

# ProgasGHP

**Complemento de la  
Herramienta Unificada  
Lider-Calener HULC  
MANUAL DE USUARIO**

**VERSIÓN: 1**

**FECHA: 8 Diciembre 2020**



# ProgasGHP HULC

## MANUAL DE USUARIO

---

### Contenido

1	PRESENTACIÓN .....	4
2	INTRODUCCIÓN .....	5
2.1	CONSIDERACIONES GENERALES E HIPÓTESIS.....	5
2.2	FUNDAMENTOS DE MODELIZACIÓN.....	6
2.3	PROGAS GHP.....	10
2.3.1	GEHP Catálogo.....	10
2.3.2	Esquemas de montaje .....	11
3	PROGAS GHP – Ejemplo.....	16
3.1	Ejemplo: Ejemplo GT.....	16
3.2	ProgasGHP HULC.....	18
3.2.1	Consideraciones básicas .....	18
3.2.2	Definición del esquema .....	19
3.2.3	Resultados.....	32
3.2.4	Recalificación del proyecto HULC .....	39
4	CATÁLOGO DE SISTEMAS GEHP INCLUIDOS .....	41
5	REFERENCIAS.....	44

## 1 PRESENTACIÓN

El software ProgasGHP HULC es un complemento de la herramienta HULC para la simulación de bombas de calor a gas. Como complemento el programa necesita alimentarse de un proyecto simulado sin errores en la herramienta unificada Lider-Calener y lanzado a través del propio gestor de ProgasGHP.

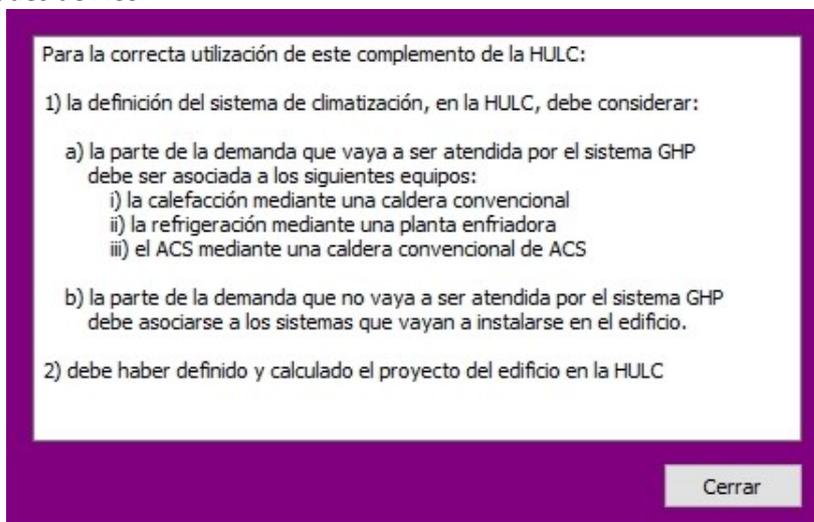
La aplicación se distribuye en un archivo de instalación “.exe”, el cual debe ejecutarse para proceder a la instalación en el ordenador del usuario. La aplicación es local y monousuario, no se permiten instalaciones en una red de trabajo.

Los requisitos del ordenador son los siguientes (o superiores):

- Sistema operativo: Windows 10, Memoria RAM: al menos 2GB, Tarjeta Gráfica: resolución mínima de 1024x768, color verdadero
- Espacio en Disco Duro: ningún requisito especial, excepto que debe existir una unidad “C:”.
- El usuario debe tener instalado la última versión de la herramienta oficial HULC.
- Así mismo, el ordenador debe tener instalado un programa para la lectura de documentos en formato **pdf**; por ejemplo, Acrobat Reader, que se puede descargar del sitio web de la marca.

### Instrucciones de instalación

1. Instalar la última versión de la Herramienta Unificada Lider-Calener
2. Definir y simular el caso origen (hasta verificación de CTE-HE0). Este caso debe tener unos sistemas de climatización particulares. Caldera convencional para cubrir las necesidades de calefacción del edificio, una planta enfriadora para las necesidades de refrigeración; y una caldera convencional diferente a la de calefacción para las necesidades de ACS.



En el capítulo 2 se dan más detalles en el ejemplo del manual.

## 2 INTRODUCCIÓN

### 2.1 CONSIDERACIONES GENERALES E HIPÓTESIS

Las siguientes líneas describen las restricciones o decisiones consideradas en la herramienta de simulación:

#### Generales

1. La resolución del problema se realiza de forma iterativa, de forma análoga a TRNSYS, pero con las limitaciones de haber dispuesto un procedimiento de resolución propio.
2. Los parámetros no dispuestos en la interfaz han sido fijados como valores por defecto. Estos valores se han establecido realizando una búsqueda bibliográfica de valores típicos para la modelización de intercambiadores de placas agua-agua, pérdidas y rendimiento óptico de captador.

#### Particulares del módulo de simulación de GEHP

1. La máxima temperatura de recuperación de ACS asciende a 65°C, el resto de energía se disipa en el elemento disipador de la unidad.
2. Cuando la temperatura exterior es inferior al 5°C la unidad no recupera energía en forma de producción ACS.
3. En modo calefacción, la temperatura máxima de producción de agua se limita a 60°C.
4. En modo refrigeración, la temperatura mínima de producción de agua se limita a 5°C.
5. En el caso de que la unidad recibiera una orden de control contraria a alguno de estos límites, las condiciones de operación se fijarían a las de los límites.
6. Cada esquema tiene unas directrices de control establecidas por el fabricante, que fijan que elementos se encienden y con qué factor de carga lo hacen.

## 2.2 FUNDAMENTOS DE MODELIZACIÓN

Con independencia del modo utilizado para obtener sus ecuaciones de comportamiento, cada unidad está caracterizada por un algoritmo que contiene la secuencia de operaciones necesaria para el cálculo numérico de las variables dependientes. Las expresiones matemáticas utilizadas para su obtención vienen lógicamente expresadas en función de variables independientes y de constantes.

