carrete de tubería) que permita el funcionamiento de la instalación aunque el contador sea desmontado para las diferentes labores de calibración y mantenimiento.

En cualquier caso, no habrá ningún obstáculo hidráulico a una distancia igual, al menos, a diez veces el diámetro de la tubería antes del contador, y a cinco veces después del mismo.

Si el agua puede arrastrar partículas sólidas en suspensión, se colocará un filtro de malla fina previo al contador, del tamiz adecuado.

3.1.9 Pruebas de estanqueidad en el circuito primario

El procedimiento para realizar las comprobaciones de estanqueidad se detalla a continuación:

1. Preparación y limpieza de redes de tuberías.

Se limpiarán internamente todas las tuberías antes de efectuar la prueba de estanqueidad, para eliminar los residuos procedentes del montaje, llenándolas y vaciándolas con agua el número de veces que sea necesario. Se comprobará que los elementos y accesorios del circuito soportan la presión a la que se les va a someter. Los elementos que no la soporten deben ser excluidos.

2. Prueba preliminar de estanqueidad.

La prueba se efectuará a baja presión, para localizar fallos en la red y evitar los daños que provocaría la prueba de resistencia mecánica.

3. Prueba de resistencia mecánica

La presión de prueba será de 1.5 veces la presión máxima de trabajo del circuito primario, con un mínimo de 3 bar, comprobando el funcionamiento de las válvulas de seguridad. Los equipos, aparatos y accesorios que no soporten dichas presiones quedarán excluidos de la prueba. La prueba hidráulica de resistencia mecánica durará lo suficiente para verificar de forma visual la resistencia estructural de los equipos y tuberías sometidos a la misma.

4. Reparación de fugas

La reparación de las fugas localizadas se realizará sustituyendo la parte dañada o con material nuevo. Una vez reparadas las fugas, se volverá a comenzar la secuencia de comprobación. El proceso se repetirá tantas veces como sea necesario.

3.1.10 Llenado circuito primario.

3.1.10.1 Comprobaciones con el Proyecto.

Se realizará la verificación de que el circuito hidráulico se ha realizado siguiendo el esquema de principio del Proyecto o Memoria Técnica. En caso de existir diferencias, se deberá comprobar si se trata de errores o si se han realizado para mejorar el diseño inicial. En cualquier caso, se debe entregar el esquema del circuito finalmente ejecutado, contando con el visto bueno de la Dirección Técnica.

Se comprobará que el trazado de las tuberías se corresponde con los planos del Proyecto o Memoria Técnica y que es el adecuado. El material de las tuberías instaladas se debe corresponder con el proyecto así como su espesor (o serie en el caso de tuberías de plástico).

Se verificará de que el aislamiento instalado tiene la conductividad térmica y el espesor especificados en la documentación técnica.

En el caso de emplear un fluido con anticongelante por existir riesgo de heladas, se deberá comprobar que el fluido anticongelante empleado cumple con los requisitos especificados en la Documentación Técnica.

3.1.10.2 Comprobaciones previas del montaje de las tuberías.

Previamente al llenado del circuito hidráulico, se comprobará que las pruebas de presión en las tuberías hayan sido realizadas. Se verificará que la sujeción de las tuberías a los cerramientos sea correcta y que se respetan las distancias de separación con otras conducciones. Las uniones de las tuberías a generadores o unidades terminales que se hayan realizado después de las pruebas de presión de las tuberías no deben presentar fugas ni goteos.

Se comprobará que no existen contactos de metales de diferente naturaleza que puedan ocasionar oxidación por pares galvánicos. En el caso de existir conexiones de tubos de cobre a elementos como depósitos de acero, la conexión se realizará mediante latiguillos de materiales plásticos de longitud suficiente que impidan la corrosión de los materiales por corrientes galvánicas.

Se comprobará que el aislamiento térmico está convenientemente instalado en tuberías y accesorios así como convenientemente protegido de la lluvia y la radiación solar en los tramos que circulen a la intemperie. Esta verificación (junto a las realizadas

anteriormente en los aislamientos) será suficiente para dar cumplimiento al párrafo i) de la IT 2.4 que exige comprobar las pérdidas térmicas de distribución de la instalación hidráulica.

Se deben comprobar los sistemas de expansión y de seguridad previamente a la puesta en marcha de cualquier circuito hidráulico. Se comprobará la existencia de un manómetro de presión de rango y precisión adecuados para la medida de las presiones manométricas del circuito (si es posible, rango 0-3 bar, en caso contrario, rango 0-6 bar o superior). Asimismo se comprobará que el sistema de llenado permita alcanzar la presión mínima requerida en el punto de llenado.

Se comprobará que el volumen del vaso de expansión es el correcto así como las presiones nominal y máxima del vaso de expansión y la de tarado de la válvula de seguridad. Se anotarán estos datos, comprobándose que coinciden con los especificados en el Proyecto o Memoria Técnica.

Se verificará la presión de tarado de las distintas válvulas de seguridad instaladas, disparando las mismas de forma manual, además de comprobar su funcionamiento y el correcto funcionamiento del desagüe (la salida de agua debe ser visible).

3.1.10.3 Realización del llenado del circuito

El llenado del circuito hidráulico se realizará mediante bomba manual impulsando el anticongelante desde un depósito externo a la instalación.

Una vez que todos los elementos del circuito hidráulico estén convenientemente verificados se procederá al llenado del circuito hidráulico hasta la presión mínima o de llenado. Se comprobará que el purgado de aire es eficaz y que por tanto el llenado se realiza sin dificultad. Se debe comprobar que los purgadores instalados funcionen correctamente y que su emplazamiento sea el adecuado para facilitar la purga de aire.

3.1.11 Puesta en servicio del grupo de bombeo

3.1.11.1 Comprobaciones con el Proyecto

Se comprobará que las bombas instaladas se corresponden con las especificadas en el Proyecto o Memoria Técnica. Se anotarán las características de las bombas directamente de la placa de características de la bomba (incluyendo el diámetro de rodete instalado). En la puesta en marcha se deberá comprobar que la ubicación permite el mantenimiento de las bombas y que el montaje se ha realizado según especificaciones del fabricante (Figuras 4.3 y 4.4 del fabricante concreto).

3.1.11.2 Comprobaciones previas a la puesta en marcha

Cada bomba deberá estar soportada con elementos que impidan la transmisión de vibraciones a los cerramientos del edificio. La bomba deberá conectarse al circuito hidráulico empleando elementos antivibratorios, nunca irá soportada sobre las tuberías.

Previamente a la puesta en servicio del equipo se deberá realizar una comprobación de la conexión eléctrica realizada. Se comprobará que las conexiones eléctricas a la máquina se han realizado de forma correcta y que los cables se encuentran bien sujetos (se recomienda realizar una revisión completa). La caja de conexiones deberá estar correctamente cerrada para que mantenga su nivel de estanquidad.

Se comprobará la tensión de suministro y que las protecciones eléctricas son las adecuadas para el equipo instalado.

3.1.11.3 Arranque de las bombas

Las bombas no deben arrancar nunca con el circuito vacío, esto es, con aire. Antes del arranque de las bombas se comprobará que el circuito se encuentra bien purgado. Las bombas generalmente pueden funcionar con agua y a caudal nulo durante unos minutos, pero siempre se debe medir cierto incremento de presión entre la aspiración y la impulsión.

Previamente al arranque del grupo de bombas, se deberá comprobar que el filtro esté limpio. Téngase en cuenta que en los primeros minutos de funcionamiento, el agua puede arrastrar suciedad al filtro y puede ser necesario realizar una segunda limpieza del mismo.

Al arrancar las bombas se prestará atención a que el ruido en funcionamiento es adecuado, sin ruidos de cavitación o burbujas de aire. Se comprobará que el sentido de giro de las bombas es correcto.

Una vez que las bombas se encuentren en funcionamiento, se ajustará su caudal al especificado en el Proyecto o Memoria Técnica. Métodos:

- Empleando caudalímetro o contador de energía que hubiera instalado.
- Empleando un caudalímetro de ultrasonidos o a partir de la pérdida de presión de una válvula de equilibrado.
- Midiendo el incremento de presión producido por la bomba y empleando su curva característica para estimar el caudal (se debe adjuntar con la ficha de puesta en servicio).

3.2 Puesta en servicio de la instalación

El plan de puesta en servicio para la instalación solar del presente proyecto ha sido elaborado utilizando como base la guía “Puesta en marcha de instalaciones según RITE” del IDEA, documento reconocido para la aplicación del RITE.

La puesta en servicio de las instalaciones de producción de ACS tiene el objetivo de verificar que la instalación ejecutada se ha realizado según el Proyecto o Memoria Técnica, que se ha ejecutado de forma adecuada y que funciona de forma correcta, alcanzando las temperaturas nominales de funcionamiento.

Se deben realizar las siguientes operaciones:

- Puesta en Servicio del circuito primario de la instalación solar.
- Prueba de estancamiento de la instalación solar térmica.

A continuación se presentan las comprobaciones a realizar en la Puesta en Servicio de la instalación de producción de agua caliente sanitaria y las comprobaciones para la puesta en marcha del circuito primario, así como la metodología a seguir para la realización de la prueba de estancamiento.

3.2.1 Instalación general de producción de ACS

Se comprobará que se hayan realizado las pruebas de presión en la red de tuberías de ACS y que se hayan realizado las operaciones de limpieza. Se supone que el aislamiento térmico está totalmente instalado. Los objetivos principales de las comprobaciones de la puesta en marcha son los siguientes:

- Verificar que la instalación se ha ejecutado según Proyecto o Memoria Técnica.
- Verificar que la ejecución haya sido adecuada.
- Comprobar que el sistema de apoyo funcione correctamente.
- Comprobar que el sistema de control regule la instalación para conseguir las temperaturas del agua adecuadas en cada punto de la instalación.

3.2.1.1 Comprobaciones con el Proyecto o con la Memoria Técnica

Se comprobará que el circuito hidráulico se ha realizado siguiendo el esquema de principio del Proyecto. En caso de existir diferencias, se deberá comprobar si se trata de errores o si se han realizado para mejorar el diseño inicial. En cualquier caso, se debe entregar el esquema del circuito finalmente ejecutado, contando con el visto bueno de la Dirección Técnica.

Se comprobará el volumen, material y características de los acumuladores de apoyo y de los acumuladores solares instalados. Se verificará que su conexionado en serie o paralelo es el indicado en el Proyecto.

Se comprobará que el trazado de las tuberías se corresponde con los planos del Proyecto o Memoria Técnica y que es adecuado, esto es, que se hayan respetado las distancias de separación con otras conducciones y elementos. Se verificará que el material de las tuberías instaladas se corresponde con el proyecto así como su espesor (o serie en el caso de tuberías de plástico). Se realizará asimismo la verificación de que el aislamiento instalado tiene la conductividad térmica y el espesor especificados en la documentación técnica.

3.2.1.2 Comprobaciones del circuito hidráulico previas a la puesta en marcha

Previamente a la puesta en servicio del sistema de producción de ACS, se comprobará que las pruebas de presión en las tuberías hayan sido realizadas. La sujeción de las tuberías a los cerramientos debe ser adecuada, empleando elementos antivibratorios. Se comprobará la estanquidad de las uniones de las tuberías a calderas, intercambiadores o acumuladores que se hayan realizado después de las pruebas de presión de las tuberías.

Se comprobará que no existan contactos de metales de diferente naturaleza que puedan ocasionar oxidación por pares galvánicos. En el caso de existir conexiones de tubos de cobre a elementos como depósitos de acero, la conexión se realizará mediante latiguillos de materiales plásticos de longitud suficiente que impidan la corrosión de los materiales por corrientes galvánicas.

El aislamiento térmico deberá estar convenientemente instalado sobre las tuberías y accesorios así como convenientemente protegido de la lluvia y de la radiación solar en los tramos que circulen a la intemperie.

3.2.1.3 Sistemas de seguridad

Cada depósito debe disponer de una válvula de seguridad tarada en función de su presión nominal. Se comprobará el correcto funcionamiento de la expulsión del agua al desagüe (la salida de agua debe ser visible).

En su caso, se comprobará la existencia de válvula limitadora de presión, y en cualquier caso que la presión en el acumulador sea siempre inferior a 5 bar.

3.2.1.4 Comprobación de las temperaturas

Se verificará que la instalación solar precalienta de forma adecuada los acumuladores solares.

Se comprobará que el intercambio de calor con el circuito primario se realiza de forma adecuada. Para ello se realizara una comprobación en los intercambiadores de la transferencia térmica, que se deberá realizar a partir de las medidas de temperatura y caudal en las dos corrientes.

En cualquier intercambiador instalado se debería poder medir las temperaturas de entrada y salida de los fluidos frío y caliente. Para ello se deberán dejar instaladas al

menos unas vainas en contacto con el fluido donde se insertarán sondas de temperatura empleando pasta conductora.

El sistema de apoyo deberá funcionar de forma correcta, manteniendo los acumuladores de apoyo por encima de 60 °C. La instalación deberá estar ejecutada de forma que en ningún caso la temperatura del agua de salida de los grifos sea superior a 60 °C para evitar quemaduras.

Por último, se deberá comprobar que la instalación está preparada para realizar un tratamiento de choque contra la legionella, que consiste en que todos los puntos de la instalación de ACS puedan alcanzar 70 °C durante al menos 2 minutos.

A continuación se propone una ficha de Puesta en Servicio donde se especifican los detalles de ejecución y control a revisar.

