

2011

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE
CARTAGENA**

Alumno: Rafael Martínez Sánchez

Master en Energías Renovables



**ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE
VARIAS INSTALACIONES DE
REFRIGERACIÓN SOLAR Y
COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS
OBTENIDOS CON UN MODELO DE
SIMULACIÓN EXISTENTE**

ÍNDICE

ÍNDICE	3	
I.- MEMORIA	5	
1. GENERALIDADES	5	
1.1. INTRODUCCIÓN	5	
1.2. ANTECEDENTES	9	
1.3. OBJETO	10	
1.4. EMPLAZAMIENTO Y UBICACIÓN	10	
2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	13	
2.1. INSTALACIÓN EN LA UNIVERSIDAD DE MURCIA	13	
2.2. INSTALACIÓN EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA	14	
2.3. INSTALACIÓN EN LA MANGA CLUB RESORT	16	
2.4. INSTALACIÓN EN LA UNIVERSIDAD POPULAR DE YECLA.....	18	
2.5. VIVERO DE EMPRESAS DE FUENTE ÁLAMO.....	21	
2.6. CENTRO DE AGROECOLOGÍA Y MEDIOAMBIENTE EN BULLAS.....	23	
2.7. FUENTE DE COLUMBARES.....	25	
2.8. CENTRO INTEGRADO DE FORMACIÓN Y EXPERIENCIAS AGRARIAS	DE MOLINA DE SEGURA.....	26
2.9. CENTRO REGIONAL DE INDUSTRIA Y ENERGÍA	28	
2.10. MÁQUINAS DE ABSORCIÓN.....	30	
2.11. SISTEMA DE ACUMULACIÓN	32	
2.12. UNIDAD DE TRATAMIENTO DEL AIRE.....	33	
2.13. VASO DE EXPANSIÓN	33	
2.14. SISTEMA DE DISIPACIÓN	34	
3. Cargas térmicas de los locales climatizados	36	
4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	36	
4.1. Modo Verano.....	37	
4.2. Modo Invierno	42	

4.3. Balances anuales	44
5. RESULTADOS ESTACIONALES	45
5.1. BALANCES ANUALES	45
5.2. BALANCES EN MODO REFRIGERACIÓN	61
5.3. Balances en modo calefacción.....	80
6. Simulación con TRNSYS	99
6.1. Modelo base.....	99
6.2. Cambios sobre el modelo base.....	100
6.3. Modelo final	110
6.4. Simulación y resultados.....	111
6.5. Conclusiones	119
7. Conclusiones globales del proyecto	119
III.- PLANOS.....	121
IV.- BIBLIOGRAFÍA.....	132
V.- ANEXOS	133

I.- MEMORIA

1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos tiempos, los precios del petróleo han registrado máximos históricos y actualmente están alcanzando el valor registrado en las crisis energéticas de los años 70 y parecen dejar atrás dos décadas de precios energéticos relativamente bajos. La Agencia Internacional de la Energía, en sus últimos informes, alerta sobre el punto de equilibrio que se está alcanzando en el mundo entre producción y consumo de petróleo y señala que es urgente la aplicación de medidas de ahorro energético. Por su parte, la OPEP ha anunciado ya que en 2020 su producción no alcanzará a cubrir la demanda mundial. Noticias recientes en prensa han anunciado que en 2030 el crudo de Arabia Saudí se agotará si el consumo no desciende (Expansión 08/06/2011)

Esta situación unidas a otras de actualidad como conflictos en países productores de petróleo como Libia o accidentes en centrales nucleares en Japón, con repercusiones internacionales en el resto de centrales nucleares del mundo, como las decisiones en países como Alemania de cerrar prematuramente su parque nuclear, hacen prever que la producción de petróleo pueda ser menor y la demanda mayor, lo que llevará a un incremento severo en los precios de la energía.

Los crecimientos de los consumos energéticos durante estos últimos años están poniendo de manifiesto, por tanto, que estamos ante un problema de demanda energética que, de no moderarse, puede ser el preludio de una crisis energética a gran escala a medio plazo.

En este contexto, la economía española resulta especialmente vulnerable. Nuestra dependencia energética está muy por encima de la media europea. Las claves de esta vulnerabilidad se explican, no sólo por la mencionada dependencia exterior, sino también por el desmesurado crecimiento de la demanda y por los bajos niveles de eficiencia en producción y consumo. Esta situación genera además unas emisiones crecientes de gases de efecto invernadero, haciendo cada vez más difícil el cumplimiento del protocolo de Kioto, que unido con la actual crisis parece casi imposible que estos objetivos puedan cubrirse.

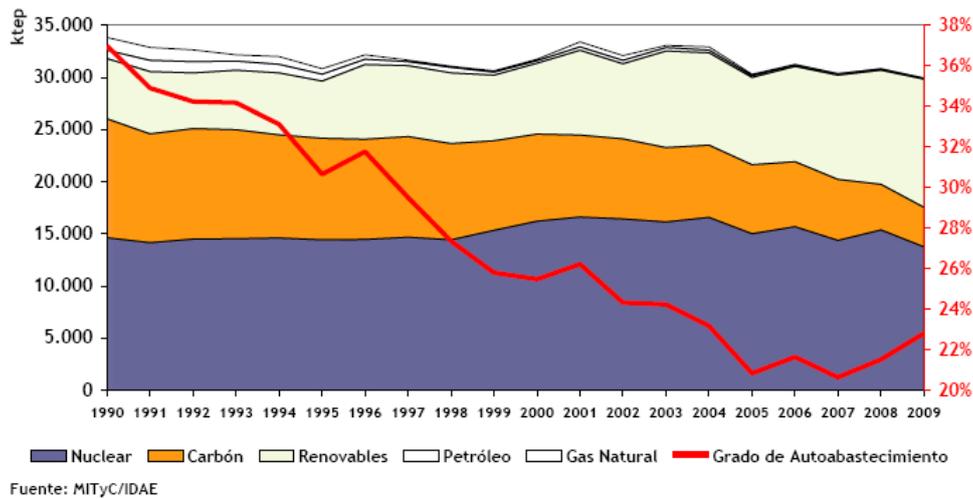


Figura I. Evolución de la producción interior de energía y grado de autoabastecimiento. Fuente IDAE.

En España el crecimiento de los consumos energéticos está por encima del crecimiento económico, la corrección de esto pasa por implementar e impulsar tres políticas concretas: diversificación de las fuentes energéticas, impulso del ahorro y la eficiencia energética y apoyo a la investigación, desarrollo e innovación de nuevas tecnologías energéticas.

Los consumos de climatización, agua caliente sanitaria e iluminación representan más de las tres cuartas partes de los consumos energéticos de las viviendas, concretamente el 76.4% de los consumos totales del año 2002.

El porcentaje de estos consumos sobre la demanda del sector servicios es del orden del 70%: aproximadamente, el 40% del total de los consumos de energía del sector terciario corresponden al uso de energía no eléctrica para usos térmicos; el 9%, al uso de la electricidad para usos térmicos y el 21%, al aire acondicionado. El 30% restante de la demanda energética del sector terciario corresponde a usos específicos de la electricidad y alumbrado público.

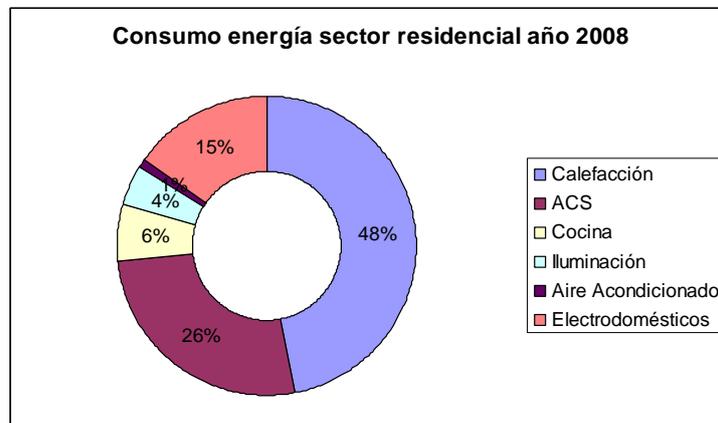


Gráfico I. Reparto de consumos en el sector residencial en el año 2008. Fuente IDAE.

La intensidad eléctrica de los hogares españoles ha crecido por encima de los consumos de energía por hogar para usos térmicos durante la década de los noventa: a una tasa media anual del 2% frente al 1.2% de crecimiento de los consumos energéticos totales por hogar. Esta divergencia se manifiesta, especialmente, durante la segunda mitad de la década, cuando la intensidad eléctrica crece a una tasa media anual del 3.1%.

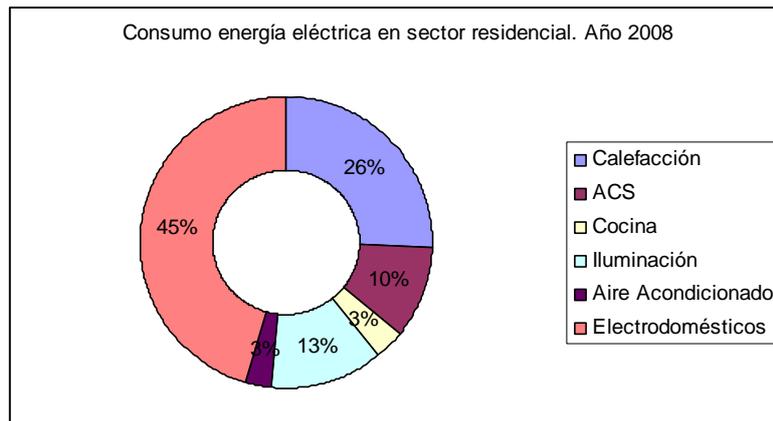


Gráfico II. Distribución del consumo de energía eléctrica de los hogares en la vivienda, 2008. Fuente IDAE.

En los primeros años del nuevo siglo, la intensidad eléctrica se incrementa a un ritmo superior al de la década de los noventa: del 4.5% anual, por debajo del crecimiento de los consumos medios por hogar para usos térmicos, como resultado esto último, del elevado aumento de la demanda de productos petrolíferos y gas natural recogido en las estadísticas energéticas correspondientes al año 2002.

Las previsiones de consumo para el año 2050 son de un 29% para aire acondicionado y un 45% para calefacción con respecto al total del consumo doméstico.

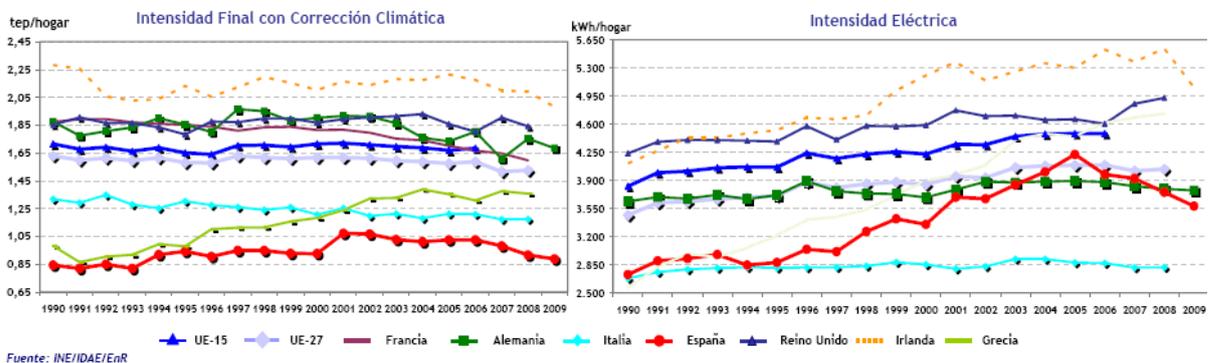


Gráfico III. Intensidad eléctrica en el sector residencial (consumo de electricidad por hogar).

Este espectacular aumento es ya una debilidad manifiesta del sistema de red eléctrica

Además de los problemas con la red eléctrica, no es menos importante la amenaza del cambio climático debido a las grandes necesidades energéticas y en particular de confort, de la sociedad actual. Por todo esto, uno de los grandes retos de la actualidad radica en lograr un mayor equilibrio con la naturaleza pero sin perder el grado de confort, el cual en realidad está en constante aumento.

A finales de 2004, la capacidad térmica instalada en España mediante captadores solares se elevaba a 490 MWth, equivalentes a unos 700 mil m². Durante 2004, se incorporaron más de 4500 nuevas instalaciones de energía solar térmica, con una potencia asociada de 63 MWth (90000 m² de colectores), lo que supone un incremento de la superficie de captación solar cercana al 15% respecto al nivel acumulado hasta el año anterior.

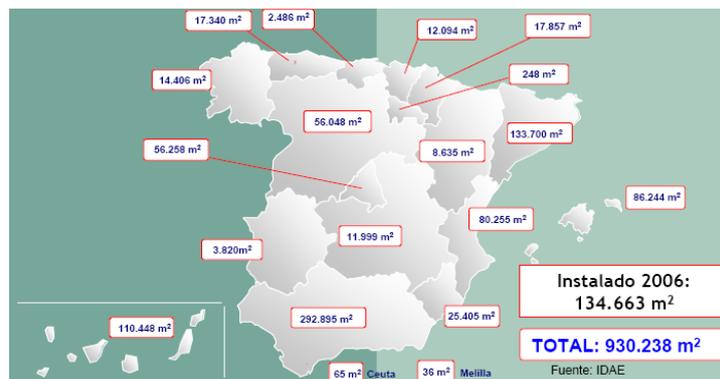


Gráfico IV. Superficie total instalada de energía solar térmica.

Entre las aplicaciones que poco a poco se van incorporando, figura la calefacción por elementos radiantes, donde los requerimientos en cuanto a temperatura de trabajo de los captadores son algo superiores. Como posibilidad innovadora y complemento a la calefacción, se trabaja también en la incorporación de aplicaciones de refrigeración mediante máquinas de absorción alimentadas con energía solar.

La innovación tecnológica en este sector se desarrollará alrededor de tres ejes: el relativo a nuevos captadores de bajo coste, la automatización de los procesos de producción y el desarrollo de nuevas aplicaciones como la refrigeración solar y la desalación.

La energía solar térmica es una alternativa al uso de cualquier tipo de calderas que usen combustibles fósiles, pero hasta hoy en día y sobre todo para aplicaciones domésticas, solamente era útil para aplicaciones de ACS y calefacción con lo que la demanda y la disponibilidad de energía no concordaban, Gráfico V.

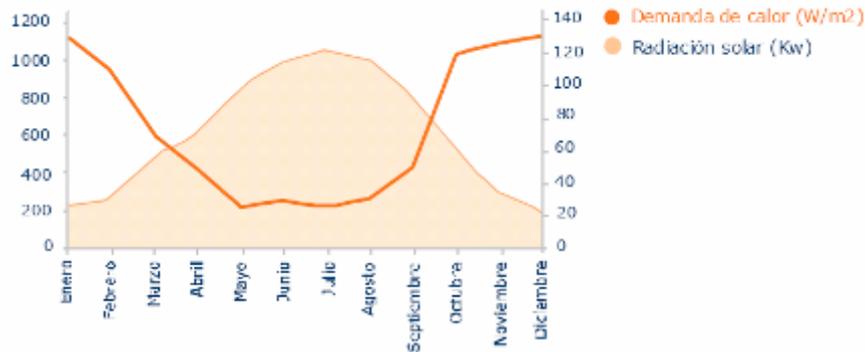


Gráfico V. Ejemplo de cargas y necesidades (variables según vivienda, latitud, etc.).

La Refrigeración Solar es una aplicación que puede optimizar el uso de la Energía Solar Térmica y multiplica sus posibilidades y aprovechamiento. Actualmente la situación del mercado nos muestra una oferta para grandes superficies, pero un vacío para la demanda existente en el sector de la vivienda, o cualquier superficie menor.

Mediante la refrigeración solar hacemos un uso del calor generado en la época del año en la que éste es más abundante, Gráfico VI.

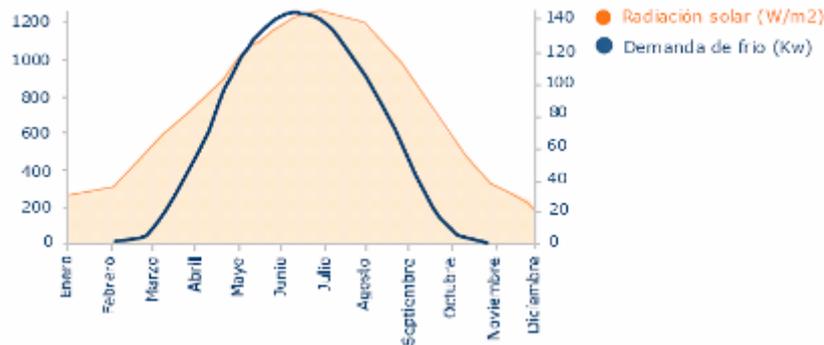


Gráfico VI. Ejemplo de cargas y necesidades (variables según vivienda, latitud, etc.).

De esta forma podemos producir calefacción en invierno, mientras que en verano producimos frío para el aire acondicionado.

1.2. ANTECEDENTES

La Agencia de Gestión de la Energía de la Región de Murcia, lleva desde el año 2005 realizando instalaciones de refrigeración solar con máquina de absorción para su monitorización y estudio.

Las últimas instalaciones de este tipo construidas fueron 9 instalaciones repartidas por el territorio de la Región, cada una de ellas con características concretas y todas ellas monitorizadas, varias de estas instalaciones se pusieron en marcha en el año 2010 y actualmente cuentan con un año de datos registrados.

Por otro lado bajo encargo de ARGEM la Universidad Politécnica de Cartagena desarrollo un modelo de simulación en TRNSYS para instalaciones de refrigeración solar, este modelo aún no ha podido ser validado debido a que no se poseían datos reales de instalaciones para poder comparar los datos reales con los datos arrojados por el modelo de simulación

1.3. OBJETO

El objeto de este proyecto incluye el análisis del funcionamiento de las instalaciones de refrigeración solar de la región de Murcia propiedad de ARGEM a partir de los datos de la monitorización y la obtención de conclusiones tanto técnicas como económicas.

En un segundo lugar se seleccionarán datos representativos de las instalaciones y se compararán con los obtenidos en el modelo de TRNSYS elaborado por la UPCT para la simulación de instalaciones de refrigeración solar, tras esto se obtendrán conclusiones sobre la validez o necesidad de modificación del modelo.

1.4. EMPLAZAMIENTO Y UBICACIÓN

Las instalaciones objeto de este proyecto se encuentran repartidas por todo el territorio de la Región de Murcia, sus ubicaciones son:

Localidad	Edificio
Murcia	Servicio de animales de laboratorio de la Universidad de Murcia
Cartagena	Aulario General del Campus Alfonso XIII
La Manga	Restaurante de la casa La Princesa en La Manga Club de Golf
Yecla	Universidad Popular de Yecla
Fuente Álamo	Cámara de Comercio
Bullas	Centro de Agroecología y Medio Ambiente
San José de la Montaña	Centro Medio Ambiental Fuente de Columbares
Molina de Segura	Centro Integrado de Formación y experiencias agrarias
Alcantarilla	Centro Regional de Industria y Energía

Tabla I. Situación de cada una de las instalaciones.



Fotografía 1. Instalación de refrigeración solar en la Universidad de Murcia



Fotografía 2. Instalación de refrigeración solar en la Universidad Politécnica de Cartagena



Fotografía 3. Instalación de refrigeración solar en la Manga Club Resort



Fotografía 4. Instalación de refrigeración solar en la Universidad Popular de Yecla



Fotografía 5. Instalación de refrigeración solar en la Cámara de Comercio de Fuente Álamo



Fotografía 6. Instalación de refrigeración solar en el centro de Agroecología y Medioambiente



Fotografía 7. Instalación de refrigeración solar en el centro medioambiental Fuente de Columbares



Fotografía 8. Instalación de refrigeración solar en el CIFEA de Molina



Fotografía 9. Instalación de refrigeración solar en el Centro Regional de Industria y Energía

2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

2.1. INSTALACIÓN EN LA UNIVERSIDAD DE MURCIA

El Animalario de la Universidad de Murcia, situado en el campus universitario de Espinardo, es un centro donde se realizan estudios y prácticas de investigación de alto nivel con animales de laboratorio, que contribuyen, entre otras cosas, a importantes avances médicos.



Fotografía 10. Vista aérea de las instalaciones del Animalario de la UMU (campus de Espinardo)



Fotografía 11. Animalario de la Universidad de Murcia

Esta instalación aporta climatización a un despacho administrativo y ACS a uno de los grifos de las instalaciones donde se realiza la limpieza de los utensilios de los animales



Imagen 12. Despacho climatizado del Animalario de la UMU

El campo de captación solar está formado por 12 colectores solares de placa plana, con las siguientes características:

Marca y modelo	Superficie de apertura (m ²)	Cantidad	Superficie total de captación (m ²)
Giordano C8/8 S.HI	1,99	12	23,88

Tabla II. Colectores solares de la instalación del Animalario de la UMU

Los colectores están instalados en 3 baterías de 4 colectores cada una, conectados en paralelo, sobre una cubierta metálica inclinada 10°.

La orientación de los colectores es -25° sur. La inclinación de los colectores es de 30° con respecto a la horizontal, para favorecer la captación en los meses de verano, ya que en esta época se necesita que el fluido de trabajo alcance temperaturas más elevadas que en invierno.

2.2. INSTALACIÓN EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

En el edificio del Aulario General, en el campus universitario Alfonso XIII de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), el departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos de esta universidad posee unas instalaciones donde se realizan prácticas relacionadas con la energía solar.



Fotografía 12. Vista aérea del campus Alfonso XIII de la Universidad Politécnica de Cartagena



Fotografía 13. Aulario General del campus Alfonso XIII de la UPCT

La instalación se encuentra junto al resto de instalaciones en la cubierta del edificio y. el espacio a climatizar es un aula de estudio situada en la planta baja del edificio, de unos 30 m² y con un ventanal orientado al sur.



Fotografía 14. Aula de estudio a climatizar

El campo de captación solar está formado por 12 colectores solares de placa plana, con las siguientes características:

Marca y modelo	Superficie de apertura (m ²)	Cantidad	Superficie total de captación (m ²)
Isofotón Isotherm Plus	2,205	12	26,46

Tabla III. Colectores solares de la instalación de la UPCT

Los colectores se encuentran en 2 baterías de 6 colectores cada una, conectados en paralelo, sobre una bancada de hormigón existente en la cubierta plana.

La orientación de los colectores es prácticamente sur puro (-3°). La inclinación de los colectores es de 35° sobre la horizontal.

2.3. INSTALACIÓN EN LA MANGA CLUB RESORT

En el Campo Oeste de la Manga Club Resort, en Cartagena, se encuentra ubicada la Casa Club de Golf La Princesa. Este complejo consta de un restaurante-bar, una tienda de artículos de golf, unos vestuarios y una base de buggies y carritos de golf eléctricos.



Fotografía 15. Vista aérea de la Casa Club de Golf La Princesa de la Manga Club Resort



Fotografía 16. Casa Club de Golf La Princesa de La Manga Club Resort

Esta instalación aporta climatización a una tienda de artículos de golf, con capacidad para 5-10 personas, anexa a un restaurante-bar. Como el tamaño de la sala a climatizar es pequeño, el frío o calor sobrante se podrá verter al restaurante. También aporta ACS para la cocina del restaurante, donde el mayor consumo energético es el lavavajillas que poseen.



Fotografía 17. Tienda de la Casa Club de Golf La Princesa de La Manga Club Resort

El campo de captación está formado por 8 colectores de vacío de flujo directo, con las siguientes características:

Marca y modelo	Superficie de apertura (m ²)	Cantidad	Superficie Total (m ²)
Viessmann Vitosol 200 D20	2,14	8	17,12

Tabla IV. Colectores de La Manga Club Resort

Se ha optó por utilizar colectores de vacío por dos motivos:

- Los propietarios de la ubicación preferían que el campo de colectores solares no fuera visible desde el entorno del edificio por lo que los colectores de vacío de flujo directo se instalaron horizontalmente en la cubierta, consiguiendo así reducir al mínimo su impacto visual.
- La cubierta no está preparada para resistir grandes cargas. Los colectores de vacío son más ligeros que los de placa plana, por lo que la carga soportada por la cubierta es menor.

Los colectores están conectados en paralelo, sobre una cubierta plana, orientados hacia el sur. La inclinación del absorbedor de los tubos de vacío es de 30° sobre la horizontal, para favorecer la captación en los meses de verano.

2.4. INSTALACIÓN EN LA UNIVERSIDAD POPULAR DE YECLA

La Universidad Popular de Yecla es un edificio, ubicado en el casco urbano de Yecla, en el que se llevan a cabo gran variedad de cursos y talleres.



Fotografía 18. Vista aérea de la Universidad Popular de Yecla



Fotografía 19. Universidad Popular de Yecla

Esta instalación aporta climatización y ACS. El espacio climatizado es el hall de la última planta del edificio, que está cubierto por un gran lucernario. Esto provoca que en verano se alcancen elevadas temperaturas, aunque se tiene en proyecto cubrir esta cúpula con otros materiales que opongan más resistencia al paso del calor. El consumo de ACS es el de un grifo de la sala de manualidades.



Fotografía 20. Lucernario de la Universidad Popular de Yecla



Fotografía 21. Sala de manualidades de la Universidad Popular de Yecla

El campo de captación solar está formado por 12 colectores solares de placa plana, con las siguientes características:

Marca y modelo	Superficie de apertura (m ²)	Cantidad	Superficie total de captación (m ²)
Isofotón Isotherm Plus	2,205	12	26,46

Tabla V. Colectores solares de la instalación de la UPCT

Los colectores constan de 2 baterías de 6 colectores cada una, conectados en paralelo, sobre una cubierta plana.

La orientación de los colectores es 31° sur. La inclinación de los colectores es de 45° sobre la horizontal. Esta inclinación no favorecerá la captación en los meses de verano, pero se optó por ella debido a las limitaciones de espacio.

Debido a que el espacio disponible en la cubierta era reducido, se instaló una batería y cuatro colectores de la otra en la misma línea, y los dos colectores restantes están situados por detrás de los anteriores. Para que los colectores delanteros no ocasionen sombras sobre los de detrás, estos últimos se han elevado 0,80 m y la distancia entre los bordes inferiores de los colectores es $D \geq 3,58$ m. Además, la fila de colectores más adelantada está colocada a una distancia $d \geq 1,21$ m de una media pared que tiene delante, para que ésta no origine sombras sobre los colectores.

2.5. VIVERO DE EMPRESAS DE FUENTE ÁLAMO

El Vivero de Empresas de Fuente Álamo es un edificio gestionado por la Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Cartagena, destinado a ayudar a nuevos empresarios a consolidar sus proyectos dándoles un lugar físico donde desarrollar su actividad.



Fotografía 22. Vista aérea de los terrenos donde se ubicará el Vivero de Empresas de Fuente Álamo



Imagen 23. Vivero de Empresas de Fuente Álamo

En este edificio se aloja una de las instalaciones de refrigeración y calefacción solar. El espacio a climatizar es el hall de entrada, de unos 60 m^2 , el cual tendrá dos importantes cristalerías orientadas al norte y al sur, respectivamente, pero está previsto que la visera del edificio haga de sombra sobre ellas.



Imagen 24. Hall de entrada del Vivero de Empresas de Fuente Álamo

El campo de captación solar está formado por 14 colectores solares de vacío de tipo "heat pipe", con las siguientes características:

Marca y modelo	Superficie de apertura (m^2)	Cantidad	Superficie total (m^2)
BH Solar BHR 2018	2,40	14	33,60

Tabla VI. Colectores solares de la instalación del Vivero de Empresas

Los colectores están instalados en 7 baterías de 2 colectores. Los dos colectores de una misma batería conectados en serie, y las baterías conectadas en paralelo.

Los colectores están integrados arquitectónicamente con el edificio, construyendo con ellos un voladizo sobre unas ventanas de la parte alta del edificio, este voladizo protege de la radiación y de la lluvia a la fachada y a las ventanas. La inclinación óptima para construir el voladizo es aproximadamente igual a la mínima necesaria para el correcto funcionamiento de los colectores "heat pipe", por lo que se ha optado por instalar este tipo de colectores.

La orientación de los colectores es -43° sur. La inclinación de los colectores es de 20° sobre la horizontal.

2.6. CENTRO DE AGROECOLOGÍA Y MEDIOAMBIENTE EN BULLAS

En las instalaciones de la Fundación Tierra Integral, en Bullas, existe un edificio diseñado bajo criterios bioclimáticos y que está destinado a dar formación relacionada con arquitectura bioclimática, agricultura, energías renovables, etc. Además, junto a esta edificación, hay cuatro viviendas bioclimáticas, las cuales se encuentran bajo estudio y se pueden alquilar como turismo rural.



Fotografía 25. Vista aérea de las instalaciones de la Fundación Tierra Integral



Fotografía 26. Edificio bioclimático de la Fundación Tierra Integral



Fotografía 27. Sala de usos múltiples de la Fundación Tierra Integral

La instalación de climatización se encuentra en el edificio principal. El espacio climatizado es una sala de exposiciones, con una ocupación máxima de 50 personas.

El campo de captación solar está formado por 10 colectores solares de placa plana, con las siguientes características:

Marca y modelo	Superficie de apertura (m ²)	Cantidad	Superficie total de captación (m ²)
Schüco SchücoSol U.5	2,510	10	25,10

Tabla VII. Colectores solares de la instalación de la Fundación Tierra Integral

Los colectores están instalados en una sola batería, conectados en paralelo, sobre una cubierta plana.

La orientación de dichos colectores es -23° sur. La inclinación de los colectores es de 30° sobre la horizontal, para favorecer la captación en los meses de verano.

Los colectores están colocados siguiendo la misma línea, por lo que no existen problemas de sombras entre ellos

2.7. FUENTE DE COLUMBARES

El centro Medioambiental Fuente de Columbares se encuentra en un espacio natural donde se realiza formación, educación ambiental y actividades de ocio.

El centro ofrece un planteamiento pedagógico alternativo, contando con unas instalaciones que son en sí mismas un modelo didáctico para el aprendizaje, configurándose como un ejemplo práctico de sostenibilidad y autosuficiencia energética, ya que se autoabastece mediante la energía procedente de fuentes renovables.



Fotografía 28. Edificio del centro medioambiental en donde se encuentra la instalación.

La instalación de climatización se encuentra en el edificio principal que se trata de una sala de reuniones.



Fotografía 29. Colectores solares de la instalación de Fuente de Columbares.

El campo de captación solar está formado por 10 colectores solares de placa plana, con las siguientes características:

Marca y modelo	Superficie de apertura (m ²)	Cantidad	Superficie total de captación (m ²)
Isofotón Isotherm Plus	2,205	10	22.05

Tabla VIII. Colectores solares de la instalación de la Fuente de Columbares

Los colectores están conectados formando dos baterías de 5 colectores cada una

La orientación de dichos colectores es 34° oeste. La inclinación de los colectores es de 45° sobre la horizontal que es la inclinación de la cubierta del edificio, están colocados siguiendo la misma línea, por lo que no existen problemas de sombras entre ellos

2.8. CENTRO INTEGRADO DE FORMACIÓN Y EXPERIENCIAS AGRARIAS DE MOLINA DE SEGURA

El Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias (CIFEA) de Molina de Segura es un centro, dependiente de la Consejería de Agricultura y Agua, destinado a la formación de agricultores y empresarios del sector agrícola.



Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias

Fotografía 30. Vista aérea del CIFEA de Molina de Segura



Fotografía 31. Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Molina de Segura

En este centro se aloja una de las instalaciones de refrigeración y calefacción solar. El espacio a climatizar es el despacho del director del centro, que tiene un gran ventanal orientado al sur, por lo que la carga térmica en verano es muy alta.



Fotografía 32. Despacho del director del CIFEA de Molina de Segura

El campo de captación solar está formado por 12 colectores solares de placa plana, con las siguientes características:

Marca y modelo	Superficie de apertura (m ²)	Cantidad	Superficie total de captación (m ²)
Isofotón Isotherm Plus	2,205	12	26,46

Tabla IX. Colectores solares de la instalación del CIFEA

Los colectores están instalados en 2 baterías de 6 colectores cada una, conectados en paralelo, sobre una cubierta plana.

La orientación de los colectores es de -15° sur. La inclinación de los colectores es de 40° sobre la horizontal.

2.9. CENTRO REGIONAL DE INDUSTRIA Y ENERGÍA

El Centro Regional de Industria y Energía (CRIE) está situado en el polígono industrial Oeste de Alcantarilla. Este centro depende de la Consejería que tiene las competencias de la Dirección General de Industria Energía y Minas.



Fotografía 33. Vista aérea del CRIE



Fotografía 34. Centro Regional de Industria y Energía

El espacio climatizado es el despacho del director del Centro de Información de la Calidad (CIC), el cual se encuentra ubicado en el edificio principal del centro.



Fotografía 35. Despacho director del CIC

El campo de captación solar está formado por 12 colectores solares de placa plana, con las siguientes características:

Marca y modelo	Superficie de apertura (m ²)	Cantidad	Superficie total de captación (m ²)
Isofotón Isotherm Plus	2,205	12	26,46

Tabla X. Colectores solares de la instalación del CRIE

Los colectores están instalados en 2 baterías de 6 colectores cada una, conectados en paralelo, sobre una cubierta plana.

La orientación de los colectores es +28° sur. La inclinación de los colectores es de 40° sobre la horizontal.

2.10. MÁQUINAS DE ABSORCIÓN

En todas las instalaciones, excepto en las de La Manga Club Resort y del Vivero de Empresas, se ha utilizado la máquina de absorción ROTARTICA SOLAR 045v. Esta máquina lleva integrado un aerotermo para disipar el calor sobrante del proceso de absorción, lo que hace que su instalación sea más sencilla.

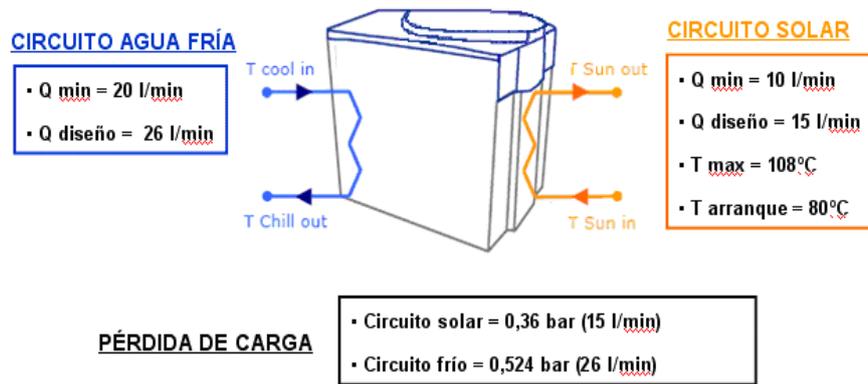


Figura 36. Condiciones de funcionamiento de la máquina de absorción ROTARTICA SOLAR 045v

ROTARTICA	
PRESTACIONES DE PRODUCTO	
	
ENFRIADORA SOLAR Aire-Agua	
Tecnología	
ABSORCIÓN DE SIMPLE EFECTO LiBr/H ₂ O	
Marca	
ROTARTICA	
Modelo	
SOLAR 045v	
Datos de producto	Empresa
	ROTARTICA
	Producto
	Enfriadora Aire-Agua
	Potencia nominal de refrigeración
	4,5 kW
	Accionamiento
	Agua calentada a 90°C
	Absorbente/Refrigerante
	LiBr/H ₂ O
Circuito Agua Fría	Capacidad (kW)
	4,50
	Caudal (m ³ /h)
	1,56
	Pérdida de carga (bar)
	0,52
Circuito Aporte Energía	Aporte calor al generador (kW) a 90°
	7,20
	Caudal (m ³ /h)
	0,90
	Pérdida de carga (bar)
	0,36
Suministro eléctrico	Consumo eléctrico aparato absorción (kW)
	1,11
Temperaturas	Nominal de entrada al Generador (°C)
	90
	Nominal de salida frío (°C)
	12
	Ambiente (influye para disipación seca)
	30
Dimensiones	Largo (mm)
	1202
	Ancho (mm)
	803
	Altura (mm)
	1202
	Volumen (m ³)
	1,16
	Peso (kg)
	290
Condiciones nominales:	
Circuito primario: 90°C y caudal 15 l/min, Circuito agua fría: 12°C y caudal 26 l/min, Circuito agua caliente retorno: 35°C (disipación seca) y caudal 33l/min	
Instalación	
Suministro de energía a través del panel solar + caldera (independientemente o de forma conjunta), conexiones hidráulicas: 4 conexiones de 1", Instalación exterior, No precisa anclaje al suelo.	

Tabla XI. Características técnicas de la máquina de absorción ROTARTICA SOLAR 045v

En la Manga Club Resort se encuentra la máquina de absorción ROTARTICA SOLAR 045, la cual no lleva integrado el sistema de disipación del calor sobrante. Se optó por dicho modelo de máquina de absorción porque en esta ubicación hay un lago, y pareció interesante realizar la disipación de calor contra el agua de este lago. Con este sistema de disipación se esperaba conseguir un mejor rendimiento de la máquina de absorción, frente a la disipación agua – aire mediante arotermo.

En el Vivero de Empresas se instalaron dos máquinas de absorción. Estas máquinas eran ROTARTICA SOLAR 045, ya que están ubicadas en el sótano del

edificio y los aerotermos, mediante los que se va a disipar el calor sobrante del proceso de absorción están en el exterior.

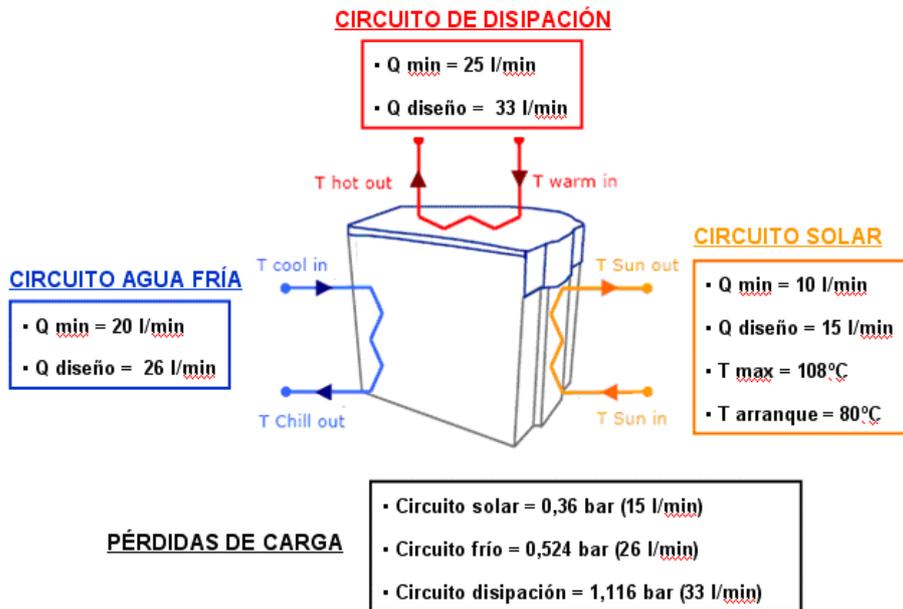


Figura 37. Condiciones de funcionamiento de la máquina de absorción ROTARTICA SOLAR 045

2.11. SISTEMA DE ACUMULACIÓN

El sistema de acumulación de agua caliente de las instalaciones está formado por un depósito de inercia, debidamente aislado. En la instalación del Vivero de Empresas son necesarios dos depósitos, los cuales se conectarán en serie, para alimentar a las dos máquinas de absorción.

Los depósitos de acumulación seleccionados poseen las siguientes características:

Depósito de Acumulación	
Marca	Lapesa
Modelo	MV-1500-I
Capacidad	1500 litros
Material	Acero al carbono
Aislamiento térmico	Poliuretano inyectado libre de CFC

Tabla XII. Características del depósito de acumulación

En la instalación de fuente de Columbares la máquina de absorción trabaja contra un depósito de acumulación de frío existente de 500 l, en invierno este depósito también sirve de acumulación para el agua caliente teniendo la instalación en esta época una acumulación total de 1500 l.

2.12. UNIDAD DE TRATAMIENTO DEL AIRE

Se han utilizado unidades de tratamiento del aire tipo fancoil. Mediante la aportación al fancoil de agua fría (procedente de la máquina de absorción) o agua caliente (procedente del depósito de acumulación) se consigue refrigerar o calentar el ambiente.

Para que el rendimiento de la máquina de absorción sea máximo se busca que la diferencia de temperatura entre la salida de agua hacia el fancoil y la vuelta desde éste sea elevada. Con este objetivo, se utiliza un fancoil cuya potencia frigorífica sea de un 50-100% mayor que la potencia nominal de la máquina de absorción, es decir, la potencia frigorífica del fancoil está comprendida entre 6,75 y 9 kW.