Algunas constantes son específicas del sistema térmico que se esté considerando, permaneciendo inalterado durante el transcurso de la simulación. A estas constantes se les denomina parámetros y se les suministran a cada unidad antes del inicio del proceso, a partir de los datos de definición. Los parámetros representan generalmente dimensiones, potencias nominales y características constructivas, geométricas y térmicas de los distintos elementos. También pueden representar límites de operación o cualquier otro tipo de restricción que tengan los equipos.

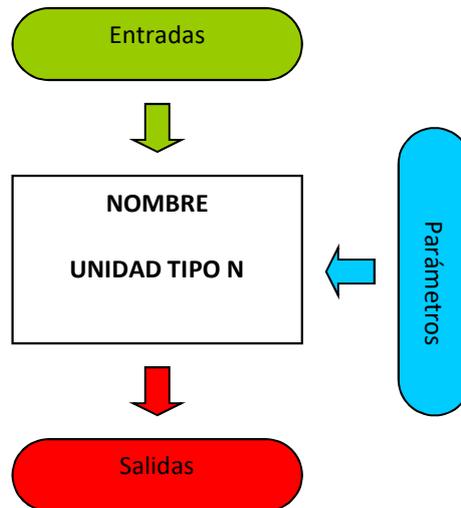
La presencia de términos variables durante la simulación (variables independientes), se debe principalmente a dos causas:

- Variación debida al instante de tiempo que se esté analizando. En este grupo se encuentran la demanda energética, la temperatura exterior, la radiación solar, etc.
- Variación ligada a la propia dinámica del sistema, como es el caso de las temperaturas y caudales de los distintos fluidos de trabajo, cuyo valor en un instante determinado está condicionado por la historia anterior del proceso.

Las variables independientes dan lugar al conjunto de las entradas y han de ser suministradas a las unidades en cada intervalo de simulación.

Una vez conocidos los parámetros y las entradas, se procede con ellos a resolver el algoritmo que identifica a la unidad. El resultado de este cálculo origina el conjunto de las salidas. Puesto que todo sistema está constituido por elementos interconectados, las salidas de cada unidad constituyen las entradas de unidades posteriores.

En resumen, cada unidad puede ser considerada como un bloque al que le llegan los parámetros y las entradas, y que a su vez proporciona las salidas como muestra la siguiente figura:



A lo largo del documento se habla de descripción externa a los bloques de parámetros, salidas y entradas dispuestos fuera del modelo; y a la formulación del propio modelo como la descripción interna.

El simulador de sistemas térmicos incorpora los modelos reales de las unidades que se detallan en el anexo 5. Para ello, se han creado 14 curvas que definen el comportamiento térmico de estos sistemas en lo referido a su capacidad térmica, consumo y capacidad de recuperación de energía.

A continuación, se enumeran y se describen las dependencias funcionales de las curvas correctoras, con las condiciones climáticas exteriores, con el factor de carga parcial y con la temperatura de distribución de agua. Para ello se han tomado una serie de máquinas anónimas para ejemplarizar.

Las curvas que se emplean son las siguientes:

- Curva correctora de la capacidad de calefacción,  $CC\_cap(T_{ws}, T_{se})$ : es el factor corrector de la curva de capacidad de calefacción en función de la temperatura de bulbo húmedo correspondiente al factor de carga parcial indicado.

$$CC\_cap(T_{ws}, T_{be}) = p_{00} + p_{10} \cdot T_{ws} + p_{01} \cdot T_{be} + p_{20} \cdot (T_{ws})^2 + p_{11} \cdot T_{ws} \cdot T_{be} + p_{02} \cdot (T_{be})^2$$

- Curva correctora del consumo de calefacción,  $CC\_con(T_{ws}, T_{be})$ : es el factor corrector de la curva de consumo de calefacción en función de la temperatura de bulbo húmedo correspondiente al factor de carga parcial indicado.

$$CC\_con(T_{ws}, T_{be}) = p_{00} + p_{10} \cdot T_{ws} + p_{01} \cdot T_{be} + p_{20} \cdot (T_{ws})^2 + p_{11} \cdot T_{ws} \cdot T_{be} + p_{02} \cdot (T_{be})^2$$

- Curva correctora del consumo de calefacción,  $C\_c GAS(fcp)$ : es el factor corrector de la curva de consumo de calefacción en función del factor de carga parcial.

$$C\_cGAS(fcp) = a_0 + a_1 \cdot fcp + a_2 \cdot fcp^2 + a_3 \cdot fcp^3$$



- Curva correctora de la capacidad de recuperación de ACS  $CC\_capACS(T_{ws}, T_{be})$ : es el factor corrector de la potencia nominal de recuperación de ACS en función de la temperatura de bulbo húmedo.

$$CC\_capACS(T_{ws}, T_{be}) = p_{00} + p_{10} \cdot T_{ws} + p_{01} \cdot T_{be} + p_{20} \cdot (T_{ws})^2 + p_{11} \cdot T_{ws} \cdot T_{be} + p_{02} \cdot (T_{be})^2$$

- Curva correctora de la capacidad de recuperación de ACS  $Q\_c ACS(fcp)$ : es el factor corrector de la potencia nominal de recuperación de ACS en función de la carga parcial.

$$Q\_c ACS(fcp) = a_0 + a_1 \cdot fcp + a_2 \cdot fcp^2 + a_3 \cdot fcp^3$$

- Curva correctora del consumo eléctrico  $C\_cELEC(T_{be})$ : es el factor corrector del consumo eléctrico en función de la temperatura de bulbo húmedo.

$$C\_cELEC(T_{be}) = p_0 + p_1 \cdot T_{be} + p_2 \cdot T_{be}^2$$

- Curva correctora del consumo eléctrico  $C\_cELEC(fcp)$ : es el factor corrector del consumo eléctrico en función del factor de carga parcial.

$$C\_cELEC(fcp) = a_0 + a_1 \cdot fcp + a_2 \cdot fcp^2 + a_3 \cdot fcp^3$$

- Curva correctora de la capacidad de refrigeración,  $CC\_cap(T_{ws}, T_{ext})$ : es el factor corrector de la curva de capacidad de calefacción en función de la temperatura exterior correspondiente al factor de carga parcial indicado.