DATOS GENERALES	
Empresa instaladora:	Cliente:
Técnico:	
Identificación del circuito en la instalación:	
Material de las tuberías:	
Material de los acumuladores:	
COMPROBACIONES CON EL PROYECTO O MEMORIA TÉCNICA	
Se han instalado los distintos elementos según esquema de principio del Proyecto o Memoria Técnica <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Observaciones:	
Los acumuladores instalados se corresponden con los especificados en el Proyecto o Memoria Técnica <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Observaciones:	
El trazado de las tuberías se corresponde con el Proyecto o Memoria Técnica y es adecuado <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Observaciones:	
El material de las tuberías, diámetros y espesor se corresponden con el Proyecto o Memoria Técnica <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Observaciones:	
El aislamiento instalado se corresponde con el Proyecto o Memoria Técnica <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Observaciones:	
Los espesores de aislamiento instalados se corresponden con el Proyecto o Memoria Técnica <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Observaciones:	
COMPROBACIONES DEL CIRCUITO HIDRÁULICO PREVIAS A LA PUESTA EN MARCHA	
Se han realizado las pruebas de presión en las tuberías <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Observaciones:	
Las tuberías están convenientemente sujetas y no existen goteos ni fugas en las conexiones <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Observaciones:	
Todos los elementos en contacto con el ACS son de calidad sanitaria según RD140/2003 <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Observaciones:	

(Continuación)

COMPROBACIONES DEL CIRCUITO HIDRÁULICO PREVIAS A LA PUESTA EN MARCHA			
No existen uniones de metales de diferente naturaleza que puedan producir oxidaciones			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
El aislamiento está perfectamente unido a las tuberías			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
El acabado exterior del aislamiento es adecuado en los tramos instalados al exterior			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
SISTEMAS DE SEGURIDAD			
Cada acumulador dispone de su propia válvula de seguridad			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
Se comprueba que los acumuladores no pueden alcanzar 5 bar (válvula limitadora de presión)			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
El vaso de expansión tiene la presión inicial adecuada			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
Se han instalado los purgadores necesarios en puntos elevados que permiten la purga de aire			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
COMPROBACIÓN DE LAS TEMPERATURAS			
Los acumuladores solares se calientan adecuadamente con la instalación solar			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
Existe sistema de protección contra el sobrecalentamiento de los acumuladores solares			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
El sistema de apoyo mantiene los acumuladores de apoyo por encima de 60 °C			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
La recirculación se encuentra en todo el circuito por encima de 50 °C			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
La instalación permite realizar el tratamiento térmico de choque exigido en el RD865/2003			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
DATOS TOMADOS DE LAS PLACAS DE CARACTERÍSTICAS		Medido	Previsto
Volumen de los acumuladores de apoyo	litros		
Volumen de los acumuladores solares	litros		
Volumen del vaso de expansión	litros		
Presión nominal del vaso de expansión	bar		
Presión nominal de los acumuladores	bar		
Presión de tarado de la válvula de seguridad	bar		
Presión de prueba del circuito hidráulico	bar		

(Continuación)

MEDIDAS REALIZADAS EN LA PUESTA EN SERVICIO		Medido	Previsto
Temperatura de los acumuladores solares	°C		
Temperatura de los acumuladores de apoyo	°C		
Temperatura de impulsión de la recirculación de ACS	°C		
Temperatura de retorno de la recirculación de ACS	°C		
INSTRUMENTACIÓN EMPLEADA (OPCIONAL)			
Tipo de instrumento		Identificación	
RESULTADO DE LA ACTIVIDAD			
CONFORMIDAD			
Firma del técnico:		Firma de conformidad del cliente:	
Nombre:		Nombre:	
Fecha: / /		Fecha: / /	

3.2.2 Puesta en funcionamiento del circuito primario

Para realizar la puesta en servicio del circuito primario de la instalación solar se deberá realizar el llenado del circuito hidráulico y la puesta en servicio del grupo de bombeo.

- Realizar el llenado del circuito primario.
- Realizar la puesta en servicio del grupo de bombeo.

Es conveniente realizar estas pruebas con el campo de captadores tapado.

3.2.2.1 Comprobaciones con el Proyecto o con la Memoria Técnica

Se comprobará que el modelo de captador instalado se corresponde con el Proyecto o Memoria Técnica, así como su disposición en filas y su conexionado en serie o paralelo.

Se deberá comprobar que los captadores solares térmicos se han instalado en la ubicación, inclinación y orientación especificadas en el Proyecto o Memoria Técnica. En cualquier caso, se deberá verificar que la situación es adecuada y que no existen elementos próximos como árboles, chimeneas, conductos de ventilación, etc., que produzcan sombras que no se tuvieron en consideración en el proyecto.

Se verificará que la ubicación permite el mantenimiento de la instalación de forma segura, existiendo los elementos de seguridad necesarios (por ejemplo, cables de vida o barandillas). La instalación debe ser accesible sin la utilización de escaleras portátiles y debe poder realizarse el mantenimiento de los distintos elementos instalados como purgadores, válvulas y sondas de temperatura. Se debe comprobar el cumplimiento de la IT 1.3.4.4.3 de accesibilidad.

Se comprobará que los captadores solares se encuentran convenientemente anclados según Proyecto y siguiendo las recomendaciones del fabricante.

3.2.2.2 Comprobaciones previas a la puesta en servicio

Se verificará que se hayan realizado las comprobaciones del circuito hidráulico correspondientes al llenado del circuito hidráulico y a la puesta en servicio del grupo de bombeo. Se prestará atención a que se hayan instalado todos los elementos especificados en el esquema de principio de la instalación. Se comprobará que el fluido térmico con el que se ha llenado el circuito primario se corresponde con el especificado en el Proyecto o Memoria Técnica.

Se comprobará la existencia de válvulas de corte en cada fila de captadores solares y la instalación de una válvula de seguridad por cada sección del circuito que pueda ser sectorizada. Además, se comprobará que los captadores solares de una misma fila se hayan conectado con los elementos recomendados por el fabricante

(Conexiones que podrán estar expuestas a altas temperaturas y que además deberán absorber las dilataciones).

La sonda de control de la temperatura de captadores es un elemento muy importante para el correcto funcionamiento de la instalación solar. Se asegurará que la sección de cable empleada es adecuada y cumple las exigencias establecidas por el fabricante de la centralita de control.

La sonda se debe conectar en la parte superior de uno de los captadores solares. Se debe elegir un captador solar que no se encuentre a la sombra en ningún momento del día. La sonda debe instalarse sumergida en el tubo de salida del agua de la fila de captadores.

Se comprobará que el resto de sondas de control se hayan instalado de forma adecuada. La IT 1.3.4.4.5 exige que las sondas deban instalarse en contacto con el circuito hidráulico o en termopozos con sustancia conductora, no permitiendo el uso permanente de sondas de temperatura de contacto.

3.2.2.3 Comprobación de la centralita de control

Se comprobará que las temperaturas medidas por las distintas sondas de control son correctas. Para ello se empleará un termómetro portátil con sondas superficiales o sumergidas con las que poder comprobar que la lectura de las sondas es correcta. Esta prueba servirá para verificar que las sondas están correctamente conectadas a la centralita de control y los puntos de medida se corresponden con la configuración de la centralita.

Se comprobará que la centralita esté configurada de forma correcta y de hecho funcione como se espera. Se deberá comprobar la configuración de las distintas acciones de la centralita y verificar que se realizan tal y como está previsto en el Proyecto.

3.2.2.4 Puesta en marcha del circuito primario

La puesta en marcha del equipo de bombeo se realizará siguiendo la metodología de la Sección 4.2.

Las pruebas se realizarán con el campo de captadores tapado, siendo posible el arranque de la bomba enfriando la sonda de control de la temperatura del acumulador mediante hielo. Modificando la temperatura de esta sonda, se puede verificar el correcto funcionamiento del sistema de control, esto es, la bomba arranca con una diferencia de temperaturas entre sondas de 7 °C y para cuando la diferencia de temperaturas es de 2 °C (medidos con la centralita de control).

Se ajustará el caudal de circulación del circuito primario al valor establecido en el presente proyecto.

Una vez realizada la puesta en marcha del equipo de bombeo y verificado el sistema de control, se realizará la puesta en marcha del circuito primario destapando los captadores solares térmicos. Se verificará el funcionamiento correcto de la instalación.

En los casos donde exista más de una fila de captadores (escaleras 1 y 2) se procederá al equilibrado del circuito primario.

Se medirán las temperaturas de entrada y salida del fluido térmico en cada fila. La temperatura de impulsión de agua a todas las filas es la misma (temperatura de entrada). Si una fila recibe menos caudal, se detectará por producir un mayor salto de temperaturas que la fila que reciba mayor caudal. Se deberá equilibrar el circuito para que el fluido térmico salga de todas las filas a una temperatura similar.

En las horas centrales del día, donde la irradiancia solar sobre captadores solares el salto térmico en el circuito primario debe ser cercano a 10 °C.

3.2.2.5 Comprobaciones finales

Es posible que varias semanas después de arrancar la instalación solar, no exista demanda de energía debido a que el edificio se encuentre vacío. Se comprobará que la instalación dispone de un sistema para evitar el sobrecalentamiento del acumulador.

3.3 Prueba de estancamiento del circuito primario

La IT 2.2.7.3 establece que debe realizarse una prueba de seguridad del circuito primario en condiciones de estancamiento. La prueba consiste en parar la bomba de primario cuando la irradiancia solar sea del 80% de la irradiancia fijada como máxima. La IT 2.3.3.10 exige la comprobación del circuito primario en condiciones de estancamiento así como el retorno a las condiciones de operación nominal sin la intervención del usuario.

La prueba de estancamiento de la instalación solar térmica se realizará en las horas centrales del día (± 2 horas respecto a las 12 horas solares). En estas horas, en los meses de marzo a octubre, la radiación solar es de 0,85-1 kW/m² sobre el plano de captadores solares inclinados 30-50° siendo posible realizar la prueba de estancamiento.

3.3.1 Comprobaciones a realizar después de la parada

Se realizarán las siguientes medidas después de 1 minuto de la parada:

- Presión inicial del circuito (presión de llenado).
- Temperatura de la sonda de captadores.

Se realizarán las siguientes medidas después de 60 minutos de la parada:

- Presión final del circuito (presión de estancamiento).
- Temperatura de la sonda de captadores en estancamiento.

A continuación se propone una ficha de Puesta en Servicio donde se especifican los detalles de ejecución y control a revisar.

DATOS GENERALES	
Empresa instaladora:	Cliente:
Técnico:	
Identificación del circuito primario en la instalación:	
CARACTERÍSTICAS DEL CIRCUITO PRIMARIO	
Lugar de instalación:	
Fabricante / Modelo de captador solar:	
Superficie del captador / superficie total captación:	
Número de captadores, de filas, e indicación serie/paralelo:	
COMPROBACIONES CON EL PROYECTO O MEMORIA TÉCNICA	
Los captadores solares instalados se corresponden con el Proyecto o Memoria Técnica <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Observaciones:	
La conexión de los captadores se corresponde con el Proyecto o Memoria Técnica <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Observaciones:	
La ubicación de los captadores solares corresponde con la del Proyecto o Memoria Técnica y es adecuada <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Observaciones:	
La orientación e inclinación de los captadores solares se corresponde con el Proyecto o Memoria Técnica <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Observaciones:	
Los elementos que producen sombras han sido considerados en el Proyecto o Memoria Técnica <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Observaciones:	
La sujeción de los captadores es adecuada y correcta a fin de evitar que puedan desprenderse <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Observaciones:	

(Continuación)

COMPROBACIONES PREVIAS A LA PUESTA EN MARCHA			
Se ha realizado las comprobaciones de la Puesta en Servicio del circuito hidráulico			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
Se ha realizado la puesta en marcha del grupo de bombeo y se ha ajustado su caudal			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
Las conexiones a las filas de captadores se han realizado de forma correcta			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
La sonda de control de la temperatura de captadores está instalada adecuadamente			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
El resto de sondas de temperatura están correctamente instaladas (cumplimiento IT.1.3.4.4.5)			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
COMPROBACIONES DE LA CENTRALITA DE CONTROL			
La lectura de la sonda de la temperatura de captadores es correcta (incertidumbre < 1 °C)			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
La lectura del resto de las sondas de medida de la temperatura es correcta			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
Se comprueba que las sondas instaladas se corresponde con la configuración de la centralita			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
Se comprueba de la centralita está configurada adecuadamente y funciona correctamente			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
PUESTA EN MARCHA DEL CIRCUITO PRIMARIO			
El interruptor de flujo está instalado, conectado y funciona correctamente			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
La sonda de temperatura de control está instalada, conectada y mide correctamente			
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Observaciones:	
MEDIDAS REALIZADAS EN EL CIRCUITO PRIMARIO			
Fluido térmico empleado:			
Medidas en el circuito	Unidad	Medido	Previsto
Calor específico del fluido térmico	kJ/kg °C		
Densidad del fluido térmico	kg/m ³		
Caudal	l/h		
Temperatura de impulsión a captadores	°C		
Temperatura de retorno de captadores	°C		
Incremento de temperaturas en captadores	°C		

(Continuación)

EQUILIBRADO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO						
FILA DE CAPTADORES	Previsión			Datos medidos		
	Caudal l/h	ΔT °C	TIN °C	TOUT °C	ΔT °C	Posic. Válvula
FILA:						
FILA:						
FILA:						
FILA:						
FILA:						
FILA:						
FILA:						
FILA:						
FILA:						
SISTEMA DE PROTECCIÓN DEL SOBRECALENTAMIENTO DEL ACUMULADOR SOLAR						
La instalación dispone de un sistema de protección del sobrecalentamiento del Acumulador Solar						
<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Observaciones:						
Descripción del funcionamiento:						
INSTRUMENTACIÓN EMPLEADA (OPCIONAL)						
Tipo de instrumento			Identificación			
RESULTADO DE LA ACTIVIDAD						
CONFORMIDAD						
Firma del técnico:			Firma de conformidad del cliente:			

3.4 Mantenimiento de la instalación

3.2.1 Generalidades

Se deberá realizar un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo) por un período de tiempo, como mínimo, igual a la garantía.