En el espacio a climatizar de cada ubicación se ha instalado un fancoil, excepto en el Vivero de Empresas de Fuente Álamo y en la Universidad Popular de Yecla. En el Vivero de Empresas, al utilizar dos máquinas de absorción, existen dos fancoils de características similares a los del resto de instalaciones, ya que se va a disipar el doble de potencia. En la Universidad Popular de Yecla el espacio a climatizar es de grandes dimensiones, y, para que se realice un reparto homogéneo del aire climatizado, se han instalado dos fancoils de la mitad de potencia indicada antes.

En la instalación de Fuente de Columbares la instalación trabaja contra un suelo radiante que calienta o enfría el espacio climatizado.

2.13. VASO DE EXPANSIÓN

En la siguiente tabla se muestran los volúmenes de los vasos de expansión que existen en cada una de las instalaciones.

Instalación	V _t (litros)
Animalario de la Universidad de Murcia	300
Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Molina de Segura	300
Centro Regional de Industria y Energía	300
Fundación Tierra Integral	400
La Manga Club Resort	400
Universidad Politécnica de Cartagena	300
Universidad Popular de Yecla	300
Vivero de Empresas	600

Tabla XIII. Volumen seleccionado del vaso de expansión para cada instalación

Las características de estos vasos de expansión se recogen en la tabla XIV

Marca	Ibaiondo	Ibaiondo	Ibaiondo
Modelo	300-CMF	400-CMF	600-CMF
Capacidad (litros)	300	400	600
Presión máxima (bar)	6	6	6
Presión de tarado (bar)	1,5	1,5	1,5
Dimensiones D × H (mm)	600 × 1245	600 × 1460	750 × 1730

Tabla XIV. Características vasos de expansión

2.14. SISTEMA DE DISIPACIÓN

Solamente las instalaciones de La Manga Club Resort y del Vivero de Empresas dispondrán de un sistema para la disipación del calor sobrante del proceso de absorción, no integrado en la propia máquina de absorción. A continuación se describen estos sistemas.

2.14.1. La Manga Club Resort

Se pretende disipar el calor sobrante del proceso de absorción contra un lago adyacente a la instalación.



Fotografía 38. Lago existente en Casa de la Princesa, La Manga Club Resort.



Fotografía 39. Intercambiador de calor del circuito de disipación.

El sistema de disipación intercambia calor con el lago a través de un intercambiador de calor de carcasa y tubos. El circuito del intercambiador que comunica con el lago se trata de un circuito abierto donde la toma de agua y descarga están separadas por varios metros de distancia

2.14.2. Vivero de empresas

Debido a que las máquinas de absorción se encuentran en el interior del edificio en una sala técnica, no es posible disipar el calor sobrante del ciclo de absorción contra el ambiente de esta misma sala por lo que se ha optado por llevar los aerocondensadores a la cubierta del edificio conectándose a las máquinas a través de tubería de cobre.



Fotografía 40. Aerocondensadores en Vivero de empresas.

3. Cargas térmicas de los locales climatizados

Las necesidades de cada uno de los locales estaban calculadas de antemano en el Proyecto fin de carrera de 8 instalaciones de refrigeración y calefacción con energía solar térmica realizado anteriormente por Consuelo Sánchez Herrero para la Universidad Politécnica de Cartagena.

	Máxima refrigeración (W)	Máxima calefacción (W)
Animalario de la Universidad de Murcia	2.884	- 2.199
Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Molina de Segura (CIFEA)	4.192	- 4.798
Centro Regional de Industria y Energía (CRIE)	2.882	- 2.600
Fundación Tierra Integral	10.057	- 11.711
La Manga Club Resort	3.445	- 3.286
Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT)	4.623	- 4.304
Universidad Popular de Yecla	5.285	- 11.327
Vivero de empresas de Fuente Álamo	9.504	- 9.349
Centro Medioambiental Fuente de Columbares	8800	-10200

Tabla XV. Cargas térmicas de los locales

4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Todas las instalaciones se encuentran automatizadas a través de un autómata programable, además disponen de multitud de sensores de temperatura y caudal que miden las variables y son almacenadas en un datta logger, está información posteriormente ha sido rescatada y procesada para su análisis.

El sistema de adquisición de datos genera un fichero Excel que refleja las siguientes variables cada diez minutos:

- Fecha
- Hora
- T^a superior colectores
- T^a interacumulador (solo en instalaciones con ACS)
- T^a salida interacumulador (solo en instalaciones con ACS)
- T^a superior depósito
- T^a inferior depósito
- T^a entrada a Fan Coil
- T^a salida de Fan Coil
- T^a ambiente exterior
- T^a circuito disipación (solo en Fuente de Columbares)
- T^a depósito suelo radiante (solo en Fuente de Columbares)
- Caudal circuito climatización
- Caudal circuito ACS (solo en instalaciones con ACS)
- Energía eléctrica consumida por toda la instalación
- Energía aportada a climatización
- Energía aportada a calefacción
- Energía aportada a ACS

De esta forma con los datos disponibles durante un año se han analizado los siguientes parámetros:

4.1. Modo Verano

El modo verano de la instalación abarca los meses que la máquina ha estado generando frío, esto ha sido desde el 10/05/2010 hasta el 07/11/2010, los parámetros analizados han sido:

4.1.1. Horas disponibles

Dado que la máquina necesita una temperatura mínima de 85 °C para su funcionamiento se ha contabilizado el número de horas en las que la temperatura de la parte superior del depósito de inercia es superior a 85°C.

Este parámetro da una idea cual es la disponibilidad de la instalación para generar frío con la superficie de placas que se dispone. Una producción de frío baja y un número de horas disponibles bajos significaría que existe algún problema en la instalación o que el número de colectores no es suficiente.

4.1.2. Potencia transferida al fluido desde los colectores solares

$$P1=Q_1*\rho*C_p*\Delta T_1 \text{ (kW)}$$

Q_1 : Caudal medio en la bomba. Dado que todas las bombas de todas las instalaciones son iguales y que se dispone de las curvas de comportamiento de las bombas y que se conoce el consumo eléctrico de la bomba se ha podido verificar cual es el caudal aproximado de las bombas, siendo este de $Q_1=0.000139 \text{ m}^3/\text{s}$

ρ : Densidad el agua a la temperatura que esta se encuentre, se ha tomado por aproximación que la densidad del agua es $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$.

C_p : Calor específico a presión constate del agua, $C_p=4.2 \text{ kJ/kg}^*\text{K}$

ΔT_1 = Diferencia de temperaturas del fluido entre la entrada y la salida de los colectores solares, para la temperatura de entrada se ha tomado la temperatura inferior del depósito de inercia.

Con esta expresión se ha calculado la potencia máxima que han entregado los colectores al fluido en toda la temporada

4.1.3. Energía entregada al fluido desde los colectores solares

Con la misma expresión anterior pero multiplicando por diez minutos que es el tiempo transcurrido entre dos mediciones ya que se ha supuesto que los colectores ofrecían una potencia continua entre dos mediciones consecutivas y dividiendo por 60 segundos obtenemos la energía entregada por los colectores al fluido durante los diez minutos, posteriormente se han sumado todas las contribuciones de la temporada.

4.1.4. Potencia aportada al generador de la máquina de absorción

$$P_2=Q_2*\rho*C_p*\Delta T_2 \text{ (kW)}$$

Q_2 : Caudal medio en la bomba. Dado que todas las bombas de todas las instalaciones son iguales y que se dispone de las curvas de comportamiento de las bombas y que se conoce el consumo eléctrico de la bomba se ha podido verificar cual es el caudal aproximado de las bombas, siendo este de $Q_1=0.00025 \text{ m}^3/\text{s}$

ρ : Densidad el agua a la temperatura que esta se encuentre, se ha tomado por aproximación que la densidad del agua es $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$.

C_p : Calor específico a presión constate del agua, $C_p=4.2 \text{ kJ/kg}^*\text{K}$ para los meses de verano.

ΔT_2 = Diferencia de temperaturas del fluido entre la entrada y la salida del generador, para la temperatura de entrada se ha tomado la temperatura

superior del depósito de inercia y para la salida la temperatura inferior del depósito de inercia.

4.1.5. Energía entregada al generador

Con la misma expresión anterior pero multiplicando por diez minutos que es el tiempo transcurrido entre dos mediciones ya que se ha supuesto que la energía entregada era continua entre dos mediciones consecutivas y dividiendo por 60 segundos obtenemos la energía entregada al generador de la máquina de absorción durante los diez minutos, posteriormente se han sumado todas las contribuciones de la temporada.

4.1.6. Potencia absorbida por el evaporador

$$P_3 = Q_3 * \rho * C_p * \Delta T_3 \text{ (kW)}$$

Q_3 : Caudal medido en la bomba del circuito de climatización

ρ : Densidad el agua a la temperatura que esta se encuentre, se ha tomado por aproximación que la densidad del agua es $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.

C_p : Calor específico a presión constante del agua, $C_p = 4.2 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ para los meses de verano.

ΔT_3 = Diferencia de temperaturas del fluido entre la salida y la entrada de la máquina de absorción que es la misma que entre la entrada y salida del Fan Coil.

4.1.7. Energía absorbida en el evaporador

Con la misma expresión anterior pero multiplicando por diez minutos que es el tiempo transcurrido entre dos mediciones ya que se ha supuesto que la energía absorbida era continua entre dos mediciones consecutivas y dividiendo por 60 segundos obtenemos la energía absorbida por el evaporador de la máquina de absorción durante los diez minutos, posteriormente se han sumado todas las contribuciones de la temporada.

4.1.8. Potencia absorbida por el depósito de ACS

$$P_4 = Q_4 * \rho * C_p * \Delta T_4 \text{ (kW)}$$

Q_4 : Caudal medido en la bomba del circuito de ACS

ρ : Densidad el agua a la temperatura que esta se encuentre, se ha tomado por aproximación que la densidad del agua es $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$.

C_p : Calor específico a presión constate del agua, $C_p=4.2 \text{ kJ/kg}^*\text{K}$ para los meses de verano.

ΔT_4 = Diferencia de temperaturas del fluido entre la salida y la entrada del depósito de ACS

4.1.9. Energía absorbida por el depósito de ACS

Con la misma expresión anterior pero multiplicando por diez minutos que es el tiempo transcurrido entre dos mediciones ya que se ha supuesto que la energía absorbida era continua entre dos mediciones consecutivas y dividiendo por 60 segundos obtenemos la energía absorbida por el depósito de ACS durante los diez minutos, posteriormente se han sumado todas las contribuciones de la temporada.

4.1.10. Número de horas de funcionamiento en climatización

Corresponde al número de horas que la instalación está proporcionado frío, se ha calculado a partir del tiempo en el que se registra caudal en el circuito de climatización

4.1.11. Número de horas de funcionamiento en ACS

Corresponde al número de horas que la instalación está proporcionado calor al depósito de ACS, se ha calculado a partir del tiempo en el que se registra caudal en el circuito de ACS

4.1.12. Radiación solar disponible

Se ha calculado la radiación solar mensual disponible teórica de cada instalación teniendo en cuenta el municipio en el que se encuentra, la orientación de los colectores y la inclinación.

Estos datos se han obtenido del atlas de radiación solar de la Región de Murcia editado por ARGEM.

4.1.13. Rendimiento de los colectores

Este rendimiento está calculado como el cociente entre la radiación solar captada y la radiación solar disponible

4.1.14. Rendimiento del ciclo de absorción (Cálculos)

Este rendimiento está calculado como el cociente entre la energía absorbida por el evaporador calculada en función de la diferencia de temperaturas y el caudal dado por el circuito de refrigeración y la aportada al generador

4.1.15. Rendimiento del ciclo de absorción (PLC)

Este rendimiento está calculado como el cociente entre la energía absorbida por el evaporador dada por los datos del autómatas y la aportada al generador

4.1.16. Rendimiento de la instalación (Cálculos)

Este rendimiento está calculado como el cociente entre la energía absorbida por el evaporador calculada en función de la diferencia de temperaturas y el caudal dado por el circuito de refrigeración mas la energía aportada a ACS y la energía eléctrica consumida, para poder compararlo con un equipo convencional se le ha llamado COP.

4.1.17. Rendimiento de la instalación (PLC)

Este rendimiento está calculado como el cociente entre la energía absorbida por el dada por el PLC mas la energía aportada a ACS dada por el PLC y la energía eléctrica consumida

4.1.18. Diagrama de Sankey

Con todos los parámetros energéticos calculados se ha elaborado un diagrama de Sankey para cada temporada y uno anual en todas las instalaciones.

A partir de los datos diarios se han elaborados resúmenes mensuales donde se recogen:

1. Energía diaria transferida al fluido desde los colectores solares (E1)
2. Energía diaria transferida a Rotartica (E2)

3. Energía frigorífica (E3)
4. Consumo eléctrico

4.2. Modo Invierno

El modo invierno de la instalación abarca los meses que la instalación ha estado generando calor, esto ha sido desde el 08/11/2010 hasta el 14/04/2010, los parámetros analizados han sido:

4.2.1. Horas disponibles

Dado que es necesario una diferencia de temperatura entre el fluido y la temperatura de la estancia para que pueda haber una transferencia de calor se han contabilizado el número de horas en las que la temperatura de la parte superior del depósito de inercia es superior a 10°C sobre la temperatura ambiente.

Este parámetro da una idea cual es la disponibilidad de la instalación para generar calor con la superficie de placas que se dispone. Una producción de calor baja y un número de horas disponibles bajos significaría que existe algún problema en la instalación o que el número de colectores no es suficiente.

4.2.2. Potencia transferida al fluido desde los colectores solares

$$P1=Q_1*\rho*C_p*\Delta T_1 \text{ (kW)}$$

Q_1 : Caudal medio en la bomba. Dado que todas las bombas de todas las instalaciones son iguales y que se dispone de las curvas de comportamiento de las bombas y que se conoce el consumo eléctrico de la bomba se ha podido verificar cual es el caudal aproximado de las bombas, siendo este de $Q_1=0.000139 \text{ m}^3/\text{s}$

ρ : Densidad el agua a la temperatura que esta se encuentre, se ha tomado por aproximación que la densidad del agua es $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$.

C_p : Calor específico a presión constate del agua, $C_p=4.2 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$

ΔT_1 = Diferencia de temperaturas del fluido entre la entrada y la salida de los colectores solares, para la temperatura de entrada se ha tomado la temperatura inferior del depósito de inercia.

Con esta expresión se ha calculado la potencia máxima que han entregado los colectores al fluido en toda la temporada

4.2.3. Energía entregada al fluido desde los colectores solares

Con la misma expresión anterior pero multiplicando por diez minutos que es el tiempo transcurrido entre dos mediciones ya que se ha supuesto que los colectores ofrecían una potencia continua entre dos mediciones consecutivas y dividiendo por 60 segundos obtenemos la energía entregada por los colectores al fluido durante los diez minutos, posteriormente se han sumado todas las contribuciones de la temporada.

4.2.4. Potencia de calefacción

$$P_3 = Q_3 \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T_3 \text{ (kW)}$$

Q_3 : Caudal medido en la bomba del circuito de climatización

ρ : Densidad el agua a la temperatura que esta se encuentre, se ha tomado por aproximación que la densidad del agua es $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.

C_p : Calor específico a presión constate del agua, $C_p = 4.2 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ para los meses de verano.

ΔT_3 = Diferencia de temperaturas del fluido entre la salida y la entrada del depósito de acumulación que es la misma que entre la entrada y salida del Fan Coil.

4.2.5. Energía de calefacción

Con la misma expresión anterior pero multiplicando por diez minutos que es el tiempo transcurrido entre dos mediciones ya que se ha supuesto que la energía absorbida era continua entre dos mediciones consecutivas y dividiendo por 60 segundos obtenemos la energía de calefacción entregada durante los diez minutos, posteriormente se han sumado todas las contribuciones de la temporada.

4.2.6. Potencia absorbida por el depósito de ACS

$$P_4 = Q_4 \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T_4 \text{ (kW)}$$

Q_4 : Caudal medido en la bomba del circuito de ACS

ρ : Densidad el agua a la temperatura que esta se encuentre, se ha tomado por aproximación que la densidad del agua es $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$.

C_p : Calor específico a presión constate del agua, $C_p=4.2 \text{ kJ/kg}^*\text{K}$ para los meses de verano.

ΔT_4 = Diferencia de temperaturas del fluido entre la salida y la entrada del depósito de ACS

4.2.7. Energía absorbida por el depósito de ACS

Con la misma expresión anterior pero multiplicando por diez minutos que es el tiempo transcurrido entre dos mediciones ya que se ha supuesto que la energía absorbida era continua entre dos mediciones consecutivas y dividiendo por 60 segundos obtenemos la energía absorbida por el depósito de ACS durante los diez minutos, posteriormente se han sumado todas las contribuciones de la temporada.

4.2.8. Número de horas de funcionamiento en calefacción

Corresponde al número de horas que la instalación está proporcionado calefacción, se ha calculado a partir del tiempo en el que se registra caudal en el circuito de calefacción

4.2.9. Número de horas de funcionamiento en ACS

Corresponde al número de horas que la instalación está proporcionado calor al depósito de ACS, se ha calculado a partir del tiempo en el que se registra caudal en el circuito de ACS

4.3. Balances anuales

Se han realizado balances energéticos anuales en todas las instalaciones sumando las contribuciones de ambos modos de la instalación, verano e invierno.

Además, en las instalaciones que han tenido un balance energético positivo se ha realizado un estudio económico comparando los ahorros económicos producidos frente a un sistema que generase la misma cantidad de ACS y calefacción mediante efecto Joule y refrigeración mediante bomba de calor, los parámetros que se han tenido en cuenta para el estudio económico han sido los siguientes:

- Inversión diferencial: 30.000 €
- Coste de mantenimiento diferencial: 300 €
- Rendimiento efecto Joule: 1
- COP bomba de calor: 2.6
- Precio energía eléctrica: 0.15 €/kWh
- Vida de la instalación: 20 años
- IPC: 2%
- Inflación energía: 3.5 %

Con estos valores se ha realizado el análisis económico obteniendo los siguientes parámetros:

- VAN
- TIR
- Periodo de retorno de la inversión

5. RESULTADOS ESTACIONALES

Se han realizado balances con todos los datos y resultados recogidos de los meses de refrigeración, calefacción y un balance anual de cada una de las instalaciones

5.1. BALANCES ANUALES

En el figura 41, se puede visualizar la producción acumulada de cada una de las instalaciones y en la figura 42, la de cada una de las instalaciones por tipo de energía

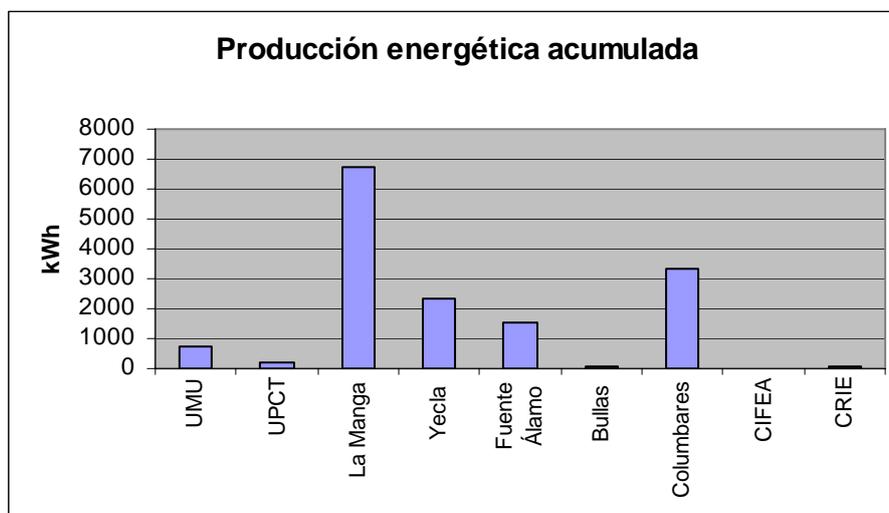


Figura 41. Producción anual acumulada de las instalaciones.

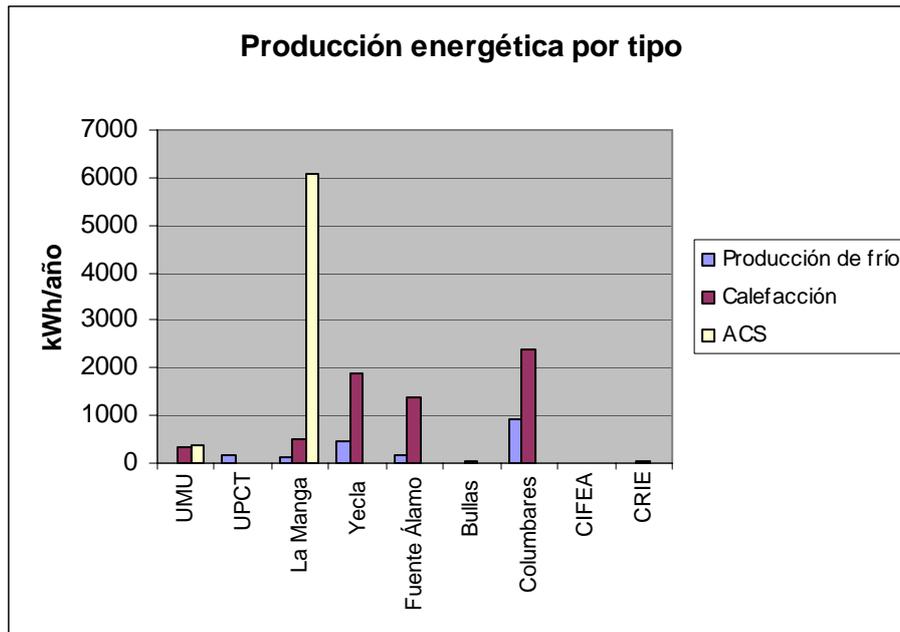


Figura 42. Producción anual por tipo de energía de las instalaciones.

Se observa que hay instalaciones que han tenido un funcionamiento nulo o prácticamente nulo por lo que dichas instalaciones no se tendrán en cuenta a la hora de analizar los datos exhaustivamente, si eliminamos de los gráficos aquellas instalaciones que no han tenido producción o que su producción energética ha sido tan baja que es inferior a su consumo eléctrico nos quedamos únicamente con tres instalaciones: La Manga club Resort, Universidad Popular de Yecla y Fuente de Columbares.

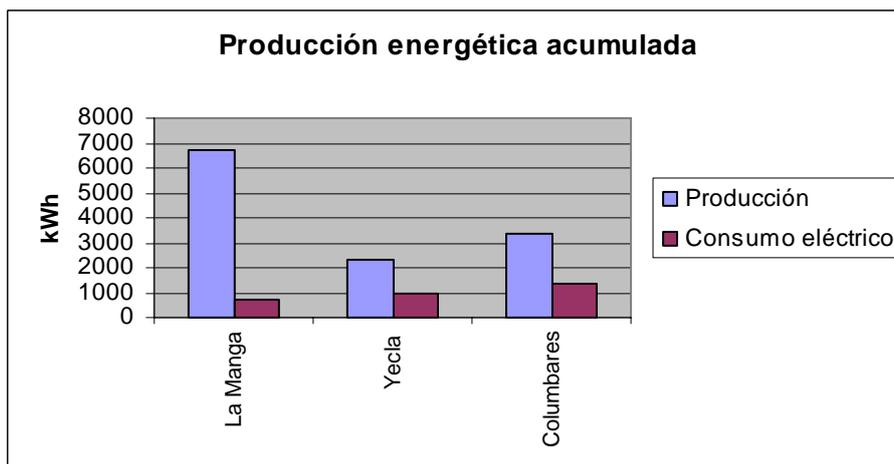


Figura 43. Producción anual acumulada de las instalaciones con balance energético positivo.

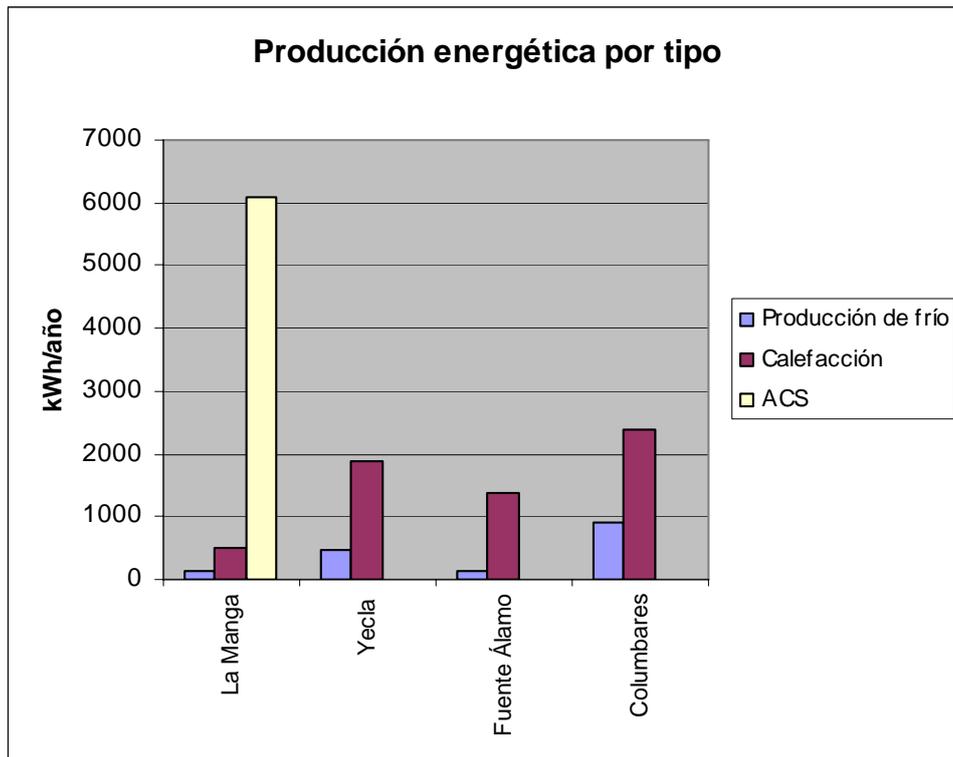


Figura 44. Producción anual por tipo de energía de las instalaciones con balance energético positivo.

5.1.1. La Manga Club Resort

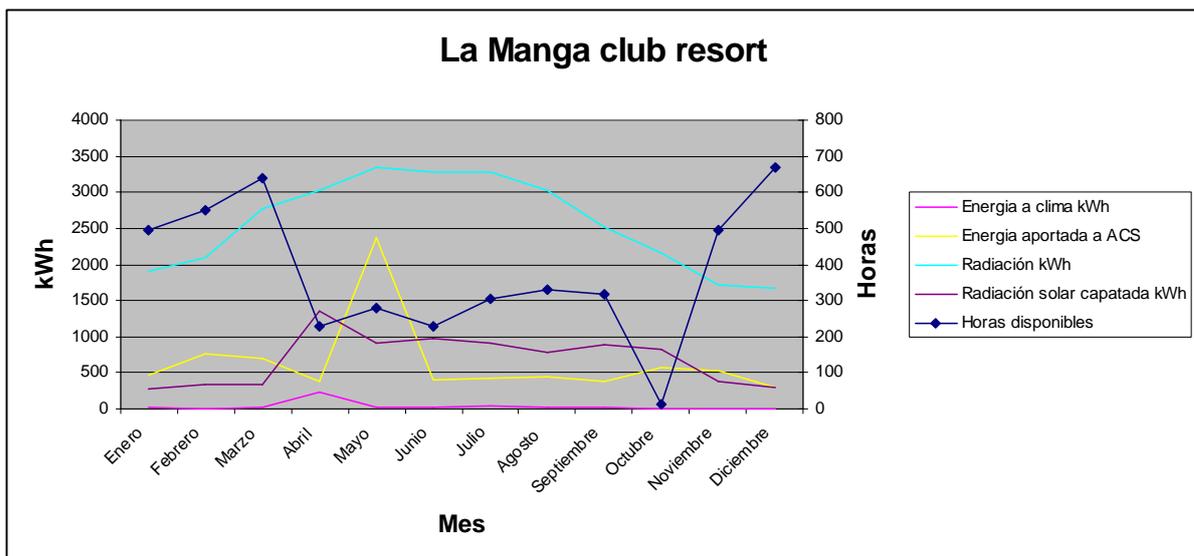


Figura 45. Parámetros analizados en La Manga Club.

A la vista del gráfico de resultados se pueden observar varios comportamientos anómalos:

- Pico en la energía aportada a ACS en el mes de mayo, el cual parece debido a un error en el registro de datos del autómatas o datta logger ya que durante ese mes el sistema tuvo algún corte de suministro eléctrico y en el registro de datos se aprecian varias horas con ausencia de datos justo antes de que se produzca el pico de consumo.
- La cantidad de energía entregada por la instalación es superior en algunos momentos de año a la radiación solar captada lo cual se debe a que durante varios meses del año existió una configuración de la instalación deficiente por la que era posible que se recirculase el agua del sistema de apoyo al tanque solar lo cual provocaba que el contador de energía de ACS contase esa energía como procedente de la instalación solar.

Y los siguientes resultados:

- Número de horas de disponibilidad elevado = 52%
- Número de horas de funcionamiento aceptable = 11%
- Rendimiento medio de la instalación solar aceptable = 27%
- COP de la instalación en su conjunto elevado = 4.5
- El análisis económico proporciona rentabilidades negativas.

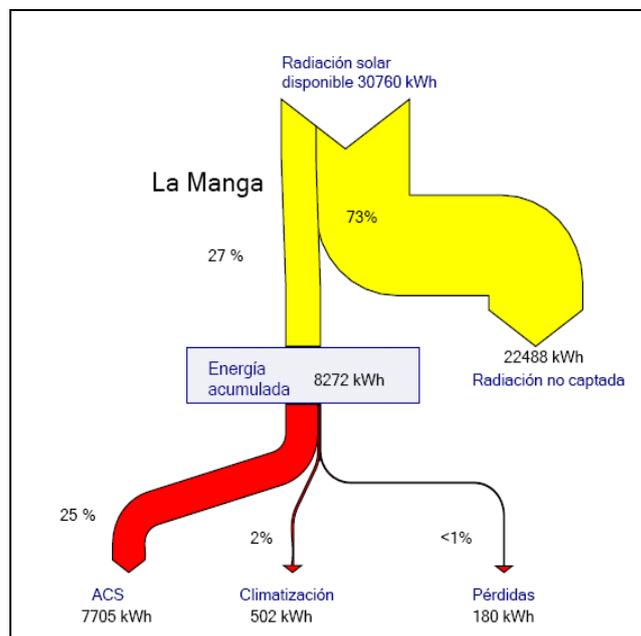


Figura 46. Diagrama de Sankey del balance anual en La Manga Club.

Dado que la instalación de climatización prácticamente no ha funcionado, se ha realizado el estudio económico de la instalación únicamente con la producción de ACS y suponiendo que el coste de una instalación solar se encuentra alrededor de 750 €/m² de c.p.p. además debido a que el consumo eléctrico

principal puede atribuirse a la máquina de absorción, se le ha supuesto un consumo eléctrico de la instalación únicamente de ACS igual a 1/3 del real.

Con estas suposiciones el análisis económico ofrece unos resultados positivos iguales a:

- Periodo de retorno: 14 años
- VAN: 5898 €
- TIR: 6%

Inversión total	30000	€
Ahorro	910,06	€/año
Mantenimiento	300	€/año
Tasa de inflación del combustible	3,5	%
Tasa de inflación del mantenimiento	2	%
Tasa capital	2	%

Ahorro energía ACS	7705,00	kWh
Ahorro energía climatización	502	kWh
COP	2,6	
Ahorro energía eléctrica	7898,08	kWh
Consumo eléctrico instalación	1831	kWh
Ahorro neto	6067,08	kWh
Coste electricidad	0,15	€/kWh

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Inversión	30000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ahorro	0	942	975	1009	1044	1081	1119	1158	1198	1240	1284	1329	1375	1423	1473	1525	1578	1633	1690	1750	1811	
Costes Mantenimiento	0	306	312	318	325	331	338	345	351	359	366	373	380	388	396	404	412	420	428	437	446	
Beneficio	-30000	636	663	691	720	750	781	813	847	882	918	956	995	1035	1077	1121	1166	1213	1262	1313	1365	
Beneficio acumulado		636	1299	1989	2709	3459	4239	5053	5900	6781	7699	8655	9650	10685	11762	12883	14049	15262	16524	17837	19202	
Ahorro Actualizado	0	923	937	951	965	979	993	1008	1023	1038	1053	1069	1084	1100	1116	1133	1150	1166	1184	1201	1219	
Mantenimiento actualizado		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Beneficio actualizado	-30000	623	637	651	665	679	693	708	723	738	753	769	784	800	816	833	850	866	884	901	919	
Beneficio actualizado acumulado		623	1260	1911	2576	3255	3948	4656	5379	6117	6870	7639	8423	9223	10040	10873	11722	12589	13472	14373	15292	
Payback actualizado	-30000	-29377	-28740	-28089	-27424	-26745	-26052	-25344	-24621	-23883	-23130	-22361	-21577	-20777	-19960	-19127	-18278	-17411	-16528	-15627	-14708	
VAN	-14708																					
TIR	-4%																					

Estudio de rentabilidad de La Manga Club Resort

	Energía	kWh	% respecto a I
I	Radiación solar disponible	30760,74	
II	Radiación solar captada	8272,00	27%
III	Radiación solar no captada	22488,74	73%
IV	Energía a ACS (PLC)	7705,00	25%
V	Energía perdida kWh	180,38	1%
VI	Energía a climatización (cálculo)	386,62	
VII	Energía a climatización (PLC)	502	2%
VIII	Consumo eléctrico (PLC)	1831	

	Rendimiento	%
IX	Colectores	26,89%
X	Instalación (COP) (cálculos)	4,42
XI	Instalación (COP) (PLC)	4,48

LA MANGA

XII	Horas funcionamiento	932,67	11%
XIII	Horas disponibles	4554,16	52%
XIV	Variación datos	0%	

	Potencia	kW
XV	Max colectores	3,75
XVI	Max clima	26,53

Cálculo radiación solar disponible

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Dias/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación Wh/m2	2426,99	3319,41	4516,79	5712,96	6636,26	6965,24	6639,59	5714,6	4472,1	3247,36	2358,34	2057,23
factor inclinación 20°	1,42	1,28	1,15	1,05	0,98	0,95	0,97	1,02	1,11	1,23	1,37	1,46
factor inclinación 30°	1,58	1,38	1,19	1,04	0,94	0,91	0,92	1,00	1,12	1,30	1,51	1,64
factor inclinación 25°	1,5	1,33	1,17	1,045	0,96	0,93	0,945	1,01	1,115	1,265	1,44	1,55
Total corregido Wh/m2	3640,49	4414,82	5284,64	5970,04	6370,81	6477,67	6274,41	5771,75	4986,39	4107,91	3396,01	3188,71
Area m2	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88
Total kWh	1904,99	2086,62	2765,35	3023,23	3333,72	3280,29	3283,27	3020,24	2525,11	2149,59	1719,74	1668,59
Utilización	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Verano kWh	30760,74											
Acimut °	0											
Perdidas por acimut	0%											
Total disponible kWh	30760,74											

Funcionamiento

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Dias/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación kWh	1904,99	2086,62	2765,35	3023,23	3333,72	3280,29	3283,27	3020,24	2525,11	2149,59	1719,74	1668,59
Horas disponibles	496	549	641,00	227,00	281,00	229,00	306,00	331,00	319,00	11,16	496,00	668,00
P col max kW	0,93	1,37	3,91	3,42	3,75	2,96	3,44	3,29	3,22	1,32	1,40	0,45
Radiación solar captada kWh	274	347	346	1352	916	963,00	902,00	780,00	880,00	832,00	382,00	298,00
Horas funcionamiento	4	0	1,6	36,8	17,5	15,50	32,16	14,66	16,50	0,00	14,80	0,00
P max a clima kW	10,81	0	25,16	7,66	5,85	4,63	4,90	5,56	4,37	0,00	26,53	0,00
Energía a clima kWh	15,89	0	15,5	226	24	27,44	37,37	15,20	25,22	0,00	0,00	0,00
Consumo eléctrico kWh	27	17	18	5	1344	78,00	138,00	62,00	63,00	26,00	22,00	31,00
Energía a clima kWh (PLC)	15	0	13	8	208	43,00	61,00	20,00	30,00	3,00	101,00	0,00
Energía aportada a ACS	473	763	693	374	2372	399,00	416,00	435,00	385,00	573,00	526,00	296,00

Tasa de inflación del combustible	3,5%
Tasa de inflación del mantenimiento	2%
Tasa capital	2%

Ahorro energía eléctrica	7705,00	kWh
Consumo eléctrico instalación	610,333	kWh
Ahorro neto	7094,67	kWh
Coste electricidad	0,15	€/kWh

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Inversión	13000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ahorro	0	1101	1140	1180	1221	1264	1308	1354	1401	1450	1501	1554	1608	1664	1723	1783	1845	1910	1977	2046	2118
Costes Mantenimiento	0	306	312	318	325	331	338	345	351	359	366	373	380	388	396	404	412	420	428	437	446
Beneficio	-13000	795	828	862	896	933	970	1009	1050	1092	1135	1181	1228	1276	1327	1379	1433	1490	1548	1609	1672
Beneficio acumulado		795	1623	2485	3381	4314	5284	6294	7344	8435	9571	10752	11979	13255	14582	15961	17395	18885	20433	22042	23714
Ahorro Actualizado	0	1080	1096	1112	1128	1145	1162	1179	1196	1214	1231	1250	1268	1287	1306	1325	1344	1364	1384	1404	1425
Mantenimiento actualizado		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Beneficio actualizado	-13000	780	796	812	828	845	862	879	896	914	931	950	968	987	1006	1025	1044	1064	1084	1104	1125
Beneficio actualizado acumulado		780	1576	2387	3216	4060	4922	5801	6697	7610	8542	9491	10459	11446	12452	13476	14520	15584	16668	17773	18898
Payback actualizado	-13000	-12220	-11424	-10613	-9784	-8940	-8078	-7199	-6303	-5390	-4458	-3509	-2541	-1554	-548	476	1520	2584	3668	4773	5898
VAN	5898																				
TIR	6%																				

Estudio de rentabilidad de La Manga Club Resort únicamente con ACS

5.1.2. Universidad Popular de Yecla

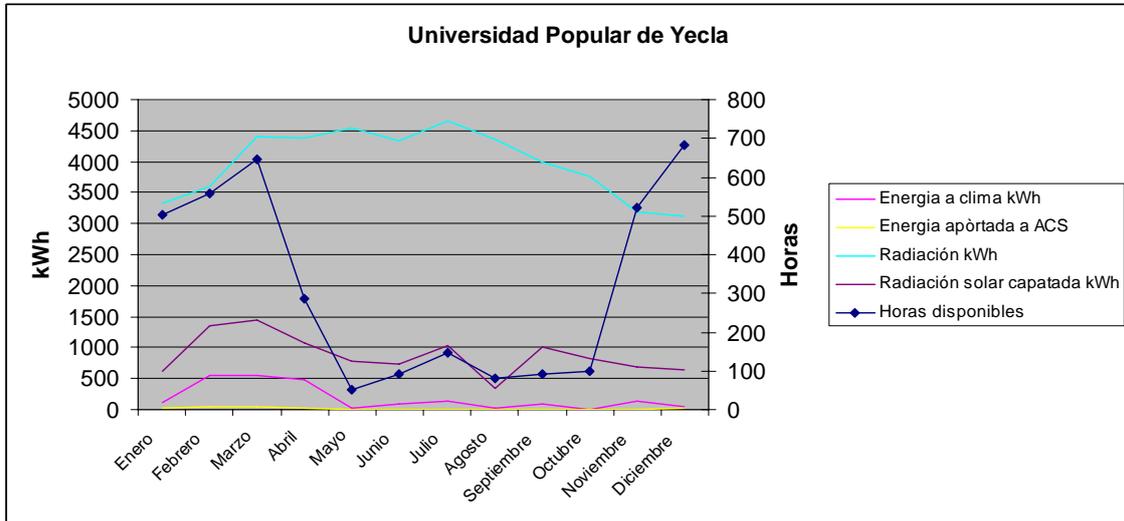


Figura 47. Parámetros analizados en La Universidad Popular de Yecla.

A la vista del gráfico de resultados se pueden observar varios comportamientos anómalos:

- El número de horas disponibles y la energía aprovechada en verano ha sido prácticamente nula lo que indica que la instalación ha estado fuera de servicio durante toda la época de producción de frío
- En invierno prácticamente toda la calefacción se ha entregado en tres meses, febrero, marzo y abril, no habiendo aportación el resto de meses lo que parece indicar que estos han sido los únicos tres meses del año en que la instalación ha funcionado.