$$CC\_cap(T_{ws}, T_{ext}) = p_{00} + p_{10} \cdot T_{ws} + p_{01} \cdot T_{ext} + p_{20} \cdot (T_{ws})^2 + p_{11} \cdot T_{ws} \cdot T_{ext} + p_{02} \cdot (T_{ext})^2$$

- Curva correctora del consumo de refrigeración,  $CC\_con(T_{ws}, T_{ext})$ : es el factor corrector de la curva de consumo de calefacción en función de la temperatura exterior correspondiente al factor de carga parcial indicado.

$$CC\_con(T_{ws}, T_{ext}) = p_{00} + p_{10} \cdot T_{ws} + p_{01} \cdot T_{ext} + p_{20} \cdot (T_{ws})^2 + p_{11} \cdot T_{ws} \cdot T_{ext} + p_{02} \cdot (T_{ext})^2$$

- Curva correctora del consumo de refrigeración,  $C\_r GAS(fcp)$ : es el factor corrector de la curva de consumo de calefacción en función del factor de carga parcial.

$$C\_r GAS(fcp) = a_0 + a_1 \cdot fcp + a_2 \cdot fcp^2 + a_3 \cdot fcp^3$$

- Curva correctora de la capacidad de recuperación de ACS  $CC\_capACS(T_{ws}, T_{ext})$ : es el factor corrector de la potencia nominal de recuperación de ACS en función de la temperatura exterior.

$$CC\_capACS(T_{ws}, T_{ext}) = p_{00} + p_{10} \cdot T_{ws} + p_{01} \cdot T_{ext} + p_{20} \cdot (T_{ws})^2 + p_{11} \cdot T_{ws} \cdot T_{ext} + p_{02} \cdot (T_{ext})^2$$

- Curva correctora de la capacidad de recuperación de ACS  $Q\_r ACS(fcp)$ : es el factor corrector de la potencia nominal de recuperación de ACS en función de la carga parcial.



$$Q_{rACS}(fcp) = a_0 + a_1 \cdot fcp + a_2 \cdot fcp^2 + a_3 \cdot fcp^3$$

- Curva correctora del consumo eléctrico  $CC_{rELEC}(T_{ext})$ : es el factor corrector del consumo eléctrico en función de la temperatura exterior.

$$CC_{rELEC}(T_{ext}) = p_0 + p_1 \cdot T_{ext} + p_2 \cdot T_{ext}^2$$

- Curva correctora del consumo eléctrico  $C_{rELEC}(fcp)$ : es el factor corrector del consumo eléctrico en función del factor de carga parcial.

$$C_{rELEC}(fcp) = a_0 + a_1 \cdot fcp + a_2 \cdot fcp^2 + a_3 \cdot fcp^3$$

## 2.3 PROGAS GHP

### 2.3.1 GEHP Catálogo

El simulador de sistemas térmicos incorpora los modelos reales de las unidades que a continuación se detallan. Para ello, se han creado 15 curvas que definen el comportamiento térmico de estos sistemas en lo referido a su capacidad térmica, consumo y capacidad de recuperación de energía.

<b>Marca: PANASONIC</b>
<b><u>BdCG – Hidrónicos</u></b>
Panasonic U-20GF3E5 + PAW-500WP5G1
Panasonic U-30GF3E5 + PAW-710WP5G1
<b><u>BdCG – Expansión directa DX</u></b>
Panasonic U-16GE3E5
Panasonic U-20GE3E5
Panasonic U-25GE3E5
Panasonic U-30GE3E5

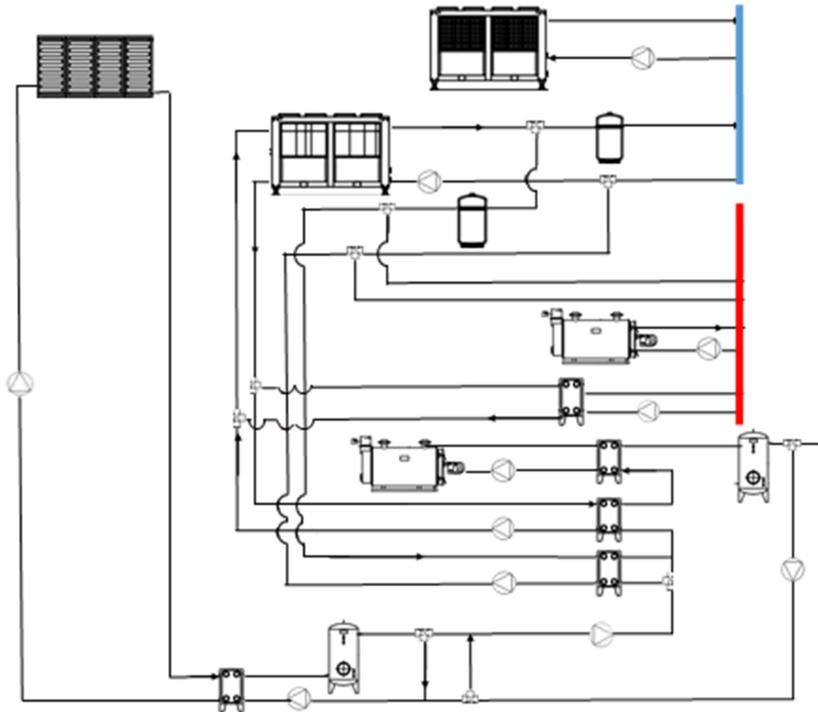
<b>Marca: AISIN</b>
<b><u>BdCG – Hidrónicos - AISIN</u></b>
AISIN AWGP450F1 16HP + AWS 16HP-F1(J)
AISIN AWGP560F1 20HP + AWS 20HP-F1(J)
AISIN AWGP710F1 25HP + AWS 25HP-F1(J)
AISIN AWGP850F1 30HP + AWS 40HP-F1(J)
<b><u>BdCG – Expansión directa DX</u></b>
AISIN AWGP450F1 16HP
AISIN AWGP560F1 20HP
AISIN AWGP710F1 25HP
AISIN AWGP850F1 30HP