El mantenimiento preventivo, como mínimo, conllevará una revisión anual de la instalación para instalaciones con un área de captación útil homologada inferior o igual a 20 m², y una revisión cada seis meses para instalaciones con un área de captación superior a 20 m².

Las medidas a tomar en el caso de que en algún mes del año el aporte solar sobrepase el 110% de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100 %, son el vaciado parcial del campo de captadores mediante el sistema Drain Back.

3.2.2 Programa de mantenimiento

El objetivo de este apartado es determinar las condiciones generales mínimas a seguir para un correcto mantenimiento de las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente sanitaria.

Se definen tres tipos de actuación para englobar la totalidad de las operaciones necesarias a lo largo de la vida útil de la instalación para asegurar el correcto funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la instalación:

- Vigilancia
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

El plan de vigilancia se refiere a las operaciones que permiten determinar los valores operacionales de la instalación y que estos se encuentren dentro de los límites establecidos. Es un plan de observación de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación.

El plan mantenimiento preventivo, son las operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, las cuales aplicadas a la instalación permiten mantener dentro de los límites establecidos las condiciones de funcionamiento, prestaciones y durabilidad de la misma.

El plan de mantenimiento se realizará por personal técnico especializado que conozca los requisitos de la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación deberá tener un libro de mantenimiento en el que se registren todas las operaciones de mantenimiento realizadas, así como el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo incluirá todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos consumibles o desgastados por el uso, necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación durante su vida útil.

A continuación, se definen las operaciones de mantenimiento preventivo que deben llevarse a cabo en la instalación del presente proyecto, la periodicidad mínima establecida y descripciones en relación con las prevenciones a observar.

Para la definición de frecuencias de trabajos en los protocolos de mantenimiento preventivo se han utilizado los siguientes símbolos:

- D Tareas e intervenciones de frecuencia diaria.
- M Tareas de frecuencia mensual.
- T Tareas de frecuencia trimestral.
- A Intervenciones de frecuencia anual.
- B Intervenciones de frecuencia bienal.
- 2A Intervenciones que deben realizarse dos veces al año o dos veces por temporada (al inicio y a la mitad del periodo de uso en cada temporada), según el periodo de funcionamiento del elemento de que se trate.

Trabajos	Frecuencia
SISTEMA DE CAPTACIÓN	
Verificación del estado de limpieza de la protección translúcida de los paneles captadores.	A
Verificación de inexistencia de condensaciones y suciedad bajo la protección de los paneles captadores.	A
Verificación de inexistencia de corrosiones y fugas de agua en los paneles captadores.	A
Inspección de las juntas de los captadores: verificación de inexistencia de agrietamientos y deformaciones.	A
Verificación del estado de la superficie absorbadora de los captadores: inexistencia de corrosiones, deformaciones y fugas.	A
Verificación del estado de las carcassas y las ventanas de respiración.	A
Inspección de las conexiones hidráulicas: localización y corrección de fugas, apriete de conexiones, comprobación de niveles de agua en circuitos.	M
Inspección de la estructura de soporte: estado de degradación, indicios de corrosión, apriete de tornillos.	A

SISTEMA DE ACUMULACIÓN	
Limpieza y desincrustado interior del acumulador de agua caliente. Eliminación de oxidaciones.	2A
Verificación del estado de desgaste de ánodos de sacrificio y sustitución, si procede.	A
Inspección del aislamiento térmico del acumulador de agua caliente y corrección, si procede.	A
SISTEMA DE INTERCAMBIO	
Limpieza y verificación de funcionamiento del intercambiador o serpentín primario.	M
Verificación de la eficiencia (CF) y prestaciones de intercambiador primario/secundario.	M
CIRCUITO HIDRÁULICO	
Verificación de la densidad y el pH del fluido caloportador primario y corrección, si procede.	A
Verificación del estado de las tuberías del circuito primario: corrección de fugas y oxidaciones.	A
Verificación de la hermeticidad del circuito primario completo y restitución, si procede.	2A
Verificación del aislamiento térmico de las tuberías del circuito primario y corrección, si procede.	A
Verificación de la ausencia de humedad en el interior de los aislamientos y sustitución de estos, si las hubiera.	A
Verificación de estado y funcionalidad de purgadores automáticos. Limpieza de orificios.	A
Verificación de estado y funcionalidad de purgadores manuales. Vaciado de botellines.	A
Verificación de estado y funcionamiento de las bombas de recirculación. Limpieza y estanquidad.	A
Verificación de estado y funcionalidad de vasos de expansión. Comprobación de presiones.	A
Verificación de estado y ajuste de niveles en vasos de expansión abiertos.	A
Verificación de estado y funcionamiento del sistema de llenado automático del circuito primario.	M
Verificación de estado y funcionalidad de válvulas de corte, comprobación de inexistencia de agarrotamientos.	2A
Verificación de estado y funcionalidad de válvulas de seguridad y comprobación de actuación.	A
SISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL	
Verificación de estado de cuadros eléctricos: limpieza interior, verificación de juntas de puertas.	A
Verificación de aparellaje eléctrico, actuación de interruptores y apriete de conexiones.	A
Verificación de termostatos de regulación, comprobación de actuación y ajuste, si procede.	A
SISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR	
Verificación del estado y funcionalidad del sistema de apoyo.	A
Verificación y ajuste de instrumentos de medida: termómetros, sondas de temperatura y manómetros de la instalación.	A

Tabla 57 Tabla de Mantenimiento preventivo
Fuente: Guía. Puesta en marcha de instalaciones según RITE

Finalmente, el plan de mantenimiento correctivo son las operaciones realizadas como resultado de la detección de cualquier fallo en el funcionamiento normal de la instalación, en el plan de vigilancia o en el de mantenimiento preventivo.

Incluye la visita a la instalación, en los plazos máximos indicados en el apartado de Garantías, cuando el usuario lo requiera por avería grave de la instalación, así como el análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el adecuado funcionamiento de la instalación.

El costo económico del mantenimiento correctivo, forma parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas la mano de obra y las reposiciones de componentes o equipos necesarias.

3.2.3 Garantías

El suministrador debe garantizar la instalación durante como mínimo un período de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento utilizado en su montaje.

Dejando a salvo cualquier posible reclamación a terceros, la instalación deberá ser reparada de acuerdo a estas condiciones generales si ha sufrido alguna avería derivada a causa de un defecto de montaje o de los componentes, siempre y cuando haya sido manipulada correctamente siguiendo lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se otorga a favor del comprador de la instalación, lo que se deberá justificar mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

Si por responsabilidad de suministrador, hubiera que interrumpirse la explotación del suministro, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prorrogará por la misma duración de dichas interrupciones.

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que resulten defectuosas, y también la mano de obra utilizada en la reparación o sustitución durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan totalmente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

De igual manera, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con las mismas. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la ejecución del aval prestado y de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo de:

- 24 horas, si se interrumpe el suministro de agua caliente, procurando establecer un servicio mínimo hasta el correcto funcionamiento de ambos sistemas (solar y de apoyo).
- 48 horas, si la instalación solar no funciona.
- Una semana, si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que dicha demora sea inferior a 15 días naturales.

4. PRESUPUESTO

INSTALACIÓN ACS EDIFICIO DE 23 VIVIENDAS

Presupuesto parcial nº 1 INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTA SANITARIA (A.C.S.)

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1 ESCALERA 1					
1.1.1 COLECTORES	ud	Suministro e instalación colector solar plano, marca CHROMAGEN, modelo PA-D, ejecución sobre cubierta plana horizontal, superficie de absorción neta 2,10 m ² , colector autovaciante, vidrio solar prismatizado clase U1 SPF, homologado CENER Y ITW, (En 12975 1 y 2), garantía 10 años, no es necesario tapar los colectores entre el montaje y la puesta en marcha, incluye colectores, elementos de seguridad, pequeño material, soportes y acoplamientos rápidos, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
	10,00				10,00
		Total ud		10,00	560,82
1.1.2 DRAIN_BACK	ud	Suministro e instalación de kit Drain-Back ACV modelo TERCIARIO, centralita de control solar, grupo de bombeo primario y vaso drenaje 40 litros, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud		1,00	3.768,98
1.1.3 INTERCAMBIADOR	ud	Suministro e instalación de intercambiador de placas marca Sedical modelo UFP32/11-H, potencia 8,3 kw, primario 55/42,5°C, secundario 37,5/50° C, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud		1,00	149,38
1.1.4 BOMBA_SECUNDAR...	ud	Suministro e instalación de bomba simple marca Wilo modelo Stratos PICO-Z, bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada, motor EC resistente al bloqueo y regulación electrónica de velocidad integrada. Instalada en posición horizontal con 2 válvulas de corte, 1 antirretorno, 2 manguitos antivibratorios, 1 manómetros, 1 filtros, para conexión según diámetro de tubería del circuito indicada en proyecto, con todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud		1,00	1.306,56

INSTALACIÓN ACS EDIFICIO DE 23 VIVIENDAS

Página 2

Presupuesto parcial nº 1 INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTA SANITARIA (A.C.S.)

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1.5 ACUMULADOR	ud	Suministro en instalación de depósito de acumulación marca IDROGAS modelo AX, capacidad 1000 litros, fabricado en acero inoxidable y procesos automáticos de soldadura en atmosfera controlada, de 1000 litros de capacidad, con tratamiento anticorrosivo "CERAMPLAST", tratamiento anticorrosivo interior con microcerámica, aplicada con sistemas automáticos, apto para el trabajo en ambientes agresivos, temperaturas de trabajo elevadas, instalaciones solares y el choque térmico para el tratamiento anti-legionela, ánodo electrónico, aislamiento flexible, elementos seguridad, presión 8 bar, boca de inspección, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud	1,00	3.480,32	3.480,32
1.1.6 BOMBA_CONSUMO	ud	Suministro e instalación de bomba simple marca Wilo modelo Yonos MAXO-Z, bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada, motor EC resistente al bloqueo y regulación electrónica de velocidad integrada. Instalada en posición horizontal con 2 válvulas de corte, 1 antirretorno, 2 manguitos antivibratorios, 1 manómetros, 1 filtros, para conexión según diámetro de tubería del circuito indicada en proyecto, con todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud	1,00	1.306,56	1.306,56
1.1.7 CONTADORES	ud	Suministro e instalación de contador para agua caliente sanitaria de la marca ZENNER modelo ETWD-M-20, preequipados para módulo de telemedida EDC VIA RADIO (wM-Bus), M-Bus (cableado) o pulsos inductivos, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud	9,00	34,15	307,35

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total	
1.1.8 AISLAMIENTO	ud	Suministro e instalación de partida de forrado con coquilla de espuma elastomérica y célula cerrada, tipo SH-ARMAFLEX, coeficiente de conductividad térmica 0,037 W/(m*K) a 20°C, reacción al fuego según UNE 23727 clase M-1, temperatura de trabajo +10°C / +150°C, aislamiento de toda la red tuberías de calefacción, colectores, válvulas, codos, tes, derivaciones, todos los componentes de la sala de calderas y conexiones que discurran por zonas no calefactadas, incluso en falsos techos con arreglo R.I.T.E. Ap.03.1, el espesor mínimo del aislamiento térmico empleado SH-ARMAFLEX será para tuberías que discurran por el exterior d (D = o < 35 mm) = 36 mm y d (35 = o < D = o < 60 mm) = 36 mm y para tuberías que discurran por el interior d (D = o < 35 mm) = 22 mm y d (35 = o < D = o < 60 mm) = 27 mm, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, control, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, incluye en las tuberías que discurran por el exterior del edificio, la terminación final del aislamiento dispondrá de protección contra la intemperie, para ello se protegerán inmediatamente después de pasadas 36 horas y antes de 4 días, mediante pintura protectora tipo Armafinish, y en la realización de la estanqueidad de las juntas se evitará el paso de la lluvia, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.				
		Total ud	1,00	525,24	525,24	
1.1.9 FLUIDO_DE TRAB...	ud	Suministro y llenado circuito solar de bidón de fluido caloportador CHROMAGEN de 24 litros.				
		Total ud	1,00	87,05	87,05	
1.1.10 APOYO_VIVIENDA	ud	Suministro y colocación de caldera de condensación, para agua caliente sanitaria, de marca , incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.				
		Total ud	9,00	867,67	7.809,03	
1.1.11 1692	m	Tubería cobre rígido de 22x20 mm de diámetro exterior x interior, en instalación interior, incluso puesta a punto de soldadura dura o blanda según corresponda, codos, tes, manguitos y demás accesorios y pequeño material, aislada con coquilla de Armaflex SH, para instalación en interior, de espesor nominal de 25 mm, medida la unidad ejecutada, totalmente montada, probada y funcionando.				
		Total m	40,00	25,65	1.026,00	
1.2 ESCALERA 2						
1.2.1 COLECTORES	ud	Suministro e instalación colector solar plano, marca CHROMAGEN, modelo PA-D, ejecución sobre cubierta plana horizontal, superficie de absorción neta 2,10 m2, colector autovaciante, vidrio solar prismatizado clase U1 SPF, homologado CENER Y ITW, (En 12975 1 y 2), garantía 10 años, no es necesario tapar los colectores entre el montaje y la puesta en marcha, incluye colectores, elementos de seguridad, pequeño material, soportes y acoplamientos rápidos, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.				
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
		10,00				10,00
		Total ud				10,00
						560,82
						5.608,20