Y los siguientes resultados:

- Número de horas de disponibilidad medio= 43%
- Número de horas de funcionamiento muy bajo = 4%
- Rendimiento medio de la instalación solar bajo= 22%
- COP de la instalación en su conjunto aceptable = 3.12
- La comparación de este sistema con otro basado en bomba de proporcióna rentabilidades negativas.

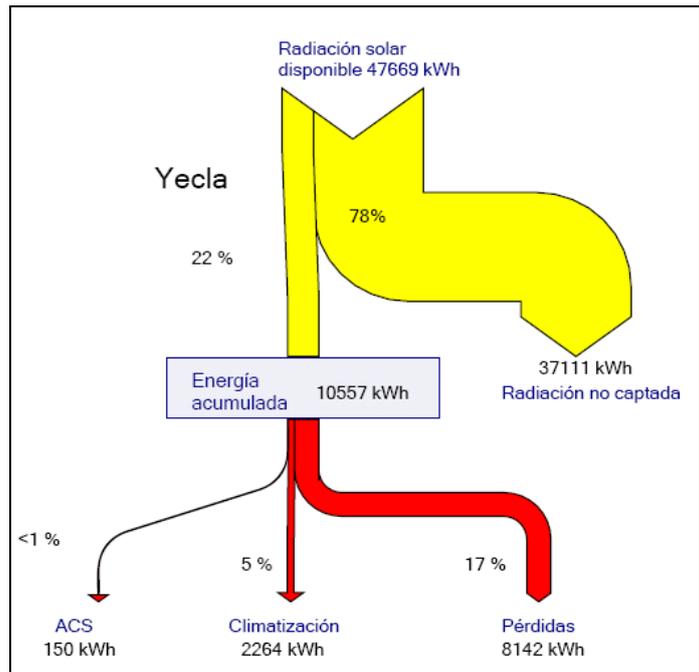


Figura 48. Diagrama de Sankey del balance anual en La Universidad Popular de Yecla.

5.1.3. Fuente de Columbares

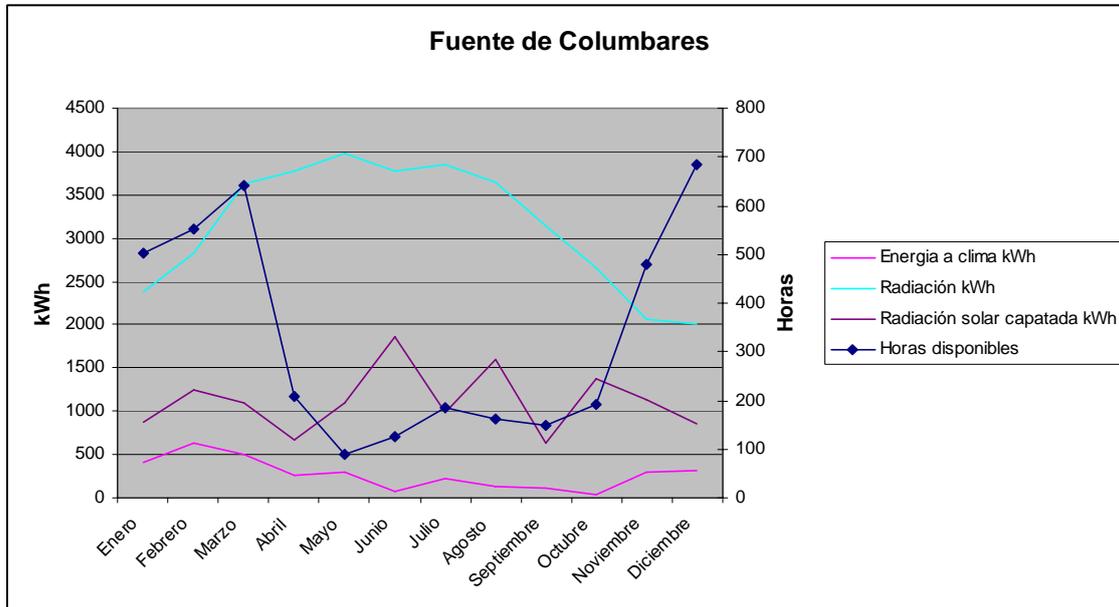


Figura 49. Parámetros analizados en Fuente de Columbares.

Se observan los siguientes resultados en la instalación:

- Número de horas de disponibilidad medio= 45%
- Número de horas de funcionamiento aceptable = 11%
- Rendimiento medio de la instalación solar elevado= 37%
- COP de la instalación en su conjunto bajo = 2.45
- La comparación de este sistema con otro basado en bomba de calor proporciona rentabilidades negativas debido a que el balance energético es negativo.

Esta instalación es la que mas tiempo ha funcionado proporcionando frío y calefacción debido a su configuración ya que la máquina de absorción arranca de forma automática cuando se cumplen las condiciones y acumula el frío contra un depósito para ser usado posteriormente, es decir no requiere la atención del usuario para su funcionamiento, por otro lado el sistema emisor es suelo radiante el cual favorece los sistemas solares.

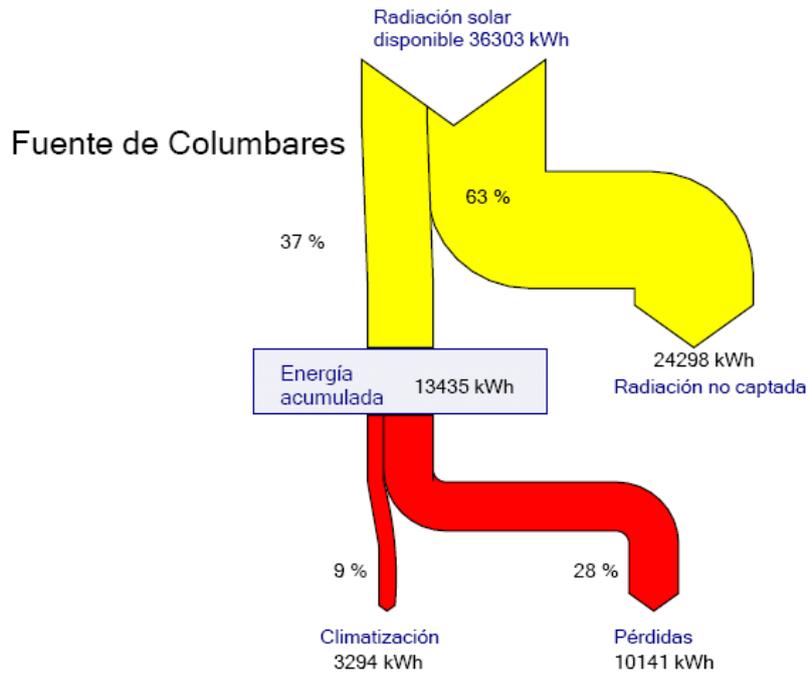


Figura 50. Diagrama de Sankey del balance anual en Fuente de Columbares.

En conjunto el funcionamiento de la instalación es bueno, disponibilidades elevadas y rendimientos buenos, pero toda la instalación se ve penalizada por el consumo eléctrico de la máquina de absorción.

En la figura 51 se puede observar el diagrama de Sankey de la instalación incluyendo el energía eléctrica aportada al sistema

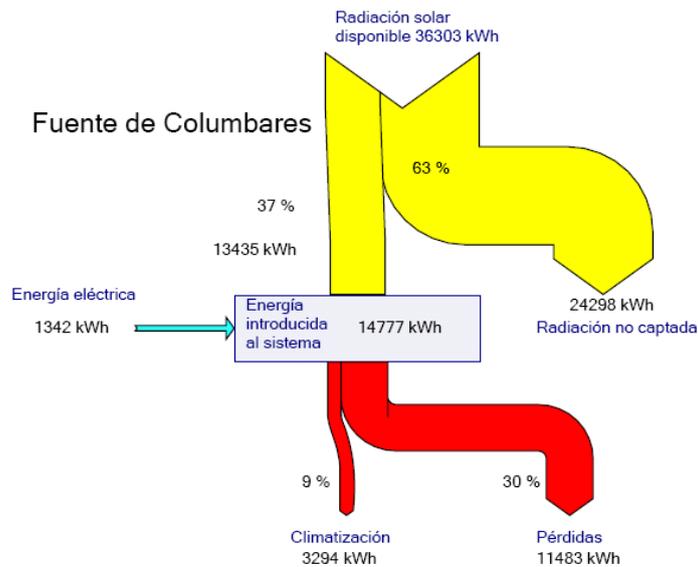


Figura 51. Diagrama de Sankey del balance anual en Fuente de Columbares incluyendo la energía eléctrica.

	Energía	kWh	% Respecto a I
I	Radiación solar disponible	36302,81	
II	Radiación solar captada	13435,46	37%
III	Radiación solar no captada	22867,35	63%
IV	Energía perdida	10141,10	28%
V	Energía a climatización (cálculo)	3294,36	9%
VI	Consumo eléctrico (PLC)	1342	

	Rendimiento	%
VII	Colectores	37,01%
VIII	Instalación (COP) (cálculos)	2,45

FUENTE DE COLUMBARES

XIX	Horas funcionamiento	929,71	11%
XX	Horas disponibles	3967,51	45%

	Potencia	kW
XXI	Máxima colectores	79,80
XXII	Máxima en clima	70,00

Cálculo radiación solar disponible													
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Días/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31
Radiación Wh/m2	2404,76	3335,05	4582,2	5844,45	6794,05	7134,25	6783,92	5810	4522,57	3245,58	2324,57	2017,1	
factor inclinación 40°	1,48	1,37	1,17	1,00	0,89		0,84	0,87	0,95	1,07	1,20	1,33	1,44
factor inclinación 50°	1,53	1,38	1,15	0,95	0,82		0,76	0,79	0,89	1,03	1,20	1,35	1,48
factor inclinación 45°	1,505	1,375	1,16	0,975	0,855		0,8	0,83	0,92	1,05	1,2	1,34	1,46
Total corregido Wh/m2	3619,16	4585,69	5315,35	5698,34	5808,91		5707,40	5630,65	5345,20	4748,70	3894,70	3114,92	2944,97
Area m2	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05		22,05	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05
Total kWh	2473,88	2831,21	3633,31	3769,45	3970,68		3775,45	3848,83	3653,71	3141,26	2662,22	2060,52	2013,03
Utilización	100%	100%	100%	100%	100%		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Verano kWh	37833,56												
Acimut °	34												
Perdidas por acimut	4%												
Total disponible kWh	36302,81												

Funcionamiento													
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Días/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31
Radiación kWh	2373,79	2716,66	3486,31	3616,94	3810,03		3622,69	3693,11	3505,88	3014,17	2554,51	1977,15	1931,58
Horas disponibles	501,5	551	642,00	208,00	89,50		126,67	185,17	160,67	148,67	193,33	478,00	683,00
P col max kW	145	1,93	1,53	1,78	42,49		67,51	15,05	79,80	16,09	41,78	42,82	1,17
Radiación solar captada kWh	876	1249	1104	673	1089,2		1864,36	987,83	1602,54	632,84	1370,97	1138,72	847,00
Horas funcionamiento	92	115	105	29	51,7		44,17	122,00	92,17	79,17	48,50	54,00	97,00
P max a clima kW	18	27	33	49	43,89		4,97	2,91	10,60	3,32	2,72	70,00	19,00
Energía a clima kWh	404	628	499	252	295		66,31	231,97	136,66	113,78	42,24	305,40	320,00
Consumo eléctrico kWh	62	58	56	24	31		95,00	337,00	258,00	206,00	101,00	45,00	69,00

5.2. BALANCES EN MODO REFRIGERACIÓN

5.2.1. Universidad de Murcia

A la vista de los resultados obtenidos en la época de verano en la UMU se obtienen las siguientes conclusiones.

- La instalación prácticamente no ha funcionado, esto se constata con el bajo porcentaje de energía producida de ACS, aproximadamente de un 1% y de climatización, aproximadamente de un 0.1% con respecto a la radiación solar disponible. Tras conocer el funcionamiento del edificio el problema parece radicar en que la sala que está climatizada con el sistema solar apenas tiene uso además de que existe un sistema de climatización paralelo que si se usa habitualmente.
- Dado que la instalación no ha tenido uso cualquiera de los demás parámetros evaluados no arroja resultados fiables para ser analizados.

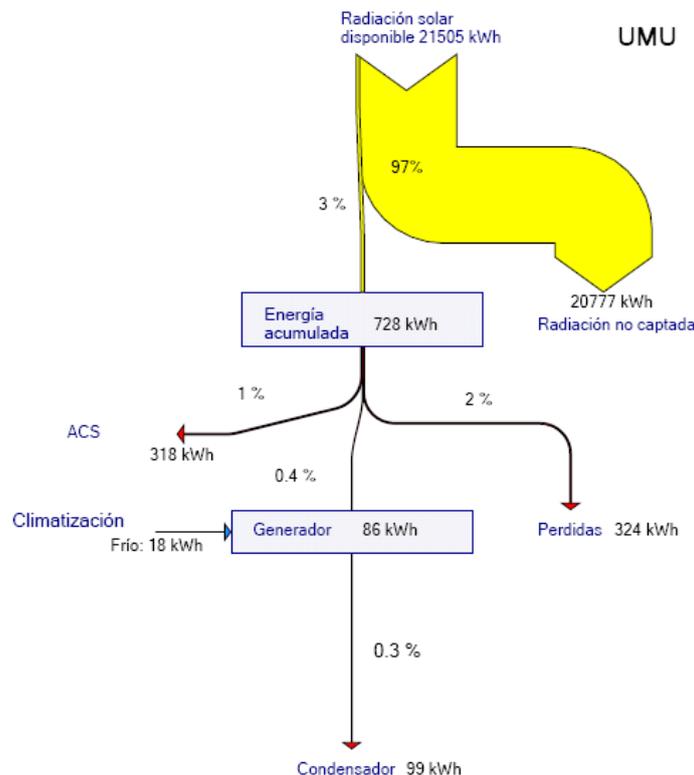


Figura 52. Diagrama de Sankey del balance en modo verano en la Universidad de Murcia.

	Energía	kWh	% respecto a I
I	Radiación solar disponible	21504,56	
II	Radiación solar captada	727,89	3%
III	Radiación solar no captada	20776,67	97%
IV	Energía a generador	86,25	0,4%
V	Energía a ACS (calculos)	317,79	1%
VI	Energía a ACS (PLC)	806,00	4%
VII	Energía perdida	323,85	2%
VIII	Energía a climatización (Cálculo)	13,09	
IX	Energía a climatización (PLC)	18	0,1%
X	Energía a condensador (Cálculo)	99,34	
XI	Energía a condensador (PLC)	104,25	0,5%
XII	Consumo eléctrico (PLC)	133	

	Rendimiento	%
XIII	Colectores	3,38%
XIV	Absorción (Cálculo)	15,18%
XV	Absorción (PLC)	20,87%
XVI	Instalación (COP) (Cálculo)	248,78%
XVII	Instalación (COP) (PLC)	252,47%

XVIII	Horas funcionamiento	43,17	1%
XIX	Horas disponibles	1091,17	26%
XX	Variación datos	0,4%	

	Potencia max	kW
XXI	Colectores	2,42
XXII	Generador	11,91
XXIII	Evaporador	2,78

UMU

Cálculo radiació solar disponible

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Dias/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación Wh/m2	2404,76	3335,05	4582,2	5844,45	6794,05	7134,25	6783,92	5810	4522,57	3245,58	2324,57	2017,1
factor inclinación 30º	1,41	1,32	1,17	1,03	0,94	0,91	0,92	0,99	1,08	1,19	1,29	1,37
Total corregido Wh/m2	3390,71	4402,27	5361,17	6019,78	6386,41	6492,17	6241,21	5751,90	4884,38	3862,24	2998,70	2763,43
Area m2	23,88	23,88	23,88	23,88	23,88	23,88	23,88	23,88	23,88	23,88	23,88	23,88
Total kWh	2455,17	2943,53	3968,77	4312,57	4727,73	4650,99	4620,24	4258,02	3499,17	2859,14	2148,27	2045,71
Utilización modo verano	0%	0%	0%	0%	32%	100%	100%	100%	100%	100%	57%	0%
Verano kWh	21985,50											
Acimut °	25											
Perdidas por acimut	2%											
Total disponible kWh	21504,56											

Funcionamiento

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Dias/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación kWh	0,00	0,00	0,00	0,00	1525,07	4650,99	4620,24	4258,02	3499,17	2859,14	1217,35	0,00
Horas disponibles	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	324,00	283,00	70,16	339,00	75,00	0,00
P col max kW	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,69	2,42	0,78	0,17	0,84	0,00
Radiación solar captada kWh	0	0	0	0	0	0,00	223,00	176,00	28,81	234,00	66,00	0,00
P max a generador	0	0	0	0	0	0,00	9,51	5,64	5,02	0,93	0,00	0,00
Energía a generador kWh	0	0	0	0	0	0	34	0,00	1,00	54,00	0,00	0,00
Horas funcionamiento	0	0	0	0	0	0,00	14,50	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00
P max a evaporador kW	0	0	0	0	0	0,00	2,78	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00
Energía a evaporador kWh	0	0	0	0	0	0,00	8,62	0,00	0,00	4,30	0,00	0,00
Consumo eléctrico kWh	0	0	0	0	0	0,00	486,00	22,00	19,00	26,00	4,00	0,00
Energía a evaporador kWh (PLC)	0	0	0	0	0	0,00	33,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00
Energía aportada a ACS	0	0	0	0	0	0,00	1621,00	90,00	193,00	405,00	41,00	

5.2.2. Universidad Politécnica de Cartagena

A la vista de los resultados obtenidos en la época de verano en la UPCT se obtienen las siguientes conclusiones.

- La instalación prácticamente no ha funcionado, esto se constata con el bajo porcentaje de energía producida de climatización, aproximadamente de un 1 % con respecto a la radiación solar disponible. Tras conocer el funcionamiento del edificio el problema parece radicar en que la sala que está climatizada con el sistema solar apenas tiene uso además de que existe un sistema de climatización paralelo que si se usa habitualmente, además es conocido que la instalación ha estado fuera de uso gran parte del tiempo debido a sobrecalentamientos que han hecho que la instalación vaporice, fugue fluido y dejen la instalación sin reposición de fluido y fuera de servicio la mayor parte del tiempo.
- Dado que la instalación no ha tenido uso cualquiera de los demás parámetros evaluados no arroja resultados fiables para ser analizados.

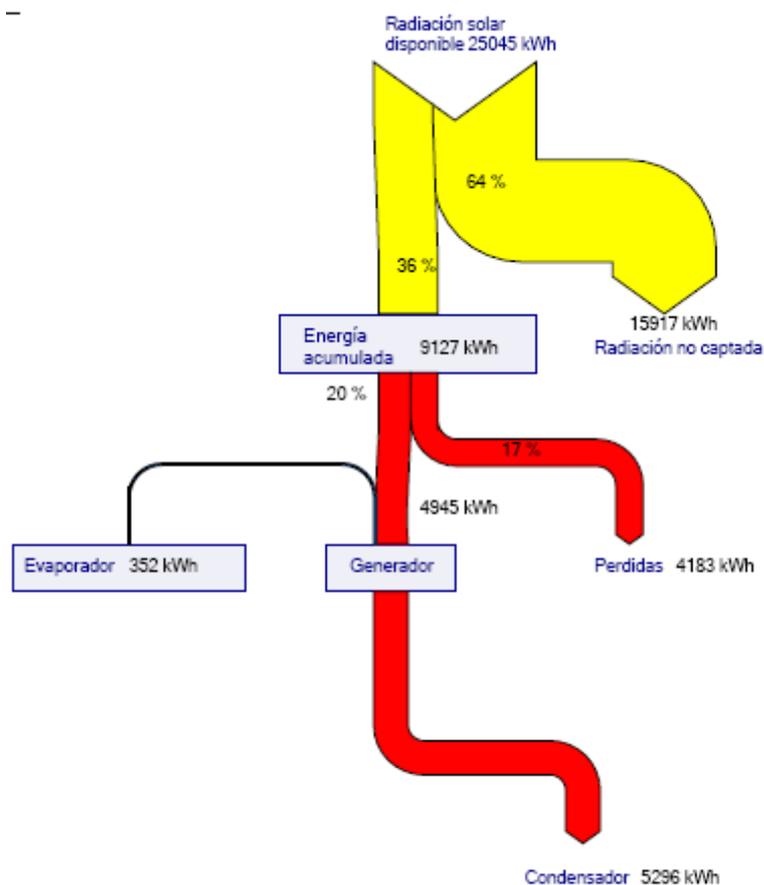


Figura 53. Diagrama de Sankey del balance en modo verano en la Universidad Politécnica de Cartagena

	Energía	kWh	% Respecto a I
I	Radiación solar disponible	25044,66	
II	Radiación solar captada	9127,34	36%
III	Radiación solar no captada	15917,32	64%
IV	Energía a generador	4944,73	20%
V	Energía perdida	4182,61	17%
VI	Energía a climatización (cálculos)	184,35	
VII	Energía a climatización (PLC)	352	1%
VIII	Energía a condensador (cálculo)	5129,08	
IX	Energía a condensador (PLC)	5296,73	21%
X	Consumo eléctrico (PLC)	650	

	Rendimientos	Valores
XI	Colectores	36,44%
XII	Absorción (Cálculos)	0,04
XIII	Absorción (PLC)	0,07
XIV	Instalación (COP) (Cálculos)	0,28
XV	Instalación (COP) (PLC)	0,54

UPCT

XVI	Horas funcionamiento	226,17	5%
XVII	Horas disponibles	2197,67	49%
XVIII	Variación datos		191%

	Potencia	kW
XIX	Máxima colectores	42,18
XX	Máxima a generador	58,62
XXI	Máxima en evaporador	6,05

Cálculo radiación solar disponible												
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación Wh/m2	2426,99	3319,41	4516,79	5712,96	6636,26	6965,24	6639,59	5714,6	4472,1	3247,36	2358,34	2057,23
factor inclinación 30°	1,58	1,38	1,19	1,04	0,94	0,91	0,92	1,00	1,12	1,30	1,51	1,64
factor inclinación 40°	1,7	1,45	1,20	1,00	0,89	0,84	0,86	0,95	1,11	1,34	1,61	1,78
factor inclinación 35°	1,64	1,415	1,195	1,02	0,915	0,875	0,89	0,975	1,115	1,32	1,56	1,71
Total corregido Wh/m2	3980,26	4696,97	5397,56	5827,22	6072,18	6094,59	5909,24	5571,74	4986,39	4286,52	3679,01	3517,86
Area m2	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46
Total kWh	3264,85	3479,89	4427,41	4625,65	4980,76	4837,88	4847,11	4570,27	3958,20	3516,06	2920,40	2885,56
Utilización modo verano	0%	0%	0%	0%	32%	100%	100%	100%	100%	100%	57%	0%
Verano kWh	25044,66											

Funcionamiento												
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación kWh	0,00	0,00	0,00	0,00	1606,70	4837,88	4847,11	4570,27	3958,20	3516,06	1654,89	0,00
Horas disponibles	0	0	0,00	0,00	263,17	222,00	326,67	287,33	101,50	642,83	354,17	0,00
P col max kW	0	0	0,00	0,00	33,70	37,59	34,98	30,45	29,57	42,18	28,29	0,00
Radiación solar captada kWh	0	0	0	0	1272,54	2064,96	1451,82	1312,74	465,29	2156,00	403,45	0,00
P max a generador	0	0	0	0	17,14	58,62	49,22	12,75	44,10	48,49	16,30	0,00
Energía a generador kWh	0	0	0	0	237,34	1254,91	375,38	130,36	557,14	2329,97	59,63	0,00
Horas funcionamiento	0	0	0	0	34,67	30,00	39,33	19,33	21,33	76,33	5,17	0,00
P max a evaporador kW	0	0	0	0	6,05	0,61	2,34	4,68	2,93	4,83	5,12	0,00
Energía a evaporador kWh	0	0	0	0	40,54	12,96	67,05	38,97	1,39	17,96	5,48	0,00
Consumo eléctrico kWh	0	0	0	0	41	66,00	144,00	135,00	148,00	77,00	19,00	0,00
Energía a evaporador kWh (PLC)	0	0	0	0	44	18,00	130,00	90,00	6,00	9,00	4,00	0,00

5.2.3. La Manga Club Resort

A la vista de los resultados obtenidos en la época de verano en La Manga Club Resort se obtienen las siguientes conclusiones.

- La instalación prácticamente no ha funcionado en modo climatización, esto se constata con el bajo porcentaje de energía producida de climatización, aproximadamente de un 1 % con respecto a la radiación solar disponible. Tras conocer el funcionamiento del edificio el problema parece radicar en que en la sala que está climatizada con el sistema solar no se ha activado la demanda por parte de sus usuarios ya que se dispone de un sistema de climatización paralelo, además es conocido que la instalación ha estado fuera de uso gran parte del tiempo debido a problemas de caudal bajo en el circuito de condensación de la máquina de absorción por lo que la máquina no detectaba caudal suficiente para funcionar y aunque el usuario activase la demanda, el sistema no llegaba a funcionar lo que además agravaba la percepción del usuario de que el sistema no funcionaba y por tanto dejaba de usarlo aún cuando si que estaba disponible.
- La instalación ha funcionado correctamente en la producción de ACS, el sistema de producción de ACS no requiere de ninguna actuación por parte del usuario, además existe una gran demanda de ACS en la instalación al estar esta conectada con el lavavajillas del restaurante, la energía aportada a ACS ha sido aproximadamente del 18% de la disponible para la captación
- Dado que la instalación no ha tenido uso en refrigeración cualquiera de los parámetros asociados a climatización no arrojan resultados que puedan ser tenidos en cuenta, sin embargo si valoramos los resultados de la instalación en su conjunto se obtienen balances positivos en términos energéticos, es decir se aporta mas energía que energía eléctrica se consume.

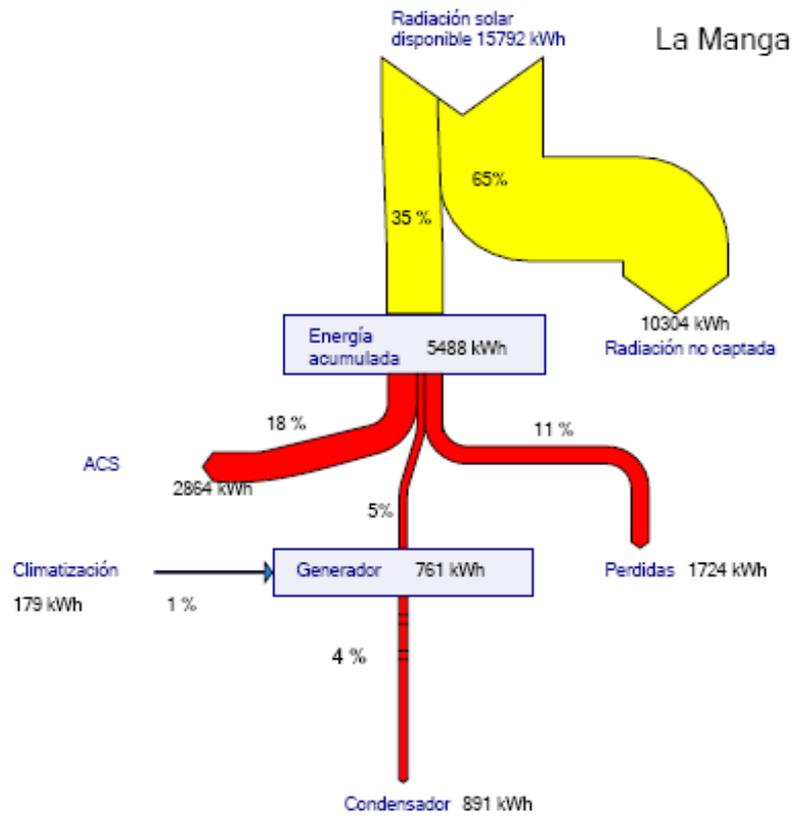


Figura 54. Diagrama de Sankey del balance en modo verano en la Manga Club de Golf

	Energía	kWh	% respecto a I
I	Radiación solar disponible	15792,49	
II	Radiación solar captada	5488,73	35%
III	Radiación solar no captada	10303,76	65%
IV	Energía a generador	761,21	5%
V	Energía a ACS (cálculos)	3003,37	
VI	Energía a ACS (PLC)	2864,00	18%
VII	Energía perdida kWh	1724,15	11%
VIII	Energía a climatización (cálculo)	129,07	
IX	Energía a climatización (PLC)	179	1%
X	Energía a condensador (Cálculo)	890,29	
XI	Energía a condensador (PLC)	940,21	6%
XII	Consumo eléctrico (PLC)	426	

	Rendimiento	%
XIII	Colectores	34,76%
XIV	Absorción (Cálculos)	16,96%
XV	Rendimiento absorción (PLC)	23,52%
XVI	Instalación (COP) (cálculos)	735,32%
XVII	Instalación (COP) (PLC)	747,04%

LA MANGA

XVIII	Horas funcionamiento	252,67	6%
XIX	Horas disponibles	1476,00	35%
XX	Variación datos	1%	

	Potencia	kW
XXI	Max colectores	3,75
XXII	Max generador	34,07
XXIII	Max evaporador	5,85

Cálculo radiación solar disponible

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación Wh/m2	2426,99	3319,41	4516,79	5712,96	6636,26	6965,24	6639,59	5714,6	4472,1	3247,36	2358,34	2057,23
factor inclinación 20°	1,42	1,28	1,15	1,05	0,98	0,95	0,97	1,02	1,11	1,23	1,37	1,46
factor inclinación 30°	1,58	1,38	1,19	1,04	0,94	0,91	0,92	1,00	1,12	1,30	1,51	1,64
factor inclinación 25°	1,5	1,33	1,17	1,045	0,96	0,93	0,945	1,01	1,115	1,265	1,44	1,55
Total corregido Wh/m2	3640,49	4414,82	5284,64	5970,04	6370,81	6477,67	6274,41	5771,75	4986,39	4107,91	3396,01	3188,71
Area m2	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88
Total kWh	1904,99	2086,62	2765,35	3023,23	3333,72	3280,29	3283,27	3020,24	2525,11	2149,59	1719,74	1668,59
Utilización	0%	0%	0%	0%	32%	100%	100%	100%	100%	100%	57%	0%
Verano kWh	15792,49											
Acimut °	0											
Perdidas por acimut	0%											
Total disponible kWh	15792,49											

Funcionamiento

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación kWh	0,00	0,00	0,00	0,00	1075,39	3280,29	3283,27	3020,24	2525,11	2149,59	974,52	0,00
Horas disponibles	0	0	0,00	0,00	281,00	229,00	306,00	331,00	319,00	11,16	75,00	0,00
P col max kW	0	0	0,00	0,00	3,75	2,96	3,44	3,29	3,22	1,32	1,40	0,00
Radiación solar captada kWh	0	0	0	0	916	963,00	902,00	780,00	880,00	832,00	216,00	0,00
P max a generador	0	0	0	0	34	18,39	20,27	16,00	15,88	0,00	0,00	0,00
Energía a generador kWh	0	0	0	0	201	131	242	89,00	97,42	0,00	0,00	0,00
Horas funcionamiento	0	0	0	0	17,5	15,50	32,16	14,66	16,50	0,00	0,00	0,00
P max a evaporador kW	0	0	0	0	5,85	4,63	4,90	5,56	4,37	0,00	0,00	0,00
Energía a evaporador kWh	0	0	0	0	24	27,44	37,37	15,20	25,22	0,00	0,00	0,00
Consumo eléctrico kWh	0	0	0	0	1344	78,00	138,00	62,00	63,00	26,00	7,00	0,00
Energía a evaporador kWh (PLC)	0	0	0	0	208	43,00	61,00	20,00	30,00	3,00	0,00	0,00
Energía aportada a ACS	0	0	0	0	6269	399,00	416,00	435,00	385,00	573,00	136,00	0,00

5.2.4. Universidad popular de Yecla

A la vista de los resultados obtenidos en la época de verano en Yecla se obtienen las siguientes conclusiones.

- La instalación prácticamente no ha funcionado en modo climatización, esto se constata con el bajo porcentaje de energía producida de climatización, aproximadamente de un 2 % con respecto a la radiación solar disponible. Tras conocer el funcionamiento del edificio el problema parece radicar en que en la sala que está climatizada con el sistema solar no se ha activado la demanda por parte de sus usuarios.
- La instalación no ha funcionado correctamente en la producción de ACS ya que prácticamente no ha producido energía.
- Si se analizan los parámetros de climatización se obtienen datos característicos de los ciclos de absorción y de instalaciones solares, COP del ciclo de absorción alrededor de 0.4 potencia entregada máxima de colectores acorde la superficie instalada.
- El balance energético de la instalación es negativo.

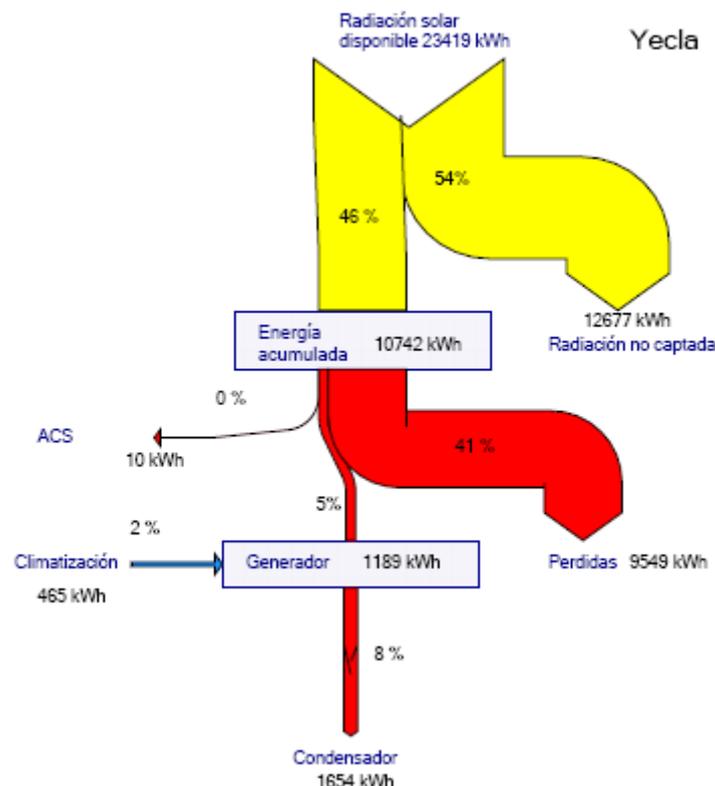


Figura 55. Diagrama de Sankey del balance en modo verano en la Universidad popular de Yecla

5.2.5. Vivero de empresas de Fuente Álamo

A la vista de los resultados obtenidos en la época de verano en Fuente Álamo se obtienen las siguientes conclusiones.

- La instalación prácticamente ha funcionado en modo climatización, esto se constata con el bajo porcentaje de energía producida de climatización, aproximadamente de un 1 % con respecto a la radiación solar disponible. Tras conocer el funcionamiento del edificio el problema parece radicar en que no se llegaba a alcanzar la temperatura mínima necesaria para poder activar el ciclo de absorción, posteriormente se propuso aumentar el número de colectores para poder llegar a la temperatura mínima necesaria..
- Dado que la instalación no ha funcionado si se analizan el resto de datos se obtienen resultados que carecen de sentido (COP mayor que la unidad en un ciclo de absorción de simple efecto)

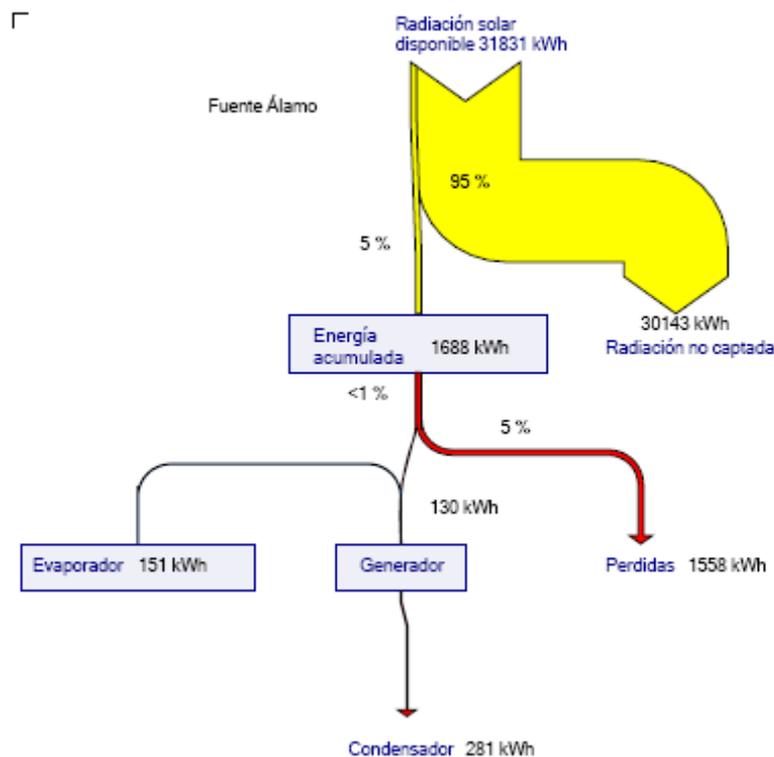


Figura 56. Diagrama de Sankey del balance en modo verano en la Cámara de Comercio de Cartagena

	Energía	kWh	% Respecto a I
I	Radiación solar disponible	31830,99	
II	Radiación solar captada	1687,86	5%
III	Radiación solar no captada	30143,13	95%
IV	Energía a generador	129,84	0%
V	Energía perdida	1558,02	5%
VI	Energía a climatización (cálculos)	151,29	
VII	Energía a climatización (PLC)	257	1%
VIII	Energía a condensador (cálculo)	281,14	
IX	Energía a condensador (PLC)	386,84	1%
X	Consumo eléctrico (PLC)	610	

	Rendimientos	Valores
XI	Colectores	5,30%
XII	Absorción (Cálculos)	1,17
XIII	Absorción (PLC)	1,98
XIV	Instalación (COP) (Cálculos)	0,25
XV	Instalación (COP) (PLC)	0,42

FUENTE ÁLAMO

XVI	Horas funcionamiento	100,00	2%
XVII	Horas disponibles	1197,83	28%
XVIII	Variación datos		170%

	Potencia	kW
XIX	Máxima colectores	37,65
XX	Máxima a generador	2,93
XXI	Máxima en evaporador	3,76

Cálculo radiación solar disponible													
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Días/mes	31	28	31	30		31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación Wh/m2	2497,89	3444,85	4707,41	5990,99		6939,79	7279,11	6926,27	5948,15	4646,34	3353,43	2414,19	2102,81
factor inclinación 20°	1,42	1,29	1,15	1,05		0,98	0,95	0,97	1,02	1,11	1,23	1,37	1,46
Total corregido Wh/m2	3547,00	4443,86	5413,52	6290,54		6800,99	6915,15	6718,48	6067,11	5157,44	4124,72	3307,44	3070,10
Area m2	33,6	33,6	33,6	33,6		33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6
Total kWh	3455,47	4180,78	5638,72	6340,86		7083,92	6970,48	6997,97	6319,50	5198,70	4296,31	3333,90	3197,82
Utilización modo verano	0%	0%	0%	0%		32%	100%	100%	100%	100%	100%	57%	0%
Verano kWh	34033,47												
Acimut °	43,00												
Perdidas por acimut	6%												
Total disponible kWh	31830,99												

Funcionamiento													
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Días/mes	31	28	31	30		31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación kWh	0,00	0,00	0,00	0,00		2285,13	6970,48	6997,97	6319,50	5198,70	4296,31	1889,21	0,00
Horas disponibles	0	0	0,00	0,00		263,17	76,17	222,00	377,66	278,00	83,00	0,00	0,00
P col max kW	0	0	0,00	0,00		13,77	17,20	37,65	13,77	13,25	13,13	8,54	0,00
Radiación solar captada kWh	0	0	0	0		239,57	435,37	709,89	165,02	163,86	198,55	46,08	0,00
P max a generador	0	0	0	0		2,93	1,99	2,30	2,30	2,19	0,00	0,00	0,00
Energía a generador kWh	0	0	0	0		16,11	12,12	52,11	47,49	1,67	0,00	0,00	0,00
Horas funcionamiento	0	0	0	0		11,83	14,33	34,66	37,67	1,16	0,00	0,00	0,00
P max a evaporador kW	0	0	0	0		3,66	1,84	2,90	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00
Energía a evaporador kWh	0	0	0	0		39,97	44,00	98,57	14,13	0,00	0,00	0,00	0,00
Consumo eléctrico kWh	0	0	0	0		90	97,00	149,00	177,00	45,00	38,00	9,00	0,00
Energía a evaporador kWh (PLC)	0	0	0	0		66	51,00	109,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00

5.2.6. Centro de Agroecología y Medioambiente.

A la vista de los resultados obtenidos en la época de verano en Bullas se obtienen las siguientes conclusiones.