<b>Marca: YANMAR</b>
<b><u>BdCG – Hidrónicos - AISIN</u></b>
YANMAR ECWP710J)
<b><u>BdCG – Expansión directa DX</u></b>
YANMAR ENCP450J + HB450VPJ3.1
YANMAR ENCP560J + HB560VPJ3.1
YANMAR ENCP710J + HB710VPJ3.1
YANMAR ENCP850J + HB850VPJ3.1

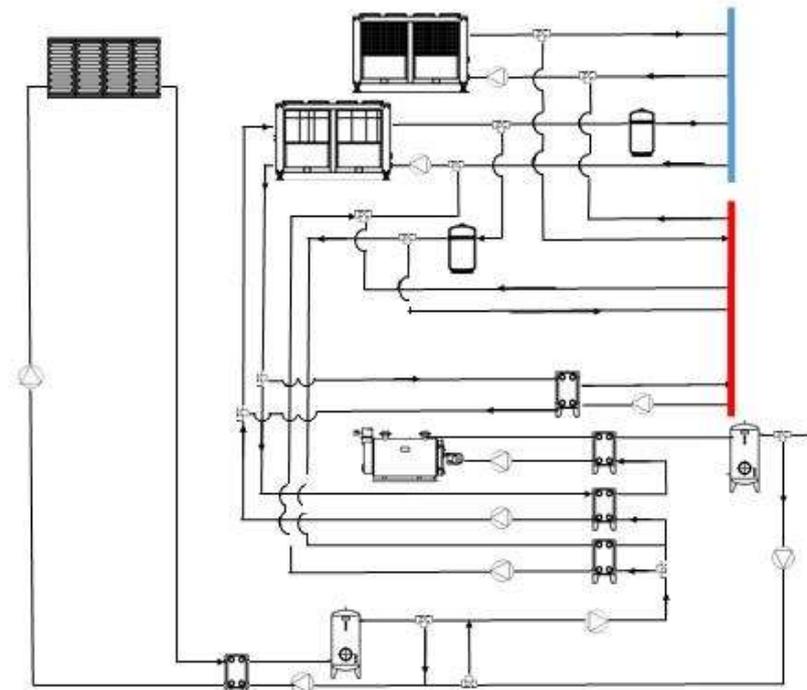
Para estas unidades se recoge en la base de datos sus principales características según catálogo del fabricante. De esta forma el usuario al seleccionar el modelo todo lo referente al mismo queda definido.

### 2.3.2 Esquemas de montaje

- Hidrónico 1: GEHP+ Kit hidrónico + Enfriadora eléctrica y Caldera de apoyo (Prioridad Calefacción)

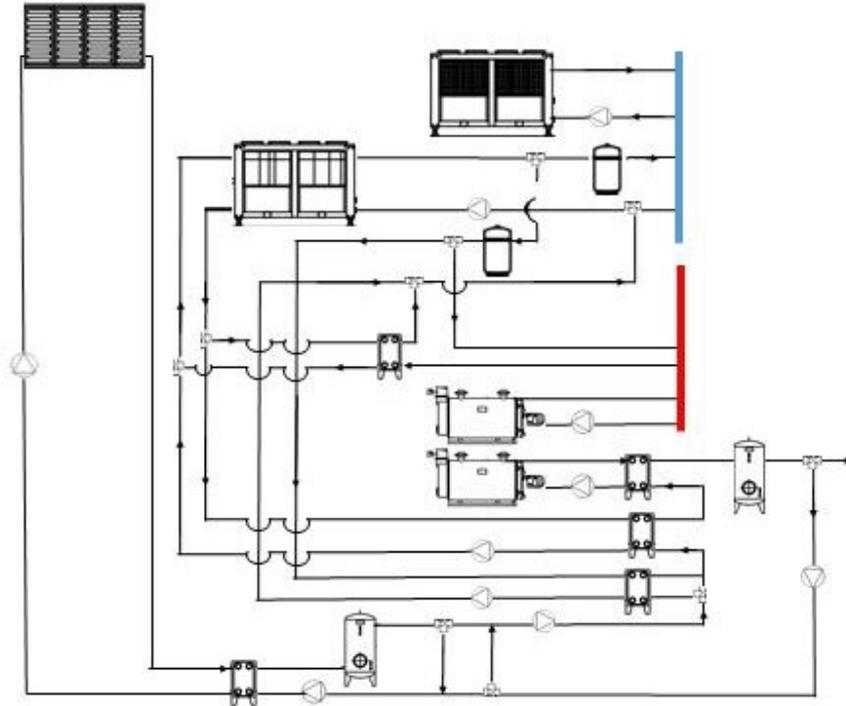


- Hidrónico 2: GEHP+ Kit hidrónico + BC eléctrica y Caldera de apoyo

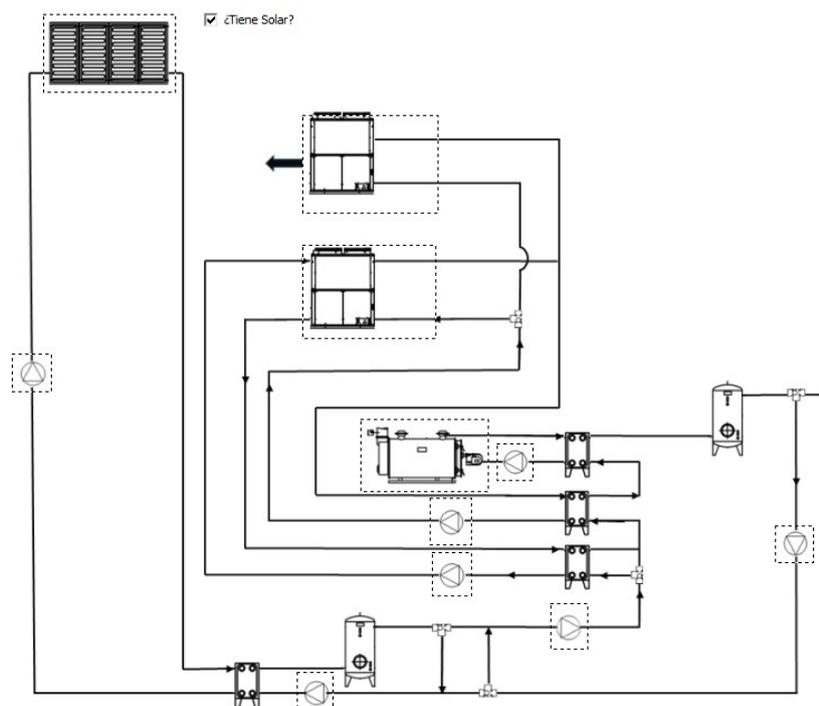




- Hidráulico 3: GEHP+ Kit hidráulico + Enfriadora eléctrica y Caldera de apoyo (Prioridad ACS)