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.2.2 DRAIN_BACK	ud	Suministro e instalación de kit Drain-Back ACV modelo TERCARIO, centralita de control solar, grupo de bombeo primario y vaso drenaje 40 litros, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexas con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexas, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud	1,00	3.768,98	3.768,98
1.2.3 INTERCAMBIADOR	ud	Suministro e instalación de intercambiador de placas marca Sedical modelo UFP32/11-H, potencia 8,3 kw, primario 55/42,5°C, secundario 37,5/50° C, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexas con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexas, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud	1,00	149,38	149,38
1.2.4 BOMBA_SECUNDAR...	ud	Suministro e instalación de bomba simple marca Wilo modelo Stratos PICO-Z, bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada, motor EC resistente al bloqueo y regulación electrónica de velocidad integrada. Instalada en posición horizontal con 2 válvulas de corte, 1 antirretorno, 2 manguitos antivibratorios, 1 manómetros, 1 filtros, para conexión según diámetro de tubería del circuito indicada en proyecto, con todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexas con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexas, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud	1,00	1.306,56	1.306,56
1.2.5 ACUMULADOR	ud	Suministro en instalación de depósito de acumulación marca IDROGAS modelo AX, capacidad 1000 litros, fabricado en acero inoxidable y procesos automáticos de soldadura en atmosfera controlada, de 1000 litros de capacidad, con tratamiento anticorrosivo "CERAMPLAST", tratamiento anticorrosivo interior con microcerámica, aplicada con sistemas automáticos, apto para el trabajo en ambientes agresivos, temperaturas de trabajo elevadas, instalaciones solares y el choque térmico para el tratamiento anti-legionela, ánodo electrónico, aislamiento flexible, elementos seguridad, presión 8 bar, boca de inspección, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexas con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexas, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud	1,00	3.480,32	3.480,32

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.2.6 BOMBA_CONSUMO	ud	Suministro e instalación de bomba simple marca Wilo modelo Yonos MA10-Z, bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada, motor EC resistente al bloqueo y regulación electrónica de velocidad integrada. Instalada en posición horizontal con 2 válvulas de corte, 1 antirretorno, 2 manguitos antivibratorios, 1 manómetros, 1 filtros, para conexión según diámetro de tubería del circuito indicada en proyecto, con todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud	1,00	1.306,56	1.306,56
1.2.7 CONTADORES	ud	Suministro e instalación de contador para agua caliente sanitaria de la marca ZENNER modelo ETWD-M-20, preequipados para módulo de telemedida EDC VIA RADIO (wM-Bus), M-Bus (cableado) o pulsos inductivos, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud	9,00	34,15	307,35
1.2.8 AISLAMIENTO	ud	Suministro e instalación de partida de forrado con coquilla de espuma elastomérica y célula cerrada, tipo SH-ARMAFLEX, coeficiente de conductividad térmica 0,037 W/(m*K) a 20°C, reacción al fuego según UNE 23727 clase M-1, temperatura de trabajo +10°C / +150°C, aislamiento de toda la red tuberías de calefacción, colectores, válvulas, codos, tes, derivaciones, todos los componentes de la sala de calderas y conexiones que discurran por zonas no calefactadas, incluso en falsos techos con arreglo R.I.T.E. Ap.03.1, el espesor mínimo del aislamiento térmico empleado SH-ARMAFLEX será para tuberías que discurran por el exterior d (D = o < 35 mm) = 36 mm y d (35 = o < D = o < 60 mm) = 36 mm y para tuberías que discurran por el interior d (D = o < 35 mm) = 22 mm y d (35 = o < D = o < 60 mm) = 27 mm, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, control, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, incluye en las tuberías que discurran por el exterior del edificio, la terminación final del aislamiento dispondrá de protección contra la intemperie, para ello se protegerán inmediatamente después de pasadas 36 horas y antes de 4 días, mediante pintura protectora tipo Armafinish, y en la realización de la estanqueidad de las juntas se evitará el paso de la lluvia, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud	1,00	525,24	525,24
1.2.9 FLUIDO_DE_TRAB..	ud	Suministro y llenado circuito solar de bidón de fluido caloportador CHROMAGEN de 24 litros.			
		Total ud	1,00	87,05	87,05

INSTALACIÓN ACS EDIFICIO DE 23 VIVIENDAS
Presupuesto parcial nº 1 INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTA SANITARIA (A.C.S.)

Página 6

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total	
1.2.10 APOYO_VIVIENDA	ud	Suministro y colocación de caldera de condensación, para agua caliente sanitaria, de marca , incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.				
		Total ud	9,00	867,67	7.809,03	
1.2.11 1692	m	Tubería cobre rígido de 22x20 mm de diámetro exterior x interior, en instalación interior, incluso puesta a punto de soldadura dura o blanda según corresponda, codos, tes, manguitos y demás accesorios y pequeño material, aislada con coquilla de Armaflex SH, para instalación en interior, de espesor nominal de 25 mm, medida la unidad ejecutada, totalmente montada, probada y funcionando.				
		Total m	40,00	25,65	1.026,00	
1.3 ESCALERA	3					
1.3.1 COLECTORES	ud	Suministro e instalación colector solar plano, marca CHROMAGEN, modelo PA-D, ejecución sobre cubierta plana horizontal, superficie de absorción neta 2,10 m2, colector autovaciante, vidrio solar prismatizado clase U1 SPF, homologado CENER Y ITW, (En 12975 1 y 2), garantía 10 años, no es necesario tapar los colectores entre el montaje y la puesta en marcha, incluye colectores, elementos de seguridad, pequeño material, soportes y acoplamiento rápidos, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.				
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
		5,00				5,00
						Total ud
						5,00
						560,82
						2.804,10
1.3.2 DRAIN_BACK	ud	Suministro e instalación de kit Drain-Back ACV modelo TERCARIO, centralita de control solar, grupo de bombeo primario y vaso drenaje 40 litros, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.				
						Total ud
						1,00
						3.768,98
						3.768,98
1.3.3 INTERCAMBIADOR	ud	Suministro e instalación de intercambiador de placas marca Sedical modelo UFP32/11-H, potencia 8,3 kw, primario 55/42,5°C, secundario 37,5/50° C, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.				
						Total ud
						1,00
						149,38
						149,38

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.3.4 BOMBA_SECUNDAR...	ud	Suministro e instalación de bomba simple marca Wilo modelo Stratos PICO-Z, bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada, motor EC resistente al bloqueo y regulación electrónica de velocidad integrada. Instalada en posición horizontal con 2 válvulas de corte, 1 antirretorno, 2 manguitos antivibratorios, 1 manómetros, 1 filtros, para conexión según diámetro de tubería del circuito indicada en proyecto, con todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud	1,00	1.306,56	1.306,56
1.3.5 ACUMULADOR	ud	Suministro en instalación de depósito de acumulación marca IDROGAS modelo AX, capacidad 1000 litros, fabricado en acero inoxidable y procesos automáticos de soldadura en atmosfera controlada, de 1000 litros de capacidad, con tratamiento anticorrosivo "CERAMPLAST", tratamiento anticorrosivo interior con microcerámica, aplicada con sistemas automáticos, apto para el trabajo en ambientes agresivos, temperaturas de trabajo elevadas, instalaciones solares y el choque térmico para el tratamiento anti-legionela, ánodo electrónico, aislamiento flexible, elementos seguridad, presión 8 bar, boca de inspección, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud	1,00	3.480,32	3.480,32
1.3.6 BOMBA_CONSUMO	ud	Suministro e instalación de bomba simple marca Wilo modelo Yonos MAXO-Z, bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada, motor EC resistente al bloqueo y regulación electrónica de velocidad integrada. Instalada en posición horizontal con 2 válvulas de corte, 1 antirretorno, 2 manguitos antivibratorios, 1 manómetros, 1 filtros, para conexión según diámetro de tubería del circuito indicada en proyecto, con todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud	1,00	1.306,56	1.306,56
1.3.7 CONTADORES	ud	Suministro e instalación de contador para agua caliente sanitaria de la marca ZENNER modelo ETWD-M-20, preequipados para módulo de telemida EDC VIA RADIO (wM-Bus), M-Bus (cableado) o pulsos inductivos, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud	9,00	34,15	307,35

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.3.8 AISLAMIENTO	ud	Suministro e instalación de partida de forrado con coquilla de espuma elastomérica y célula cerrada, tipo SH-ARMAFLEX, coeficiente de conductividad térmica 0,037 W/(m*K) a 20°C, reacción al fuego según UNE 23727 clase M-1, temperatura de trabajo +10°C / +150°C, aislamiento de toda la red tuberías de calefacción, colectores, válvulas, codos, tes, derivaciones, todos los componentes de la sala de calderas y conexiones que discurran por zonas no calefactadas, incluso en falsos techos con arreglo R.I.T.E. Ap.03.1, el espesor mínimo del aislamiento térmico empleado SH-ARMAFLEX será para tuberías que discurran por el exterior d (D = o < 35 mm) = 36 mm y d (35 = o < D = o < 60 mm) = 36 mm y para tuberías que discurran por el interior d (D = o < 35 mm) = 22 mm y d (35 = o < D = o < 60 mm) = 27 mm, incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, control, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, incluye en las tuberías que discurran por el exterior del edificio, la terminación final del aislamiento dispondrá de protección contra la intemperie, para ello se protegerán inmediatamente después de pasadas 36 horas y antes de 4 días, mediante pintura protectora tipo Armafinish, y en la realización de la estanqueidad de las juntas se evitará el paso de la lluvia, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud	1,00	525,24	525,24
1.3.9 FLUIDO_DE TRAB...	ud	Suministro y llenado circuito solar de bidón de fluido caloportador CHROMAGEN de 24 litros.			
		Total ud	1,00	87,05	87,05
1.3.10 APOYO_VIVIENDA	ud	Suministro y colocación de caldera de condensación, para agua caliente sanitaria, de marca , incluye todos los componentes, piezas especiales, y accesorios de montaje necesarios para su total y correcto funcionamiento, el transporte y movimiento vertical y horizontal de todos los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones, ubicación de las unidades en obra, replanteo y montaje de los soportes, situación y fijación de las unidades, conexionado con las redes de conducción de agua, gas, salubridad y eléctrica, pruebas de servicio, limpieza y protección de las unidades, parte proporcional de medios auxiliares, elementos de montaje, totalmente instalado, montado, conexionado, comprobado, ensayado y funcionando según normativa vigente.			
		Total ud	9,00	867,67	7.809,03
1.3.11 1692	m	Tubería cobre rígido de 22x20 mm de diámetro exterior x interior, en instalación interior, incluso puesta a punto de soldadura dura o blanda según corresponda, codos, tes, manguitos y demás accesorios y pequeño material, aislada con coquilla de Armaflex SH, para instalación en interior, de espesor nominal de 25 mm, medida la unidad ejecutada, totalmente montada, probada y funcionando.			
		Total m	40,00	25,65	1.026,00

Presupuesto de ejecución material

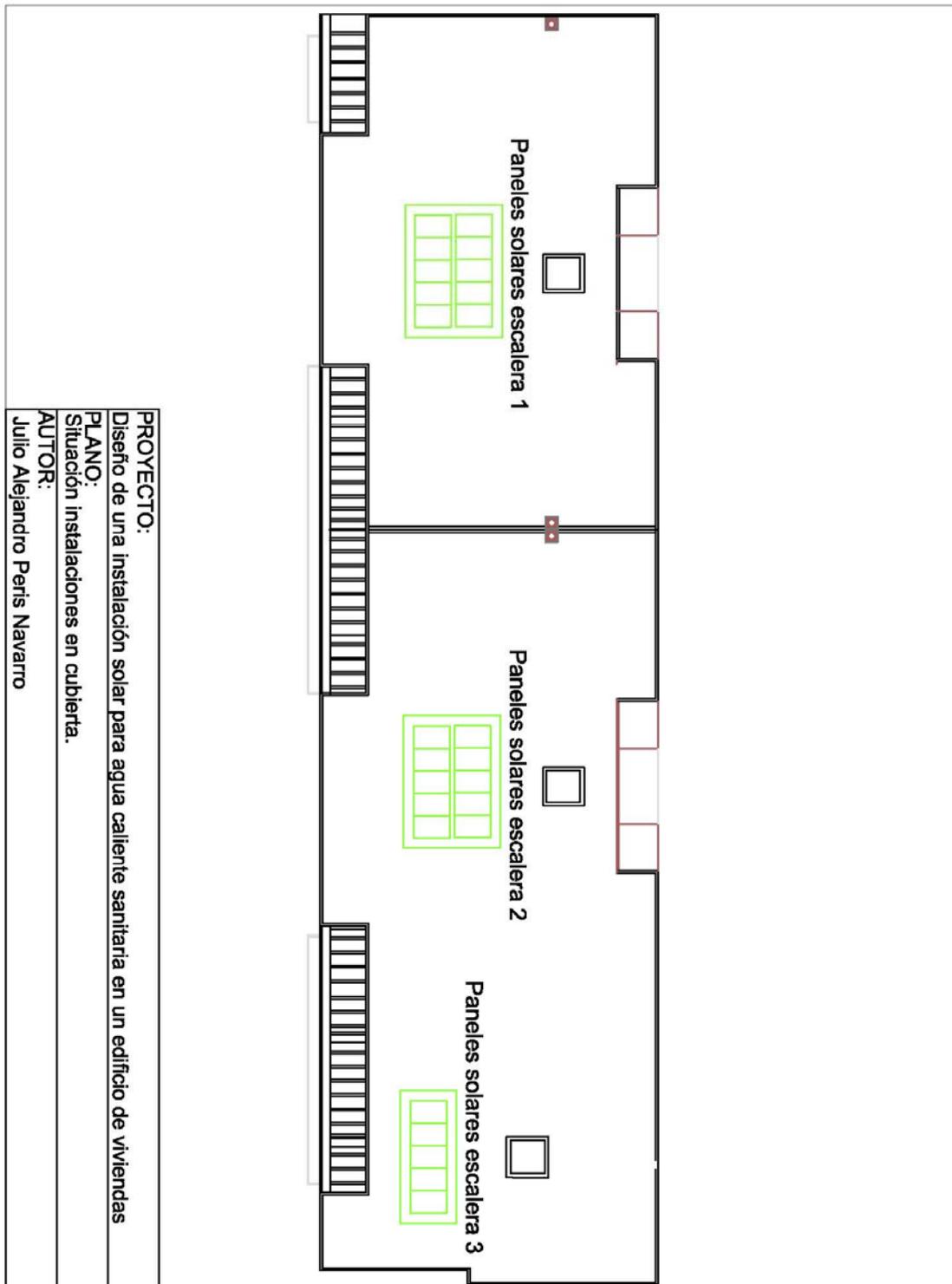
73.319,91
Total: 73.319,91

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SETENTA Y TRES MIL TRESCIENTOS DIECINUEVE EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS.