- La instalación no ha funcionado en modo climatización, esto se constata con el nulo porcentaje de energía producida de climatización. Tras conocer el funcionamiento del edificio el problema parece radicar en la instalación ha estado fuera de servicio prácticamente toda la temporada debido las bajas presiones que existían en los circuitos que ocasionaban que no se generase caudal suficiente para ser detectado por la máquina, esta situación se ha unido a que el centro no tiene un uso continuado por lo que cuando la instalación estaba disponible para ser usada no existía demanda por parte de los usuarios
- Dado que la instalación no ha funcionado si se analizan el resto de datos se obtienen resultados que carecen de sentido.

5.2.7. Fuente de Columbares

A la vista de los resultados obtenidos en la época de verano en el Centro Medioambiental de Fuente de Columbares se obtienen las siguientes conclusiones.

- El funcionamiento de la instalación es bajo ya que existe una gran cantidad de energía desaprovechada pero es notablemente superior al resto de las instalaciones analizadas, esto es debido a que la instalación está totalmente automatizada y actúa generando frío sobre un depósito donde se acumula el agua fría, posteriormente de este depósito se extrae el agua para hacerla circular por el suelo radiante, tras conocer el funcionamiento del edificio se sabe que la utilización del edificio es baja por lo que el sistema de suelo radiante no ha estado activado todo el tiempo que podría haber funcionado por lo que se cree que la mayor parte del frío generado es para suplir las pérdidas en el depósito de acumulación de agua fría.
- Analizando el resto de parámetros del ciclo de absorción se obtiene un COP del ciclo alrededor de 0.45 lo cual es normal para un ciclo de absorción de simple efecto aunque puede ser un tanto bajo.
- En cuanto al rendimiento estacional de los colectores obtenemos un valor de un 47% lo cual se encuentra dentro de valores normales teniendo en cuenta que se llegan a alcanzar temperaturas de hasta 90 grados en la acumulación.
- El balance energético estacional de es negativo.

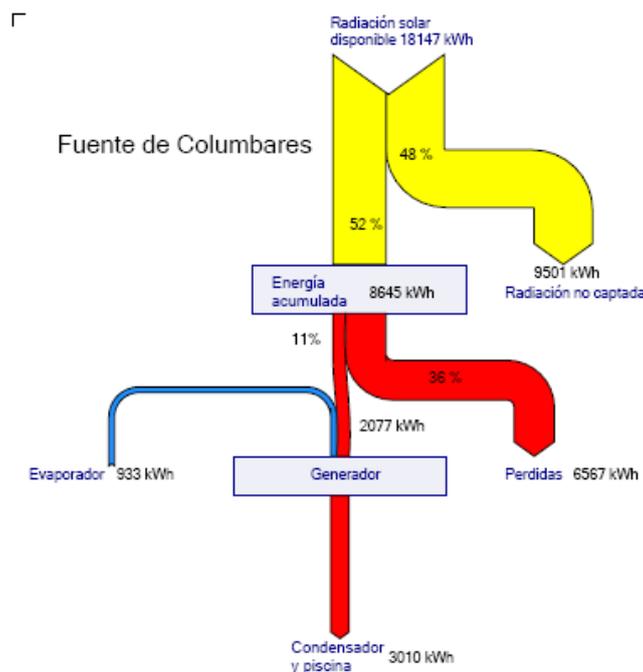


Figura 57. Diagrama de Sankey del balance en modo verano en Fuente de Columbares

	Energía	kWh	% Respecto a I
I	Radiación solar disponible	18146,64	
II	Radiación solar captada	8645,29	48%
III	Radiación solar no captada	9501,35	52%
IV	Energía a generador	2076,73	11%
V	Energía perdida	6568,56	36%
VI	Energía a climatización (cálculo)	918,76	
VII	Energía a climatización (PLC)	933,00	5%
VIII	Energía a condensador (cálculo)	1157,97	6%
XIX	Energía a condensador (PLC)	3009,73	17%
X	Consumo eléctrico (PLC)	1085	

	Rendimiento	%
XI	Colectores	47,64%
XII	Absorción (cálculos)	0,44
XIII	Absorción (PLC)	0,45
XIV	Instalación (COP) (cálculos)	0,85
XV	Instalación (COP) (PLC)	0,86

FUENTE DE COLUMBARES

XVI	Horas funcionamiento	459,67	11%
XVII	Horas disponibles	985,00	23%
XVIII	Variación datos		1%

	Potencia	kW
XVI	Máxima colectores	68,85
XVII	Máxima a generador	43,05
XVIII	Máxima en evaporador	43,89

Cálculo radiación solar disponible

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación Wh/m2	2404,76	3335,05	4582,2	5844,45	6794,05	7134,25	6783,92	5810	4522,57	3245,58	2324,57	2017,1
factor inclinación 40°	1,48	1,37	1,17	1,00	0,89	0,84	0,87	0,95	1,07	1,20	1,33	1,44
factor inclinación 50°	1,53	1,38	1,15	0,95	0,82	0,76	0,79	0,89	1,03	1,20	1,35	1,48
factor inclinación 45°	1,505	1,375	1,16	0,975	0,855	0,8	0,83	0,92	1,05	1,2	1,34	1,46
Total corregido Wh/m2	3619,16	4585,69	5315,35	5698,34	5808,91	5707,40	5630,65	5345,20	4748,70	3894,70	3114,92	2944,97
Area m2	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05
Total kWh	2473,88	2831,21	3633,31	3769,45	3970,68	3775,45	3848,83	3653,71	3141,26	2662,22	2060,52	2013,03
Utilización modo verano	0%	0%	0%	0%	32%	100%	100%	100%	100%	100%	27%	0%
Verano kWh	18911,81											
Acimut °	34											
Perdidas por acimut	4%											
Total disponible kWh	18146,64											

Funcionamiento

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación kWh	0,00	0,00	0,00	0,00	1229,04	3622,69	3693,11	3505,88	3014,17	2554,51	527,24	0,00
Horas disponibles	0	0	0,00	0,00	89,50	126,67	185,17	160,67	148,67	193,33	56,00	0,00
P col max kW	0	0	0,00	0,00	42,49	67,51	15,05	79,80	16,09	41,78	42,82	0,00
Radiación solar captada kWh	0	0	0	0	1089,2	1864,36	987,83	1602,54	632,84	1370,97	551,72	0,00
P max a generador	0	0	0	0	43,05	29,26	12,96	15,30	18,71	18,81	15,78	0,00
Energía a generador kWh	0	0	0	0	327,6	223,19	613,14	366,85	307,82	140,01	11,76	0,00
Horas funcionamiento	0	0	0	0	51,7	44,17	122,00	92,17	79,17	48,50	2,00	0,00
P max a evaporador kW	0	0	0	0	43,89	4,97	2,91	10,60	3,32	2,72	1,89	0,00
Energía a evaporador kWh	0	0	0	0	295	66,31	231,97	136,66	113,78	42,24	2,04	0,00
Consumo eléctrico kWh	0	0	0	0	31	95,00	337,00	258,00	206,00	101,00	10,00	0,00
Energía a evaporador kWh (PLC)	0	0	0	0	20	65,00	373,00	211,00	181,00	38,00	1,00	0,00

5.2.8. Centro Integrado de Formación y Experiencias agrarias

A la vista de los resultados obtenidos en la época de verano en Molina de Segura se obtienen las siguientes conclusiones.

- La instalación no ha funcionado en modo climatización, esto se constata con el nulo porcentaje de energía producida de climatización. Tras conocer el funcionamiento del edificio el problema parece radicar en la instalación ha estado fuera de servicio prácticamente toda la temporada.
- Dado que la instalación no ha funcionado si se analizan el resto de datos se obtienen resultados que carecen de sentido.

5.2.9. Centro Regional de Industria y Energía

A la vista de los resultados obtenidos en la época de verano en Alcantarilla se obtienen las siguientes conclusiones.

- La instalación no ha funcionado en modo climatización, esto se constata con el nulo porcentaje de energía producida de climatización. Tras conocer el funcionamiento del edificio el problema parece radicar en la instalación ha estado fuera de servicio prácticamente toda la temporada.
- Dado que la instalación no ha funcionado si se analizan el resto de datos se obtienen resultados que carecen de sentido.

5.3. Balances en modo calefacción

5.3.1. Universidad de Murcia

A la vista de los resultados obtenidos en la época de invierno en la UMU se obtienen las siguientes conclusiones.

- La instalación prácticamente no ha funcionado, esto se constata con el bajo porcentaje de energía producida de ACS, menos de un 1% y de climatización, aproximadamente de un 2 % con respecto a la radiación solar disponible. El problema es el mismo que el detectado en la época de verano, la sala que está climatizada con el sistema solar apenas tiene uso además de que existe un sistema de climatización paralelo que si se usa habitualmente.
- Aunque la instalación no haya funcionado el número de horas disponibles es elevado 83% lo que indica que la instalación podría haber funcionado correctamente.
- Dado que la instalación no ha tenido uso cualquiera de los demás parámetros evaluados no arroja resultados fiables para ser analizados.

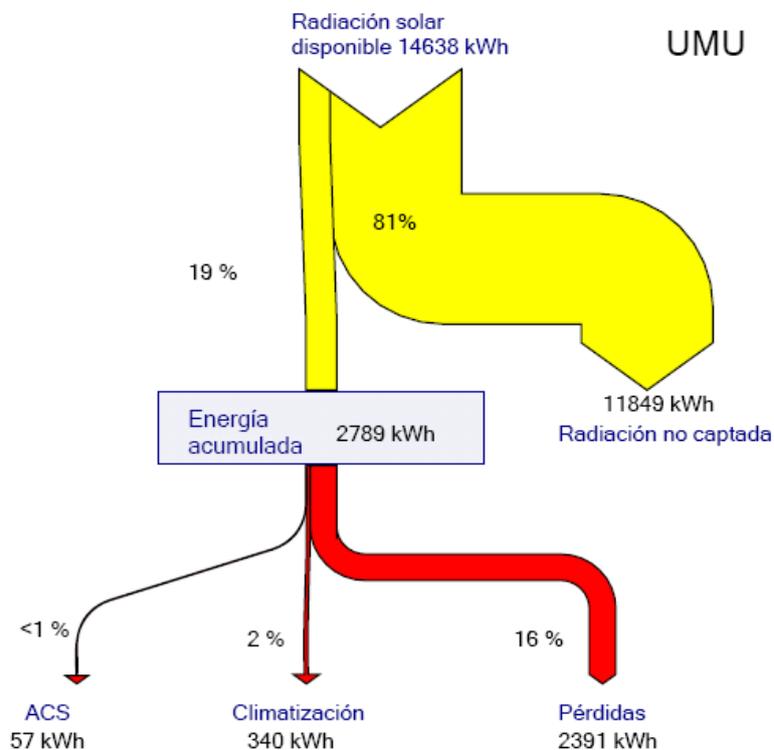


Figura 58. Diagrama de Sankey del balance en modo invierno en la Universidad de Murcia.

	Energía	kWh	% respecto a I
I	Radiación solar disponible	14637,83	
II	Radiación solar captada	2789,03	19%
III	Radiación solar no captada	11848,80	81%
IV	Energía a ACS (calculos)	57,32	0%
V	Energía a ACS (PLC)	943,00	6%
VI	Energía perdida	2391,60	16%
VII	Energía a calefacción (Cálculo)	340,11	2%
VIII	Energía a calefacción (PLC)	137	0,9%
XIX	Consumo eléctrico (PLC)	615	

	Rendimiento	%
XX	Colectores	19,05%
XXI	Instalación (COP) (Cálculo)	64,62%
XII	Instalación (COP) (PLC)	175,61%

UMU invierno

XIII	Horas funcionamiento	109,17	3%
XIV	Horas disponibles	3027,67	81%
XV	Variación datos	0,4%	

	Potencia max	kW
XVI	Colectores	3,91
XVII	Calefacción	26,53
XVIII	ACS	19,84

Cálculo radiación solar disponible

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Dias/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación Wh/m2	2404,76	3335,05	4582,2	5844,45	6794,05	7134,25	6783,92	5810	4522,57	3245,58	2324,57	2017,1
factor inclinación 30°	1,41	1,32	1,17	1,03	0,94	0,91	0,92	0,99	1,08	1,19	1,29	1,37
Total corregido Wh/m2	3390,71	4402,27	5361,17	6019,78	6386,41	6492,17	6241,21	5751,90	4884,38	3862,24	2998,70	2763,43
Area m2	23,88	23,88	23,88	23,88	23,88	23,88	23,88	23,88	23,88	23,88	23,88	23,88
Total kWh	2455,17	2943,53	3968,77	4312,57	4727,73	4650,99	4620,24	4258,02	3499,17	2859,14	2148,27	2045,71
Utilización modo invierno	100%	100%	100%	46%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	73%	100%
Invierno kWh	14965,20											
Acimut °	25											
Perdidas por acimut	2%											
Total disponible kWh	14637,83											

Funcionamiento

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Dias/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación kWh	2455,17	2943,53	3968,77	1983,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1568,23	2045,71
Horas disponibles	496	549	641,00	227,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	421,00	668,00
P col max kW	0,93	1,37	3,91	3,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,50
Radiación solar captada kWh	274	347	346	1352	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	166,00	298,00
Horas funcionamiento	4	0	1,6	36,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,80	0,00
P max calefacción kW	10,81	0	25,16	7,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,53	0,00
Energía calefacción kWh	15,89	0	15,5	226	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Consumo eléctrico kWh	27	17	18	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00	31,00
Energía calefacción kWh (PLC)	15	0	13	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	101,00	0,00
Energía aportada a ACS	8,74	0	8,79	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	174,00	29,00

5.3.2. Universidad Politécnica de Cartagena

A la vista de los resultados obtenidos en la época de invierno en la UPCT se obtienen las siguientes conclusiones.

- La instalación no ha funcionado, esto se constata con el nulo porcentaje de energía producida de climatización. Esto ha sido debido a la no utilización de la instalación por parte del usuario y a que esta ha estado fuera de servicio gran parte del tiempo.
- Dado que la instalación no ha tenido uso cualquiera de los demás parámetros evaluados no arroja resultados fiables para ser analizados.

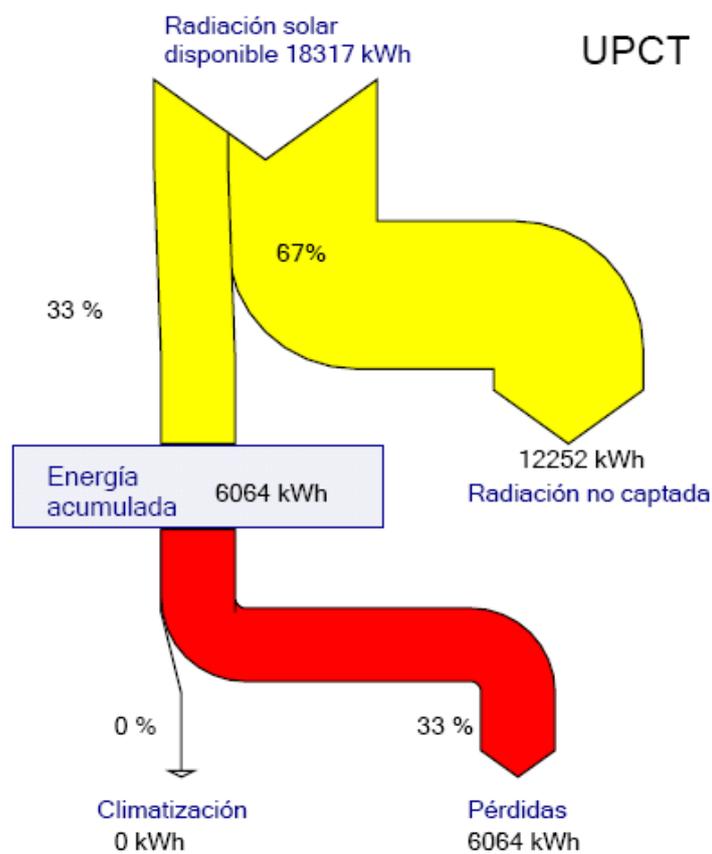


Figura 59. Diagrama de Sankey del balance en modo invierno en la Universidad Politécnica de Cartagena

5.3.3. La Manga Club Resort

- La instalación no ha funcionado en modo climatización, esto se constata con el nulo porcentaje de energía producida de climatización. El problema es el mismo que en verano, la sala que está climatizada con el sistema solar no se ha activado la demanda por parte de sus usuarios ya que se dispone de un sistema de climatización paralelo, debido a problemas ocurridos durante la época de verano la percepción del usuario es que el sistema no funcionaba y por tanto dejaba de usarlo aún cuando si que estaba disponible.
- La instalación ha funcionado correctamente en la producción de ACS, el sistema de producción de ACS no requiere de ninguna actuación por parte del usuario, además existe una gran demanda de ACS en la instalación al estar esta conectada con el lavavajillas del restaurante, la energía aportada a ACS ha sido aproximadamente del 28 % de la disponible para la captación
- Dado que la instalación no ha tenido uso en calefacción cualquiera de los parámetros asociados a climatización no arrojan resultados que puedan ser tenidos en cuenta, sin embargo si valoramos los resultados de la instalación en su conjunto se obtienen balances positivos en términos energéticos, es decir se aporta mas energía que energía eléctrica se consume.

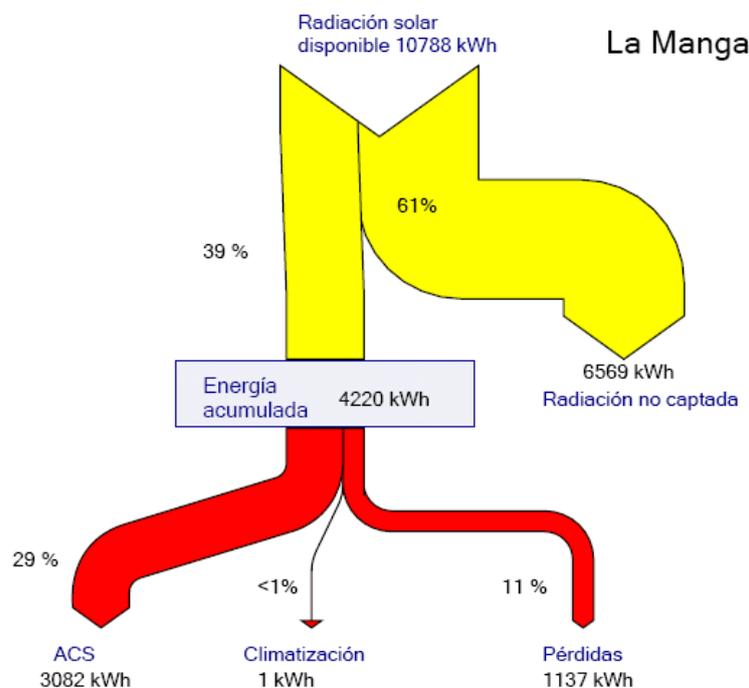


Figura 60. Diagrama de Sankey del balance en modo invierno en la Manga Club de Golf

	Energía	kWh	% respecto a I
I	Radiación solar disponible	10788,69	
II	Radiación solar captada	4219,93	39%
III	Radiación solar no captada	6568,76	61%
IV	Energía a ACS (calculos)		0%
V	Energía a ACS (PLC)	2989,00	28%
VIII	Energía perdida	1229,93	11%
VIII	Energía a calefacción (Cálculo)		0%
VIII	Energía a calefacción (PLC)	1	0,0%
XIX	Consumo eléctrico (PLC)	270	

	Rendimiento	%
XX	Colectores	39,11%
XXI	Instalación (COP) (Cálculo)	0,00%
XII	Instalación (COP) (PLC)	11,07

LA MANGA invierno

XIII	Horas funcionamiento	680,50	18%
XIV	Horas disponibles	103,00	3%
XV	Variación datos	0,0%	

	Potencia max	kW
XVI	Colectores	3,91
XVII	Calefacción	26,53
XVIII	ACS	

Cálculo radiación solar disponible

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Dias/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación Wh/m2	2426,99	3319,41	4516,79	5712,96	6636,26	6965,24	6639,59	5714,6	4472,1	3247,36	2358,34	2057,23
factor inclinación 25°	1,5	1,33	1,17	1,045	0,96	0,93	0,945	1,01	1,115	1,265	1,44	1,55
Total corregido Wh/m2	3640,49	4414,82	5284,64	5970,04	6370,81	6477,67	6274,41	5771,75	4986,39	4107,91	3396,01	3188,71
Area m2	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88
Total kWh	1863,32	2086,62	2765,35	3023,23	3333,72	3280,29	3283,27	3020,24	2525,11	2149,59	1719,74	1668,59
Utilización modo invierno	100%	100%	100%	46%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	73%	100%
Invierno kWh	11029,97											
Acimut °	25											
Perdidas por acimut	2%											
Total disponible kWh	10788,69											

Funcionamiento

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Dias/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación kWh	1863,32	2086,62	2765,35	1390,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1255,41	1668,59
Horas disponibles	496	549	641,00	227,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	421,00	668,00
P col max kW	0,93	1,37	3,91	3,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,50
Radiación solar captada kWh	274	347	346	1352	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	166,00	298,00
Horas funcionamiento	4	0	1,6	36,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,80	0,00
P max calefacción kW	10,81	0	25,16	7,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,53	0,00
Energía calefacción kWh	15,89	0	15,5	226	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Consumo eléctrico kWh	27	17	18	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00	31,00
Energía calefacción kWh (PLC)	15	0	13	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	101,00	0,00
Energía aportada a ACS (PLC)	473	763	693	374	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	390,00	296,00

5.3.4. Universidad Popular de Yecla

A la vista de los resultados obtenidos en la época de invierno en Yecla se obtienen las siguientes conclusiones.

- Existe una gran diferencia entre los datos calculados por el autómata y los cálculos realizados en base a los datos recopilados, esto es debido a que existe gran pérdida de datos, si tomamos por válidos los datos que proporciona el autómata se pueden obtener las conclusiones siguientes.
- La instalación ha tenido un funcionamiento aceptable en modo climatización, esto se constata con el porcentaje de energía producida de climatización, aproximadamente de un 12 % con respecto a la radiación solar disponible.
- La instalación no ha funcionado correctamente en la producción de ACS ya que prácticamente no ha producido energía.
- La instalación tiene un alto porcentaje de disponibilidad, 84% por lo que podría haber funcionado correctamente mucho más tiempo

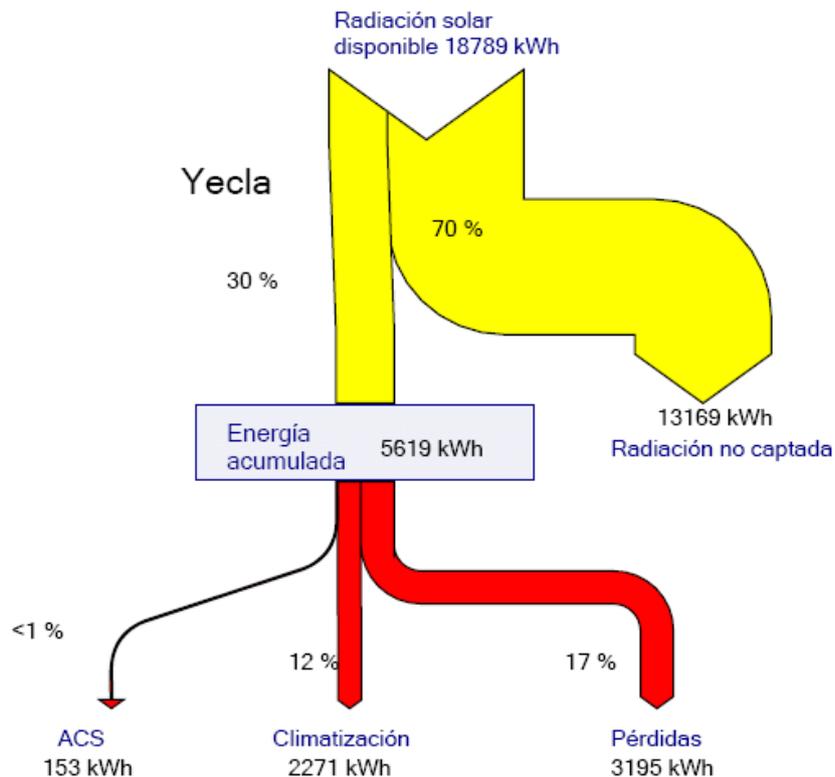


Figura 61. Diagrama de Sankey del balance en modo invierno en la Universidad popular de Yecla

	Energía	kWh	% respecto a I
I	Radiación solar disponible	18788,48	
II	Radiación solar captada	5619,00	30%
III	Radiación solar no captada		0%
IV	Energía a ACS (calculos)		0%
V	Energía a ACS (PLC)	153,00	1%
VIII	Energía perdida		0%
VIII	Energía a calefacción (Cálculo)	163,86	1%
VIII	Energía a calefacción (PLC)	2271	12,1%
XIX	Consumo eléctrico (PLC)	423	

	Rendimiento	%
XX	Colectores	29,91%
XXI	Instalación (COP) (Cálculo)	0,39
XII	Instalación (COP) (PLC)	5,73

Yecla invierno

XIII	Horas funcionamiento	394,67	11%
XIV	Horas disponibles	3148,67	84%
XV	Variación datos	6,8%	

	Potencia max	kW
XVI	Colectores	23,00
XVII	Calefacción	40,00
XVIII	ACS	

Cálculo radiación solar disponible

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Dias/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación Wh/m2	2252,98	3155,75	4431,21	5716,58	6752,42	7138,3	7155,72	5880,85	4548,49	3244,75	2285,41	1920,34
factor inclinación 45º	1,925	1,59	1,255	1	0,85	0,79	0,82	0,935	1,145	1,465	1,825	2,045
Total corregido Wh/m2	4336,99	5017,64	5561,17	5716,58	5739,56	5639,26	5867,69	5498,59	5208,02	4753,56	4170,87	3927,10
Area m2	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46	26,46
Total kWh	3437,80	3717,47	4561,60	4537,82	4707,93	4476,44	4813,03	4510,28	4134,13	3899,15	3310,84	3221,24
Utilización modo invierno	100%	100%	100%	46%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	73%	100%
Invierno kWh	19442,43											
Acimut °	31											
Perdidas por acimut	3%											
Total disponible kWh	18788,48											

Funcionamiento

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Dias/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación kWh	3437,80	3717,47	4561,60	2087,40		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2416,91	3221,24
Horas disponibles	502	558	647,00	285,00							447,33	684,00
P col max kW	20,51	22,66	23,00	23,00							17,84	21,79
Radiación solar captada kWh	610,43	1360	1452	1079							479,00	637,00
Horas funcionamiento	13,5	63	73	60							13,00	3,83
P max a calefacción kW	16,53	27	26	40							23,00	15,72
Energía a calefacción kWh	119	548	559	489							130,00	35,00
Consumo eléctrico kWh	87	90	72	35							47,00	91,00
Energía aportada a ACS	21	43	37	25							0,00	24,00

5.3.5. Vivero de empresas de Fuente Álamo

A la vista de los resultados obtenidos en la época de invierno en Fuente Álamo se obtienen las siguientes conclusiones.

- La instalación ha tenido un funcionamiento bajo en modo climatización, esto se constata con el bajo porcentaje de energía producida de climatización, aproximadamente de un 7 % con respecto a la radiación solar disponible, el número de horas de funcionamiento es bajo pero también lo es el número de horas de disponibilidad 4%, lo que indica que la instalación ha funcionado prácticamente todo el tiempo que estaba disponible, el problema parece radicar en que el número de colectores solares era insuficiente para climatizar un espacio tan grande.
- Por otro lado es posible observar que la cantidad de energía acumulada es muy baja, 16 %, lo que indica un funcionamiento deficiente de la instalación.

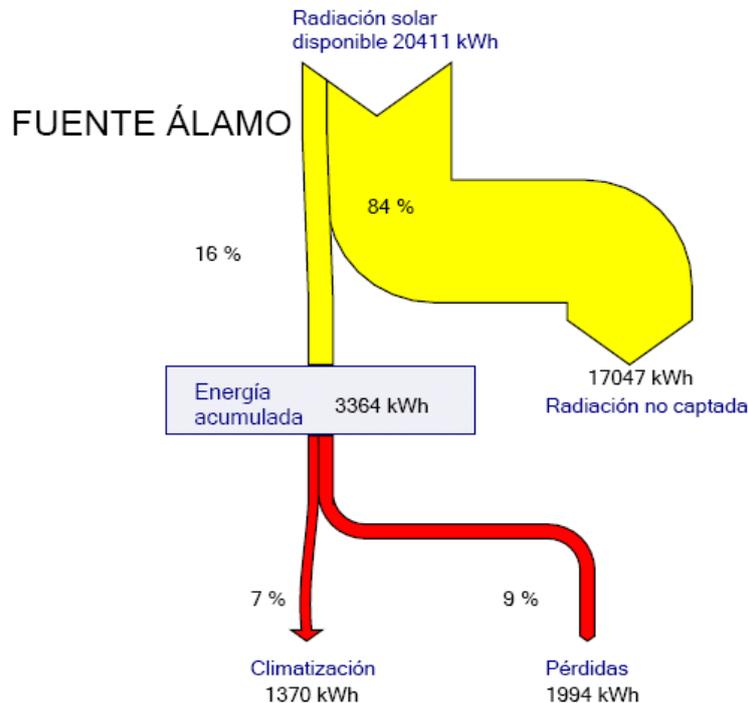


Figura 62. Diagrama de Sankey del balance en modo invierno en la Cámara de comercio en Fuente Álamo

5.3.6. Centro de Agroecología y MedioAmbiente

A la vista de los resultados obtenidos en la época de invierno en Bullas se obtienen las siguientes conclusiones.

- La instalación no ha funcionado en modo climatización, esto se constata con el nulo porcentaje de energía producida de climatización. El problema es el mismo que en verano, la instalación ha estado fuera de servicio prácticamente toda la temporada debido las bajas presiones que existían en los circuitos que ocasionaban que no acumulase la instalación o que las bombas no llevasen el agua caliente hasta el Fancoil, esta situación se ha unido a que el centro no tiene un uso continuado por lo que cuando la instalación estaba disponible para ser usada no existía demanda por parte de los usuarios
- Aun sin funcionamiento de la instalación el porcentaje de energía solar captada es elevado, 52 %.
- Dado que la instalación no ha funcionado si se analizan el resto de datos se obtienen resultados que carecen de sentido.

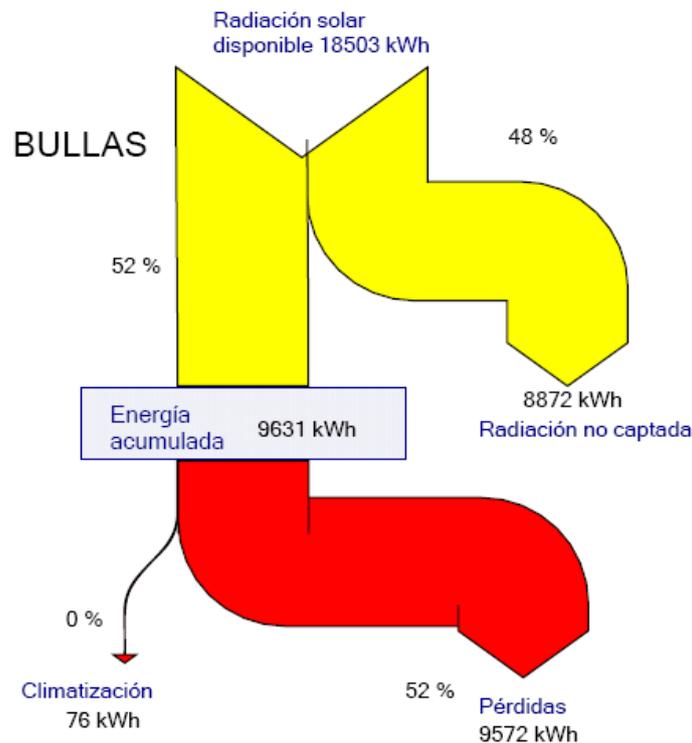


Figura 63. Diagrama de Sankey del balance en modo invierno en la Centro de Agroecología y Medioambiente

5.3.7. Fuente de Columbares

- El funcionamiento de la instalación es bueno, aprovecha un 18 % de la energía disponible, además todo el tiempo la instalación está disponible para su uso, lo cual indica que la instalación no ha funcionado mas tiempo debido a que los usuarios no han activado la instalación.
- En cuanto al rendimiento estacional de los colectores obtenemos un valor de un 39%.
- El balance energético estacional es positivo, si lo comparásemos con un ciclo de bomba de calor, la relación entre energía producida y consumo eléctrico se sitúa en el 8, lo que significa que es tres veces superior a un ciclo de compresión mecánica.

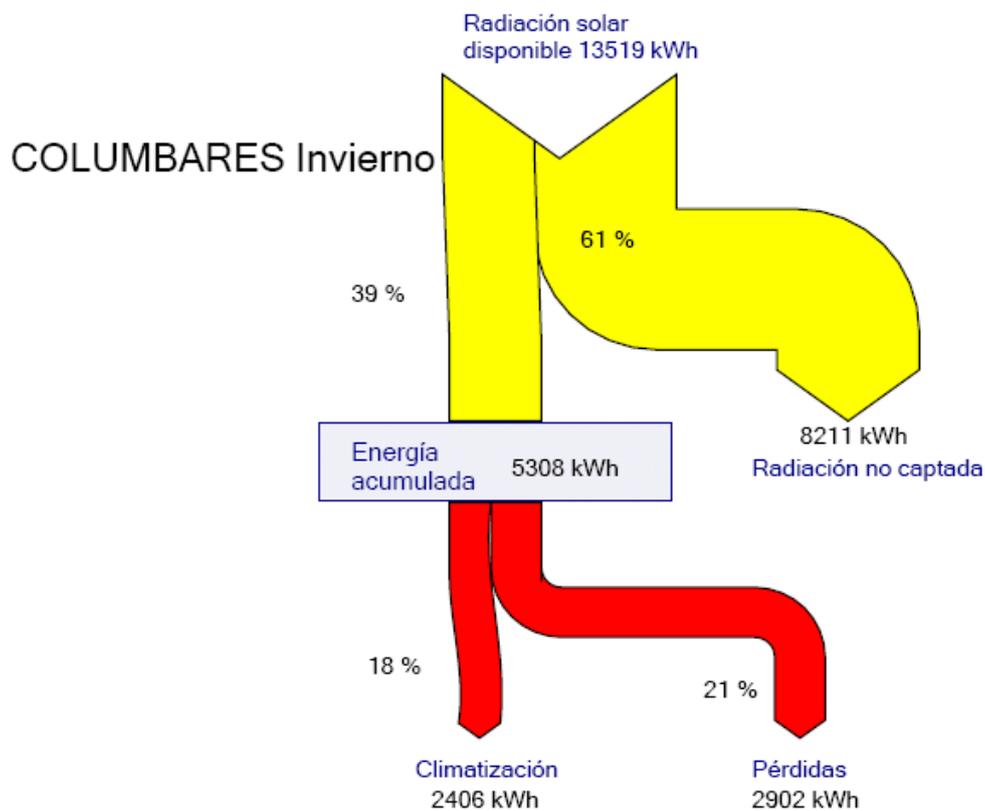


Figura 64. Diagrama de Sankey del balance en modo invierno en Fuente de Columbares

	Energía	kWh	% respecto a I
I	Radiación solar disponible	13519,40	
II	Radiación solar captada	5308,23	39%
III	Radiación solar no captada	8211,18	61%
VIII	Energía perdida	2902,37	21%
VIII	Energía a calefacción (Cálculo)	2405,86	18%
VIII	Energía a calefacción (PLC)	2796	20,7%
XIX	Consumo eléctrico (PLC)	304	

	Rendimiento	%
XX	Colectores	39,26%
XXI	Instalación (COP) (Cálculo)	7,91
XII	Instalación (COP) (PLC)	9,20

Fuente de Columbares

XIII	Horas funcionamiento	491,00	13%
XIV	Horas disponibles	3083,00	83%
XV	Variación datos	0,9%	

	Potencia max	kW
XVI	Colectores	1,93
XVII	Calefacción	69,64

Cálculo radiación solar disponible

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación Wh/m2	2404,76	3335,05	4582,2	5844,45	6794,05	7134,25	6783,92	5810	4522,57	3245,58	2324,57	2017,1
factor inclinación 45º	1,505	1,375	1,16	0,975	0,855	0,8	0,83	0,92	1,05	1,2	1,34	1,46
Total corregido Wh/m2	3619,1638	4585,69375	5315,352	5698,33875	5808,91275	5707,4	5630,6536	5345,2	4748,6985	3894,696	3114,9238	2944,966
Area m2	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05	22,05
Total kWh	2373,79	2831,21	3633,31	3769,45	3970,68	3775,45	3848,83	3653,71	3141,26	2662,22	2060,52	2013,03
Utilización modo invierno	100%	100%	100%	46%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	73%	100%
Invierno kWh	14089,46											
Acimut º	34											
Perdidas por acimut	4%											
Total disponible kWh	13519,40											

Funcionamiento

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Radiación kWh	2373,79	2831,21	3633,31	1733,95		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1504,18	2013,03
Horas disponibles	501,5	551	642,00	208,00							422,00	683,00
P col max kW	1,45	1,93	1,53	1,78							1,45	1,17
Radiación solar captada kWh	876	1249	1104	673							587,00	847,00
Horas funcionamiento	92	115	105	29							52,00	97,00
P max calefacción kW	18	27	33	49							70,00	19,00
Energía calefacción kWh	404	628	499	252							303,00	320,00
Consumo eléctrico kWh	62	58	56	24							35,00	69,00

5.3.8. Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias

A la vista de los resultados obtenidos en la época de invierno en Molina de Segura se obtienen las siguientes conclusiones.

- La instalación no ha funcionado en modo climatización, esto se constata con el nulo porcentaje de energía producida de climatización. Tras conocer el funcionamiento del edificio el problema parece radicar en la instalación ha estado fuera de servicio prácticamente toda la temporada.
- Por otro lado se observan resultados anómalos ya que según indican los datos la instalación ha sido capaz de captar el 93 % de la energía disponible, lo cual es imposible dado que ese valor es superior al rendimiento del colector.
- Dado que la instalación no ha funcionado si se analizan el resto de datos se obtienen resultados que carecen de sentido.

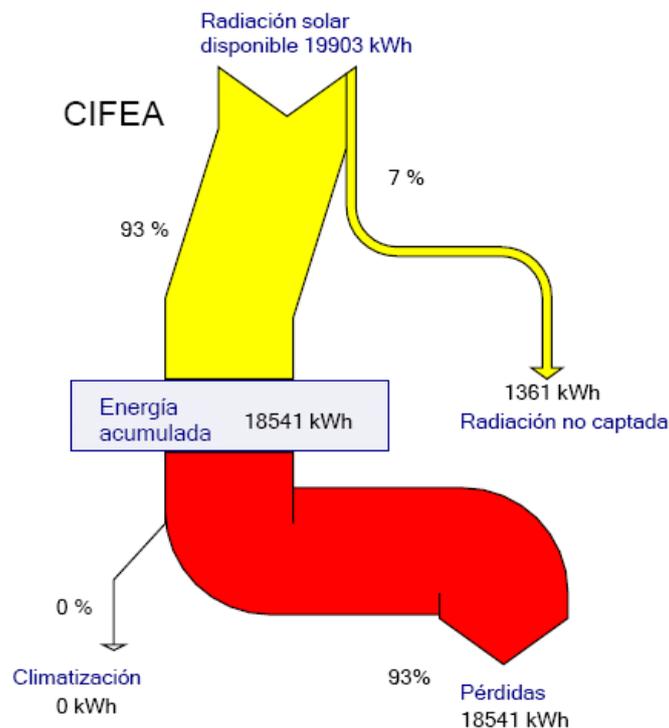


Figura 65. Diagrama de Sankey del balance en modo invierno en CIFEA

5.3.9. Centro Regional de Industria y Energía

A la vista de los resultados obtenidos en la época de verano en Alcantarilla se obtienen las siguientes conclusiones.

- La instalación no ha funcionado en modo climatización, esto se constata con el nulo porcentaje de energía producida de climatización. Tras conocer el funcionamiento del edificio el problema parece radicar en que nunca se le ha dado uso por parte del usuario además se constata ya que el número de horas de disponibilidad es elevado, 82%
- Dado que la instalación no ha funcionado si se analizan el resto de datos se obtienen resultados que carecen de sentido.