- Expansión Directa: GEHP DX (VRF) + Kit hidráulico para recuperación + Caldera de apoyo ACS



A modo de ilustrativo de los esquemas anteriores, y como ejemplo del cálculo que realiza la herramienta se describe el esquema “Hidráulico 1 y 2”. Para se parte de una instalación tipo hotel existente, compuesto de diferentes generadores. La producción de agua caliente y fría se realiza usando las siguientes fuentes:

- Captación solar térmica.
- GEHP.
- Caldera de apoyo.
- Enfriadora de apoyo.

Las unidades terminales trabajarán a baja temperatura (fan-coils, suelo radiante, etc.). El consumo de ACS será soportado por:

- 1) la generación del sistema de captación solar térmico,
- 2) la recuperación de la GEHP
- 3) la GEHP,
- 4) y las calderas de apoyo.

El orden de prioridad es el establecido en la numeración anterior.

#### **Modos de funcionamiento del sistema:**

La instalación responde a las necesidades del sistema según las peticiones de las unidades terminales y del consumo de ACS.

#### **1. Modo 1 -- Calefacción**

Calefacción mediante GEHP prioritariamente y a continuación caldera; y ACS mediante captación solar térmica, recuperación de GEHP y caldera de apoyo.

##### Modo de control:

- Cuando la temperatura de retorno del circuito de calefacción cae a 35°C se activan las bombas de la GEHP
- Cuando la temperatura de retorno del circuito de calefacción cae a 33°C se activan las bombas de la caldera de apoyo en calefacción y por tanto arranca la caldera.
- Depósito de inercia de la GEHP - circuito calor: Cuando la temperatura en lo alto del depósito es 45°C la GEHP se para. Cuando la temperatura en lo alto del depósito es de 40°C la GEHP arranca al 50%. Si la temperatura en ese punto cae por debajo de 40°C, la GEHP subirá carga hasta el 100%. Si la temperatura supera los 40°C la GEHP mantendrá un régimen del 50%.
- Si los tanques de ACS se encuentran repletos a temperatura de acumulación. Se cambia la dirección del flujo actuando sobre las válvulas para que el agua caliente se use en la producción de ACS, activando la bomba de este lazo.

#### **2. Modo 2 – Producción de ACS**

ACS mediante Captación solar térmica, GEHP, recuperación de GEHP y caldera de apoyo.

##### Modo de control:

- En invierno: si circuitos de calefacción a temperatura de retorno > 35°C y temperatura de acumulación ACS inferior a 65°C, desvío de válvulas 21 y 22 para precalentamiento de ACS.
- En verano: si circuito de refrigeración a temperatura de retorno < 12°C, temperatura de acumulación ACS inferior a 65°C y franja horaria compatible

(horario nocturno por ejemplo), la GEHP cambiará a modo calor (activando el circuito correspondiente en válvulas M1 y M2), con desvío de válvulas que desvían el agua del primario de a GEHP del colector de calor hasta el intercambiador de precalentamiento de ACS.

### 3. Modo 3 – Refrigeración

- Refrigeración mediante GEHP prioritariamente y a continuación EHP
- ACS mediante Captación solar térmica, recuperación de GEHP y caldera de apoyo.

#### Modo de control:

- Cuando la temperatura de retorno del circuito de frío sube a 12°C se activan las bombas de la GEHP
- Cuando la temperatura de retorno del circuito de frío sube a 14°C se activan la bomba y la enfriadora.
- **Depósito de inercia de la GEHP - circuito frío:** Cuando la temperatura en lo bajo del depósito cae a 7°C la GEHP se para. Cuando la temperatura en lo bajo del depósito sube a 10°C la GEHP arranca al 50%. Si la temperatura en ese punto sube por encima de 10°C, la GEHP subirá carga hasta el 100%. Si la temperatura baja de los 10°C la GEHP mantendrá un régimen del 50%.
- El calor residual de la GEHP se aplica al circuito de ACS. En caso de no ser necesaria la aportación del calor residual de la GEHP, éste se disipa en el circuito de disipación propio de la GEHP.

**NOTA 1:** El sistema mediante BdC eléctrica en sustitución de enfriadora y caldera mantendrá el mismo sistema de funcionamiento indicado anteriormente. Únicamente se diferencia en que el aporte de calor se realizará mediante la BC en vez de la caldera de apoyo. (hidrónico 2)

**NOTA 2:** El modo de funcionamiento 2 será activable tanto en invierno como en verano. En verano, se definirán determinadas franjas horarias dentro de las cuales se autoriza este modo de funcionamiento (horario nocturno por ejemplo).

El resto de los esquemas siguen instrucciones idénticas, comandadas por las temperaturas definidas en la pestaña de control de la definición del esquema. Por ejemplo, el esquema 3, hidrónico 3, tiene las siguientes particularizaciones.