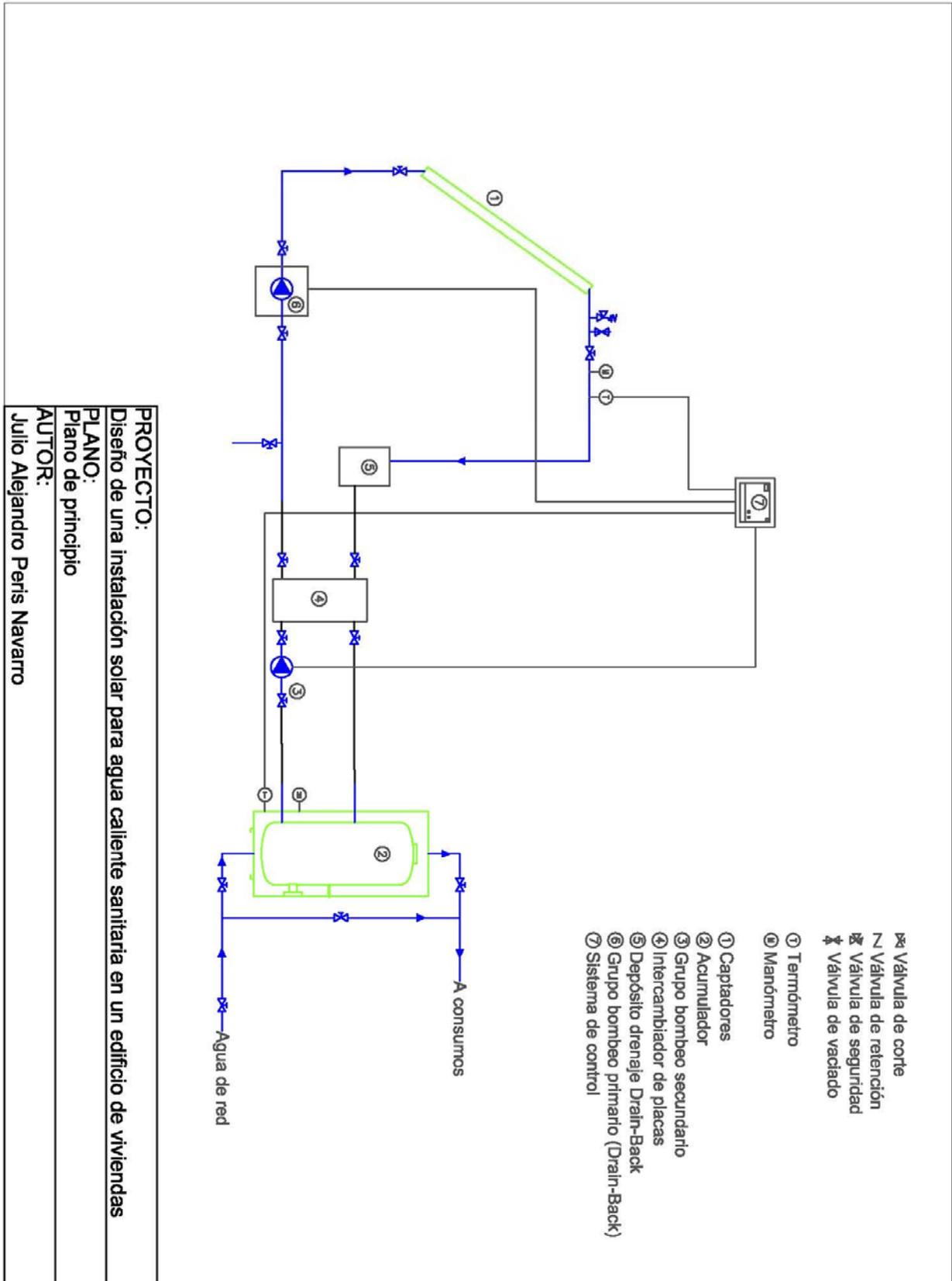
Paterna 28-02-2019
Ingeniero Mecánico

Julio Peris Navarro

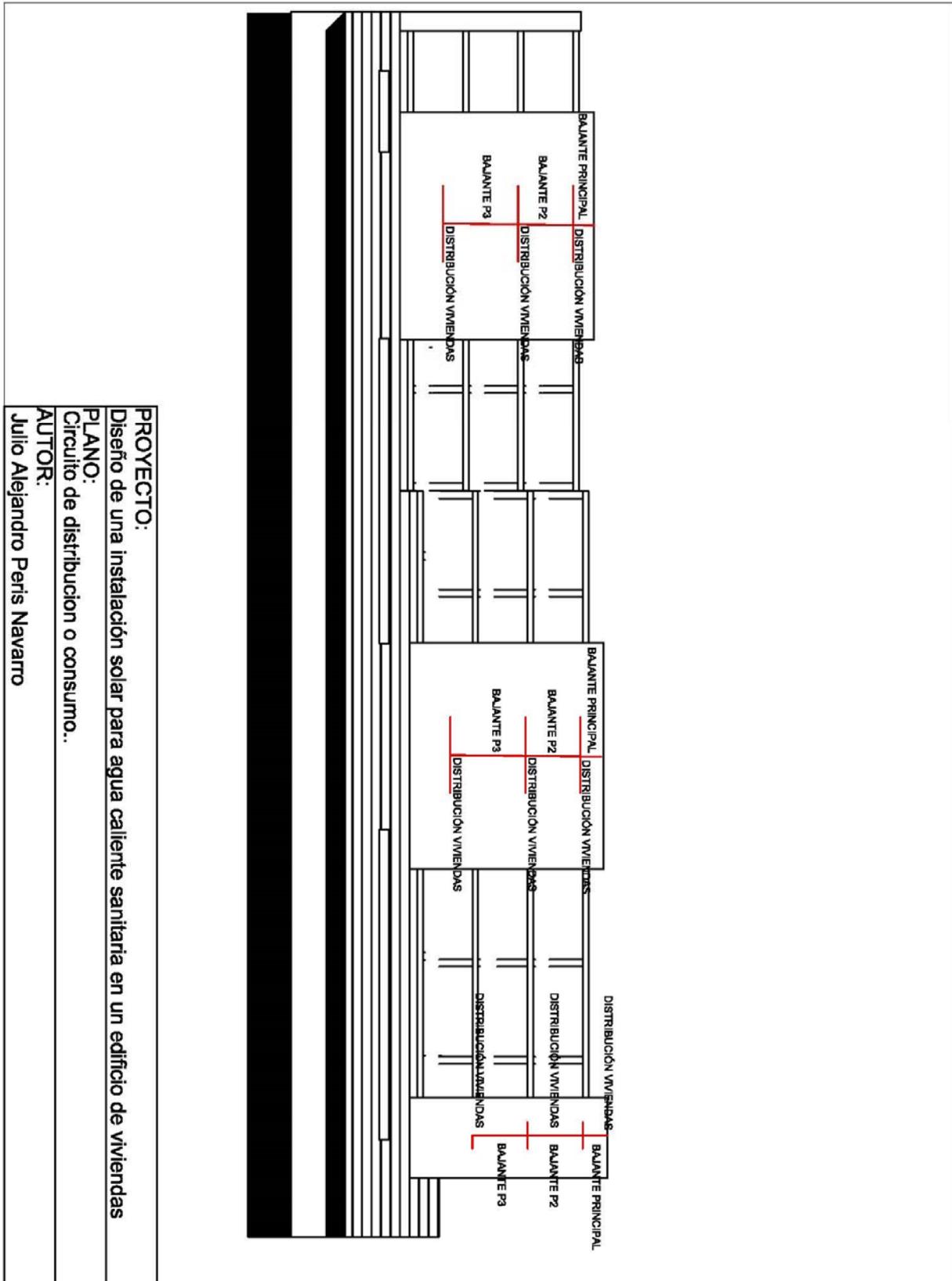
5. PLANOS



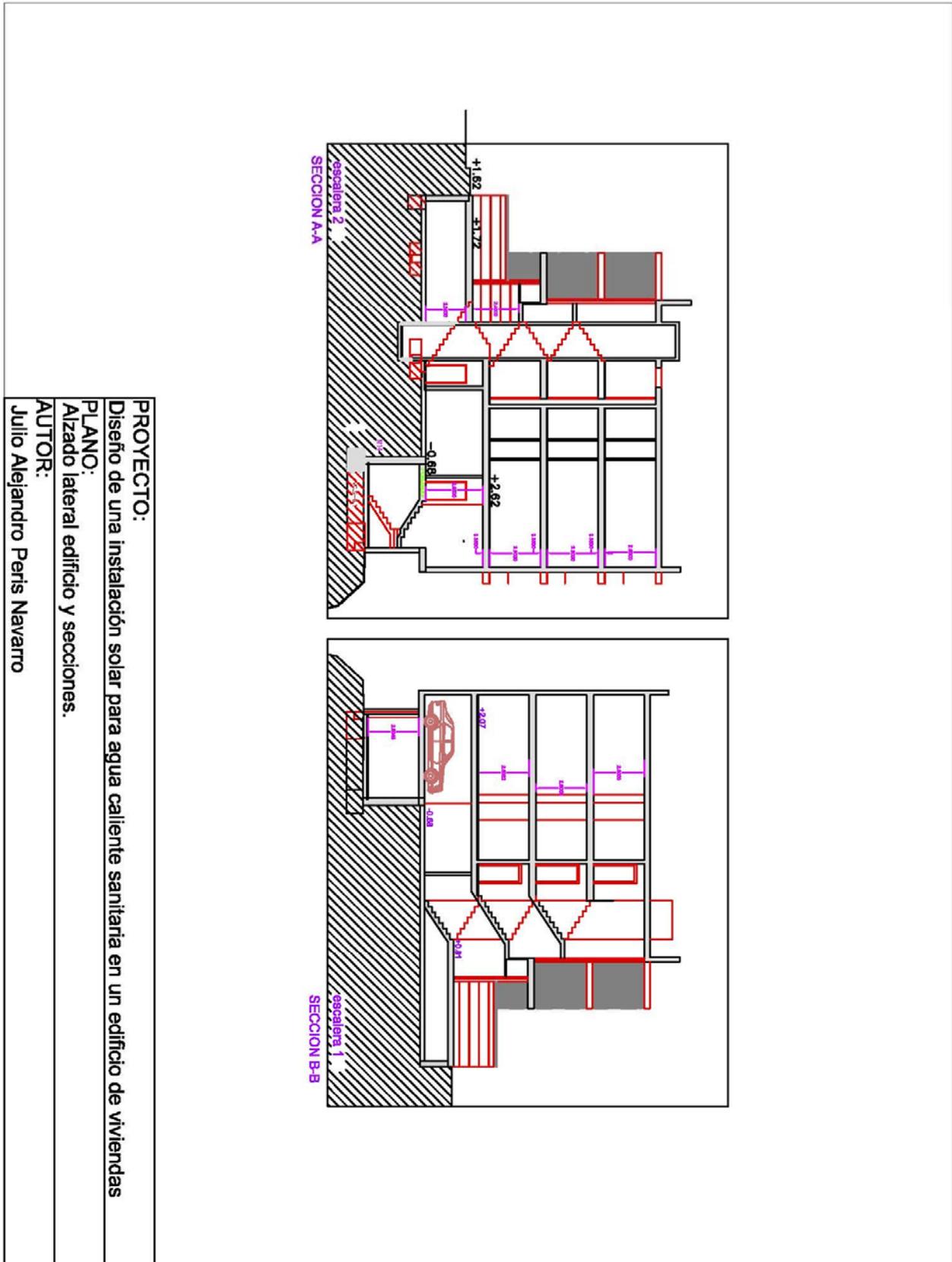
Plano 1: Situación instalaciones en cubierta.
Fuente propia.