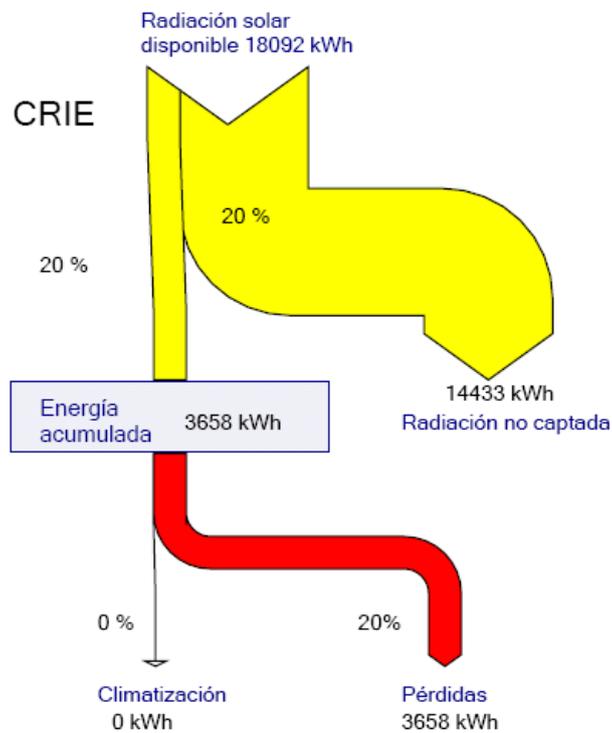


Figura 66. Diagrama de Sankey del balance en modo invierno en CRIE

5.3.10. Conclusiones

Como conclusiones generales se puede decir que:

1. Siempre es más rentable producir energía mediante un sistema de bomba de calor que mediante este sistema de absorción debido a que la inversión de la instalación es muy elevada y a que este sistema posee un consumo eléctrico muy elevado a pesar de basarse en un ciclo de absorción
2. La mayoría de las instalaciones han estado fuera de servicio prácticamente todo el tiempo debido a diferentes problemas de operación y mantenimiento, estos problemas principalmente han sido una ejecución de las instalaciones deficiente lo que producía que las instalaciones no funcionasen adecuadamente, por ejemplo hay instalaciones que no llegaban a alcanzar la temperatura necesaria para que la máquina de absorción pudiera funcionar, lo cual se atribuye a una deficiente instalación ya que instalaciones exactamente igual realizadas por otros instaladores si que han funcionado, los principales problemas han sido debidos a fugas en la instalación.
3. Debido a la no disponibilidad de las instalaciones durante un gran elevado número de horas durante el año, la apreciación del usuario era de instalaciones que no ofrecían ningún servicio por lo que como en todas las ubicaciones existía un equipo de climatización alternativo, el usuario siempre optaba por usar el equipo alternativo antes que el equipo solar.
4. Las instalaciones que han tenido funcionamiento han sido aquellas que estaban bien ejecutadas y que funcionaban de manera más o menos automática (la manga y Columbares) por lo que para este tipo de instalaciones es necesario no darle la opción al usuario de elegir entre el sistema solar y el sistema alternativo sino que sea algún control el que decida cual es la situación más idónea para cada momento o integrar un sistema de información al usuario de la disponibilidad de energía solar para la climatización haciendo hincapié en los beneficios de usarla frente a un sistema convencional.
5. El mayor porcentaje de aprovechamiento de energía se ha obtenido para un caso con la producción de ACS por lo que a la hora de proyectar una instalación solar térmica debe contemplarse siempre la producción de ACS como opción principal y la climatización como secundaria.
6. Es necesario cambiar de sistema de absorción a uno que no tenga un consumo eléctrico tan elevado, ya que el poco beneficio que se puede obtener con la producción solar queda mermado con el consumo eléctrico de este tipo de máquina.
7. Todas las instalaciones han dado problemas de funcionamiento durante el año de operación, por lo que es necesario un control exhaustivo sobre ellas o que el control de las instalaciones disponga de un sistema de alarma para que avise de forma automática a los usuarios y al mantenimiento para su pronta reparación.

	UMU	UPCT	La Manga	Yecla	Fuente Álamo	Bullas	Columbares	CIFEA	CRIE
Radiación solar disponible (kWh)	36141,0	43362,1	26581,2	42207,5	52242,0	44854,8	31665,0	45534,0	42366,0
Radiación solar captada (kWh)	3516,9	15192,2	9708,7	11398,4	5052,0	19270,4	13953,0	26450,0	7883,0
Superficie colectores (m2)	23,9	26,5	16,9	26,5	33,6	28,5	22,1	26,5	26,5
ratio captación kWh/m2	147,3	574,2	575,2	430,8	150,4	728,3	632,8	999,6	297,9
Frío (kWh)	13,1	184,4	129,1	465,5	151,3	0,0	919,0	0,8	10,1
Calefacción (kWh)	340,1	0,0	516,0	1880,3	1370,0	58,0	2405,0	0,1	32,5
ACS (kWh)	375,1		6085,4	4,5					
Producción total (kWh)	728,3	184,4	6730,4	2350,3	1521,3	58,0	3324,0	0,9	42,6
Consumo eléctrico (kWh)	748,0	728,0	696,0	968,0	1439,0	426,0	1399,0	1238,0	537,0

Tabla XVI. Tabla resumen de todas las instalaciones

6. Simulación con TRNSYS

Para realizar la simulación se ha escogido la única instalación que realmente ha tenido funcionamiento en verano, la instalación de Fuente de Columbares, si observamos su comportamiento en las tablas del punto 5.2.7 vemos que los dos meses consecutivos que mejor ha funcionado ha sido Julio y Agosto, por lo que la simulación en TRNSYS se realizará tomando esos meses, además al estudiar los archivos de datos de la instalación se observa una pérdida de datos en las primeras horas de Julio y en las ultimas de Agosto por lo que las horas de inicio de simulación y las de fin se han ajustado para que coincidan con las horas en las que hay disponibilidad de datos.

De esta forma el inicio se sitúa en la hora 4352 y el final en la hora 5831, además el cálculo se realizará cada 10 minutos ya que ese es el intervalo de recogida de datos real en la instalación.

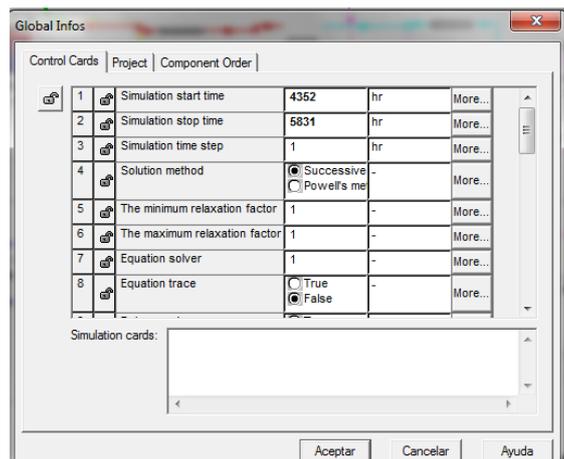


Figura 67. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

6.1. Modelo base

El modelo base de TRNSYS sobre el que se ha trabajado ha sido uno de los modelos que la UPCT desarrollo para ARGEM para la simulación de las primeras

instalaciones de refrigeración solar que se construyeron en la región de Murcia, en concreto el modelo elegido ha sido el de Puerto Lumbreras, proyecto Absorpilot.

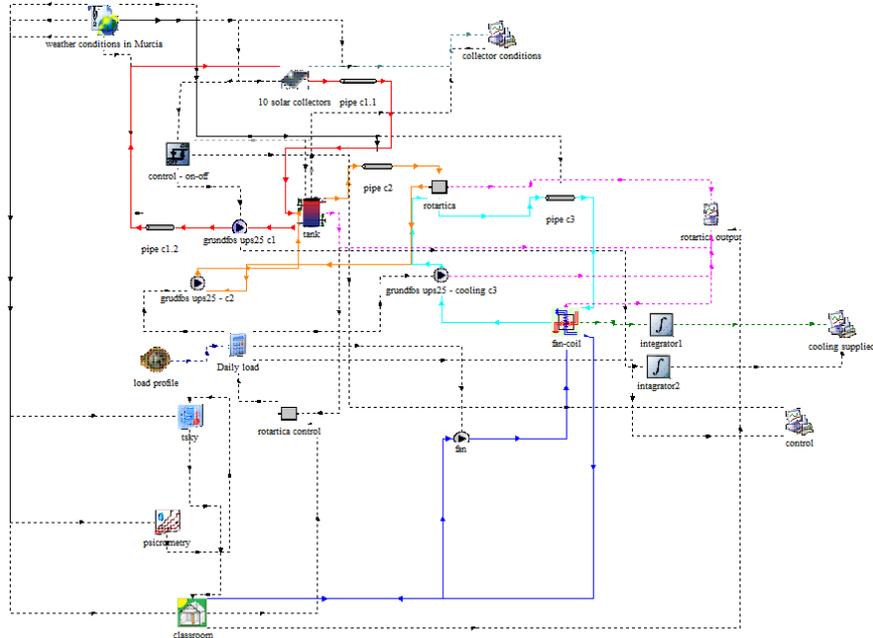


Figura 68. Captura de pantalla del modelo base de TRNSYS

Este modelo está formado por un campo de colectores que genera agua caliente contra un depósito de inercia sin intercambiador entre ellos, y una máquina de absorción que funciona contra un intercambiador que hace las veces de Fan Coil

La instalación funciona con un perfil horario en donde se activa la máquina y la demanda a la sala unas horas concretas al día

6.2. Cambios sobre el modelo base

Sobre el modelo base se han realizado numerosos cambios para adaptar el modelo a la realidad de la instalación de Fuente de Columbares, los cambios han sido de dos tipos: cambios en los parámetros de cada uno de los submodelos existentes (rendimiento de los colectores, espesores de aislamiento, volúmenes de depósitos) y por otro lado introducción y eliminación de submodelos (introducción de depósito de acumulación de frío, intercambiador de calor y cambio de la estrategia de control)

6.2.1. Colectores solares

Se ha respetado el mismo modelado pero cambiando los parámetros del modelo de los colectores: superficie total, coeficiente de ganancias, coeficientes de pérdidas

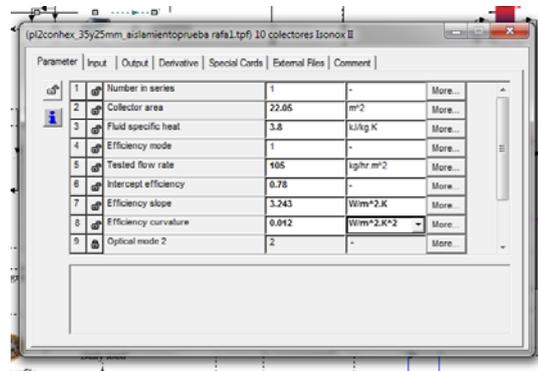


Figura 69. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

Y se han modificado los parámetros ambientales para que coincidan con los datos reales existentes en la primera hora de simulación.

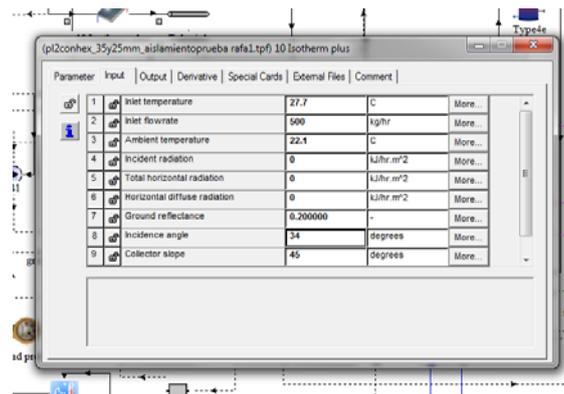


Figura 70. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

6.2.2. Depósito de acumulación de frío

La instalación de Fuente de Columbares posee un depósito de acumulación de frío sobre el que trabaja la máquina de absorción. Siempre que se cumplen las condiciones de temperatura en el depósito de acumulación de agua caliente, es decir siempre que este esté por encima de 80 °C y siempre que el depósito de acumulación de agua fría este por encima de los 7 °C, la máquina de absorción empieza a trabajar de forma automática vertiendo agua fría sobre el depósito de acumulación de agua fría.

El modelo de depósito escogido de la biblioteca de TRNSYS ha sido el de tanque de almacenamiento detallado, cilindro vertical con pérdidas uniformes

de dos entradas y dos salidas al que se le ha variado el volumen de acumulación a 0.5 m^3 y el flujo másico de fluido de entrada a 1200 kg/h

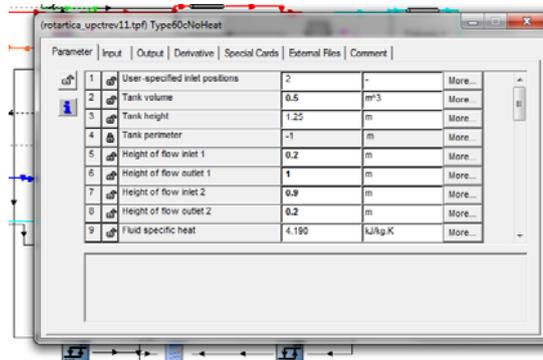


Figura 71. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

Y se han modificado los parámetros ambientales para que coincidan con los datos reales existentes en la primera hora de simulación.

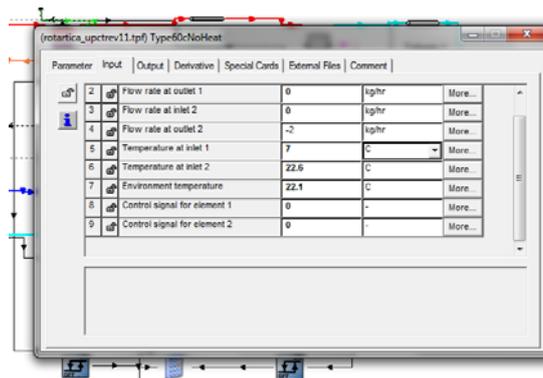


Figura 72. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

6.2.3. Tuberías de primario

Se ha respetado el mismo modelado pero cambiando los parámetros del modelo de las tuberías: diámetro de la tubería, longitud y coeficiente de pérdidas.

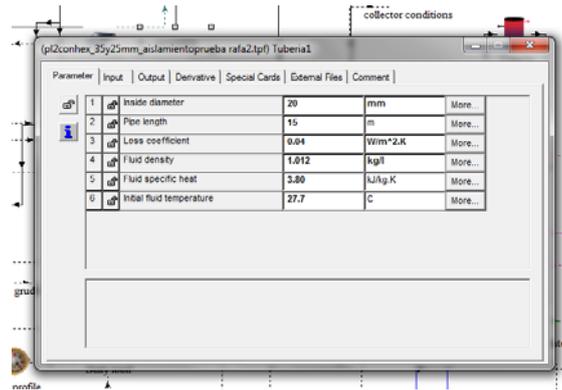


Figura 73. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS Y se han modificado los parámetros ambientales para que coincidan con los datos reales existentes en la primera hora de simulación.

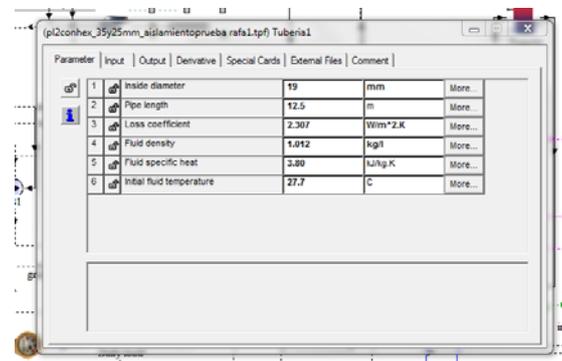


Figura 74. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

6.2.4. Depósito de inercia

El depósito en el modelo base era exactamente el mismo por lo que se ha respetado el modelo y se han modificado los parámetros ambientales para que coincidan con los datos reales existentes en la primera hora de simulación.

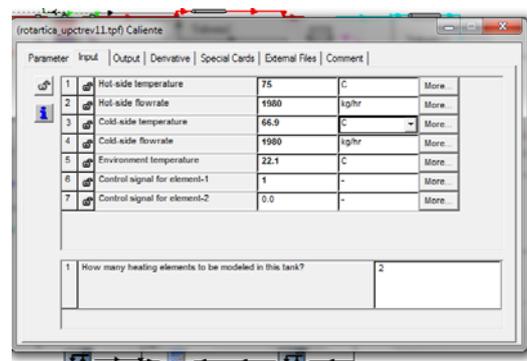


Figura 75. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

6.2.5. Bombas de primario

Corresponden con las bombas que hacen circular el fluido entre el intercambiador y los colectores y entre el intercambiador y el depósito de acumulación de agua caliente.

Se ha respetado el mismo modelado pero cambiando los parámetros del modelo de la bomba: Potencia máxima y flujo másico máximo.

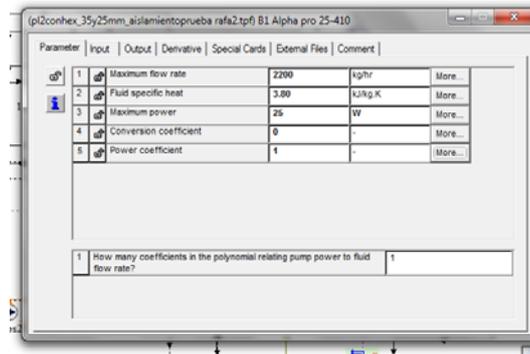


Figura 76. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

Y se han modificado los parámetros ambientales para que coincidan con los datos reales existentes en la primera hora de simulación.

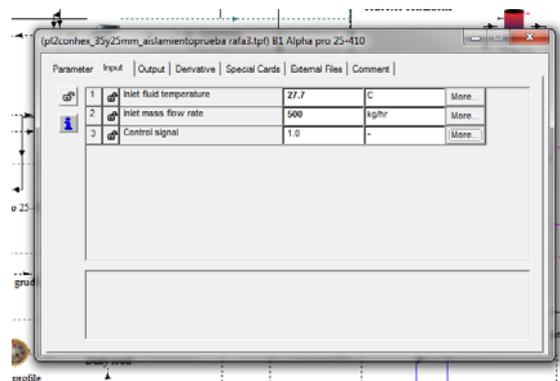


Figura 77. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

6.2.6. Intercambiador de calor

Se ha introducido un intercambiador de calor entre colectores y depósito y se han introducido los datos del intercambiador existente en la instalación: caudales en primario y secundario y coeficiente UA.

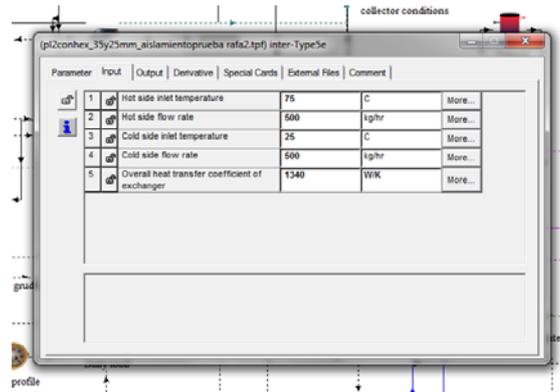


Figura 78. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

6.2.7. Control del primario de la instalación solar.

El sistema de control del modelo existente está basado en un control diferencial que compara las temperaturas de la salida de los colectores con la temperatura en el interior del depósito de inercia, este control tiene varias posibilidades de configuración, una de las cuales es que si la diferencia de temperaturas es superior a un valor, anule el funcionamiento de la bomba.

En el sistema de control del modelo existente este parámetro se encontraba en 20 °C lo que ocasionaba que hubiera momentos en que la bomba no funcionase, entrando los colectores en estancamiento y produciéndose picos de hasta 60° en los colectores, debido a que esta seguridad no existe en la instalación real se ha anulado aumentando su valor hasta los 200°C

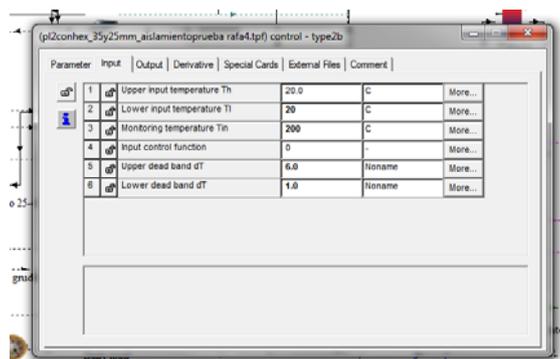


Figura 79. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

6.2.8. Tubería de depósito de inercia a máquina de absorción

Se ha respetado el mismo modelado pero cambiando los parámetros del modelo de las tuberías: diámetro de la tubería, longitud y coeficiente de pérdidas.

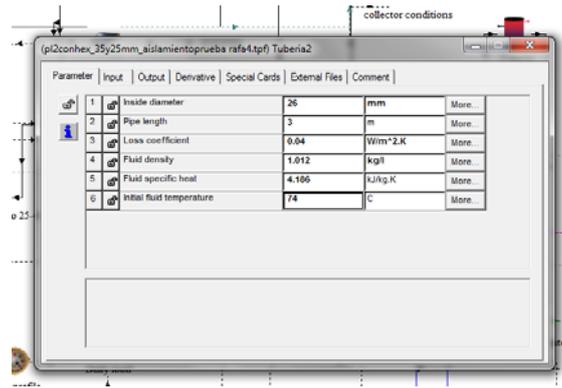


Figura 80. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

Y se han modificado los parámetros ambientales para que coincidan con los datos reales existentes en la primera hora de simulación.

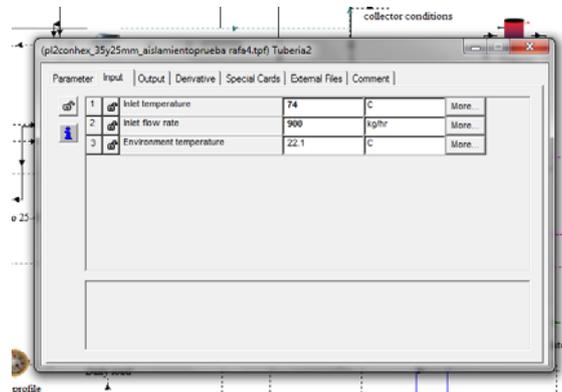


Figura 81. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

6.2.9. Bomba de depósito de inercia a máquina de absorción

Se ha respetado el mismo modelado pero cambiando los parámetros del modelo de la bomba: Potencia máxima y flujo másico máximo.

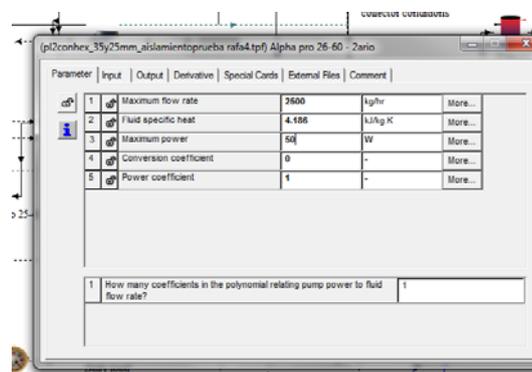


Figura 82. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

Y se han modificado los parámetros ambientales para que coincidan con los datos reales existentes en la primera hora de simulación.

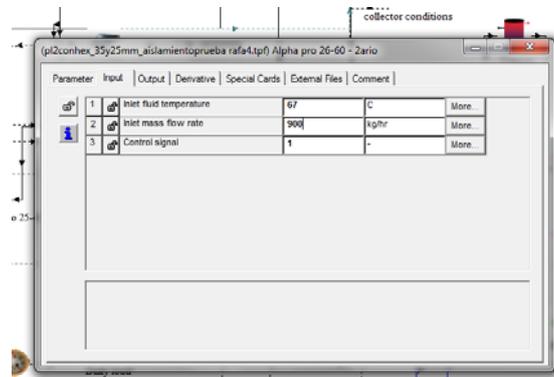


Figura 83. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

6.2.10. Máquina de absorción

El modelo de máquina de absorción se ha respetado sin cambiar ningún parámetro por dos razones: porque el modelo fue desarrollado para la misma marca y tipo de máquina de absorción y porque no se disponía del software necesario para poder realizar cualquier cambio.

6.2.11. Tuberías de máquina de absorción a depósito de frío

Se ha respetado el mismo modelado que en el resto de tuberías de la instalación pero cambiando los parámetros del modelo de las tuberías: diámetro de la tubería, longitud y coeficiente de pérdidas.

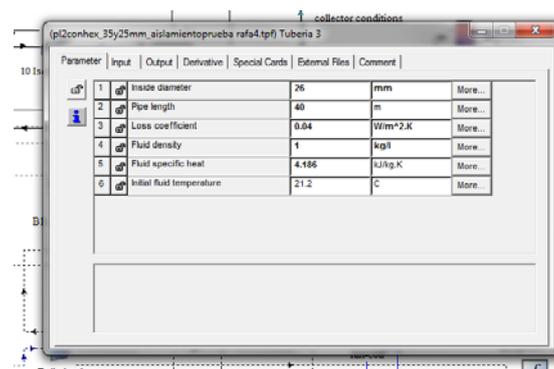


Figura 84. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

Y se han modificado los parámetros ambientales para que coincidan con los datos reales existentes en la primera hora de simulación.

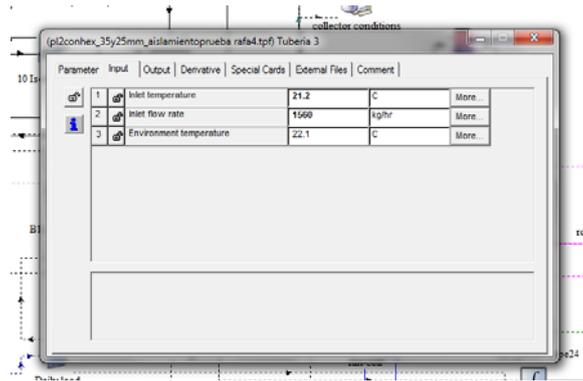


Figura 85. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

6.2.12. Bomba de máquina de absorción a depósito de frio

Se ha respetado el mismo modelado pero cambiando los parámetros del modelo de la bomba: Potencia máxima y flujo másico máximo.

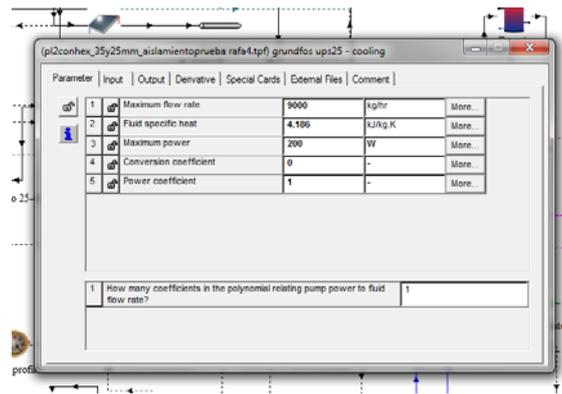


Figura 86. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

Y se han modificado los parámetros ambientales para que coincidan con los datos reales existentes en la primera hora de simulación.

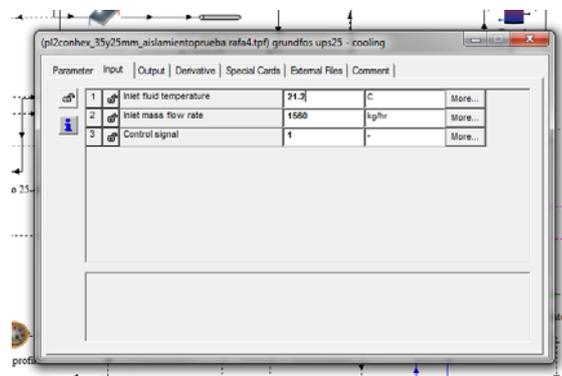


Figura 87. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

6.2.13. Control de la instalación

En el modelo base escogido la activación de la máquina de absorción se basaba en un horario predefinido, mediante el comando "Load profile" se había introducido un horario en el que se le daba una señal de arranque a la máquina de absorción entre las 7:00 y las 17:00 diariamente.

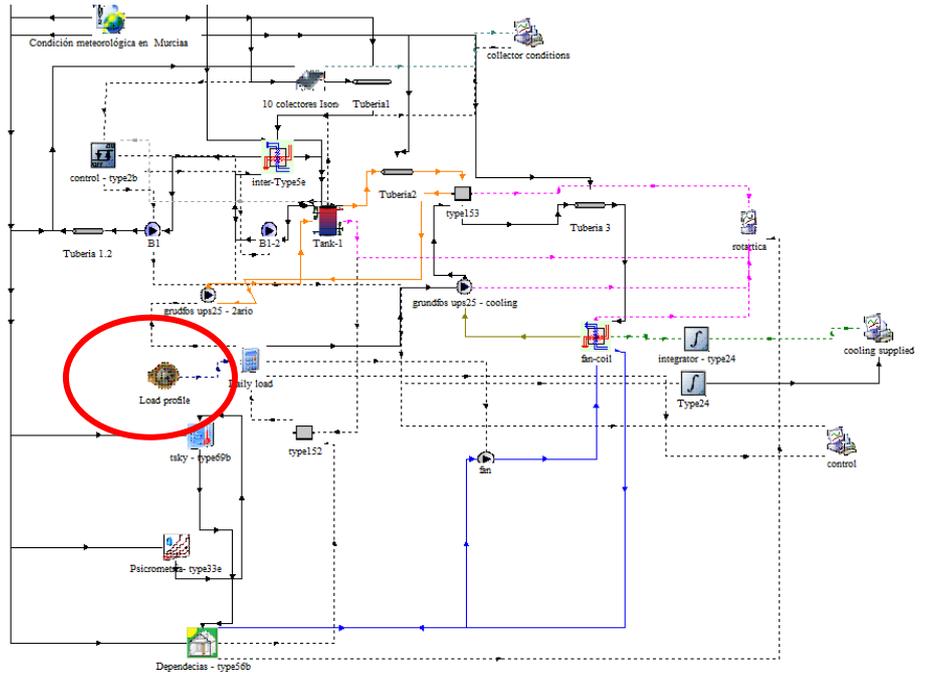


Figura 88. Captura de pantalla del modelo base de TRNSYS

Parameter	Input	Output	Derivative	Special Cards	External Files	Comment
2	Initial value of function	0		1g/hr		More...
3	Time at point-1	7		hr		More...
4	Water draw at point-1	0		1g/hr		More...
5	Time at point-2	7		hr		More...
6	Water draw at point-2	1		1g/hr		More...
7	Time at point-3	17		hr		More...
8	Water draw at point-3	1		1g/hr		More...
9	Time at point-4	17		hr		More...
10	Water draw at point-4	0		1g/hr		More...

1 Besides the initial point, how many points make up the forcing function? 5

Figura 89. Captura de pantalla de parámetros introducidos en TRNSYS

El funcionamiento real de la instalación es el siguiente:

- Debido a que se trata de un suelo radiante la demanda por parte del usuario siempre está activada
- El sistema compara la temperatura del depósito de agua caliente con un valor constante, si está por encima de 80 °C, ofrece un ON

- El sistema compara la temperatura del depósito de agua fría con un valor constante, si está por encima de 7° C, ofrece un ON
- Si todas las anteriores son ON, se le da a la máquina de absorción una señal de activación

El cambio en el modo de control se ha realizado eliminando el control horario y utilizando dos controles diferenciales que ofrezcan un 1 si se cumplen cada un de las condiciones, posteriormente con la herramienta calculadora se forzó a que solo ofreciese un 1 si ambas eran igual a 1 y esta señal es la que llega a las bombas a ambos lados de la Rotartica.

Para la activación del sistema de intercambio con el edificio se ha respetado el mismo control horario existente

6.2.14. Edificio

Se ha modificado el edificio con la herramienta TRNbuild para que se asemeje lo máximo posible a la sala existente en el edificio de fuente de Columbares.

Dicha sala tiene una planta de 10*7 metros con una altura de 3 metros y está formada por 4 paredes al exterior.

La configuración del edificio tiene poca importancia ya que las temperaturas del interior del edificio no estaban monitorizadas por lo que no será posible comparar las temperaturas obtenidas en TRNSYS con las reales, de esta forma el edificio tiene la misión de actuar de sumidero de energía para el resto de la instalación ya que se conoce a través de los usuarios del edificio que nunca se llegaban a alcanzar las temperaturas de confort.

6.3. Modelo final

Con los cambios anteriormente descritos se ha obtenido el siguiente modelo final:

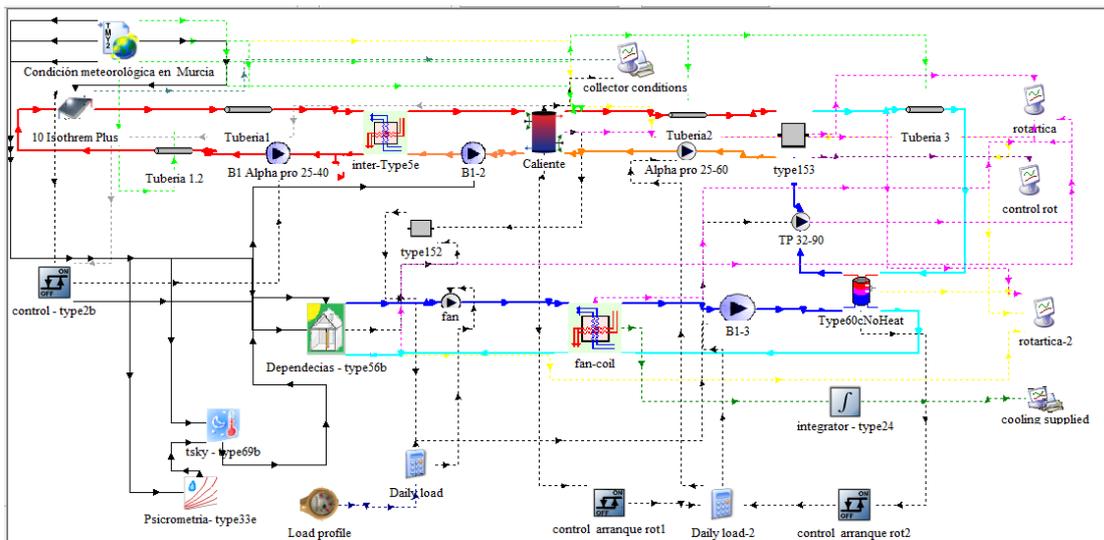


Figura 90. Captura de pantalla del modelo final de TRNSYS

6.4. Simulación y resultados

Con el modelo final se han realizado diferentes simulaciones obteniendo los ficheros de datos correspondientes y comparándolos con los datos reales de la instalación

6.4.1. Temperatura de colectores

Comparando las temperaturas a la salida de los colectores tanto de la instalación real como de de los datos obtenidos en TRNSYS se obtiene la figura 91

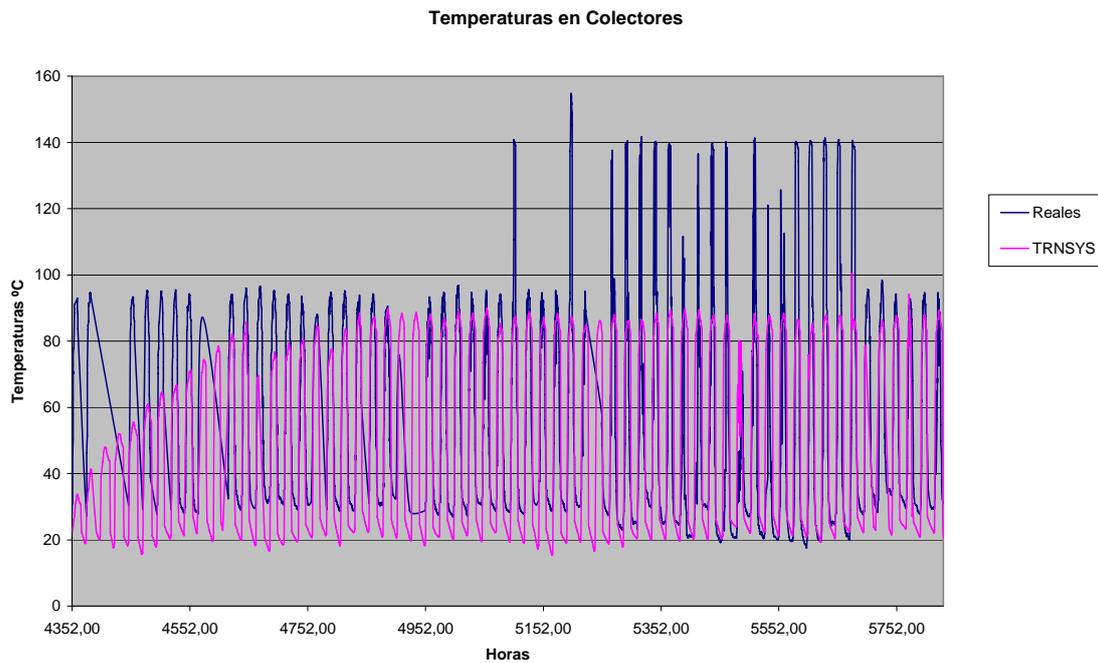


Figura 91. Comparación de las temperaturas reales a la salida de colectores con las ofrecidas por TRNSYS

Si analizamos las temperaturas medias de ambas curvas obtenemos que la media de las temperaturas en la instalación real es de $T_{\text{mreal}} = 54.29 \text{ }^\circ\text{C}$ mientras que en la simulación de TRNSYS es de $T_{\text{medTRNSYS}} = 49.25 \text{ }^\circ\text{C}$, teniendo en cuenta que la variación de las temperaturas se realiza entre la mínima temperatura ambiente $T_{\text{minamb}} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ y la temperatura máxima limitada por el control $T_{\text{max}} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$, obtenemos que la variación entre ambas medias es del 6%

6.4.2. Potencia de los colectores

La potencia máxima obtenida en los colectores en la instalación real ha sido de 46.36 kW mientras que en la simulación en TRNSYS de 16.21 kW.

Teniendo en cuenta que el área de los colectores es de 22.05 m^2 que la radiación máxima disponible sobre superficie horizontal es de 1000 W/m^2 y que el rendimiento óptico de los colectores es de 0.78, la potencia máxima que es posible transferir al fluido sin tener en cuenta la inclinación de los colectores es de $P_{\text{maxhor}} = 17.2 \text{ kW}$, aplicando el factor de corrección para superficies inclinadas de 45° en el municipio de Murcia de 0.88 (Obtenido de las tablas del atlas de radiación solar de la Región de Murcia), se obtiene un valor de $P_{\text{maxinc}} = 15.14 \text{ kW}$, el cual es un valor mucho más cercano al valor obtenido en la simulación que a los valores reales.

Esta anomalía parece debida a momentos en los que los colectores entraban en estancamiento por lo que la diferencia de temperatura entre la parte inferior del depósito y la salida de los colectores es muy alta y debido al control existente en algún momento ha habido caudal en el circuito primario dando por resultado un pico de potencia anómalo.

6.4.3. Temperatura del depósito de inercia y número de horas disponibles

Comparando las temperaturas en la parte superior del depósito de inercia de agua caliente tanto de la instalación real como de los datos obtenidos en TRNSYS se obtiene la figura número 92

Comparando las temperaturas medias de ambas curvas obtenemos que la media de las temperaturas en la instalación real es de $T_{mreal} = 73.83$ °C mientras que en la simulación de TRNSYS es de $T_{medTRNSYS} = 78.63$ °C, teniendo en cuenta que la variación de las temperaturas se realiza entre la mínima temperatura ambiente $T_{minamb} = 10$ °C y la temperatura máxima limitada por el control $T_{max} = 100$ °C, obtenemos que la variación entre ambas medias es del 5%

El número de horas disponibles según la simulación de TRNSYS es de 1187 mientras que en la instalación real ha sido de 736 horas, lo que puede indicar varias situaciones:

- Que las pérdidas en primario en la instalación real son mayores que las del modelo de TRNSYS
- Que TRNSYS no tiene en cuenta que la instalación pueda estar fuera de servicio.
- En la instalación real hay pérdida de datos no contempladas en TRNSYS.