Cod	Válvula M1-M2 Calor/Frío	Temperatura agua de recuperación	Además del valor tener en cuenta la temperatura de recuperación. Siempre ha de ser superior a la del recuperación		Válvula M21-M22 Calefacción - ACS Producción GEHP	Válvula M16-M17 Calefacción / ACS Recuperación GEHP	Bomba B2 Primario GEHP	Bomba B3 Primario Caldera Calefacción	Bomba B7 Recuperación ACS -GEHP	Bomba B4 Primario Caldera ACS
			Sonda temperatura ST2-ST3 Temperatura acumulación ACS	Sonda temperatura ST1 Temperatura retorno						
1	CALOR	Trec >Tacumulación	<45°C	=35°C	Calefacción	ACS	ON	OFF	ON	OFF
2	CALOR	Trec >Tacumulación	<45°C	=33°C	Calefacción	ACS	ON	ON	ON	OFF
3	CALOR	Trec >Tacumulación	<35°C	=35°C	Calefacción	ACS	ON	OFF	ON	ON
4	CALOR	Trec >Tacumulación	<35°C	=33°C	Calefacción	ACS	ON	ON	ON	ON
5	CALOR	Trec >Tacumulación	>60°C	=35°C	Calefacción	Calefacción	ON	OFF	ON	OFF
6	CALOR	Trec >Tacumulación	>60°C	=33°C	Calefacción	Calefacción	ON	ON	ON	OFF
7	CALOR	Trec >Tacumulación	<60°C	>38°C	ACS	ACS	ON	OFF	ON	OFF
8	CALOR	Trec >Tacumulación	<60°C	>38°C	ACS	ACS	ON	OFF	OFF	OFF
9	CALOR	Trec <Tacumulación	<35°C	>38°C	ACS	ACS	ON	OFF	OFF	ON



1	Demanda calefacción y demanda ACS	GHP	Caldera Calefacción	Recuperación GHP	Caldera ACS
	Calefacción ACS	X		X	
2	Alta demanda calefacción y demanda ACS	GHP	Caldera Calefacción	Recuperación GHP	Caldera ACS
	Calefacción ACS	X	X	X	
3	Demanda calefacción y Alta demanda ACS	GHP	Caldera Calefacción	Recuperación GHP	Caldera ACS
	Calefacción ACS	X		X	X
4	Alta demanda calefacción y alta demanda ACS	GHP	Caldera Calefacción	Recuperación GHP	Caldera ACS
	Calefacción ACS	X	X	X	X
5	Alta demanda calefacción y NO demanda ACS	GHP	Caldera Calefacción	Recuperación GHP	Caldera ACS
	Calefacción ACS	X		X	
6	Alta demanda calefacción y NO demanda ACS	GHP	Caldera Calefacción	Recuperación GHP	Caldera ACS
	Calefacción ACS	X	X	X	
7	Siempre que tenga demanda ACS y no de calefacción	GHP	Caldera Calefacción	Recuperación GHP	Caldera ACS
	Calefacción ACS	X		X	
8	Demanda de ACS sin posibilidad de recuperación	GHP	Caldera Calefacción	Recuperación GHP	Caldera ACS
	Calefacción ACS	X			
9	Alta Demanda de ACS sin posibilidad de recuperación	GHP	Caldera Calefacción	Recuperación GHP	Caldera ACS
	Calefacción ACS	X			X

Depósito de inercia de la GEHP - circuito calor: Cuando la temperatura en lo alto del depósito es 45°C la GEHP se para. Cuando la temperatura en lo alto del depósito es de 40°C la GEHP arranca al 50%. Si la temperatura en ese punto cae por debajo de 40°C, la GEHP subirá carga hasta el 100%. Si la temperatura supera los 40°C la GEHP mantendrá un régimen del 50%.

El esquema de expansión directo tiene una lógica de control específica. Ésta se refiere a la recuperación de ACS y producción directa de agua caliente sanitaria en el primerio de la GEHP.

Cod	Temperatura agua de recuperación	Además del valor tener en cuenta la temperatura de recuperación. Siempre ha de ser superior a la del recuperación  Sonda temperatura ST2-ST3 Temperatura acumulación ACS	Bomba B6 Primario GEHP	Bomba B4 Caldera	Bomba B7 Recuperación ACS - GEHP
1	Trec > Tacumulación	<60°C	OFF	OFF	ON
2	Trec > Tacumulación	<45°C	ON	OFF	ON
3	Trec > Tacumulación	<35°C	ON	ON	ON

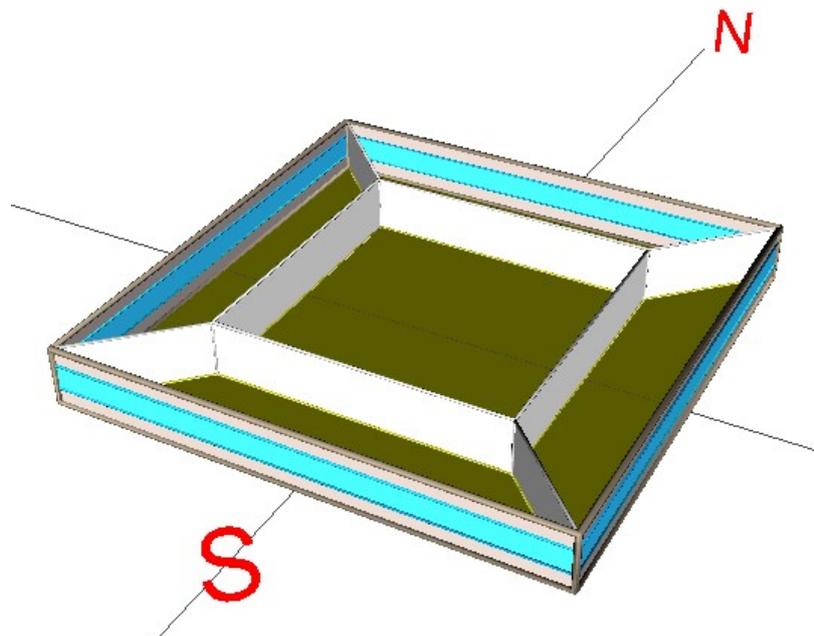
### 3 PROGAS GHP – Ejemplo

Para ilustrar el procedimiento se toma el Ejemplo GT que viene por defecto instalado con la herramienta Unificada.