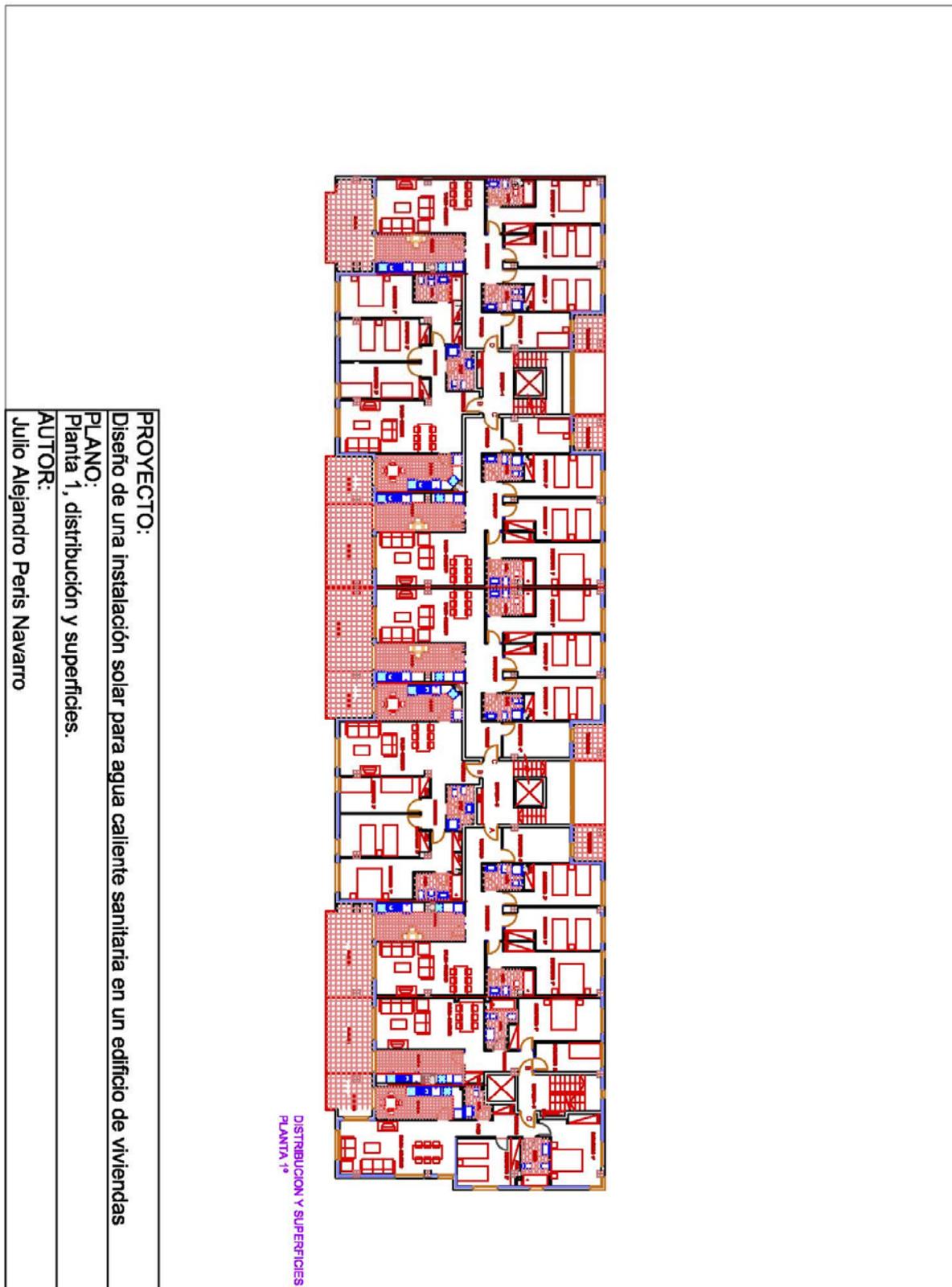
Plano 2 Plano de principio.
Fuente: elaboración propia



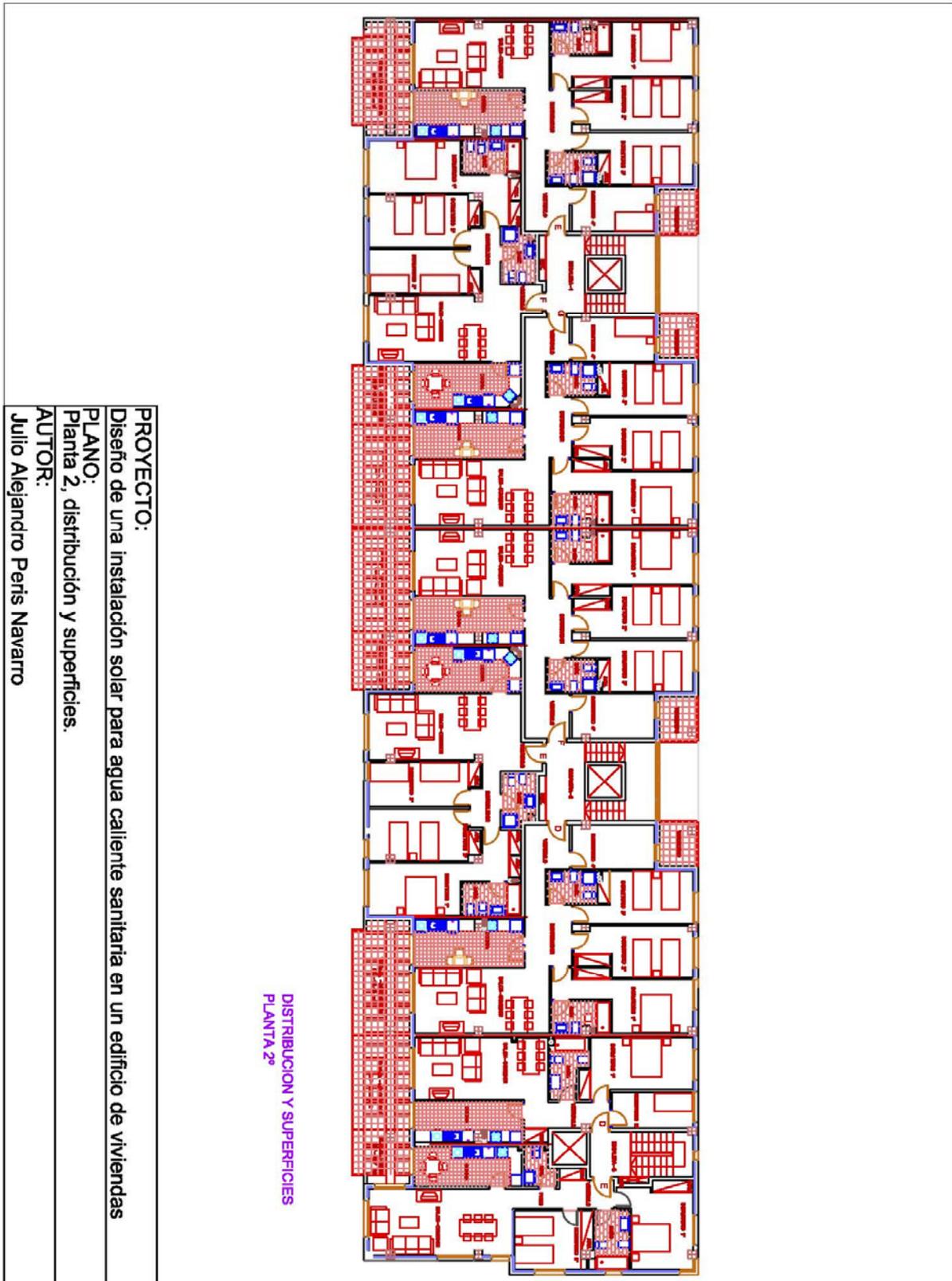
Plano 3 Circuito de distribución o consumo
Fuente: elaboración propia



Plano 4 Alzado lateral edificio y secciones
Fuente: Elaboración propia



Plano 5 Planta 1; Distribución y superficies
Fuente: Elaboración propia



Plano 6 Planta 2; Distribución y superficies
Fuente: elaboración propia



Plano 7 Planta baja; Distribución y superficies
Fuente: Elaboración propia

6. BIBLIOGRAFIA

6.1 Documentos consultados

1. ACV. DRAIN BACK solar 150/200/300 - 600/1000 - terciario.
2. ACV. (2009). Drain-back. manual de instalación, uso y manejo.
3. ACV. (2010). Diseño y montaje. sistema de tuberías en C-PVC.
4. ACV. (2018). Tarifa 2018.
5. ACV. Excellence in hot water, 2018-2019, from <https://www.acv.com/es/customer>.
6. Armacell. (2018). Tarifa de precios 2018.
7. Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR). (2008). In IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (Ed.), Guía práctica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) en edificios de viviendas. información y consejos para las comunidades de vecinos. Madrid.
8. Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR). (2010). In IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (Ed.), Guía técnica de agua caliente sanitaria central. Madrid.
9. Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR). (2014). In IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (Ed.), Guía IDAE: Puesta en marcha de instalaciones según RITE. Madrid.
10. Cambio energético. especialistas en ahorro energético y renovables., 2018-2019, from <https://www.cambioenergetico.com/>
11. Chromagen. (2017). Tarifa 2017.
12. Chromagen. hot water solutions., 2018-2019, from <http://www.Chromagen.es>
13. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Código técnico de la edificación (CTE)., 2018-2019, from <https://www.codigotecnico.org/>
14. Documento básico HE. ahorro de energía con comentarios del ministerio de fomento (2017). . Madrid.
15. Documento básico HS. Salubridad (2017).
16. Guía sobre energía solar térmica (2016). In Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid (Ed.), Madrid.
17. IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2007). In Ministerio de industria, turismo y comercio (Ed.), Guía técnica de contabilización de consumos. Madrid.
18. IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2007). In Ministerio de industria, turismo y comercio (Ed.), Guía técnica de mantenimiento de instalaciones térmicas. Madrid.
19. IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2007). In Ministerio de industria, turismo y comercio (Ed.), Guía técnica para el diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos. Madrid.
20. IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2010). In Ministerio de industria, turismo y comercio (Ed.), Guía técnica de agua caliente sanitaria central. Madrid.
21. Instituto para la diversificación y ahorro de la energía., 2018-2019, from <https://www.idae.es/>

22. JUNKERS. Módulo 3: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.
23. Manual técnico de energía solar térmica según las exigencias del código técnico de la edificación (CTE) In Danosa Solar.
24. Martín, G. (2017). Sistema de autovaciado en instalaciones de energía solar térmica.
25. Mas Belso, J. P. (2008). Instalaciones de energía solar térmica. Alicante: COTI.
26. Real Decreto 1027/2007 - Reglamento De Instalaciones Térmicas En Los Edificios. RDU.S.C. (2007).
27. Molero, J. M. (2011). In Salvador Escoda SA (Ed.), Manual técnico de energía solar térmica (4ª Edición ed.)
28. Portal de energías renovables., 2018-2019, from <https://www.idae.es/>
29. Sección HE 4. contribución solar mínima de agua caliente sanitaria. Documento básico HE. Ahorro de energía.
30. WILO. (2018). Tarifa profesional de precios 2018.
31. Zenner España. (2018). Tarifa PVP de contadores Zenner.

6.2 Software utilizado

1. CHEQ4 (Version 2.0) [Software].(2018). Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA).
2. Aislam [Software]. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia (UPV), Atecyr.
3. AutoCAD (Versión 2018) [Software]. (2018). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia (UPV).

7. ANEXOS

Certificado CHEQ4 escalera 1:

CHEQ4

La instalación solar térmica especificada **CUMPLE** los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Datos del proyecto

Nombre del proyecto	
Comunidad	
Localidad	
Dirección	

Datos del autor

Nombre	
Empresa o institución	
Email	
Teléfono	

Características del sistema solar

Localización de referencia	Paterna (Valencia/València)
Altura respecto la referencia [m]	0
Sistema seleccionado	Instalación con consumo múltiple semicentralizada
Demanda [l/día a 60°C]	1.091

Ocupación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Resultados

Fracción solar [%]	53
Demanda neta [kWh]	21.128
Demanda buta [kWh]	21.128
Aporte solar [kWh]	11.280
Consumo auxiliar [kWh]	9.173
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	2.120

CHEQ4



La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Cálculo del sistema de referencia

De acuerdo al apartado 2.2.1 de la sección HE4, la contribución solar mínima podrá sustituirse parcial o totalmente mediante una instalación alternativa de otras energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio.

Para poder realizar la sustitución se justificará documentalmente que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda de ACS, o la demanda total de ACS y calefacción si se considera necesario, son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia (se considerará como sistema de referencia para ACS, y como sistema de referencia para calefacción, una caldera de gas con rendimiento medio estacional de 92%).