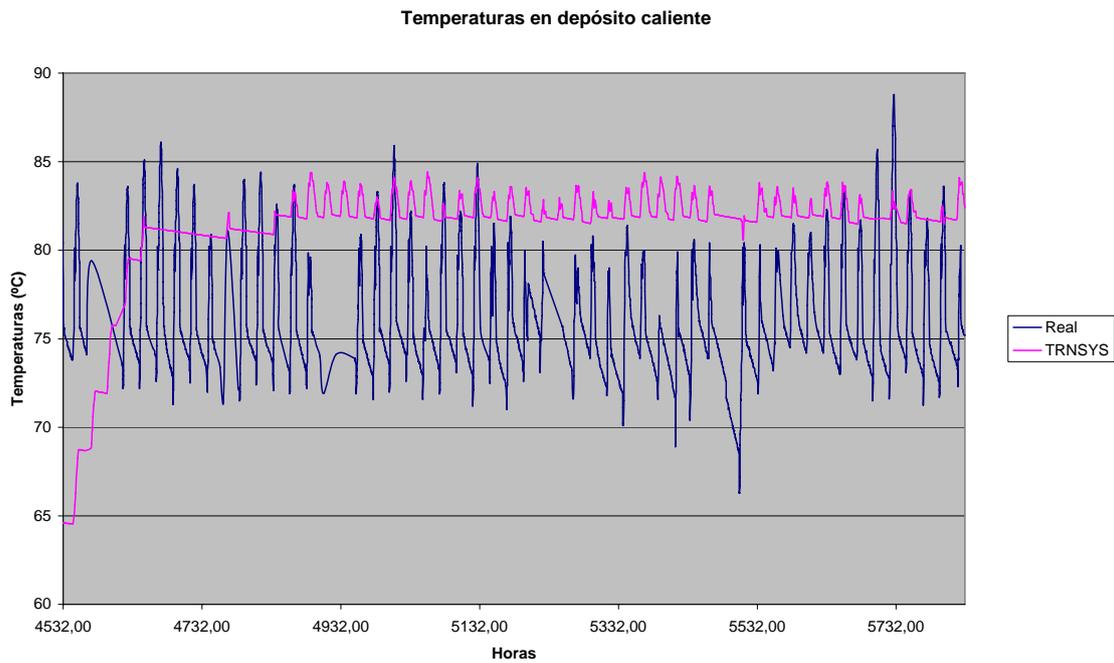


Figura 92. Comparación de las temperaturas reales en el depósito de acumulación de agua caliente con las ofrecidas por TRNSYS

6.4.4. Temperatura del agua fría a la salida de la máquina de absorción

Comparando las temperaturas a la salida de la máquina de absorción tanto de la instalación real como de de los datos obtenidos en TRNSYS se obtiene la figura número 93

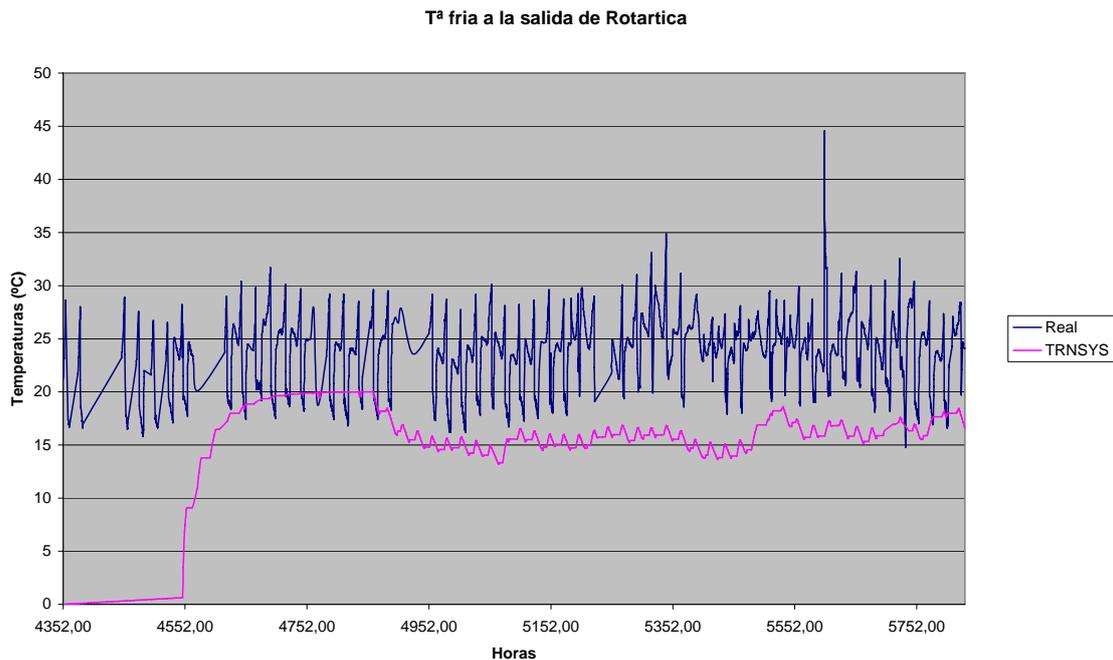


Figura 93. Comparación de las temperaturas reales a la salida de la máquina de absorción con las ofrecidas por TRNSYS

Comparando las temperaturas medias de ambas curvas obtenemos que la media de las temperaturas en la instalación real es de $T_{mreal} = 22.8 \text{ °C}$ mientras que en la simulación de TRNSYS es de $T_{medTRNSYS} = 16.57 \text{ °C}$, teniendo en cuenta que la variación de las temperaturas se realiza entre la mínima temperatura a la que puede llegar la máquina de absorción $T_{minrot} = 7 \text{ °C}$ y la temperatura máxima ambiente $T_{maxamb} = 41.6 \text{ °C}$, obtenemos que la variación entre ambas medias es del 18%

Esta variación puede ser debida a que las temperaturas en la instalación real en el generador son menores como se observa en la figura 90 por lo que el rendimiento de la máquina es menor y por lo tanto produce agua a mayor temperatura

6.4.5. Temperatura del depósito de agua fría

Comparando las temperaturas en el depósito de agua fría tanto de la instalación real como de los datos obtenidos en TRNSYS se obtiene la figura número 94

Comparando las temperaturas medias de ambas curvas obtenemos que la media de las temperaturas en la instalación real es de $T_{mreal} = 21.6 \text{ °C}$ mientras que en la simulación de TRNSYS es de $T_{medTRNSYS} = 14.37 \text{ °C}$, teniendo en cuenta que la variación de las temperaturas se realiza entre la mínima temperatura a la que puede llegar la máquina de absorción $T_{minrot} = 7 \text{ °C}$ y la

temperatura máxima amb $T_{\max\text{amb}} = 41.6 \text{ }^\circ\text{C}$, obtenemos que la variación entre ambas medias es del 21%

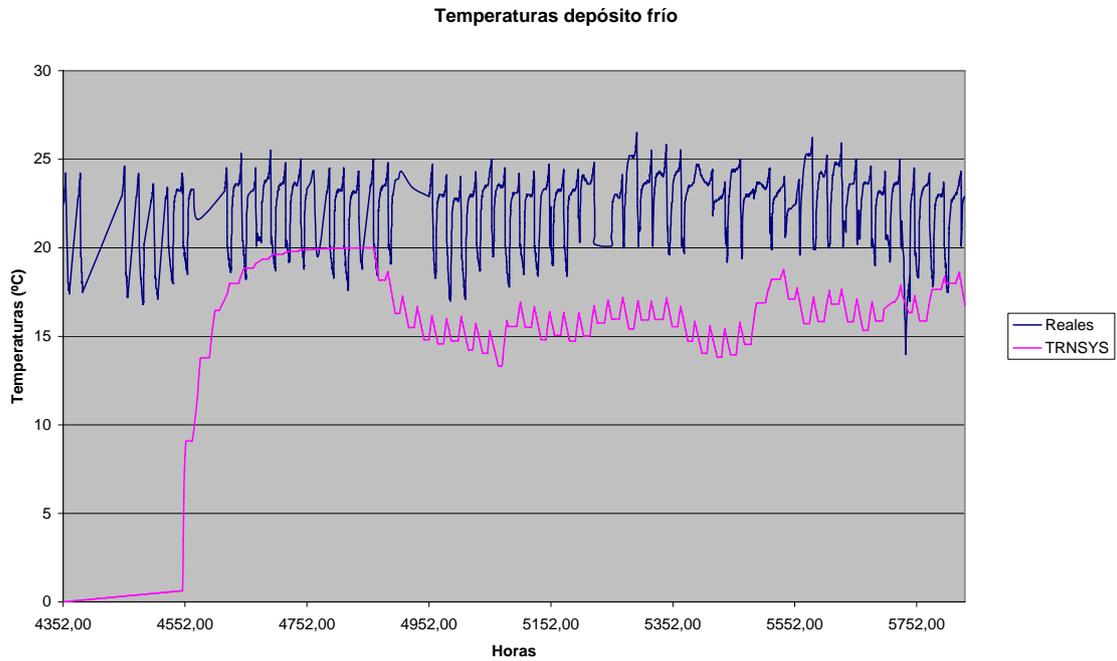


Figura 94. Comparación de las temperaturas reales en el depósito de acumulación de agua fría con las ofrecidas por TRNSYS

6.4.6. Potencia de la máquina de absorción

El valor medio de la potencia frigorífica de la máquina de absorción es $P_{\text{mTRNSYS}} = 3.77 \text{ kW}$ mientras que el de la instalación real es $P_{\text{mreal}} = 1.74 \text{ kW}$

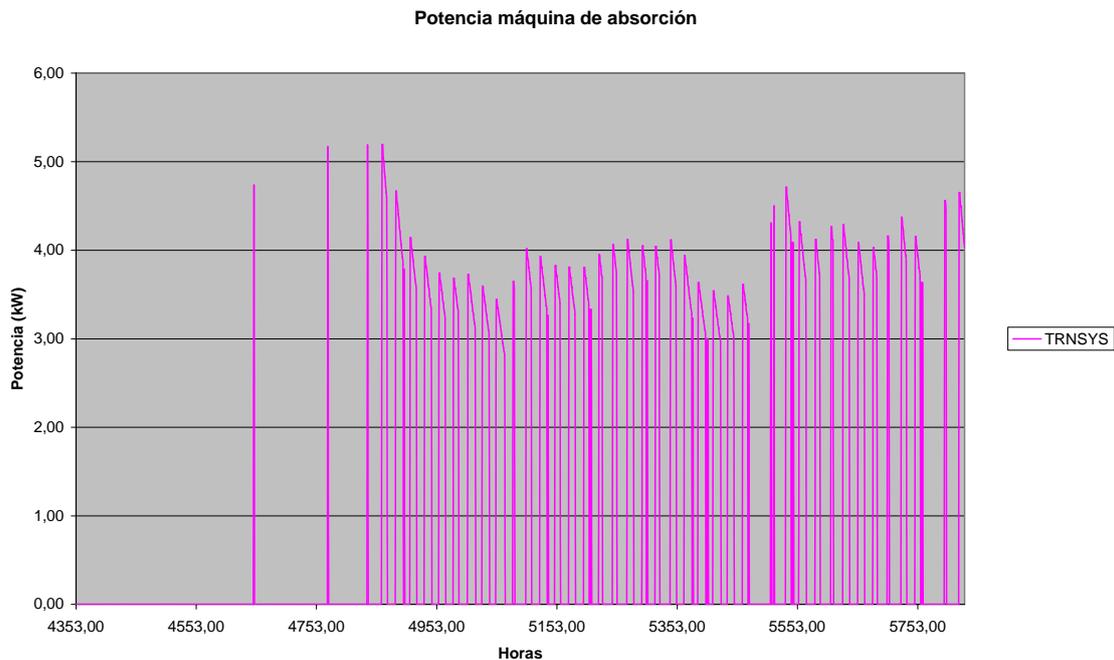


Figura 95. Potencias frigoríficas de la máquina de absorción ofrecidas por TRNSYS

6.4.7. Número de horas de funcionamiento de la máquina de absorción

El número de horas de funcionamiento de la máquina de absorción reales ha sido de 215 horas mientras que el número de horas de funcionamiento que proporciona TRNSYS es de 330

6.4.8. Energía absorbida por la máquina de absorción en el evaporador.

La energía frigorífica proporcionada por la instalación real es de $E_{\text{real}}=351$ kWh mientras que la energía en el evaporador que arroja la simulación con TRNSYS es de $E_{\text{TRNSYS}}=1.420$ kWh.

6.4.9. Comparación entre los diagramas de Sankey del modelo Real y los resultados obtenidos por TRNSYS

Comparando los diagramas de Sankey de los resultados obtenidos mediante simulación con TRNSYS y de los resultados reales durante el mismo periodo de simulación obtenemos las figuras 96 y 97, lo cual nos proporciona una idea de cual sería el máximo alcanzable por por la instalación real.

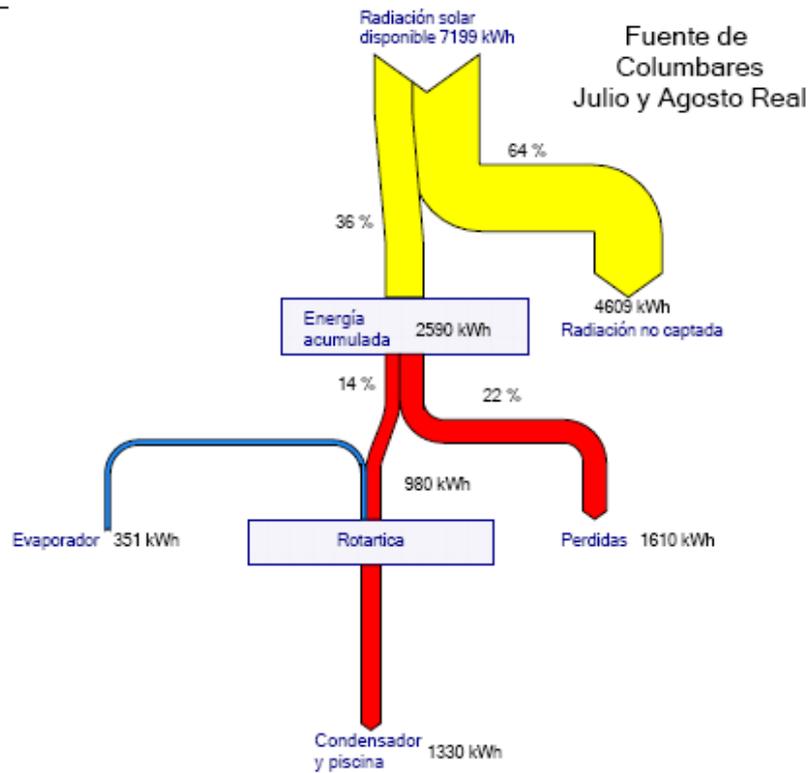


Figura 96. Diagrama de Sankey de la instalación real durante los meses en los que se ha realizado la simulación en TRNSYS

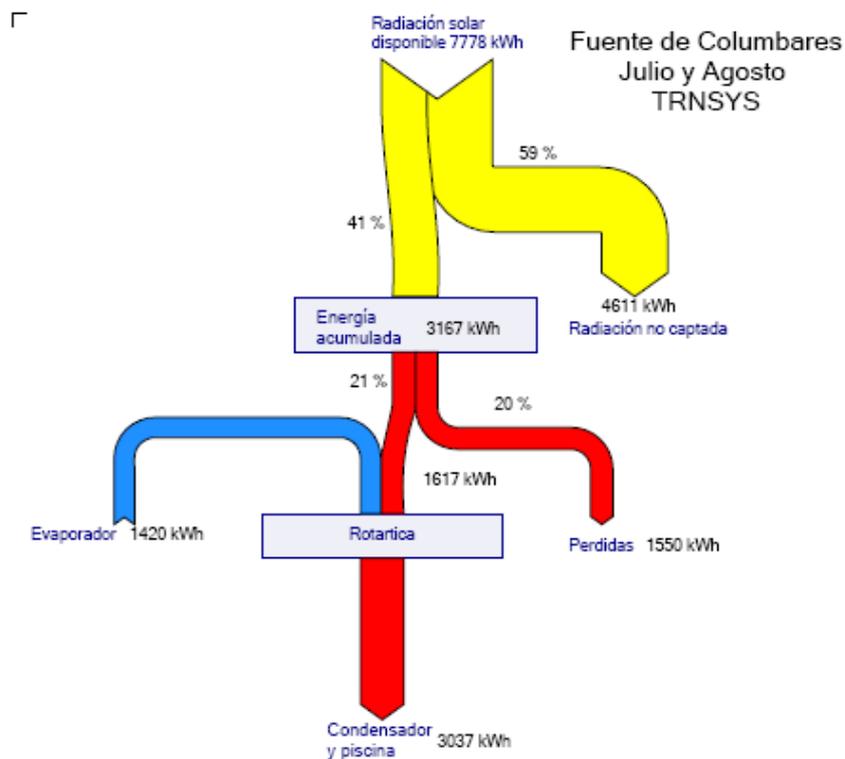


Figura 96. Diagrama de Sankey de la instalación según la simulación realizada en TRNSYS

6.5. Conclusiones

Mediante la simulación en TRNSYS es posible obtener datos con una variación de hasta el 21% en cuanto a las temperaturas que se obtienen en cualquier parte de la instalación: temperatura de salida de colectores solares, temperaturas de acumulación en depósito de inercia, temperatura del agua fría a la salida de la máquina de absorción y temperaturas de producción de frío en depósito de acumulación de agua fría.

La diferencia en los datos se va haciendo mas grande conforme avanzamos en el proceso, en la instalación de Fuente de Columbares la diferencia es de un 5% en las temperaturas de los colectores solares, de un 6% en la acumulación de agua caliente, de un 18% en la producción de agua fría y de un 21% en la acumulación de agua fría.

Debido a que las horas de producción de energía frigorífica dependen de la actuación por parte del usuario no es posible comparar los resultados de producción energética obtenidos en TRNSYS con los reales ya que en la simulación se genera frío todas las horas que es posible hacerlo mientras que en la instalación real hay horas que la instalación no actúa debido a que no existe una demanda en la sala climatizada o a problemas de la instalación por haber estado fuera de servicio.

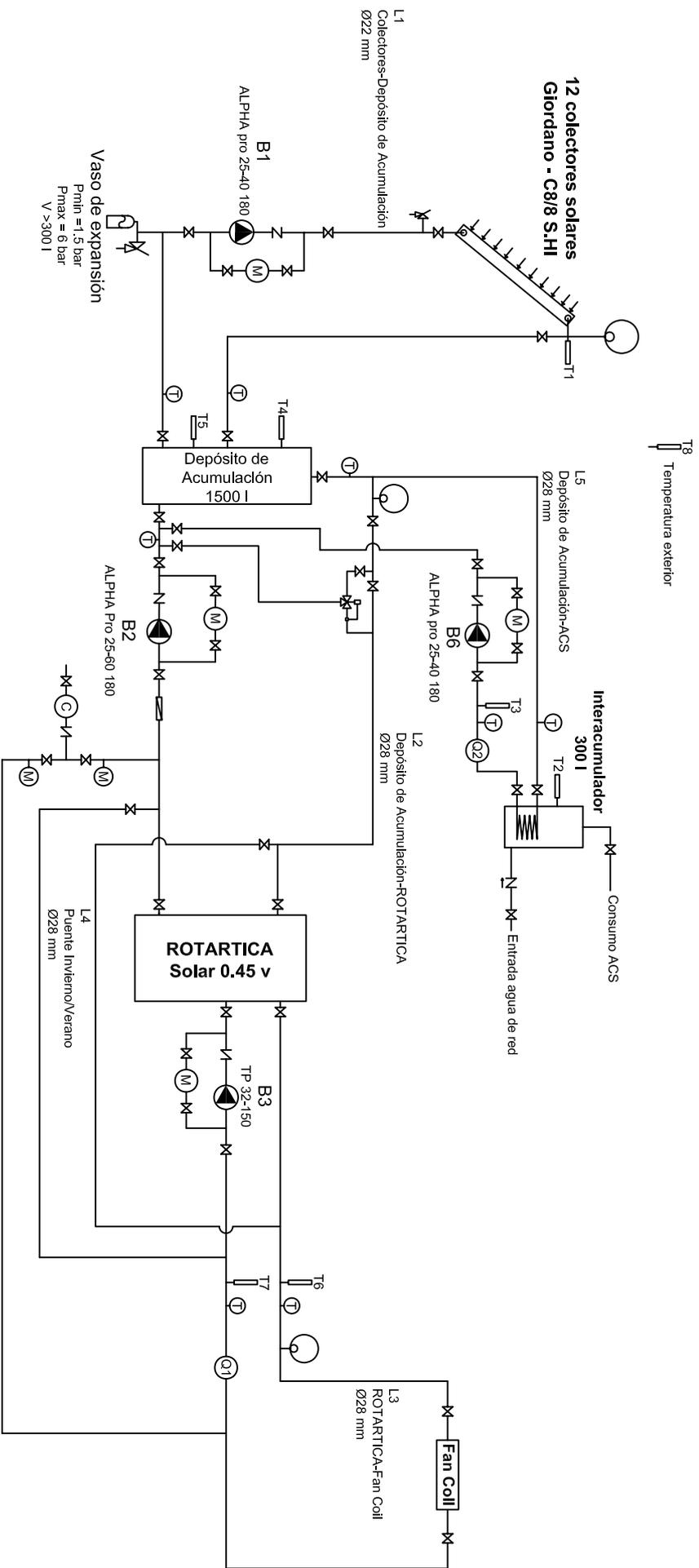
7. Conclusiones globales del proyecto

1. El sistema de absorción con máquina ROTARTICA posee un consumo eléctrico tan elevado que cuando la instalación funciona correctamente y proporciona agua fría todas las horas disponibles, el consumo eléctrico es mayor al de un sistema convencional, esta situación sería posible compensarla con el funcionamiento del resto de la instalación proporcionando calefacción y ACS pero para que el sistema sea rentable es necesario que la inversión de la instalación disminuya considerablemente.
2. Existen grandes problemas en las instalaciones debidos a deficiencias en su construcción y mantenimiento, lo que hace que las instalaciones estén fuera de servicio la mayoría del tiempo lo cual da una mala imagen al usuario de las instalaciones y dejan de utilizarlas.
3. Es mejor no dar la opción al usuario de usar el sistema solar o el convencional ya que el sistema convencional es mas cómodo en su utilización por lo que será siempre el preferido por el usuario, en caso de tener esa opción sería conveniente integrar un sistema de información al usuario de la disponibilidad de energía solar para la climatización haciendo hincapié en los beneficios de usarla frente a un sistema convencional.
4. El mayor beneficio de las instalaciones solares se obtienen con el ACS por lo cual debe ser una prioridad de utilización antes que la climatización.

5. A la hora de plantearse un sistema de absorción sería necesario plantearse cambiar de sistema de absorción a uno que no tenga un consumo eléctrico tan elevado (absorción rotativa), ya que el poco beneficio que se puede obtener con la producción solar queda mermado con el consumo eléctrico de este tipo de máquina.
6. Todas las instalaciones han dado problemas de funcionamiento durante el año de operación, por lo que es necesario un control exhaustivo sobre ellas o que el control de las instalaciones disponga de un sistema de alarma para que avise de forma automática a los usuarios y al mantenimiento para su pronta reparación.
7. Con el modelo de simulación en TRNSYS es posible obtener datos con una variación de hasta el 21% en cuanto a las temperaturas que se obtienen en cualquier parte de la instalación lo cual es útil para conocer una aproximación de cual será el funcionamiento real de la instalación y cuales son los máximos posibles de producción energética.
8. El error que se va generando en la simulación en TRNSYS con respecto a la realidad es debido a varias situaciones, primero al arrastre de errores que se van sumando conforme avanza el proceso y segundo debido a situaciones no contempladas en un modelo de simulación como averías o comportamientos no contemplados por parte de los usuarios.
9. Como en cualquier modelo de simulación, debido a que las horas de producción de energía frigorífica dependen de la actuación por parte del usuario no es posible comparar los resultados obtenidos en TRNSYS con los reales en cuanto a resultados de producción energética, aunque si son válidos los resultados de forma cualitativa como temperaturas y potencias.

II.- PLANOS

1. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA.
2. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.
3. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE LA MANGA CLUB RESORT.
4. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DE YECLA.
5. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DEL VIVERO DE EMPRESAS DE FUENTE ÁLAMO
6. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DEL CENTRO DE AGROECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE EN BULLAS
7. . ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE FUENTE DE COLUMBARES
8. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DEL CENTRO DE FORMACIÓN Y EXPERIENCIAS AGRARIAS DE MOLINA DE SEGURA.
9. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DEL CENTRO REGIONAL DE INDUSTRIA Y ENERGÍA

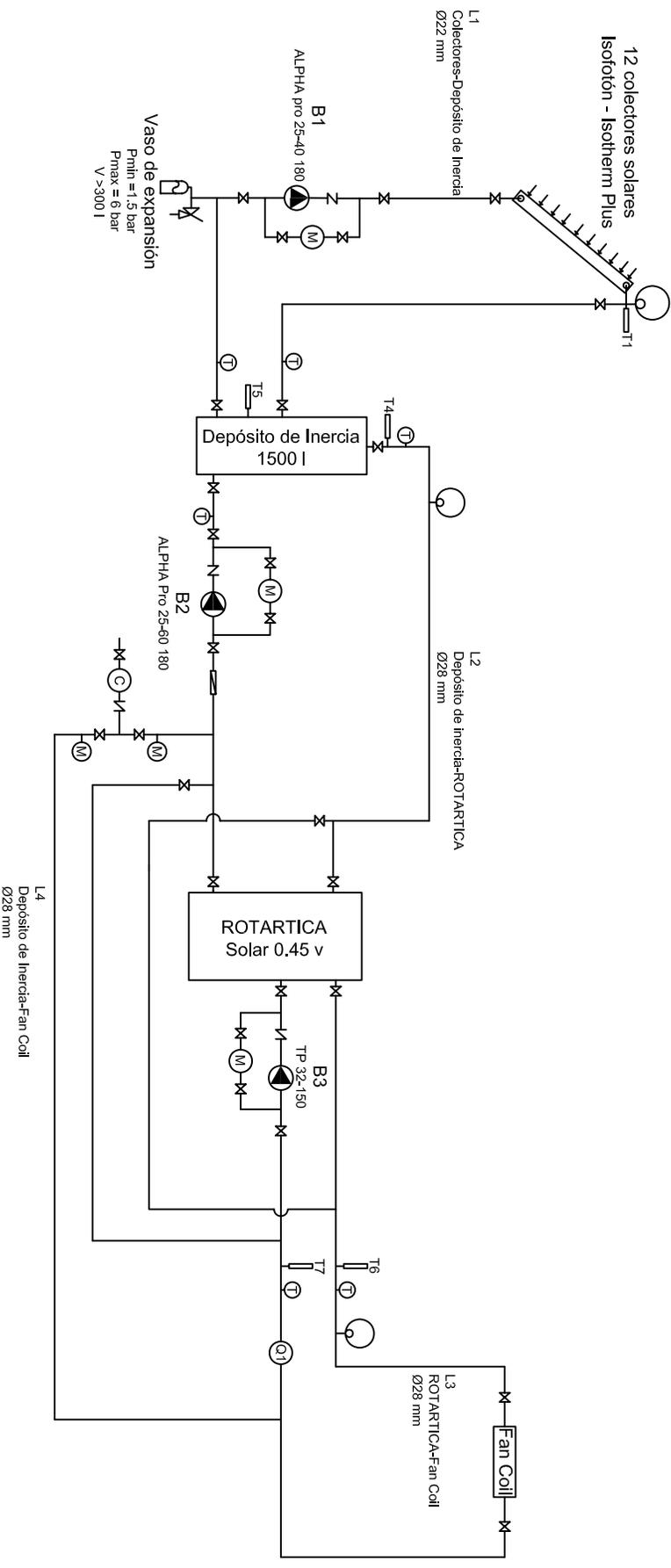


Vaso de expansión
 P_{min} = 1,5 bar
 P_{max} = 6 bar
 V > 300 l

- ⊗ Válvula de corte
- ⊗ Válvula antirretorno
- ⊗ Válvula de seguridad
- ⊗ Válvula termostática
- ⊗ Regulador de caudal
- ⊗ Purgador
- ⊗ Sonda de temperatura Pt-100
- ⊗ Termómetro
- ⊗ Manómetro
- ⊗ Caudalímetro
- ⊗ Contador de agua

Dibujado	Fecha	Nombre	Firma
Comprobado		ARGEM	
Revisado			

ESCALA	Esquema instalación Animatorio de la Universidad de Murcia	Nº PLANO
S/E		Sustituye a
		Sustituido por



- ⊗ Válvula de corte
- ⊗ Válvula antirretorno
- ⊗ Válvula de seguridad
- ⊗ Regulador de caudal
- ⊗ Purgador
- ⊗ Sonda de temperatura Pt-100
- ⊗ Termómetro
- ⊗ Manómetro
- ⊗ Caudalímetro
- ⊗ Contador de agua

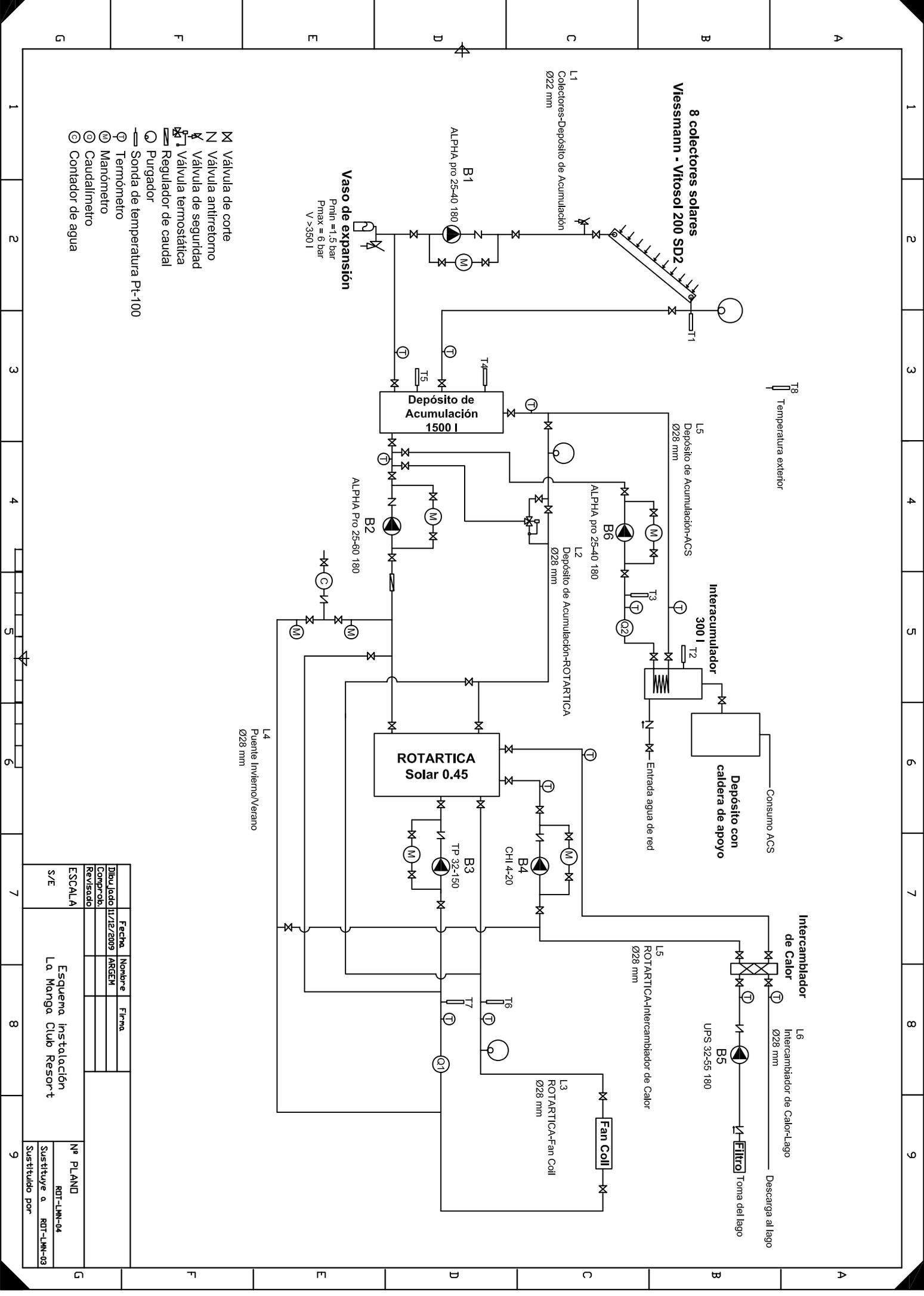
Dibujado	Fecha	Nombre	Firma
Comprob.	26/12/2007	ARGEM	
Revisado			

ESCALA	Esquema Instalación de Cartagena	Nº PLANO
S/E		Sustituye a
		Sustituido por

1 2 3 4 5 6 7 8 9

A B C D E F G

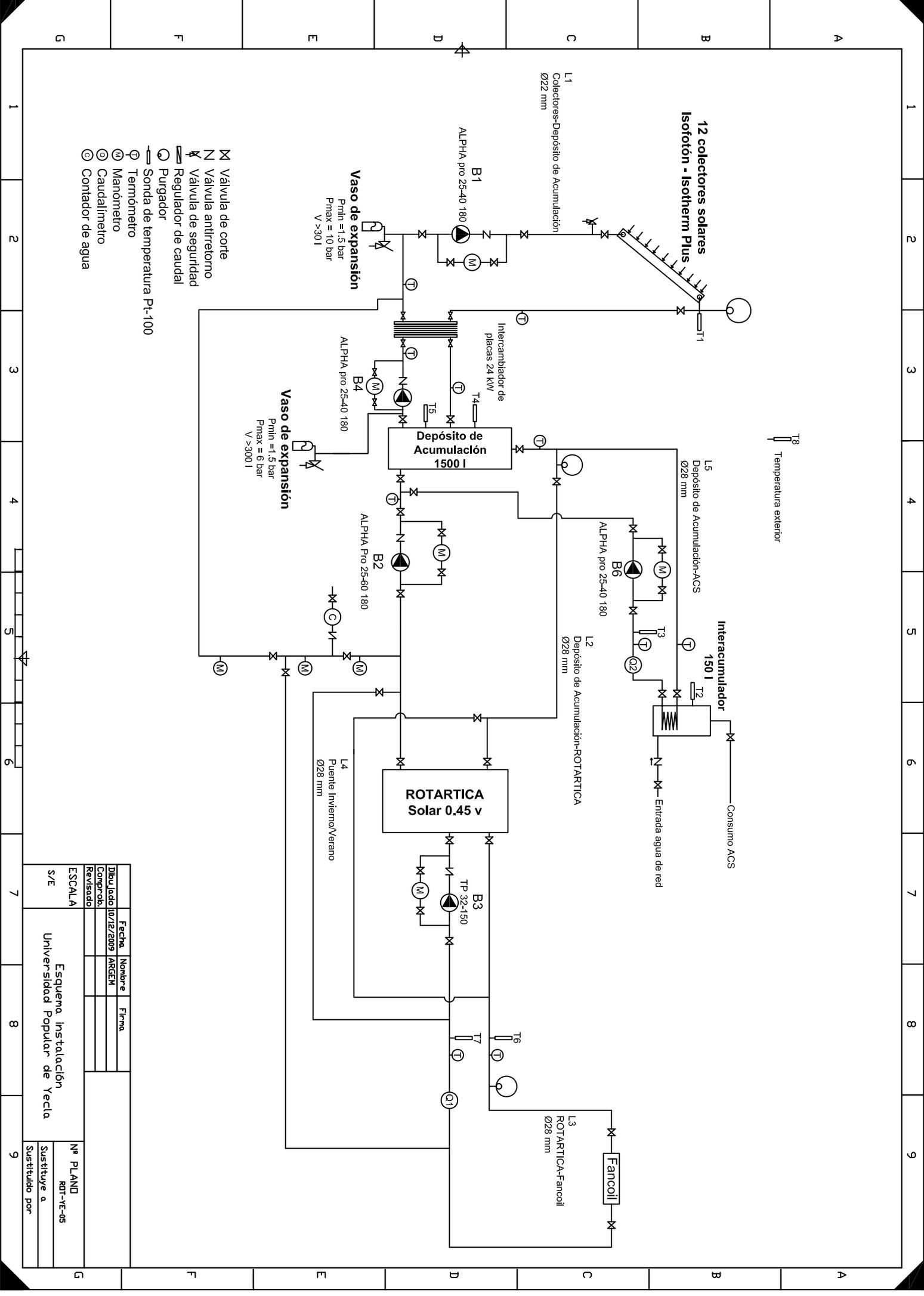
A B C D E F G



- ⊗ Válvula de corte
- ⊗ Válvula antirretorno
- ⊗ Válvula de seguridad
- ⊗ Válvula termostática
- ⊗ Regulador de caudal
- ⊗ Purgador
- ⊗ Sonda de temperatura Pt-100
- ⊗ Termómetro
- ⊗ Manómetro
- ⊗ Caudalímetro
- ⊗ Contador de agua

Nombre	Fecha	Nombre	Firma
Dibujado	11/12/2009	ARGEM	
Comprobado			
Revisado			

ESCALA		Nº PLANO	
S/E		RDT-LMN-04	
La Manga Club Resort		Sustituye a RDT-LMN-03	
		Sustituido por	



T8
Temperatura exterior

12 colectores solares
Isotherm Plus

L1
Colectores-Deposito de Acumulación
Ø22 mm

Vaso de expansión
P_{min} = 1,5 bar
P_{max} = 10 bar
V > 30 l

Vaso de expansión
P_{min} = 1,5 bar
P_{max} = 6 bar
V > 300 l

Intercambiador
1501 I

L5
Deposito de Acumulación-ACS
Ø28 mm

L2
Deposito de Acumulación-ROTARTICA
Ø28 mm

ROTARTICA
Solar 0.45 v

L4
Puente Invierno/Verano
Ø28 mm

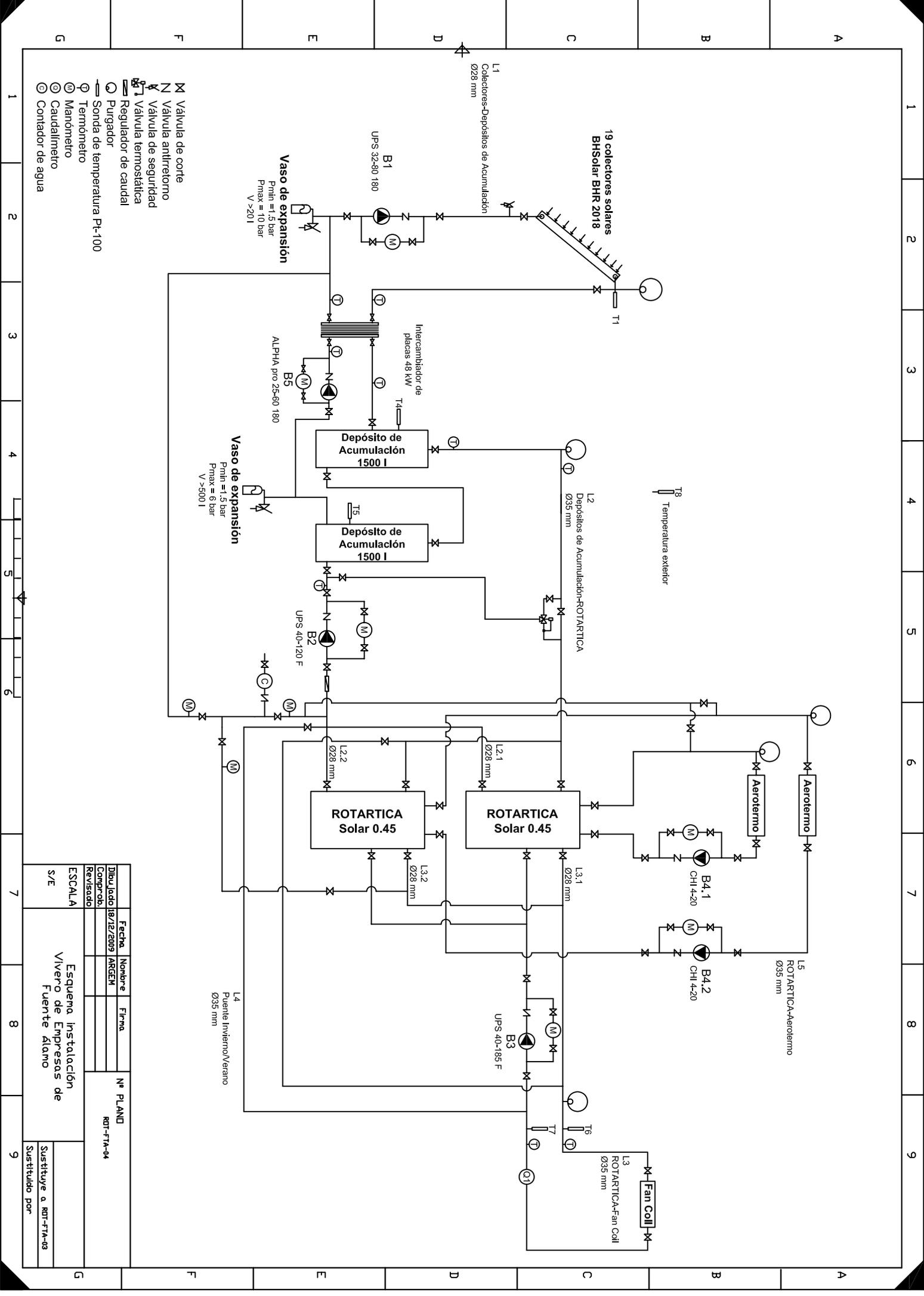
L3
ROTARTICA-Fancoil
Ø28 mm

- ⊗ Válvula de corte
- ⊗ Válvula antirretorno
- ⊗ Válvula de seguridad
- ⊗ Regulador de caudal
- ⊗ Purgador
- ⊗ Sonda de temperatura Pt-100
- ⊗ Termómetro
- ⊗ Manómetro
- ⊗ Caudalímetro
- ⊗ Contador de agua