#### 3.1 Ejemplo: Ejemplo GT

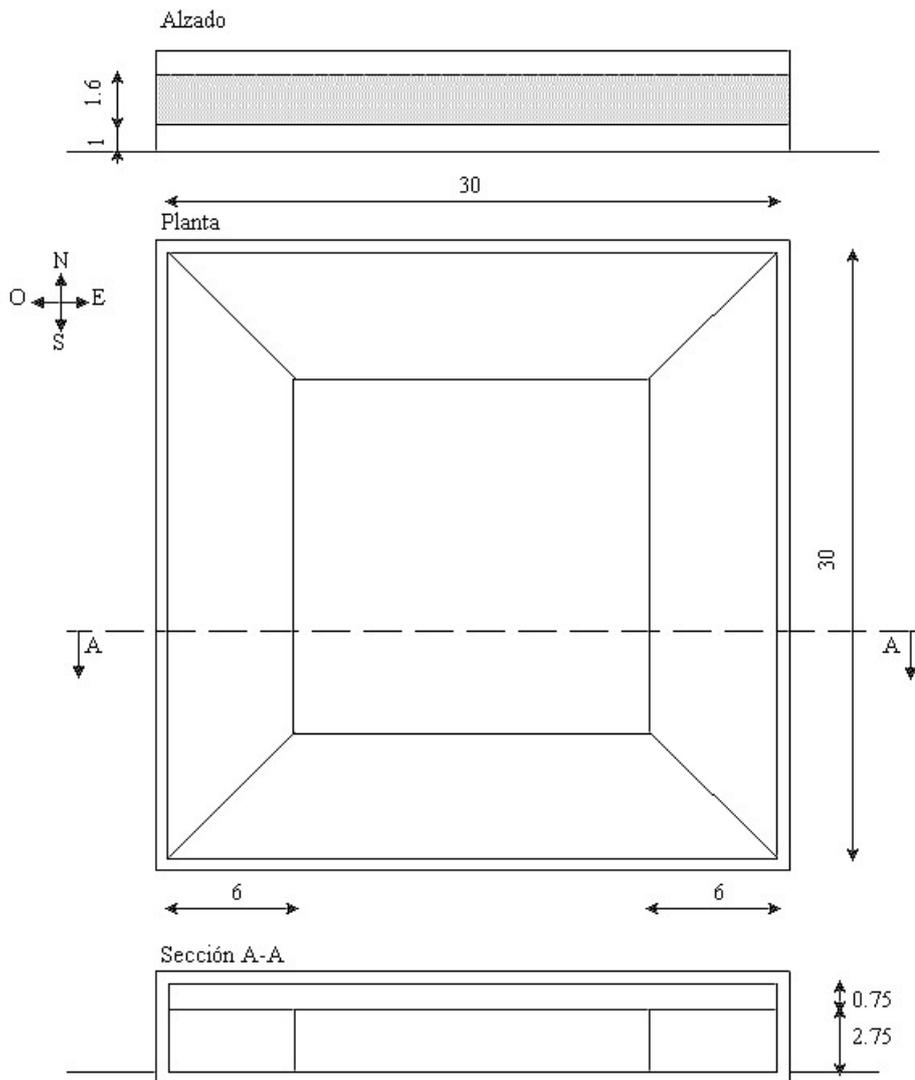
En este apartado se recogen de manera resumida los datos del Proyecto que son necesarios para la posterior introducción del mismo en HULC. El usuario debe pues comenzar por la recopilación de los datos necesarios para la entrada del edificio.

Se trata de un edificio de oficinas de una sola planta con cinco espacios, cuatro externos en las cuatro orientaciones básicas y uno interno. Esta división de los espacios se debe, como se comentará más adelante, a la existencia de cinco zonas térmicas diferentes.



**Figura 1: Vista en tres dimensiones del proyecto eliminando la cubierta**

El sistema de climatización es hidráulico centralizado, particionado en dos circuitos a dos tubos, uno para alimentar a dos climatizadoras a caudal constante de las zonas este y sur respectivamente, y otro para la climatizadora multizona a caudal variable de las tres zonas restantes. Además, aparece una red de ACS independiente a la que se le acopla otra caldera para este suministro.



**Figura 2: Plano acotado del proyecto "Ejemplo 2.0"**

## 3.2 ProgasGHP HULC

El objetivo es sustituir la producción de agua caliente y fría del edificio por uno de los esquemas que ofrece la herramienta. En este caso se elige el esquema hidráulico 3, correspondiente a una combinación entre bomba de calor a gas con elemento productor de agua fría o caliente, más el apoyo de una enfriadora y una caldera (existentes en la instalación de partida). También se contará con una red de ACS acoplada al esquema que contará con la caldera de ACS de la instalación de partida.

### 3.2.1 Consideraciones básicas

#### Generales

- El programa ProgasGHP HULC se conecta con HULC a través del gestor para toda tipología de proyectos, residencial o terciario.
- El caso definido en ProgasGHP o cargado debe haber sido simulado en el PC antes de cargar los resultados o en informe.
- Los archivos generados en la simulación, así como la definición del caso se encuentran en la carpeta Sedigas, dentro de la carpeta del proyecto HULC a estudio,

#### Particulares

- Cálculo de bombas en fase de diseño: para el cálculo del caudal nominal de las bombas se recomienda usar los saltos térmicos nominales y las capacidades térmicas de la unidad activa a la que está unida. Si el sistema es capaz de trabajar en calefacción y refrigeración se calculan los caudales asociadas a cada una y se coge el mayor. Para el cálculo de la potencia nominal se recomienda usar un factor de transporte entre 0.1-0.3 L/kW.
- El UA de los intercambiadores debe ser estimado a partir de la potencia térmica nominal intercambiable y un salto térmico nominal.
- Para el volumen de acumulación hay que considerar unos factores de 5 L/kW para depósitos de inercia y de hasta 40 L/kW para acumulación. Estos factores están ligados a la capacidad térmica de la unidad GEHP.
- Se recomienda que las bombas vinculadas al funcionamiento de la GEHP tengan un caudal nominal idéntico. Aunque es posible reducir el caudal del lazo de recuperación al tener una potencia recuperable para uso de ACS sensiblemente inferior a la capacidad de refrigeración/calefacción.