Demanda ACS total [kWh]	21.128
Demanda ACS de referencia [kWh]	9.848
Demanda calefacción CALENER [kWh]	0
Consumo energía primaria [kWh]	11.454
Emisiones de CO2 [kg CO2]	2.311

CHEQ4		ASIT	COMANDO REGIONAL DE ENERGÍA	MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO	IDAE
La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4					
Parámetros del sistema		Verificación en obra			
Campo de captadores					
Captador seleccionado	PA-D (CHROMAGEN ESPAÑA, S.L.U)	<input type="checkbox"/>			
Contraseña de certificación	NPS-17217	<input type="checkbox"/>			
Número de captadores	10,0	<input type="checkbox"/>			
Número de captadores en serie	1,0	<input type="checkbox"/>			
Pérdidas por sombras (%)	5,0	<input type="checkbox"/>			
Orientación [°]	0,0	<input type="checkbox"/>			
Inclinación [°]	45,0	<input type="checkbox"/>			
Circuito primario/secundario					
Caudal circuito primario [l/h]	1.346,0	<input type="checkbox"/>			
Porcentaje de anticongelante [%]	30,0	<input type="checkbox"/>			
Longitud del circuito primario [m]	40,0	<input type="checkbox"/>			
Diámetro de la tubería [mm]	19,0	<input type="checkbox"/>			
Espesor del aislante [mm]	35,0	<input type="checkbox"/>			
Tipo de aislante	espuma elastomérica	<input type="checkbox"/>			
Sistema de apoyo					
Tipo de sistema	Caldera de condensación	<input type="checkbox"/>			
Tipo de combustible	Gas natural	<input type="checkbox"/>			
Acumulación					
Volumen [l]	1.000,0	<input type="checkbox"/>			
Distribución					
Longitud del circuito de distribución [m]	20,0	<input type="checkbox"/>			
Diámetro de la tubería [mm]	40,0	<input type="checkbox"/>			
Espesor del aislante [mm]	25,0	<input type="checkbox"/>			
Tipo de aislante	espuma elastomérica	<input type="checkbox"/>			
Distribución subestaciones					
Longitud del circuito de distribución [m]	36,0	<input type="checkbox"/>			
Diámetro de la tubería [mm]	26,0	<input type="checkbox"/>			
Espesor del aislante [mm]	25,0	<input type="checkbox"/>			
Tipo de aislante	espuma elastomérica	<input type="checkbox"/>			

Certificado CHEQ4 escalera 2:

CHEQ4

La instalación solar térmica especificada **CUMPLE** los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Datos del proyecto

Nombre del proyecto	
Comunidad	
Localidad	
Dirección	

Datos del autor

Nombre	
Empresa o institución	
Email	
Teléfono	

Características del sistema solar

Localización de referencia	Paterna (Valencia/València)
Altura respecto la referencia [m]	0
Sistema seleccionado	Instalación con consumo múltiple semicentralizada
Demanda [l/día a 60°C]	1.091

Ocupación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Resultados

Fracción solar [%]	53
Demanda neta [kWh]	21.128
Demanda buta [kWh]	21.128
Aporte solar [kWh]	11.280
Consumo auxiliar [kWh]	9.173
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	2.120

CHEQ4



La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Cálculo del sistema de referencia

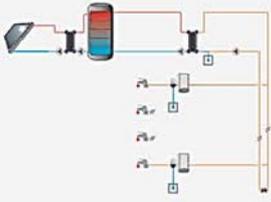
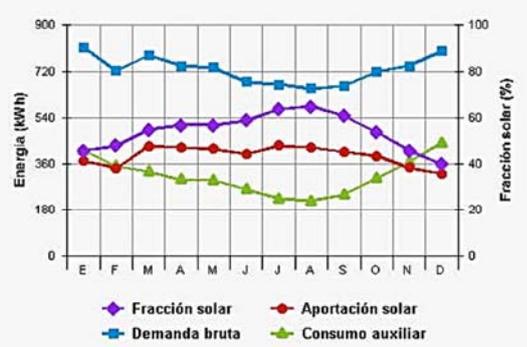
De acuerdo al apartado 2.2.1 de la sección HE4, la contribución solar mínima podrá sustituirse parcial o totalmente mediante una instalación alternativa de otras energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio.

Para poder realizar la sustitución se justificará documentalmente que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda de ACS, o la demanda total de ACS y calefacción si se considera necesario, son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia (se considerará como sistema de referencia para ACS, y como sistema de referencia para calefacción, una caldera de gas con rendimiento medio estacional de 92%).

Demanda ACS total [kWh]	21.128
Demanda ACS de referencia [kWh]	9.848
Demanda calefacción CALENER [kWh]	0
Consumo energía primaria [kWh]	11.454
Emisiones de CO2 [kg CO2]	2.311

CHEQ4		ASIT	COMANDO REGIONAL DE ENERGÍA	MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO	IDAE
La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4					
Parámetros del sistema		Verificación en obra			
Campo de captadores					
Captador seleccionado	PA-D (CHROMAGEN ESPAÑA, S.L.U)	<input type="checkbox"/>			
Contraseña de certificación	NPS-17217	<input type="checkbox"/>			
Número de captadores	10,0	<input type="checkbox"/>			
Número de captadores en serie	1,0	<input type="checkbox"/>			
Pérdidas por sombras (%)	5,0	<input type="checkbox"/>			
Orientación [°]	0,0	<input type="checkbox"/>			
Inclinación [°]	45,0	<input type="checkbox"/>			
Circuito primario/secundario					
Caudal circuito primario [l/h]	1.346,0	<input type="checkbox"/>			
Porcentaje de anticongelante [%]	30,0	<input type="checkbox"/>			
Longitud del circuito primario [m]	40,0	<input type="checkbox"/>			
Diámetro de la tubería [mm]	19,0	<input type="checkbox"/>			
Espesor del aislante [mm]	35,0	<input type="checkbox"/>			
Tipo de aislante	espuma elastomérica	<input type="checkbox"/>			
Sistema de apoyo					
Tipo de sistema	Caldera de condensación	<input type="checkbox"/>			
Tipo de combustible	Gas natural	<input type="checkbox"/>			
Acumulación					
Volumen [l]	1.000,0	<input type="checkbox"/>			
Distribución					
Longitud del circuito de distribución [m]	20,0	<input type="checkbox"/>			
Diámetro de la tubería [mm]	40,0	<input type="checkbox"/>			
Espesor del aislante [mm]	25,0	<input type="checkbox"/>			
Tipo de aislante	espuma elastomérica	<input type="checkbox"/>			
Distribución subestaciones					
Longitud del circuito de distribución [m]	36,0	<input type="checkbox"/>			
Diámetro de la tubería [mm]	26,0	<input type="checkbox"/>			
Espesor del aislante [mm]	25,0	<input type="checkbox"/>			
Tipo de aislante	espuma elastomérica	<input type="checkbox"/>			

Certificado CHEQ4 escalera 3:

<h1 style="margin: 0;">CHEQ4</h1>												
   												
<p>La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4</p>												
Datos del proyecto												
Nombre del proyecto												
Comunidad												
Localidad												
Dirección												
Datos del autor												
Nombre												
Empresa o institución												
Email												
Teléfono												
Características del sistema solar												
												
Localización de referencia	Paterna (Valencia/València)											
Altura respecto la referencia [m]	0											
Sistema seleccionado	Instalación con consumo múltiple semicentralizada											
Demanda [l/día a 60°C]	452											
Ocupación %	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Resultados												
 <p style="text-align: center; font-size: small;"> ◆ Fracción solar ◆ Aportación solar ◆ Demanda bruta ◆ Consumo auxiliar </p>												
Fracción solar [%]	54											
Demanda neta [kWh]	8.753											
Demanda bruta [kWh]	8.753											
Aporte solar [kWh]	4.721											
Consumo auxiliar [kWh]	3.758											
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	887											

CHEQ4



La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

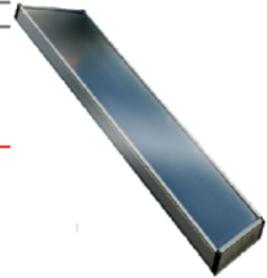
Parámetros del sistema		Verificación en obra
Campo de captadores		
Captador seleccionado	PA-D (CHROMAGEN ESPAÑA, S.L.U)	<input type="checkbox"/>
Contraseña de certificación	NPS-17217	<input type="checkbox"/>
Número de captadores	4,0	<input type="checkbox"/>
Número de captadores en serie	1,0	<input type="checkbox"/>
Pérdidas por sombras (%)	5,0	<input type="checkbox"/>
Orientación [°]	0,0	<input type="checkbox"/>
Inclinación [°]	45,0	<input type="checkbox"/>
Circuito primario/secundario		
Caudal circuito primario [l/h]	539,0	<input type="checkbox"/>
Porcentaje de anticongelante [%]	30,0	<input type="checkbox"/>
Longitud del circuito primario [m]	30,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	12,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	35,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	espuma elastomérica	<input type="checkbox"/>
Sistema de apoyo		
Tipo de sistema	Caldera de condensación	<input type="checkbox"/>
Tipo de combustible	Gas natural	<input type="checkbox"/>
Acumulación		
Volumen [l]	500,0	<input type="checkbox"/>
Distribución		
Longitud del circuito de distribución [m]	10,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	33,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	25,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	espuma elastomérica	<input type="checkbox"/>
Distribución subestaciones		
Longitud del circuito de distribución [m]	20,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	26,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	25,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	espuma elastomérica	<input type="checkbox"/>



PA - D

Dimensiones y Pesos

Largo Total	1.900 mm	Peso en vacío	31 Kg
Ancho Total	1.090 mm	Capacidad del fluido	1,2 l
Fondo	90 mm	Fluido caloportador	agua ó agua glicolada
Área Total	2,10 m ²	T° de estancamiento	220 °C
Área de Apertura	1,87 m ²	Flexión máxima del captador	1.000 Pa
Área del Absorbedor	1,77 m ²		

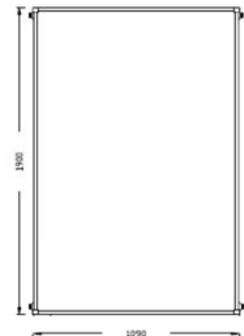


Presiones de prueba y caudal recomendado

Presión de timbre	14 bar
Presión máxima de trabajo	10 bar
Caudal recomendado	45 l/h·m ²
Caida de presión (mm.c.a.)	1,93·qi ² +5,52·qi (l/min)

Calidades de fabricación

- Absorbedor:** Aleta de aluminio soldada por láser a parrilla de conductos de cobre. Recubrimiento selectivo de titanio de alta eficiencia. Absortividad 0,95 y Emisividad 0,05
- Aislamiento:** Capa de poliuretano rígido inyectado más capa adicional de lana mineral, ambas de 25mm de espesor.
- Vidrio Solar:** Panel único de vidrio solar de 3,2mm de espesor rodeado por una junta de goma de EPDM.
- Parrilla de tubos:** Cobre de 8mm de diametro conectada a tuberías colectoras de 22mm
- Dorso:** Polipropileno negro moldeado.
- Lámina de aluminio:** Adherida al aislamiento actúa como barrera contra pérdidas de calor por el dorso del captador.
- Carcasa:** Aluminio anodizado AL6063-T5.
- Conexiones roscadas:** Conexiones hembra roscadas de 3/4" de bronce

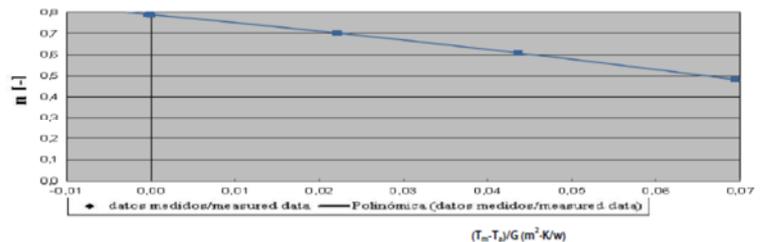


Curva de rendimiento térmico y certificaciones

$\eta_0 = 79,7\%$
 $k_1 = 3,689 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $k_2 = 0,012 \text{ W/m}^2\text{K}^2$



Ajuste de la curva de eficiencia cuadrática para los datos medidos en el ensayo respecto al área de apertura y la temperatura media del fluido.
 Adjustment of the quadratic efficiency curve for the measured data in the test regarding aperture area and the mean temperature of the fluid.



CHROMAGEN ESPAÑA S.L.U. Calle Foro, 6 - Polígono Industrial La Isla, 41703 Dos Hermanas (Sevilla) | España
 Delegaciones comerciales: Centro: 661.430.029 | Levante: 648.007.662 | Norte: 687.874.506 | Sur: 670.506.297
 C.I.F.: B-61668075 | Teléfono: 954.184.541 | Fax: 955. 600.457 | E-Mail: chromagen@chromagen.es | www.chromagen.es

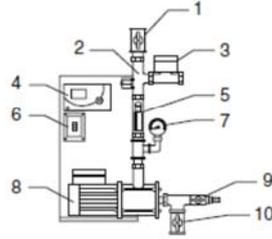
114  **Kit Drain Back terciario**



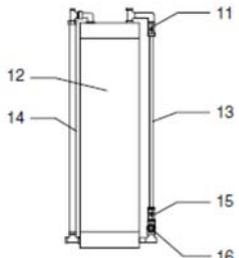
AMPLIACIÓN DE GAMA

ESQUEMA DE PRINCIPIO

Kit de bombeo simple



Vaso de drenaje 40 litros



1. Llave corte impulsión kit de bombeo
2. Antirretorno
3. Válvula de dos vías normalmente abierta
4. Centralita de regulación solar
5. Regulador de caudal con caudalímetro
6. Contactor potencia
7. Manómetro 0-10 bar
8. Bomba de circulación solar
9. Grifo de llenado de la instalación
10. Llave de corte aspiración kit de bombeo
11. Llave de corte tubo de nivel
12. Vaso de drenaje
13. Tubo transparente indicador de nivel
14. Tubo by-pass de vaso de drenaje
15. Llave de corte tubo de nivel
16. Válvula de seguridad 6 bar

DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO

Kit de bombeo de llenado y vaciado automático tipo Drain-Back que evita los problemas derivados del exceso de temperatura y los riesgos de congelación.