Fecha	Nombre	Firma
10/12/2009	ARGEM	
Comprobado		
Revisado		

Esquema Instalación
Universidad Popular de Yecla

Nº PLANO	R01-VE-05
Sustituye a	
Sustituido por	

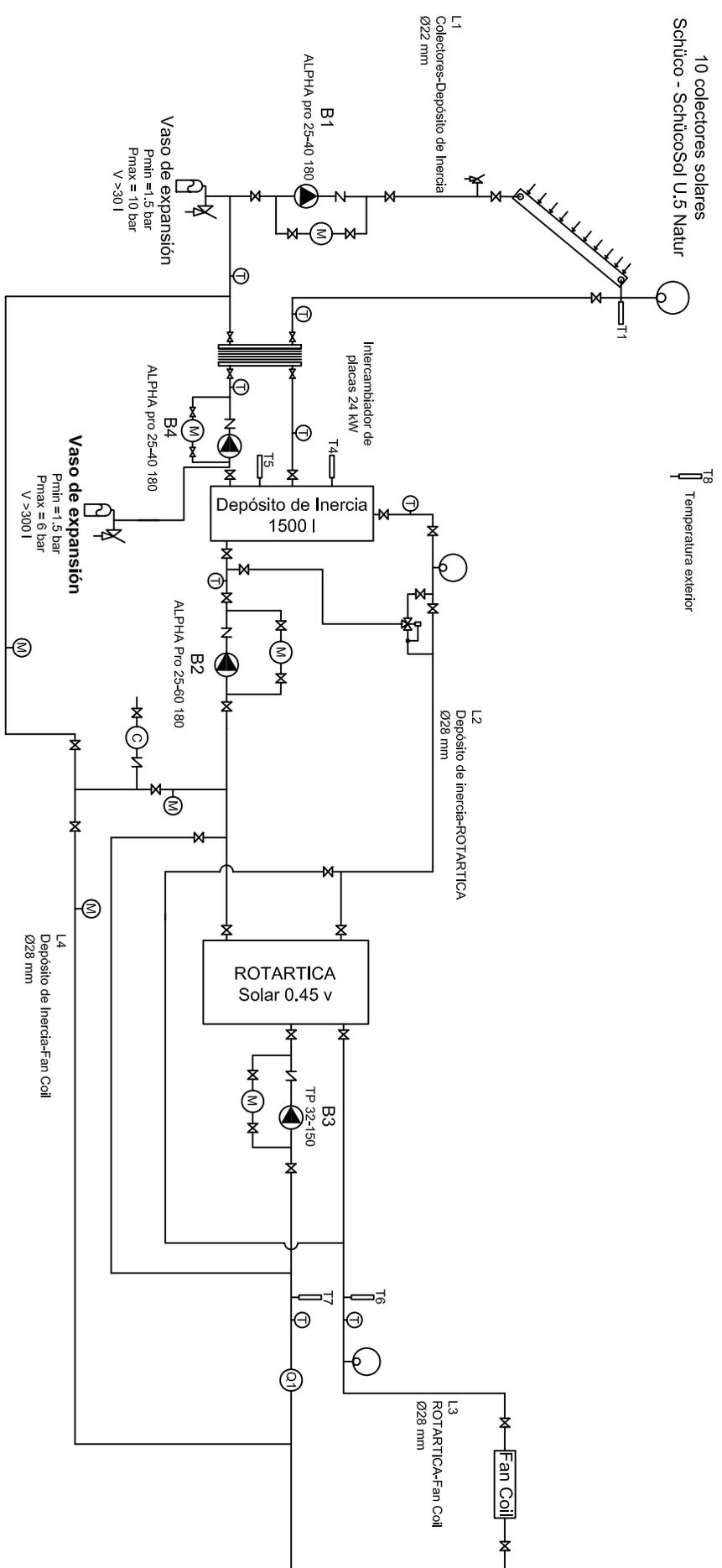


- M Válvula de corte
- N Válvula antirretorno
- N Válvula de seguridad
- N Válvula termostática
- R Regulador de caudal
- P Purgador
- ⊖ Sonda de temperatura Pt-100
- ⊖ Termómetro
- ⊖ Manómetro
- ⊖ Caudalímetro
- ⊖ Contador de agua

Vaso de expansión
 P_{mini} = 1,5 bar
 P_{max} = 10 bar
 V > 20 l

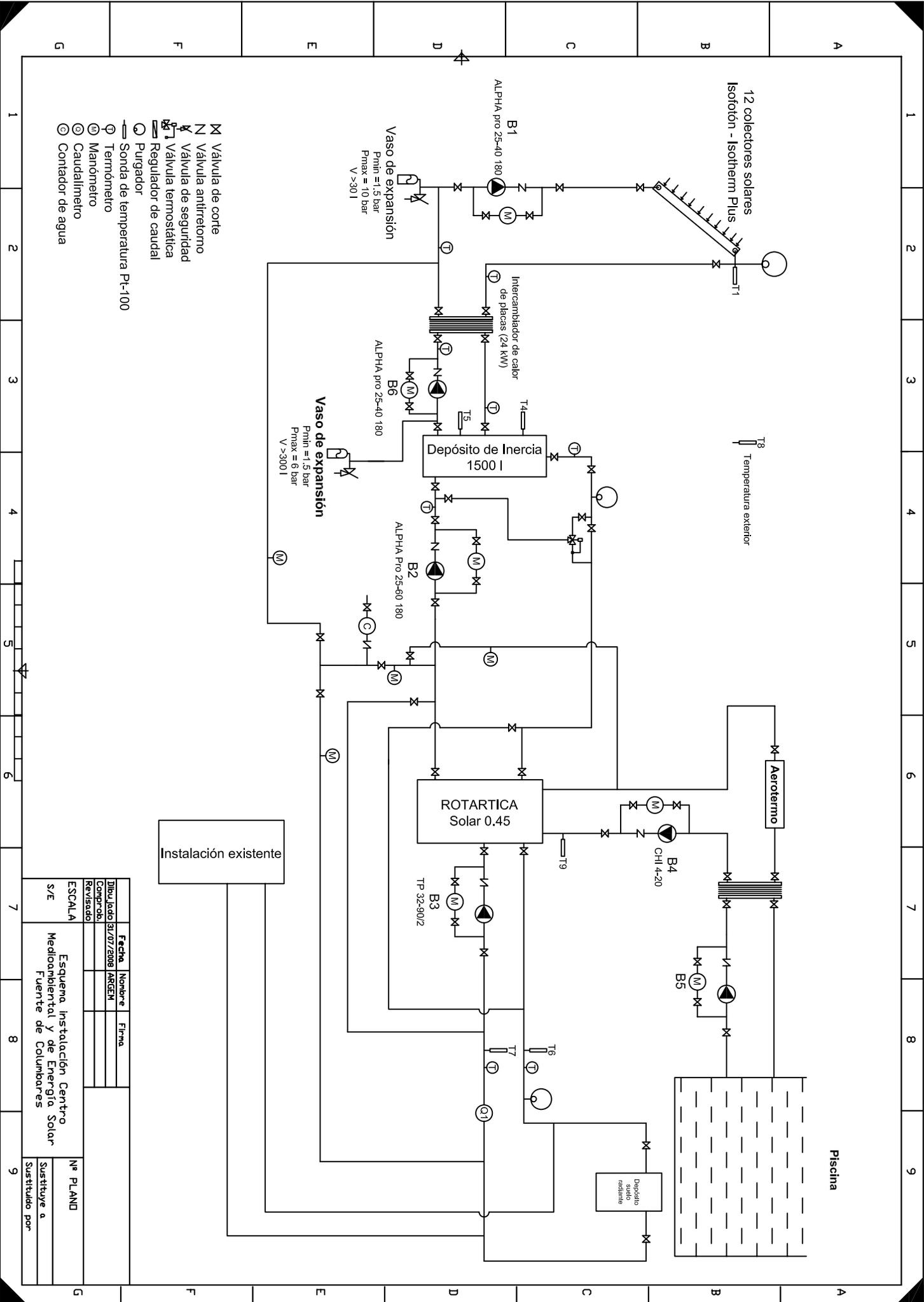
Vaso de expansión
 P_{mini} = 1,5 bar
 P_{max} = 6 bar
 V > 5000 l

Fecha	Nombre	Firma	Nº PLANO
18/12/2009	ARGEM		ROT-FTA-04
Dibuñado por: _____ Comprobado por: _____ Revisado por: _____			
ESCALA S/E			Esquema instalación Vivero de Empresas de Fuente Álamo
Sustituye a ROT-FTA-03			Sustituido por



- M Válvula de corte
- N Válvula antirretorno
- W Válvula de seguridad
- W1 Válvula termostática
- Regulador de caudal
- Purgador
- Sonda de temperatura Pt-100
- Q Termómetro
- Ⓜ Manómetro
- Ⓢ Caudalímetro
- Ⓢ Contador de agua

Dibujado	Fecha	Nombre	Firma
18/03/2008	ARCEM		
Revisado:			
ESCALA			
s/E			
Esquema, instalación			Nº PLANO
Fundación Tierra Integral			Sustituye a
			Sustituido por



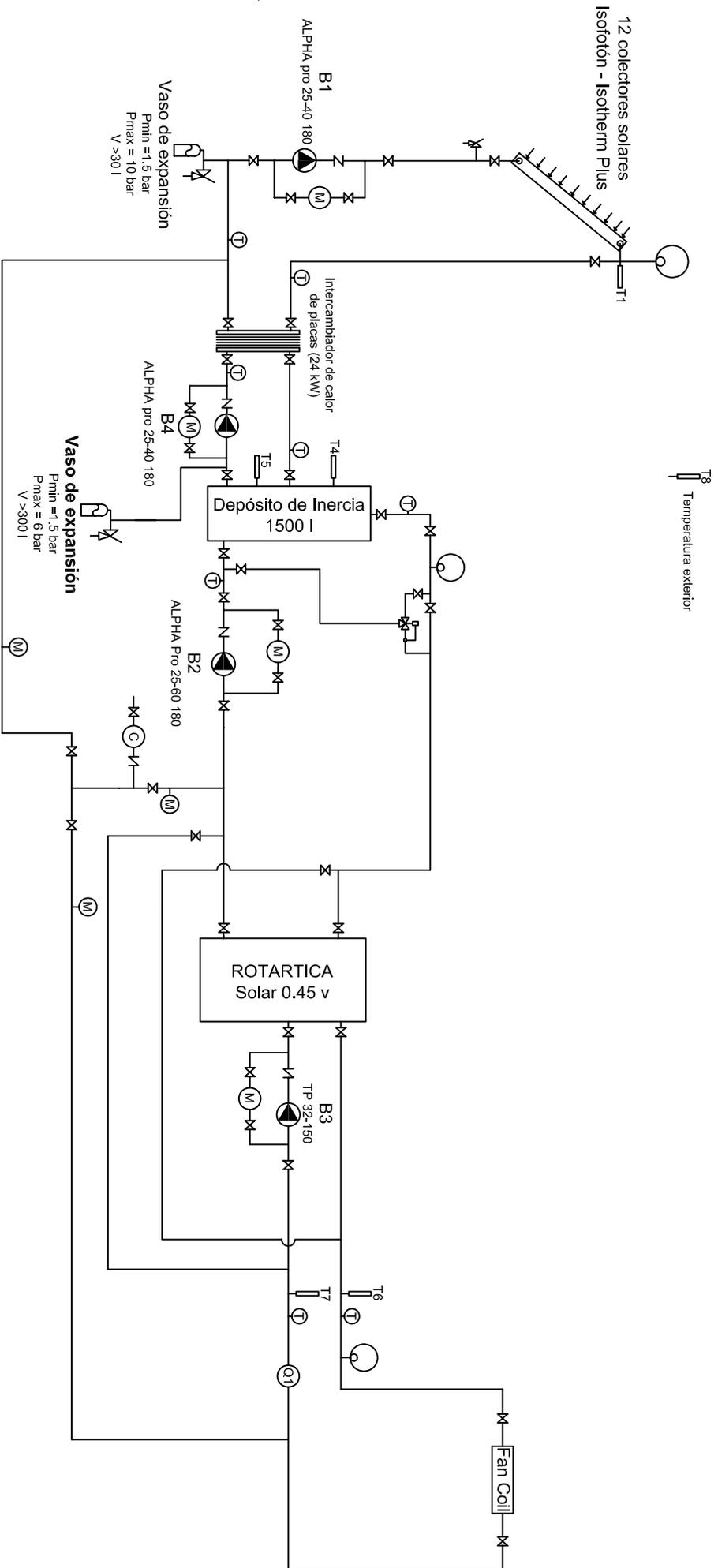
- ⊗ Válvula de corte
- ⊗ Válvula antirretorno
- ⊗ Válvula de seguridad
- ⊗ Válvula termostática
- ⊗ Regulador de caudal
- ⊗ Purgador
- ⊗ Sonda de temperatura Pt-100
- ⊗ Termómetro
- ⊗ Manómetro
- ⊗ Caudalímetro
- ⊗ Contador de agua

Instalación existente

Dibujado	Fecha	Nombre	Firma
Comprob.	31/07/2008	ARGEM	
Revisado			

ESCALA	Nº PLANO
S/E	

Fuente de	Sustituido por
Medioambiental y de Energía Solar	
Fuente de Columbares	

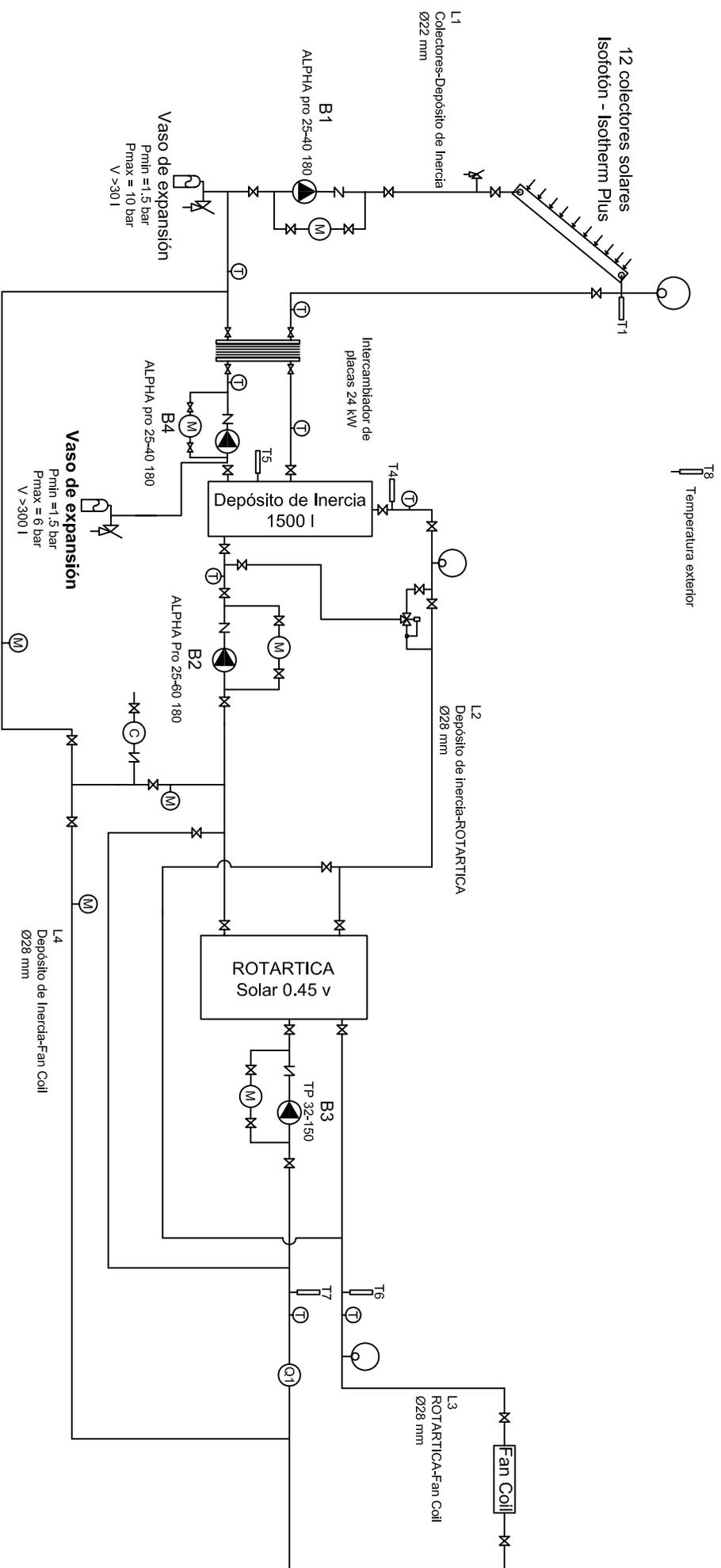


T8
Temperatura exterior

- ✂ Válvula de corte
- N Válvula antirretorno
- ✂ Válvula de seguridad
- ✂ Válvula termostática
- ⊖ Regulador de caudal
- ⊖ Purgador
- Sonda de temperatura Pt-100
- ⊖ Termómetro
- ⊖ Manómetro
- ⊖ Caudalímetro
- ⊖ Contador de agua

Dibujado	Fecha	Nombre	Firma
18/03/2008	ARGEM		
Comprobado			
Revisado			

ESCALA	Esquema Instalación Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Molina de Segura	Nº PLANO
S/E		Sustituye a Sustituido por



- ✕ Válvula de corte
- N Válvula antirretorno
- ✕ Válvula de seguridad
- ✕ Válvula termostática
- ⊖ Regulador de caudal
- ⊖ Purgador
- Sonda de temperatura Pt-100
- ⊖ Termómetro
- ⊖ Manómetro
- ⊖ Caudalímetro
- ⊖ Contador de agua

Fecha	Nombre	Firma
18/03/2008	ARGEM	
Comprobado		
Revisado		

ESCALA	Esquema Instalación Centro de Industria y Energía	Nº PLANO
S/E		Sustituye a
		Sustituido por

III.- BIBLIOGRAFÍA

- Atlas de radiación solar y temperatura ambiente en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Agencia de Gestión de la Energía de la Región de Murcia.
- R.D. 314/2006 de 17 de marzo. Código técnico de la edificación.
- Proyecto de dimensionamiento, montaje y análisis del funcionamiento de una instalación de climatización basado en un sistema solar térmico y una máquina de absorción de pequeña potencia. Rafael Martínez Sánchez
- Proyecto de 8 instalaciones de refrigeración y calefacción con energía solar térmica. Consuelo Sánchez Herrero
- Plan de acción nacional de energías renovables de España (PANER) 2010-2020.
- Manual de TRNSYS 16
- Manual de uso y mantenimiento de cada una de las instalaciones de refrigeración solar contempladas en este proyecto

IV.- ANEXOS

- CATÁLOGO Y DATOS TÉCNICOS DE LA MÁQUINA DE ABSORCIÓN ROTARTICA
- DATOS TÉCNICOS COLECTORES SOLARES ISONOX II DE ISOFOTÓN
- DATOS TÉCNICOS DEL DEPÓSITO DE INERCIA LAPESA

clima natural



LÍNEA SOLAR TÉRMICA

MANUAL DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO

V. MI070400

CLIMATIZADORA

ROTARTICA SOLAR 045v

Índice

01/	ADVERTENCIAS GENERALES	3
02/	TRASLADO DEL APARATO.....	3
03/	EMPLAZAMIENTO	4
04/	RECOMENDACIONES PREVIAS	5
05/	DESCRIPCIÓN DEL APARATO.....	5
05.1/	DIMENSIONES EXTERIORES	6
05.2/	PARTES DEL APARATO	6
05.3/	CIRCUITOS HIDRÁULICOS	6
06/	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	7
07/	FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL APARATO	8
07.1.1/	<i>Esquema tipo de una instalación completa.....</i>	<i>9</i>
08/	INSTALACIÓN.....	10
08.1/	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	10
08.1.1/	<i>Conexiones hidráulicas del aparato</i>	<i>10</i>
08.2/	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	11
09/	PUESTA EN SERVICIO.....	12
09.1/	PORTAMANDOS.....	12
09.2/	LLENADO DE CIRCUITOS	13
09.3/	PURGADO DE CIRCUITOS.....	14
09.4/	PUESTA EN MARCHA DEL APARATO	14
010/	PARADA DEL APARATO.....	15
011/	BLOQUEO / DESBLOQUEO DEL APARATO.....	16
011.1/	BLOQUEO	16
011.2/	DESBLOQUEO	16
012/	MANTENIMIENTO.....	17
013/	PRECAUCIONES CONTRA LAS HELADAS.....	18
014/	ADVERTENCIAS EN CASO DE EMERGENCIA	18
014.1/	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	19
014.2/	INSTALACIÓN HIDRÁULICA.....	19
015/	ANOMALÍAS DE FUNCIONAMIENTO	19

Antes de comenzar con la instalación del aparato leer atentamente las indicaciones presentadas en este manual de instalación y mantenimiento.

Si el aparato se vende o transfiere a otra propiedad, debe ir siempre acompañado de este manual de instalación y mantenimiento.

Acerca de este manual.

Esta guía proporciona información necesaria para la correcta instalación y posterior mantenimiento del aparato de climatización **ROTARTICA SOLAR 045v**.

A lo largo de este manual encontrará importantes textos de advertencia que deberá seguir en todo momento:

 ADVERTENCIA
Los textos bajo la rúbrica ADVERTENCIA indican riesgos de DAÑOS PERSONALES si no se siguen las instrucciones contenidas en el texto.

ATENCIÓN
Los textos bajo la rúbrica ATENCIÓN indican riesgos de daños en su aparato ROTARTICA si no se siguen las recomendaciones contenidas en el texto.

Este Manual de Instalación y Mantenimiento contiene, así mismo, importante información sobre las condiciones de validez de la garantía.

En **ROTARTICA, S.A.** mantenemos las técnicas de diseño, desarrollo y fabricación en un estado de continuo desarrollo, por lo que nos reservamos el derecho de introducir modificaciones sin previo aviso en el curso de la producción, tanto respecto a los componentes como respecto a las especificaciones.

Para cualquier pregunta referente al aparato **ROTARTICA SOLAR 045v**, accesorios, garantías, etc. sírvase dirigirse a un instalador autorizado, que gustosamente atenderá sus solicitudes.

Un saludo cordial

ROTARTICA, S.A.

01/ ADVERTENCIAS GENERALES

- La instalación del aparato debe ser efectuada por personal debidamente cualificado, que tenga competencia técnica específica en el sector de instalación de acondicionamiento de aire y que esté autorizado por **ROTARTICA S.A.**
- La instalación debe efectuarse siguiendo las instrucciones indicadas en este manual.
- Este aparato deberá destinarse únicamente al uso para el cual ha sido expresamente concebido, es decir, para todas las aplicaciones de refrigeración y acondicionamiento que respeten las condiciones de funcionamiento del mismo. Cualquier otro uso, se considerará inadecuado y por lo tanto, peligroso.
- Se recomienda proteger el aparato de usos inadecuados que puedan constituir algún peligro. (Ejemplo: Mantenerlo alejado de zonas de juego de niños).
- Está excluida cualquier responsabilidad contractual y extracontractual del fabricante por los daños causados por errores de instalación o uso, así como por la no observación de las recomendaciones e instrucciones suministradas por el fabricante.
- Tras quitar el embalaje al aparato, es importante asegurarse de la retirada del mismo. Los elementos de embalaje (bolsas de plástico, poliuretano expandido, clavos, etc.) no deben dejarse al alcance de los niños, por cuanto pueden suponer una potencial fuente de peligro.

02/ TRASLADO DEL APARATO



Cualquier operación de desplazamiento de **ROTARTICA SOLAR 045v** puede realizarse sin dificultad ya que el aparato se encuentra embalado sobre un palet.

- Si el movimiento es en el plano horizontal, se coge el palet por medio de un traspallet o de una carretilla elevadora y se traslada al lugar donde debe ir instalado.
- Si el movimiento es en el plano vertical y el aparato debe ser izado, se colocan las eslingas por debajo del palet y el aparato puede ser izado sin ningún problema.

ATENCIÓN

Se aconseja no desembalar el aparato hasta el momento de su instalación para evitar posibles desperfectos en el mismo.

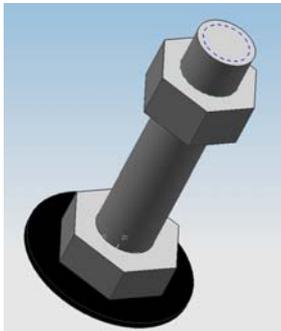
ATENCIÓN

Una vez que el aparato ha sido desembalado no utilizar eslingas ni realizar desplazamientos empujándolo por un lateral, ya que alguna pieza del interior podría resultar dañada.

03/ EMPLAZAMIENTO

ROTARTICA SOLAR 045v debe ser instalado en un lugar de fácil acceso. Si esto no es posible, el lugar seleccionado debe reunir las condiciones necesarias para transportar el aparato con medios tales como grúa, carretilla elevadora,...

- Colocar el aparato sobre una superficie plana y en un lugar donde no exista posibilidad de acumulación de agua de lluvia.
- El aparato se colocará sobre las juntas de goma proporcionadas con el equipo de la forma mostrada en la siguiente figura:



El conjunto se compone de:

- 1.- Tornillo hexagonal M14, L=60 DIN 933
- 2.- Tuerca hexagonal M14 DIN 934
- 3.- Goma de pata $\Phi= 40\text{mm}$ y $e = 1,5\text{mm}$

- En el momento de la instalación, el aparato debe nivelarse a través de las patas regulables.
- El lugar donde vaya a instalarse el aparato debe disponer de los siguientes elementos para la correcta conexión del equipo:
 - Toma de corriente eléctrica.
 - Toma de agua, para el llenado de los diferentes circuitos.
 - Desagüe, para el vaciado de los diferentes circuitos.

- Si el lugar elegido es de acceso público debe colocarse obligatoriamente un cierre metálico o de otro material, para impedir el acceso directo al aparato y a la instalación.
- Medidas del aparato para su reparación:
 - Es necesario mantener una distancia de 800mm, libres, alrededor del aparato para poder acceder a él en caso de necesitar alguna intervención de reparación o mantenimiento.

04/ RECOMENDACIONES PREVIAS

Previo puesta en marcha de la unidad, personal cualificado debe verificar:

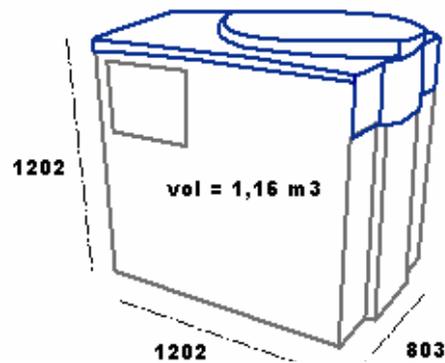
- Que los datos de la red de alimentación eléctrica son los que figuran en la placa de características.
- Que la estanqueidad de los circuitos de agua fría y caliente es correcta.
- Que el aparato está correctamente conectado a una eficaz instalación de puesta a tierra, tal y como está previsto en las vigentes normas de seguridad eléctrica. El fabricante nunca será considerado responsable de eventuales daños provocados por falta de puesta a tierra de la instalación.
- En caso de avería y/o mal funcionamiento, el aparato se detendrá. La anomalía se señalará por el encendido de un led y se identificará a través de un código de alarma.
NO INTENTE REPARAR LA AVERÍA.
- Para garantizar la eficacia de la reparación y para el correcto funcionamiento del aparato, es necesario que dicha reparación sea realizada por personal cualificado. Se recomienda realizar el mantenimiento anual indicado por el fabricante. La reparación de los aparatos deberá ser efectuada utilizando únicamente recambios originales. El no cumplimiento de estas normas supondrá la pérdida de garantía del aparato.

05/ DESCRIPCIÓN DEL APARATO

Un aparato de absorción funciona en base a un ciclo termodinámico que permite refrigerar prescindiendo del compresor necesario en un aparato de Aire Acondicionado, y de su correspondiente consumo eléctrico.

El aparato **ROTARTICA SOLAR 045v**, activado con agua caliente proveniente de colectores solares térmicos, produce agua fría que se destina a refrigerar estancias mediante fan-coils o suelo/techo radiante.

05.1/ Dimensiones exteriores



05.2/ Partes del aparato



- 1.- Portamandos
- 2.- Ventilador



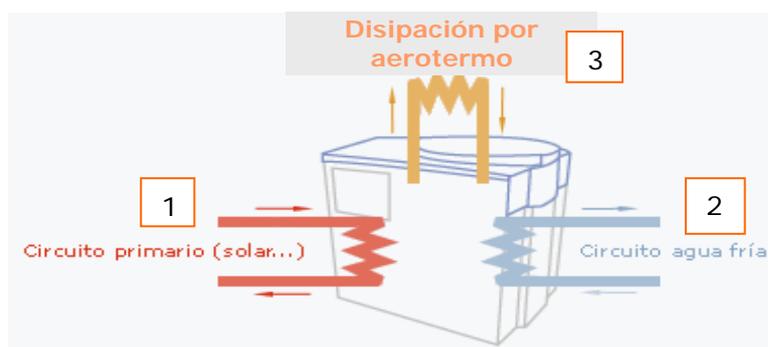
- 1.- Guarda lateral derecha
- 2.- Intercambiador principal
- 3.- Guarda lateral izquierda
- 4.- Seccionador
- 5.- Conexiones hidráulicas

ATENCIÓN

El accionamiento de la parada de emergencia, mientras el aparato está en marcha, puede causar daños irreversibles en el mismo. No accionar la parada de emergencia excepto en caso de peligro inminente.

05.3/ Circuitos Hidráulicos

El aparato **ROTARTICA SOLAR 045v** cuenta para su funcionamiento con los tres circuitos que se presentan a continuación:



1. Circuito de alimentación o solar, de donde el aparato capta la energía, en forma de calor, que necesita para funcionar.
2. Circuito de agua fría, que aporta el agua que circulará a los fan-coils o a los sistemas radiantes, y que climatizará la estancia correspondiente.
3. Circuito de agua caliente sobrante, que se quedará dentro de la carcasa para su disipación a través del aerotermo.

06/ CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

ROTARTICA			
PRESTACIONES DE PRODUCTO		ENFRIADORA SOLAR Aire-Agua	
		Tecnología	ABSORCIÓN DE SIMPLE EFECTO LiBr/H2O
		Marca	ROTARTICA
		Modelo	SOLAR 045v
Datos de producto	Empresa	ROTARTICA	
	Producto	Enfriadora Aire-Agua	
	Potencia nominal de refrigeración	4,5 kW	
	Accionamiento	Agua calentada a 90°C	
	Absorbente/Refrigerante	LiBr/H2O	
Circuito Agua Fría	Capacidad (kW)	4,50	
	Caudal (m3/h)	1,56	
	Pérdida de carga (bar)	0,52	
Circuito Aporte Energía	Aporte calor al generador (kW) a 90°	7,20	
	Caudal (m3/h)	0,90	
	Pérdida de carga (bar)	0,36	
Suministro eléctrico	Consumo eléctrico aparato absorción (kW)	1,11	
Temperaturas	Nominal de entrada al Generador (°C)	90	
	Nominal de salida frío (°C)	12	
	Ambiente (influye para disipación seca)	30	
Dimensiones	Largo (mm)	1202	
	Ancho (mm)	803	
	Altura (mm)	1202	
	Volumen (m3)	1,16	
	Peso (kg)	290	
Condiciones nominales:			
Circuito primario: 90°C y caudal 15 l/min, Circuito agua fría: 12°C y caudal 26 l/min, Circuito agua caliente retorno: 35°C (disipación seca) y caudal 33l/min			
Instalación			
Suministro de energía a través del panel solar + caldera (independientemente o de forma conjunta), conexiones hidráulicas: 4 conexiones de 1", Instalación exterior, No precisa anclaje al suelo.			

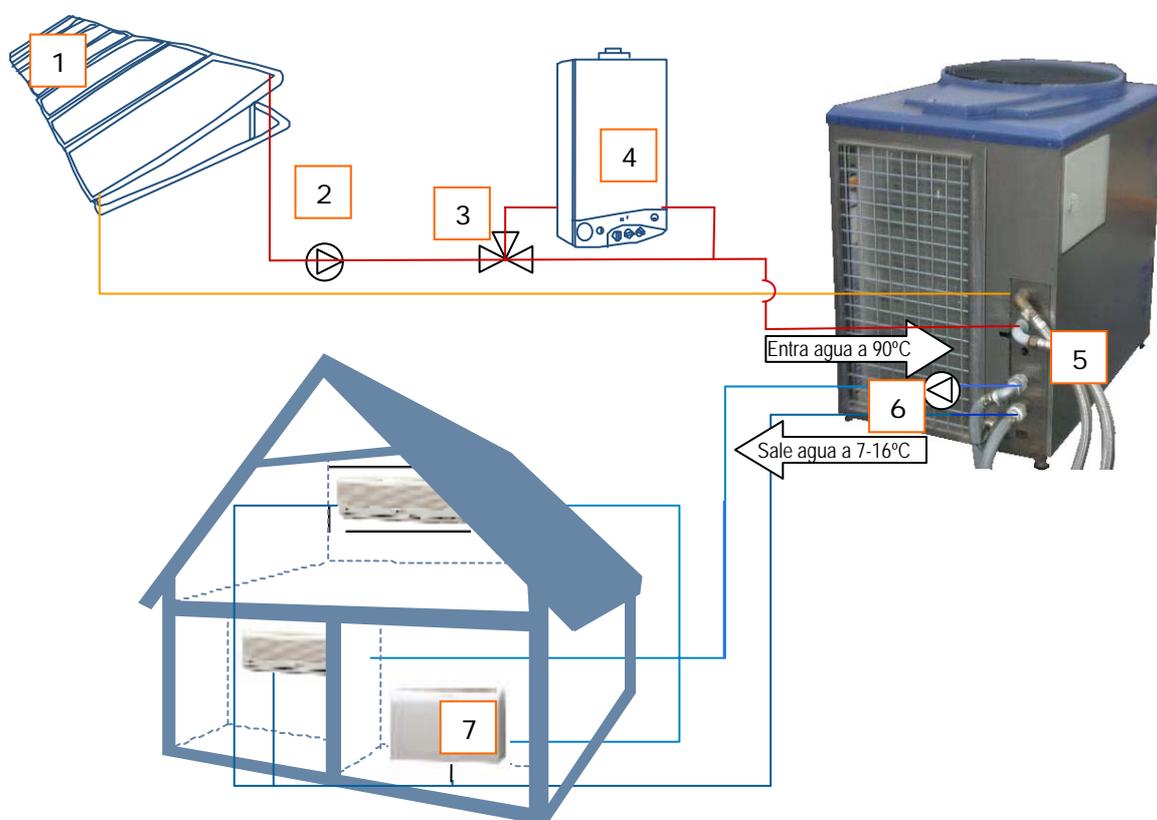
Nota: No existe una norma para aparatos de absorción SIN torre de refrigeración. En su defecto se utilizan las condiciones indicadas anteriormente.

07/ FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL APARATO

El aparato recibe agua caliente a una temperatura de 90°C procedente de unos colectores solares térmicos (1). En la instalación se incluye una caldera de apoyo (4) que calienta el agua hasta la temperatura requerida, en las ocasiones en las que el sol sea insuficiente.

En el interior del aparato el agua caliente se transforma en fría, mediante el proceso termodinámico de absorción. Además, se produce una cantidad residual de agua caliente, que se disipa mediante el aerotermo.

El agua fría se puede distribuir en la estancia a enfriar mediante suelo o techo radiante, que climatizará el lugar, o mediante fan-coils (7) de cualquier tipo, que convertirán este agua fría en aire acondicionado a través de los intercambiadores que poseen.



1) Colectores Solares Térmicos: Pueden ser planos o de vacío, obteniéndose con estos últimos una mayor eficiencia. Se recomienda la elección de colectores con una eficiencia aceptable a 90°C.

2) Bomba de circulación del circuito primario: Mueve el agua que se calienta en los colectores y lo impulsa hasta el aparato **ROTARTICA SOLAR O45v**, donde se trata y transforma en agua fría en un circuito y caliente en el otro.

3) Válvulas de tres vías: Sirven para gobernar los flujos de agua y sus destinos. El número de válvulas variará en función del tipo de instalación.

4) Caldera de apoyo: Esta caldera entra en funcionamiento en las ocasiones en las que el sol sea insuficiente para calentar el agua a 90°C. De esta forma se proporciona la energía necesaria para alcanzar el punto de funcionamiento óptimo para el aparato.

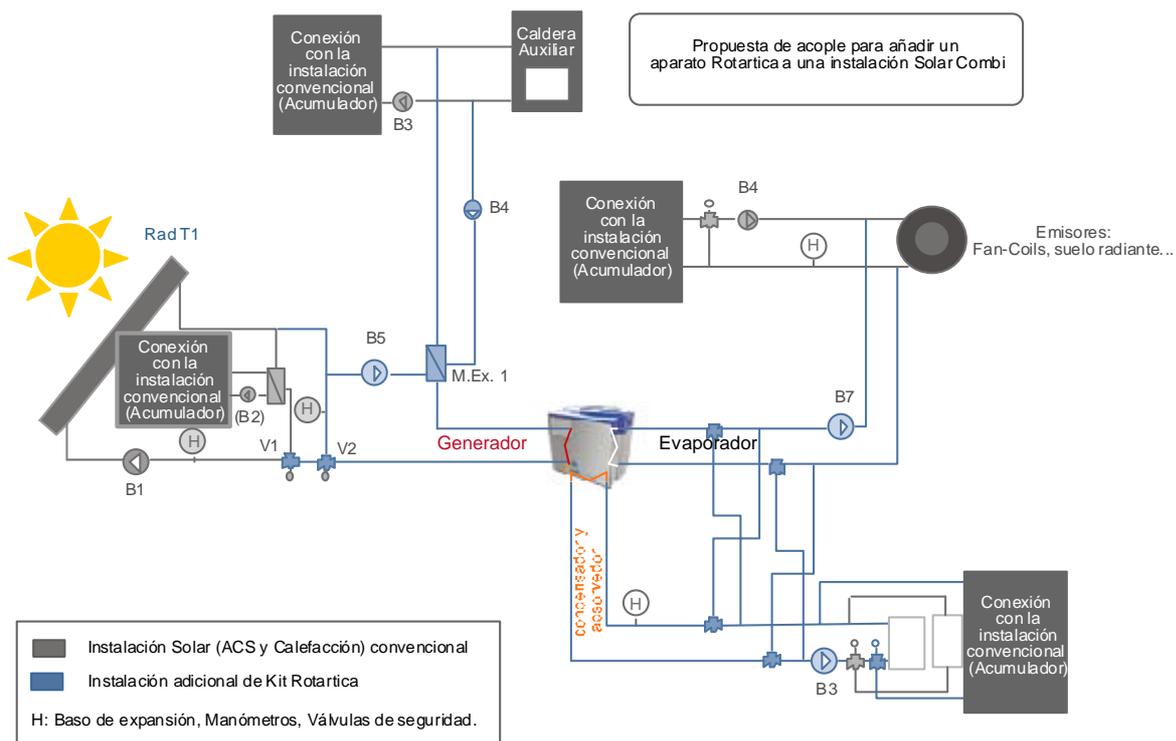
5) Aparato Rotartica Solar 045v

6) Bomba de circulación del circuito de agua fría: Mueve el agua.

7) Emisores finales (fan-coils, suelo o techo radiante): Son los que proporcionan bienestar al usuario, a través del aire emitido por fan-coils o radiando las temperaturas requeridas por el usuario mediante suelo o techo radiantes.

07.1.1/ Esquema tipo de una instalación completa

Hay múltiples posibilidades de instalar **ROTARTICA SOLAR 045v** en una instalación solar ya existente o partiendo de cero. A continuación se presenta una posible propuesta a modo de ejemplo.



Propuesta de acople para añadir un aparato Rotartica a una Instalación Combi

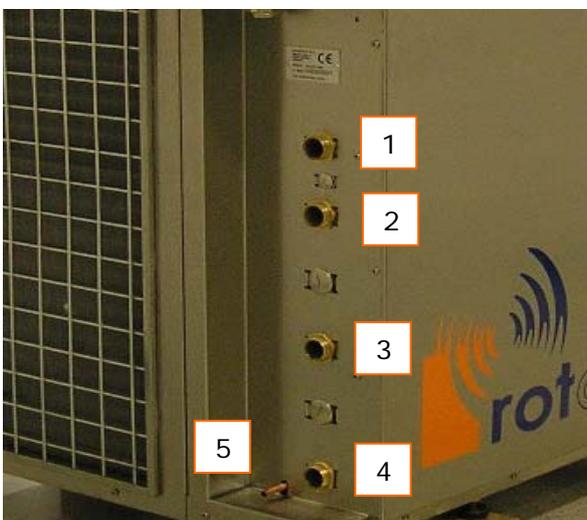
08/ INSTALACIÓN.

08.1/ Instalación hidráulica.

- En el circuito de agua caliente (utilizado como aporte de energía) es OBLIGATORIO:
 - Colocar una válvula de seguridad hidráulica tarada a 3bar.
 - Colocar una llave de paso lo más cerca posible del aparato para poder cortar el paso del agua al mismo.
- Por otra parte, sería aconsejable colocar unos grifos de corte en el circuito de agua fría, para aislar **ROTARTICA SOLAR 045v** de la instalación hidráulica. Estos grifos deben colocarse lo más cercanos posible al aparato.
- Se recomienda colocar un reductor de presión tarado a 3bar en la toma principal de agua por donde se llenarán los circuitos.
- En los circuitos de agua fría y primario (solar), se deben colocar válvulas de vaciado para facilitar posibles reparaciones futuras.
- Se recomienda colocar un llenado automático con regulación de presión a 2bar en el circuito primario (solar).
- Se recomienda colocar un llenado automático con regulación de presión a 1,5bar en el circuito frío.

08.1.1/ Conexiones hidráulicas del aparato

El aparato incorpora 4 racords de empalme para su conexión con el circuito hidráulico de la instalación. Estas entradas y salidas son de rosca macho BSP de 1". El diámetro interno mínimo de los circuitos de instalación deberá ser de 20 mm.



1.- Ida de agua caliente del circuito solar (Sun out)

2.- Retorno de agua caliente del circuito solar (Sun In)

3.- Ida de agua del circuito frío (Chill Out)

4.- Retorno de agua del circuito frío (Cool In)

5.- Desagüe del circuito de sobrepresión

- 2 racords para la conexión al circuito de agua caliente, utilizado como aporte de energía.
- 2 racords para la conexión a tuberías del circuito de agua fría. Este circuito es el que se conecta a los fan-coils utilizados para refrigerar el local destinado a utilizar el aire acondicionado.

ATENCIÓN

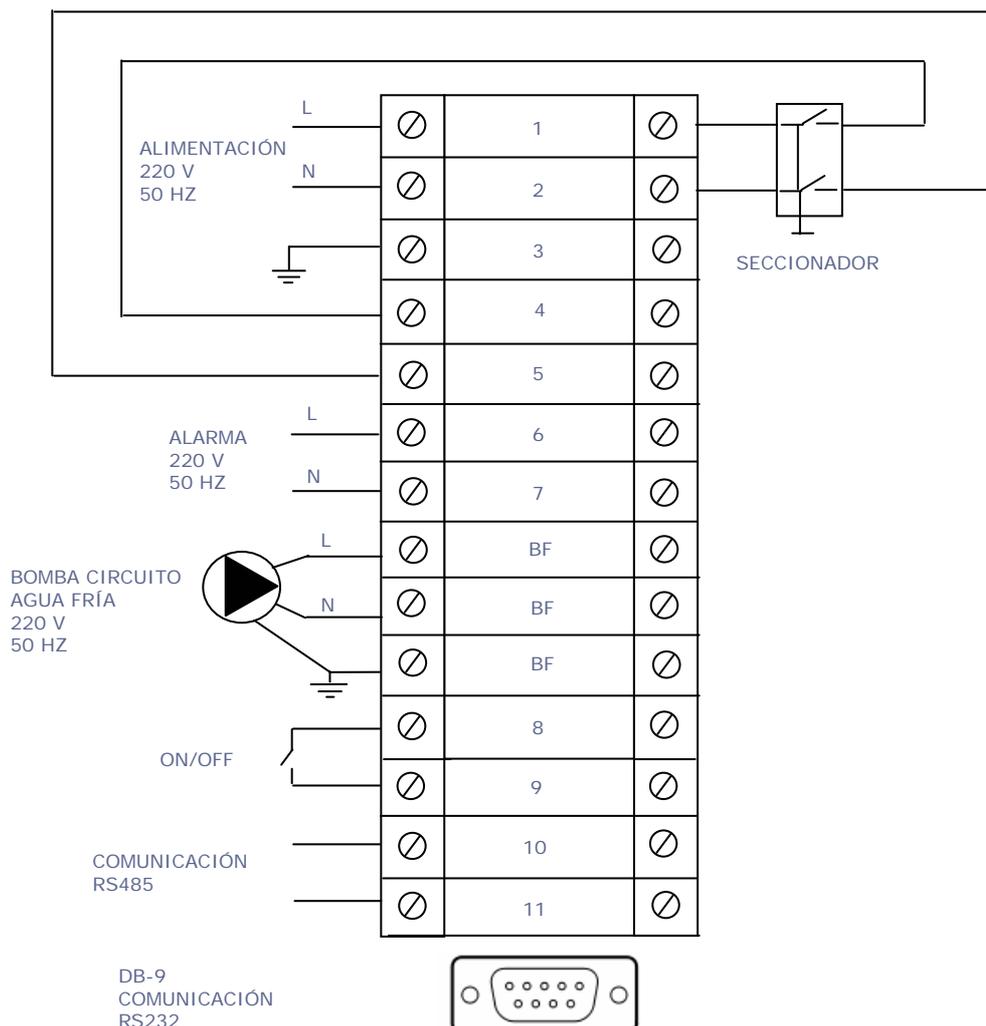
Es importante colocar un filtro de agua en la entrada de cada circuito del aparato.

08.2/ Instalación eléctrica.

Es importante asegurarse de que la instalación eléctrica está provista de una eficaz puesta a tierra.

En la instalación eléctrica debe colocarse un magnetotérmico de 10 A que sirva de protección al circuito eléctrico y al motor.

Para el funcionamiento de **ROTARTICA SOLAR 045v** es necesario colocar un termostato en la habitación a acondicionar. Este termostato debe conectarse en la caja de conexiones del aparato en las posiciones 8 y 9 del bornero de conexiones.



CÓDIGO NUMÉRICO

1, 2 y 3: Conexión de la alimentación (fase, neutro y tierra).

6 y 7: OPCIONAL, para conectar una alarma.

8 y 9: Conexión del termostato de la vivienda (indica si hay demanda o no en el lugar a climatizar).

10 y 11: Línea de comunicaciones 485.

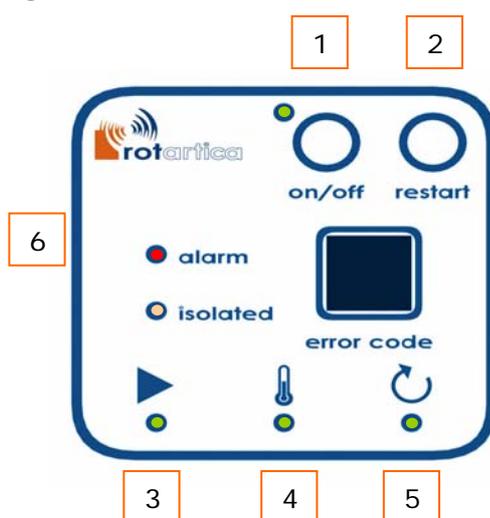
Conector delta: Línea de comunicaciones 232.

09/ PUESTA EN SERVICIO

Conectar el aparato a la red eléctrica 220-230V 50Hz.

09.1/ Portamandos

El panel portamandos está ubicado en el frontal exterior del aparato y es la principal vía de comunicación entre el instalador o el usuario final y el aparato o Unidad Principal. En la figura siguiente se muestra su configuración:



- 1 Pulsador de membrana de encendido / apagado ("on/off").
- 2 Pulsador de membrana de rearme ("restart"). Permite reactivar el aparato cuando el control ha detectado una alarma.
- 3 Indicador de caudal ►. Cuando el led está encendido (color verde) indica que el caudal en los 3 circuitos: alimentación (solar), refrigeración y agua caliente residual; entra dentro de los rangos establecidos para poner en marcha la Unidad Generadora.

Cuando esta luz parpadea, significa que el sistema anti-hielo se ha puesto en marcha para evitar la congelación de los circuitos que gobiernan el aparato.

- 4 Indicador de temperatura  . Cuando el led está encendido (color verde) indica que el agua que recibe el generador tiene una temperatura suficiente (más de 80°C) y no sobrepasa la temperatura máxima de seguridad (130°C).
- 5 Indicador de giro  . Cuando las premisas de caudal y temperatura son correctas y existe demanda (necesidad de enfriar el habitáculo) por parte del usuario, la unidad generadora puede empezar a girar. Cuando se enciende la luz verde confirma el giro de la unidad generadora.
- 6 Led de alarma. Cuando el led "alarm" está iluminado (color rojo) indica que el control electrónico ha detectado un fallo de funcionamiento, o que existe una variable externa o interna del aparato que temporalmente no permite el funcionamiento normal del mismo. Se hace necesario un rearme manual, mediante el pulsador de desbloqueo para volver a ponerlo en marcha.

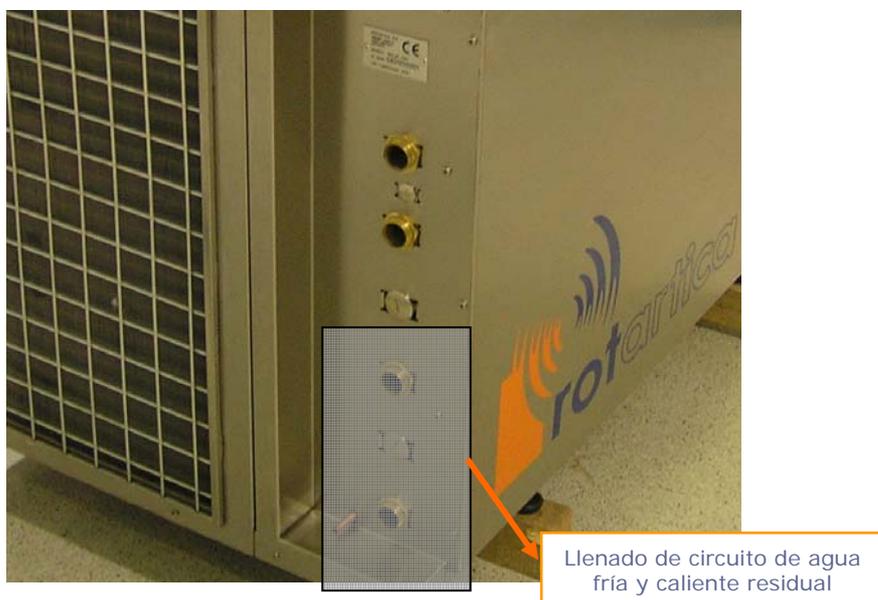
09.2/ Llenado de circuitos

IMPORTANTE: Antes de poner en marcha ROTARTICA SOLAR 045v es necesario realizar el llenado de los circuitos internos del aparato, así como del resto de los circuitos de agua. Para poder ver la presión de llenado de los circuitos internos en los manómetros, es necesario retirar el panel lateral izquierdo.

- La presión que indican los manómetros debe estar entre 1,5 y 2 bar, (Presión con el agua fría de llenado).
- Comprobar que la estanqueidad de los circuitos de agua fría y caliente es correcta.

Los circuitos deben llenarse hasta que los manómetros muestren una presión de 1.5 bar.

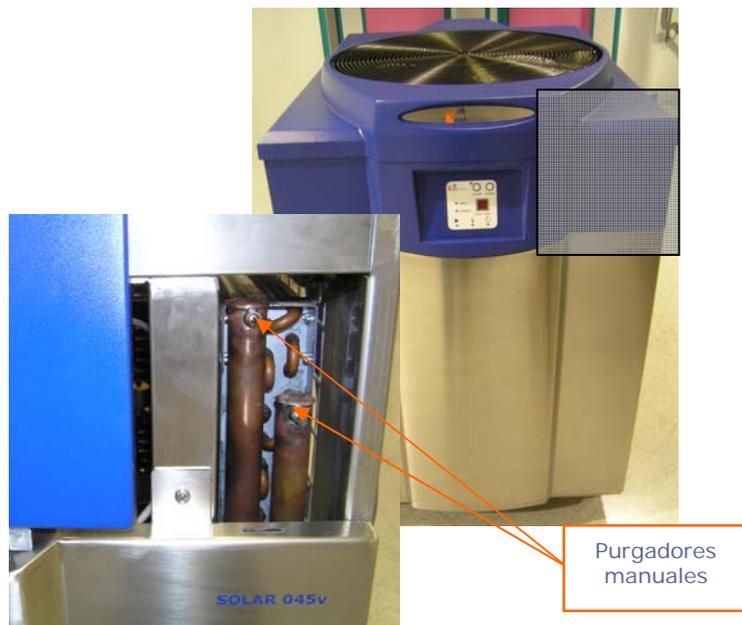
En el caso de requerir un llenado de los circuitos frío y caliente residual, hay que acometer la carga de agua por la conexión hidráulica correspondiente al circuito de agua fría.



09.3/ Purgado de circuitos

El aparato dispone de tres purgadores automáticos, uno por circuito. Además, existen purgadores manuales en el intercambiador exterior. Para acceder a ellos, es necesario desmontar dos paneles, el superior y el panel donde se ubica el portamandos.

Para purgar los tres circuitos correctamente deberán encenderse y apagarse las bombas repetidas veces, de manera que el aire de las tuberías salga al exterior



En el momento de realizar la puesta en marcha, o con nuevos llenados (por ej. después de una ausencia prolongada donde se vacían los circuitos), es necesario retirar el aire de los circuitos mediante el uso de los purgadores manuales. Para activar estos purgadores, se debe girar ligeramente el tornillo en sentido antihorario y esperar a que salga todo el aire antes de volver a apretarlo.

ATENCIÓN

NO sacar nunca el tornillo del purgador manual.

09.4/ Puesta en marcha del aparato

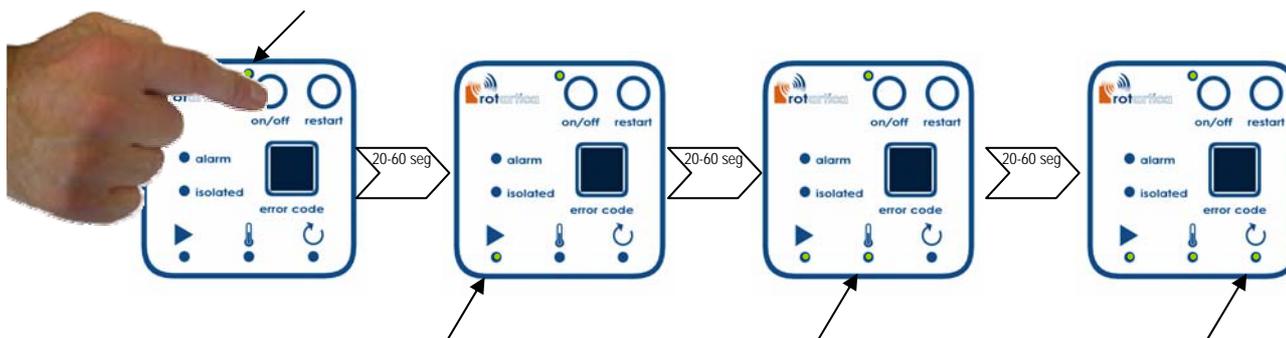
Una vez instalado y debidamente conectado, presionar el pulsador "on / off". El aparato se pondrá en marcha automáticamente si se cumplen las condiciones especificadas a continuación:

1. Hay demanda de frío por parte del usuario (ej. mediante el termostato del local a refrigerar)

2. Los circuitos tienen el caudal correcto (>10l/min en el circuito solar; >20l/min en el circuito de agua fría; >25l/min en el circuito de agua caliente residual)
3. La temperatura que llega al generador del aparato (circuito solar) es superior a 80°C.

Al presionar el pulsador "on", la tarjeta de control necesita aproximadamente dos minutos para hacer las citadas comprobaciones de demanda, caudal y temperatura. Si todos los parámetros son correctos, éste será el tiempo de puesta en marcha del aparato.

En la siguiente figura se describe la secuencia de puesta en marcha, en condiciones normales:



ATENCIÓN

Para que el aparato funcione correctamente, además de seguir las instrucciones aquí descritas, deberán ponerse en marcha todos los mecanismos necesarios para el correcto funcionamiento de toda la instalación.

010/ PARADA DEL APARATO

El aparato se detendrá cuando:

- No existe demanda de frío por parte del usuario.
- Se desconecta el aparato por medio del pulsador "On/Off".

En estos dos casos el aparato realiza un ciclo de parada de 20 minutos.

Si no se cumple alguna de las premisas indicadas en el portamandos; caudal, temperatura y/o giro puede aparecer alguna de las siguientes situaciones:

- Si no existe giro, se muestra la alarma nº 20 en el display "error code" y el equipo no permanece girando.
- Si se pierde alguno de los caudales mínimos requeridos (led de caudal apagado), el sistema se aísla (led isolated encendido), y la Unidad Rotativa permanece girando a la espera de caudal.

- Si la temperatura que entra en el generador proveniente de colectores solares es inferior a 80°C, el led de temperatura se apaga y la Unidad Rotativa permanece girando a la espera de temperatura.

Hay que tener en cuenta que si al aparato no le llega agua caliente, por algún problema en el circuito hidráulico de alimentación de calor, no enfriará, pero permanecerá girando en espera de agua caliente.

011/ BLOQUEO / DESBLOQUEO DEL APARATO

011.1/ Bloqueo

Si en el portamandos se enciende el led rojo **“alarm”**, es señal de que el control electrónico del aparato ha detectado un fallo de funcionamiento y/o avería.

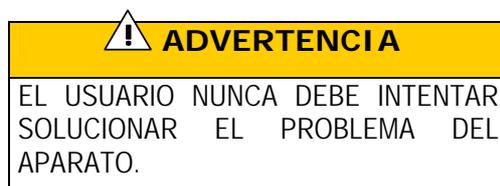
El control electrónico envía una señal de alarma al panel de mandos y esta alarma queda reflejada en el display **“error code”** del panel portamandos, tal y como se describe en **apartado 14, Anomalías de funcionamiento**. Al mismo tiempo se enciende el piloto rojo del panel de mandos exterior (led de alarma) y el aparato se bloquea.

011.2/ Desbloqueo

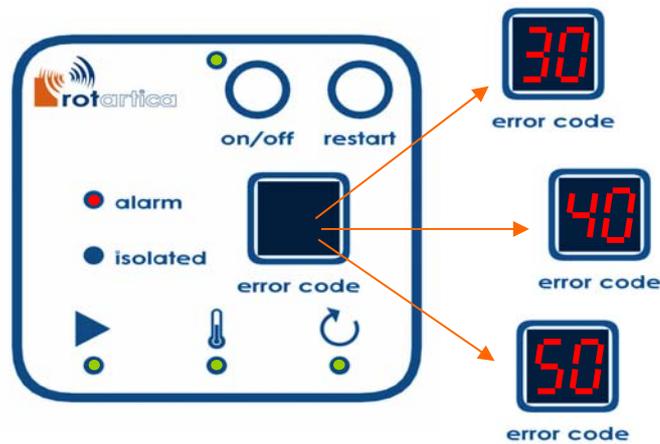
El aparato en el portamandos dispone de un pulsador de desbloqueo denominado **“restart”**.

Si el usuario detecta que se ha encendido el led de alarma, puede tratarse de una alarma temporal debido a un fallo momentáneo en el aparato, o externo al mismo, es decir, en el resto de la instalación. En este caso, el usuario puede desbloquear el aparato accionando el pulsador **“restart”**. Al accionar dicho pulsador, el aparato debe ponerse en funcionamiento de nuevo.

Si el intento es fallido y la alarma aparece de nuevo, es señal inequívoca de que es necesario contactar con el Servicio de Asistencia Técnica para solucionar el problema detectado por el control electrónico del aparato.



Si en el display **“error code”** aparecen las alarmas 30, 40 o 50, el display del portamandos tendría la siguiente configuración:



En este transitorio, el aparato realiza un ciclo de parada que durará 20 minutos. Durante este periodo de tiempo el botón "restart" no es funcional. Es necesario que transcurran los 20 minutos para reiniciar el aparato mediante dicho botón.

ATENCIÓN

Una vez bloqueado el aparato, se debe esperar 20 minutos antes de su desbloqueo con la función "restart". Durante estos 20 minutos el pulsador "restart" no será funcional.

012/ MANTENIMIENTO

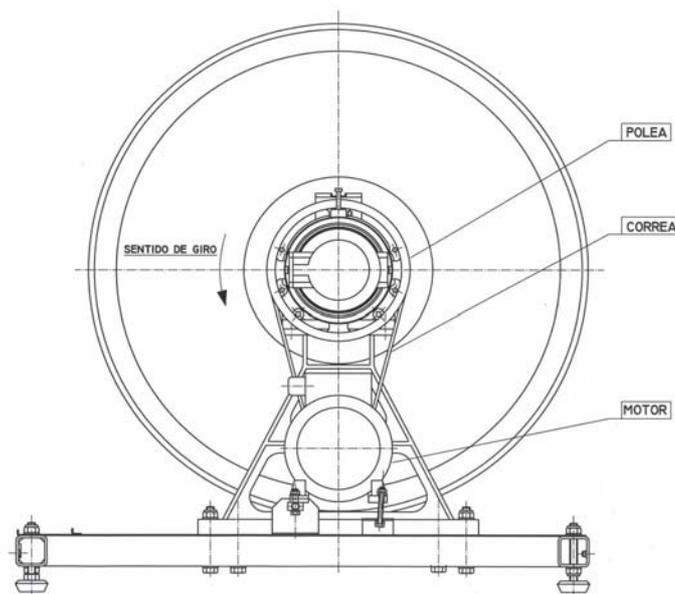
Se recomienda realizar un mantenimiento anual del aparato. Este mantenimiento deberá llevarlo a cabo el Servicio de Asistencia Técnica de **ROTARTICA S.A.** o un instalador cualificado.

Las operaciones de regulación, mantenimiento, reparación y conservación de la máquina se deben realizar con el aparato fuera de servicio, desconectado de la red eléctrica. Además deben cerrarse todas las llaves del circuito hidráulico.

Si para realizar alguna operación de mantenimiento ha sido necesaria la desconexión de alguna tubería de los circuitos hidráulicos de instalación, la conexión de dichos tubos debe realizarse según lo indicado en el punto 07.1.1 de este manual de instalación.

IMPORTANTE:

Si se realiza alguna acción en la que es necesario desmontar el mecanismo de giro del aparato, al volver a montarlo, es importante tener en cuenta que el sentido de giro debe ser siempre el indicado en la figura que se muestra a continuación.



013/ PRECAUCIONES CONTRA LAS HELADAS

La Unidad Principal lleva incorporada una seguridad anti-hielo. Para mantener esta seguridad es imprescindible que el aparato no se desconecte de la red eléctrica.

Cuando la temperatura del exterior es inferior a los 5°C, las bombas de los circuitos de agua caliente y fría se ponen en marcha hasta que la temperatura del exterior sea superior a los 9°C.

Cuando el led ► está parpadeando es señal de que el sistema anti-hielo está activado, es decir, las bombas están en funcionamiento.

ATENCIÓN

Es responsabilidad del instalador proteger el circuito solar contra las heladas.

Nota: En el caso de ausencias prolongadas se recomienda vaciar los circuitos de agua fría y agua caliente, actuando sobre las válvulas de vaciado que incorporan dichos circuitos.

014/ ADVERTENCIAS EN CASO DE EMERGENCIA

Cuando el usuario detecte el led de alarma encendido en el panel de mandos, deberá presionar el pulsador de membrana "restart" para poner de nuevo en marcha el aparato (**no olvidar que cuando aparecen los códigos 20, 30 o 40 el desbloqueo es funcional transcurridos 20 minutos desde el momento en que la alarma ha aparecido**). Si el intento es fallido y la alarma aparece de nuevo, es señal inequívoca de que es necesario contactar con el Servicio de Asistencia Técnica para solucionar el problema detectado por el control electrónico del aparato.



ADVERTENCIA

EL USUARIO NUNCA DEBE INTENTAR SOLUCIONAR EL PROBLEMA DEL APARATO.

014.1/ Instalación eléctrica

El aparato dispone de un interruptor de emergencia, que normalmente está en posición **ON**, y permite la desconexión de la energía eléctrica del aparato respecto a la red eléctrica.

Este interruptor sólo debe accionarse a posición **OFF** cuando ocurra una emergencia. Si se desconecta cuando el aparato está en funcionamiento puede provocarse una anomalía o avería interior en el aparato que requeriría del Servicio de Asistencia Técnica para solucionarla.

014.2/ Instalación hidráulica

La instalación dispone de llaves de corte en los dos circuitos de agua, que deben ser cerradas siempre que surja alguna emergencia en el conjunto de la instalación hidráulica.

015/ ANOMALÍAS DE FUNCIONAMIENTO

En la tabla que se presenta a continuación se describen los diferentes códigos y alarmas que pueden aparecer en el display "error code" del portamandos:

Código	Descripción	Causa	Solución
	Bombas del aparato ON (LED parpadeando), motor de giro parado y no hay Tª adecuada en circuito primario (solar).	El pulsador de encendido está en posición OFF o no hay demanda, pero se ha activado el sistema ANTIHIELO.	FUNCIONAMIENTO CORRECTO DEL APARATO.
	Caudal, temperatura del circuito solar y giro del aparato son correctos.		FUNCIONAMIENTO CORRECTO DEL APARATO.
	Caudales correctos en los tres circuitos, temperatura suficiente en el circuito solar y Unidad Generadora girando, pero el aparato está aislado.	El aparato está acercándose al punto de cristalización.	NO ACCIÓN. EL APARATO SE RECUPERA Y CONTINÚA FUNCIONANDO.
	Caudales correctos en los tres circuitos, temperatura suficiente en el circuito solar y Unidad Generadora girando, pero el aparato está aislado.	La temperatura en el circuito de agua fría es menor de 7°C.	NO ACCIÓN. EL APARATO SE RECUPERA Y CONTINÚA FUNCIONANDO.
	Caudales correctos en los tres circuitos, temperatura suficiente en el circuito solar y Unidad Generadora girando, pero el aparato está aislado.	La temperatura en el circuito de agua caliente residual supera los 55°C.	NO ACCIÓN. EL APARATO SE RECUPERA Y CONTINÚA FUNCIONANDO.
	Caudales correctos en los tres circuitos, temperatura suficiente en el circuito solar y Unidad Generadora girando, pero el aparato está aislado.	La temperatura del circuito de alimentación (solar) supera los 105°C.	NO ACCIÓN. EL APARATO SE RECUPERA Y CONTINÚA FUNCIONANDO.

 <p>error code</p>	<p>Aparece la letra "C" en el display.</p>	<p>Se ha perdido la comunicación entre el control y el portamandos</p>	<p>Pulsar "RESTART". Si la alarma persiste, llamar al SAT.</p>
 <p>error code</p>	<p>Aparecen las letras "CC" en el display.</p>	<p>Las comunicaciones entre la tarjeta de control y el portamandos han fallado (aunque ya estén restauradas).</p>	<p>Pulsar "RESTART". Si la alarma persiste, llamar al SAT.</p>
 <p>error code</p>	<p>Las bombas y el motor de giro están parados y se ha encendido el led rojo de alarma "alarm".</p>	<p>Alarma de vibración.</p>	<p>Pulsar "RESTART". Si la alarma persiste llamar al SAT.</p>
 <p>error code</p>	<p>El motor de giro está parado pero las bombas funcionan. Se ha encendido el led rojo de alarma y el led verde de bombas parpadea.</p>	<p>Alarma de vibración y la temperatura exterior es inferior a 5°C con lo que se activa el sistema ANTIHIELO.</p>	<p>Pulsar "RESTART". Si la alarma persiste llamar al SAT.</p>
 <p>error code</p>	<p>Las bombas y el motor de giro están parados y se ha encendido el led rojo de alarma "alarm".</p>	<p>La Unidad Generadora no puede girar (correa rota, fuera de lugar o motor de giro sobrecalentado).</p>	<p>Pulsar "RESTART". Si la alarma persiste llamar al SAT.</p>
 <p>error code</p>	<p>El motor de giro está parado pero las bombas funcionan. Se ha encendido el led rojo de alarma y el led verde de bombas parpadea.</p>	<p>La Unidad Generadora no puede girar y la temperatura exterior es inferior a 5°C con lo que se activa el sistema ANTIHIELO.</p>	<p>Pulsar "RESTART". Si la alarma persiste llamar al SAT.</p>
 <p>error code</p>	<p>Bombas de circulación paradas, motor de giro parado y aparato aislado.</p>	<p>Alarma de SUBENFRIAMIENTO.</p>	<p>El pulsador "RESTART" no está operativo en los 20min de parada.</p>
 <p>error code</p>	<p>Bombas de circulación en funcionamiento, motor de giro parado y aparato aislado.</p>	<p>Alarma de SUBENFRIAMIENTO y la temperatura exterior es inferior a 5°C con lo que se activa el sistema ANTIHIELO.</p>	<p>El pulsador "RESTART" no está operativo en los 20min de parada.</p>
 <p>error code</p>	<p>Bombas de circulación paradas, motor de giro parado y aparato aislado.</p>	<p>Alarma de SOBRECALENTAMIENTO.</p>	<p>El pulsador "RESTART" no está operativo en los 20min de parada.</p>
 <p>error code</p>	<p>Bombas de circulación paradas, motor de giro parado y aparato aislado.</p>	<p>Alarma de SOBRECALENTAMIENTO SOLAR.</p>	<p>El pulsador "RESTART" no está operativo en los 20min de parada.</p>
 <p>error code</p>	<p>Bombas de circulación paradas, motor de giro parado. En este caso el aparato no está aislado.</p>	<p>Sonda de temperatura PT100 correspondiente a circuito de agua fría (ida a fan coils) fuera de rango.</p>	<p>Pulsar "RESTART". Si la alarma persiste llamar al SAT.</p>
 <p>error code</p>	<p>Bombas de circulación paradas, motor de giro parado. En este caso el aparato no está aislado.</p>	<p>Sonda de temperatura PT100 correspondiente a circuito de agua fría (retorno de fan coils) fuera de rango.</p>	<p>Pulsar "RESTART". Si la alarma persiste llamar al SAT.</p>
 <p>error code</p>	<p>Bombas de circulación paradas, motor de giro parado. En este caso el aparato no está aislado.</p>	<p>Sonda de temperatura PT100 correspondiente a circuito de agua caliente residual (ida a intercambiador) fuera de rango.</p>	<p>Pulsar "RESTART". Si la alarma persiste llamar al SAT.</p>
 <p>error code</p>	<p>Bombas de circulación paradas, motor de giro parado. En este caso el aparato no está aislado.</p>	<p>Sonda de temperatura PT100 correspondiente a circuito de agua caliente residual (retorno de intercambiador) fuera de rango.</p>	<p>Pulsar "RESTART". Si la alarma persiste llamar al SAT.</p>

 <p>error code</p>	<p>Bombas de circulación paradas, motor de giro parado. En este caso el aparato no está aislado.</p>	<p>Sonda de temperatura PT100 correspondiente a circuito de aporte de energía (solar) fuera de rango.</p>	<p>Pulsar "RESTART". Si la alarma persiste llamar al SAT.</p>
 <p>error code</p>	<p>Bombas de circulación paradas, motor de giro parado. En este caso el aparato no está aislado.</p>	<p>Sonda de temperatura PT100 correspondiente a circuito de aporte de energía (solar) fuera de rango.</p>	<p>Pulsar "RESTART". Si la alarma persiste llamar al SAT.</p>
 <p>error code</p>	<p>Bombas de circulación paradas, motor de giro parado. En este caso el aparato no está aislado.</p>	<p>Avería en los circuitos de referencia para medida del SPAN de las sondas PT100.</p>	<p>Pulsar "RESTART". Si la alarma persiste llamar al SAT.</p>
 <p>error code</p>	<p>Bombas de circulación paradas, motor de giro parado. En este caso el aparato no está aislado.</p>	<p>Avería en los circuitos de referencia para medida del CERO de las sondas PT100.</p>	<p>Pulsar "RESTART". Si la alarma persiste llamar al SAT.</p>
 <p>error code</p>	<p>Bombas de circulación paradas, motor de giro parado. En este caso el aparato no está aislado.</p>	<p>Rotura de señal del sensor de vibración.</p>	<p>Pulsar "RESTART". Si la alarma persiste llamar al SAT.</p>
 <p>error code</p>	<p>Bombas de circulación paradas, motor de giro parado. En este caso el aparato no está aislado.</p>	<p>Señal FAULT del variador velocidad del motor principal.</p>	<p>Pulsar "RESTART". Si la alarma persiste llamar al SAT.</p>
 <p>error code</p>	<p>Bombas de circulación paradas, motor de giro parado. En este caso el aparato no está aislado.</p>	<p>Sonda NTC5 correspondiente a la temperatura ambiente fuera de rango.</p>	<p>Pulsar "RESTART". Si la alarma persiste llamar al SAT.</p>

Nota: En verano puede aparecer agua en el aparato debido a las condensaciones.



ROTARTICA, S.A.
Avda Cervantes, 45
48970 BASAURI
(Bizkaia) ESPAÑA
Tfno.: 902 995 922
Mail: rotartica@rotartica.com



isofotón

- ◆ Excelente calidad
- ◆ Cuidado diseño e Integración Arquitectónica
- ◆ Ahorro y eficiencia energética
- ◆ Sencillez de instalación
- ◆ La garantía más alta del mercado



Para conocer más detalles, por favor, visite isofoton.com

CAPTADOR ISOTHERM PLUS



FORMATO

TIPO	Parrilla
MATERIAL TUBOS DISTRIBUIDORES	Cobre 22 x 1 mm (UNE-EN 1057 y UNE-EN 12165)
MATERIAL TUBOS SECUNDARIOS	Cobre 8 x 0,5 mm (UNE-EN 1057 y UNE-EN 2165)
NÚMERO DE TUBOS SECUNDARIOS	10
SEPARACIÓN ENTRE TUBOS SECUNDARIOS	100 mm
SOLDADURA	Soldadura fuerte, cobre - fósforo - plata

BANDA SELECTIVA

MATERIAL	Cobre con recubrimiento de óxido de titanio
DIMENSIONES	2205 x 1000 x 0,2 mm
ABSORTIVIDAD	0,95 +/- 2 %
EMISIVIDAD	0,05 +/- 2 %

ABSORBEDOR

UNIÓN BANDA - TUBO	Soldadura por ultrasonidos
SUPERFICIE DE ABSORCIÓN	2,205 m ²
CAPACIDAD	1,5 l
PRESIÓN MÁX. DE TRABAJO	8 Kg / cm ²
PRESIÓN DE PRUEBA	16 Kg / cm ²
PESO EN FUNCIONAMIENTO	9,1 Kg
PESO EN VACÍO	7,6 Kg



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN
Y PRODUCCIÓN:**
Parque Tecnológico Andalucía (PTA)
C/ Severo Ochoa, 50
29590 Málaga (España)
Tel.: +34 951 23 35 00
Fax: +34 951 23 32 10
isofoton.m@isofoton.com

OFICINA CENTRAL:
C/ Montalbán, 9
28014 Madrid (España)
Tel.: +34 91 414 78 00
Fax: +34 91 414 79 00
isofoton@isofoton.com

isofoton.com

OBSERVACIONES:

Opción recomendada: kit de interconexión compuesto por manguitos, tapones ciegos y manguitos M3/4 entrada/salida.

Todas las especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso.

CUBIERTA DE VIDRIO

TIPO	Solar templado texturado
ESPESOR	3,17 mm
CONTENIDO EN HIERRO	<0,05 %
DIMENSIONES	2225 x 1021 mm
TRANSMITANCIA	91 %
JUNTA DE ESTANQUEIDAD	EPDM

AISLAMIENTO

MATERIAL	Lana de roca
ESPESOR LATERAL Y TRASERO	25 mm y 55 mm
CONDUCTIVIDAD	0,036 W/mK
COMPORTAMIENTO AL AGUA	No higroscópico (BS-2972)

CAJA

MATERIAL	Aluminio anodizado
DIMENSIONES	2278 x 1075 x 110 mm
SUPERFICIE BRUTA	2,4 m ²

PESO

PESO EN FUNCIONAMIENTO	44,5 Kg
PESO EN VACÍO	43 Kg

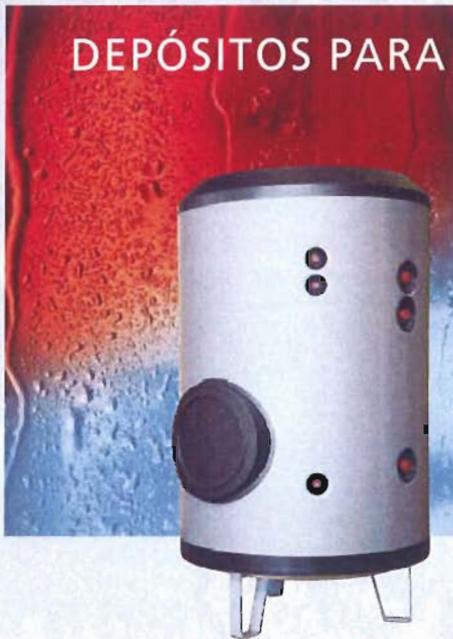
OTROS

CURVA DE EFICIENCIA EN 12975	η : 0,78; k_1 : 3,243 W/m ² K; k_2 : 0,012 W/m ² K ²
ÁREA DE APERTURA	2,21 m ²
POTENCIA TÉRMICA	1,54 kW
GARANTÍA	10 años
EMBALAJE, Nº CAPTADORES/PALET	15 unidades



DEPÓSITOS PARA ACUMULACIÓN EN CIRCUITO CERRADO

MASTER INERCIA



de 1500 a 5000 litros

Gama industrial de depósitos de "INERCIA" desde 1500 hasta 5000 litros de capacidad, destinados a funciones de acumulación de agua caliente o fría en circuito cerrado, para instalaciones de gran capacidad.

Su incomparable capacidad de acumulación, se la proporciona el aislamiento térmico en poliuretano inyectado en molde, con 80 mm. de espesor y 45 kg/m³ de densidad homogénea, que forma un bloque compacto con el depósito.

La gama en sus modelos "IB", incorpora boca de hombre lateral DN 400. Para evitar las pérdidas caloríficas por la boca de hombre, estos modelos se suministran con una cubierta de poliuretano inyectado igual al resto del aislamiento del depósito, adaptada al hueco de la boca de hombre.

También está disponible como opción, un conjunto de forro y cubierta externo que logra un magnífico acabado estético del conjunto.

Características técnicas

Presión máx.	bar	8
Temperatura máx.	°C	100

DEPÓSITOS DE INERCIA, serie MV

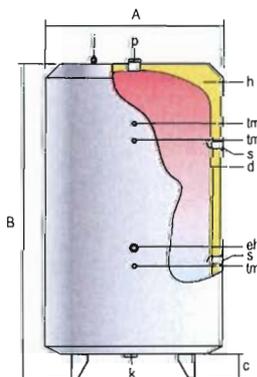
Depósitos de gran capacidad, fabricados en **acero al carbono**, para su instalación vertical, como depósito de inercia en circuitos cerrados de refrigeración y/o calefacción.

Capacidades de **1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000 y 5000 litros**.

Todos los modelos, van aislados térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectado en molde y libre de CFC de 80 mm. de espesor, (hasta 5000 litros de capacidad).

Bajo demanda, fabricamos depósitos de inercia de cualquier capacidad o presión de trabajo, también para instalación horizontal.

También están disponibles conjuntos de forro acolchado desmontable y cubiertas, para nuestros modelos de serie (hasta 5000 l.).



Conexiones / Dimensiones

		MV-1500-I	MV-2000-I	MV-2500-I	MV-3000-I	MV-3500-I	MV-4000-I	MV-5000-I
Capacidad total	l.	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000
Peso en vacío (aprox.)	kg.	322	381	538	597	652	690	784
s: Conexión lateral	"GAS/H	4	4	4	4	4	4	4
p: Conexión superior	"GAS/H	2	2	2	2	2	2	2
tm: Conexión lateral	"GAS/H	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
eh: Conexión lateral	"GAS/H	2	2	2	2	2	2	2
k: Conexión inferior	"GAS/H	2	2	2	2	2	2	2
Cota A: Diámetro exterior	mm.	1360	1360	1660	1660	1660	1910	1910
Cota B: Longitud total	mm.	1850	2300	2035	2325	2610	2345	2750
Cota C:	mm.	200	200	235	235	235	195	195

Modelo MV...-I

- d- Depósito acumulador
- h- Aislamiento térmico
- j- Cáncamos manipulación

Lapesa Grupo Empresarial S.L.

Polígono Industrial Malpica, Calle A, Parcela 1-A
50057 ZARAGOZA (España)
Tel. 976 46 51 80 / Fax 976 57 43 93 - 976 57 43 27
www.lapesa.es • e-mail: lapesa@lapesa.es