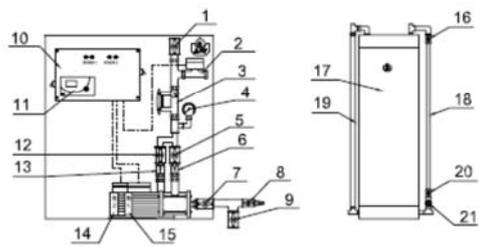
- Dos gamas, bomba simple para instalaciones < 50m² y bomba doble para instalaciones superiores a 50m²
- Se componen de kit de bombeo y vaso de drenaje.
- Se puede complementar la instalación con vasos de drenaje adicionales.
- El equipo incluye bomba Drain-Back, regulación solar, maniobra eléctrica, regulador de caudal y demás elementos.

Referencia	Nombre	Precio
XC6B0164	Kit Drain Back bomba simple	3.450,00
XC600081	Vaso de drenaje adicional 40 litros	865,00
XC6B0165	Kit Drain Back bomba simple (vaso 85 litros)	4.360,00
XC6B0167	Kit Drain Back bomba doble	6.440,00
XC600130	Vaso de drenaje adicional 85 litros	1.055,00

NOTA: Puesta en marcha no incluida. Consultar página 160.



Kit de bombeo doble bomba Vaso de drenaje 85 litros



1. Llave corte impulsión kit de bombeo
2. Válvula de dos vías normalmente abierta
3. Regulador de caudal de pulsador
4. Manómetro
5. Llave de corte Bomba 1
6. Antirretorno Bomba 1
7. Manómetro 0-10 bar
8. Llave de corte Bomba 1
9. Llave de corte aspiración Kit de bombeo
10. Armario eléctrico de maniobra
11. Centralita solar RS2 Combi
12. Llave de corte Bomba 2
13. Antirretorno Bomba 2
14. Bomba solar 2
15. Bomba solar 1
16. Llave corte nivel llenado
17. Vaso de drenaje
18. Indicador nivel de llenado
19. Tubo by-pass vaso de drenaje
20. Llave de corte nivel llenado
21. Válvula de seguridad 6 bar

Tarifa 2018 - Precio en Euros, sin IVA. Sujeto a cambios y errores de imprenta.

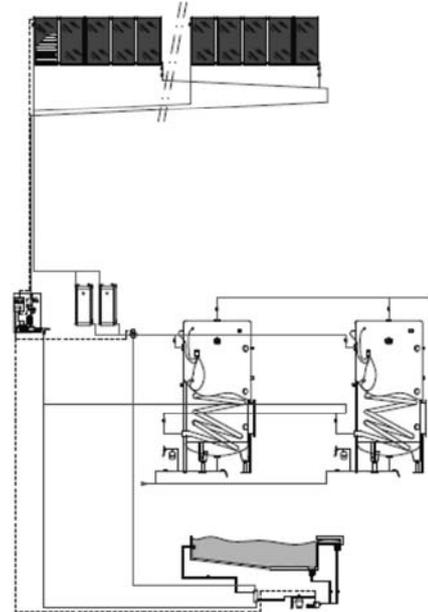
Encuentre las últimas características técnicas de nuestros aparatos en www.acv.com

Equipos Drain Back



MODELO		KIT DRAIN BACK BOMBA SIMPLE	KIT DRAIN BACK BOMBA SIMPLE (85 L)	KIT DRAIN BACK BOMBA DOBLE
Características generales				
Nº de placas máximo	Helioplan DB	20	100	100
Superficie captadora útil máxima	m ²	48	240	240
Caudal de trabajo máximo	L/h	1000	5000	5000
Presión disponible a caudal máximo	mca	31	21	21
Temperatura máxima de trabajo	°C	95	95	95
Alimentación Eléctrica	V	220-240	220-240	220-240
Capacidad de vaso de drenaje	L	40	85	85
Material vaso de drenaje		INOX AISI 304	INOX AISI 304	INOX AISI 304
Centralita de Regulación		RS2 Combi	RS2 Combi	RS2 Combi

ESQUEMA BÁSICO DE INSTALACIÓN



INSTALACIÓN

El volumen del circuito que queda por encima del DB Kit no debe exceder el volumen del vaso de drenaje.

$$V_{DB} \geq V_{capt} + V_{tub\ capt}$$

Los tramos horizontales y los captadores se instalarán con una inclinación mínima de 3% respecto de la horizontal





SALVADOR ESCODA S.A.
www.salvadorescoda.com

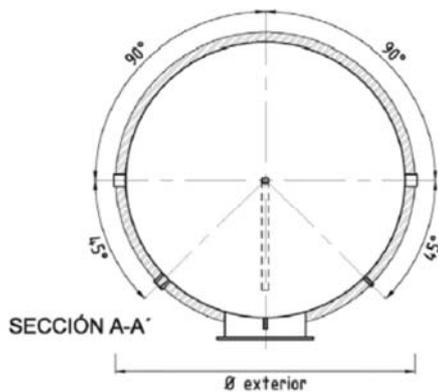
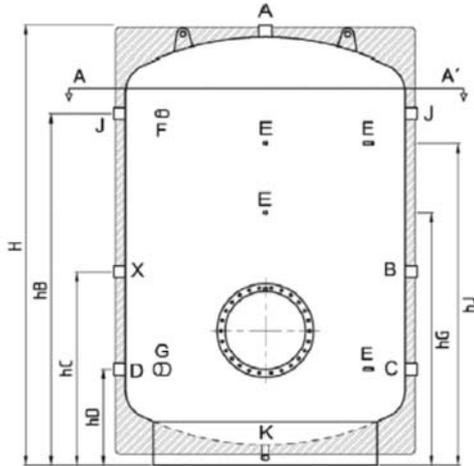
Provença, 392 pl. 2
08025 BARCELONA
Tel. 93 446 27 80
Fax 93 456 90 32

TARIFA DE PRECIOS

I.V.A. NO INCLUIDO. CONSULTE POSIBLES ACTUALIZACIONES

01 ACUMULADOR INOXIDABLE «Serie AX (AISI 316L)»

IDROGAS



Características técnicas

- Los depósitos de acumulación de IDROGAS AX están fabricados en acero inoxidable AISI-316L, y soldados con la mejor tecnología.
- Aislados con poliuretano flexible, densidad de 25 kg/m³ y 50 mm de espesor, en capacidades desde los 500 hasta los 5.000 litros.
- Acabado exterior en Skay.
- Diseñados para soportar una presión de trabajo de 8 bares en un rango de temperatura de 0 a 90°C.
- Garantía: 2 años
- Portes pagados a pie de obra sobre camión

Código	Artículo	€
ACUMULADOR INOXIDABLE AISI 316		
CC 01 375	IDROGAS AX 500 8 bar	2.426,00
CC 01 376	IDROGAS AX 750 8 bar	2.829,00
CC 01 377	IDROGAS AX 1000 8 bar	3.208,00
CC 01 378	IDROGAS AX 1500 8 bar	4.910,00
CC 01 379	IDROGAS AX 2000 8 bar	6.072,00
CC 01 380	IDROGAS AX 2500 8 bar	7.705,00
CC 01 381	IDROGAS AX 3000 8 bar	8.510,00
CC 01 382	IDROGAS AX 4000 8 bar	10.465,00
CC 01 383	IDROGAS AX 5000 8 bar	12.765,00

LEYENDA:

- A Salida ACS
- B Entrada intercambiador
- C Retorno intercambiador
- D Entrada AFS
- E Conexión 1/2"
- F Ánodo Magnesio (Opcional)
- G Resistencia (opcional)
- J Recirculación
- K Desagüe
- X Conexión libre

DISPONIBLE CONEXIONES PARA:

- Conexiones para resistencia
- Ánodo de magnesio

Capacidad (L)	Ø Exterior (mm)	A	B	C	D	F	G	J	K	X	Peso Vacío (KG)	H (mm)	hB (mm)	hC (mm)	hD (mm)	hG (mm)	hJ (mm)	Boca Registro
500	800	1"1/4	1"1/4	1"1/4	1"1/4	1"1/4	2"	1"1/4	1"	1"1/4	110	1.710	1.390	740	340	890	1.240	DN200
750	800	1"1/4	1"1/4	1"1/4	1"1/4	1"1/4	2"	1"1/4	1"	1"1/4	120	1.920	1.620	820	320	1.120	1.470	DN200
1.000	930	1"1/4	1"1/4	1"1/4	1"1/4	1"1/4	2"	1"1/4	1"	1"1/4	170	1.985	1.650	850	350	1.150	1.500	DN400
1.500	1.140	1"1/2	1"1/4	1"1/2	1"1/2	1"1/4	2"	1"1/2	1"	1"1/2	250	2.055	1.680	880	380	1.180	1.530	DN400
2.000	1.300	2"	1"1/4	2"	2"	1"1/4	2"	2"	1"	2"	360	2.100	1.700	900	400	1.200	1.550	DN400
2.500	1.400	2"	1"1/4	2"	2"	1"1/4	2"	2"	1"	2"	400	2.155	1.735	935	435	1.235	1.585	DN400
3.000	1.500	2"	1"1/4	2"	2"	1"1/4	2"	2"	1"	2"	450	2.230	1.790	990	490	1.290	1.640	DN400
4.000	1.600	2"1/2	1"1/4	2"1/2	2"1/2	1"1/4	2"	2"1/2	1"1/4	2"1/2	500	2.790	2.320	1.170	520	1.470	2.170	DN400
5.000	1.750	3"	1"1/4	3"	3"	1"1/4	2"	3"	1"1/4	3"	690	2.835	2.335	1.185	535	1.485	2.185	DN400

N-18

AGUA CALIENTE SANITARIA

06 INTERCAMBIADORES DE PLACAS TERMOSOLDADOS



El principio de construcción del intercambiador de placas termosoldado comprende un paquete de placas, está compuesto por placas canal corrugadas entre los paquetes de placas delanteras y traseras de cubierta. Las placas de cubierta constan de placas de sellado, anillos ciegos y placas de cubierta. Durante el proceso de soldadura al vacío se forma una unión soldada en cada punto de contacto entre dos placas. El diseño crea un intercambiador de calor que consta de dos circuitos separados.

Código	Artículo	Peso Kg	Medidas mm	€
CC 08 002	IDS14-20H de 20 placas	1,2	55 x 78 x 209	110,00
CC 08 003	IDS14-30H de 30 placas	2,4	78 x 78 x 209	140,00
CC 08 004	IDS14-40H de 40 placas	3	101 x 78 x 209	170,00
CC 08 022	IDS30-20M de 20 placas	3,7	57 x 110 x 310	205,00
CC 08 023	IDS30-30M de 30 placas	4,9	81 x 110 x 310	255,00
CC 08 024	IDS30-40M de 40 placas	6,1	105 x 110 x 310	305,00
CC 08 052	IDS110-20M de 20 placas	14,2	58 x 191 x 616	595,00
CC 08 053	IDS110-30M de 30 placas	17,8	82 x 191 x 616	755,00
CC 08 054	IDS110-40M de 40 placas	21,4	105 x 191 x 616	915,00



Conexiones roscadas externamente (macho)

Modelo	Rosca	Temp. Máx. °C	Caudal máx. m³/h	Presión bar
IDS 14	ISO-G 3/4" M	225	3,6	0 a 30
IDS 30	ISO-G 1" M		8,1	
IDS 110	ISO-G 2" M		34	

Materiales estándar:
 Placas de cubierta: 304 acero inoxidable.
 Conexiones: 316L acero inox.
 Placas: 316L acero inoxidable.
 Material de soldadura: 99,99% cobre.

TABLAS RÁPIDAS DE SELECCIÓN:

Producción de ACS con Caldera

Ref. Escoda	Modelo	Nº Placas	Potencia Calefacción	Caudal l/h Caldera (1º)	Caudal l/h ACS (2º)
CC 08 002	IDS14-20H	20	30 kW	1500	700
CC 08 003	IDS14-30H	30	60 kW	2600	1300
CC 08 004	IDS14-40H	40	80 kW	3500	1700
CC 08 022	IDS30-20M	20	100 kW	4400	2200
CC 08 023	IDS30-30M	30	150 kW	6700	3200
CC 08 024	IDS30-40M	40	180 kW	8000	3900
CC 08 052	IDS110-20M	20	250 kW	13000	6500
CC 08 053	IDS110-30M	30	300 kW	16000	7600
CC 08 054	IDS110-40M	40	400 kW	20000	9800

Primario: 80°C/60°C Secundario: 10°C/50°C PdC Circuito Caldera: Max. 3 m.c.a.

Producción de ACS con Energía Solar Térmica

Ref. Escoda	Modelo	Nº Placas	Nº Paneles Solares 2 m²	Potencia Energ. Solar	Caudal l/h Caldera (1º)	Caudal l/h ACS (2º)
CC 08 002	IDS14-20H	20	5	7 kW	600	600
CC 08 002	IDS14-20H	20	10	14 kW	1200	1200
CC 08 003	IDS14-30H	30	15	21 kW	1800	1800
CC 08 004	IDS14-40H	40	25	35 kW	3000	3000
CC 08 022	IDS30-20M	20	30	40 kW	3500	3500
CC 08 023	IDS30-30M	30	35	50 kW	4400	4300
CC 08 024	IDS30-40M	40	45	70 kW	5300	5200
CC 08 052	IDS110-20M	20	90	100 kW	11100	10600
CC 08 053	IDS110-30M	30	135	150 kW	15900	15000
CC 08 054	IDS110-40M	40	175	200 kW	21000	20200

Primario: 55°C/45°C Secundario: 35°C/45°C PdC Circuito Solar: Max. 3 m.c.a.

APLICACIONES 1 FASE
 Calefacción, Solar, Clima ...

PRIMARIO
 D4 → D3
 SECUNDARIO
 D2 → D1