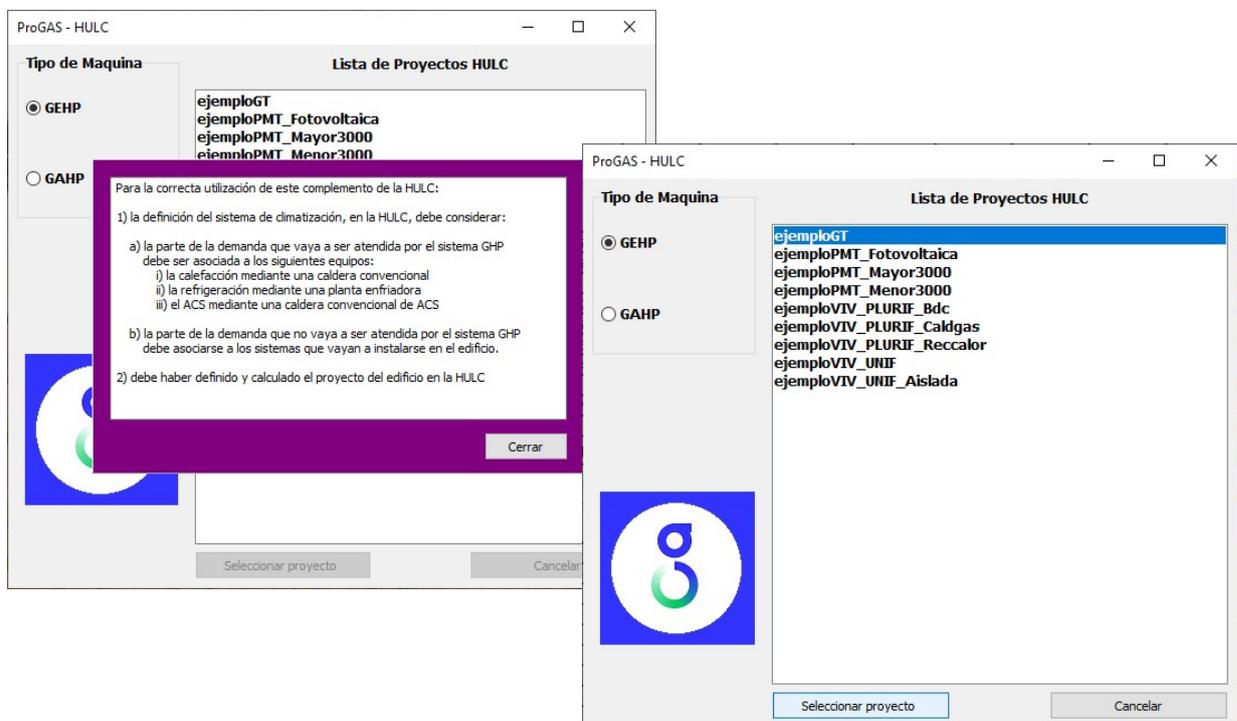
### 3.2.2 Definición del esquema

Los siguientes puntos describen los pasos que hay que dar para el análisis de uno de los esquemas vinculados al proyecto HULC de partida.

#### 3.2.2.1 Paso 1: Gestor inicial de la herramienta ProgasGHP

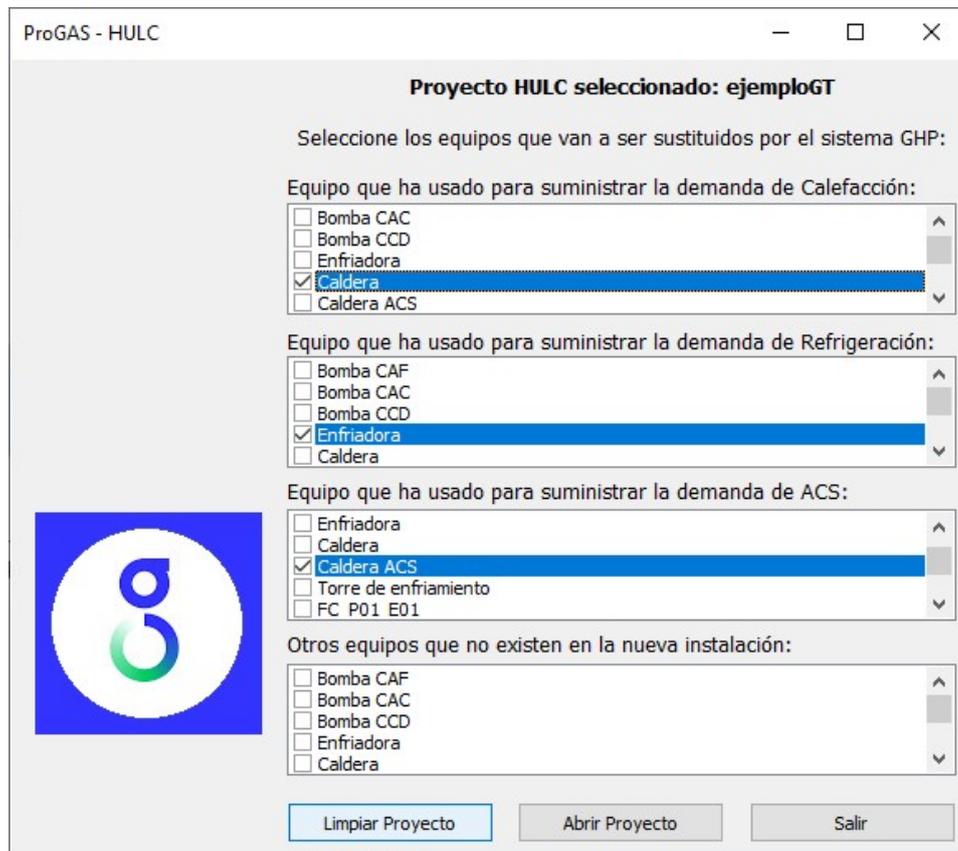
Es una herramienta de enlace entre el software HULC y la definición del esquema GEHP. En este caso, el gestor carga el proyecto que queremos analizar con los diferentes esquemas, y genera el material necesario.

La siguiente captura representa la interfaz del gestor, y a su vez el menú que aparece cuando selecciono la opción de abrir para car el proyecto a estudio. Nótese como la propia herramienta envía un mensaje de cuál es la jerarquía de operaciones requerida.



**Figura 3: Interfaz y operaciones a realizar en el Gestor ProgasGHP**

Una vez elegido el proyecto se abre un menú para elegir los equipos que se quieren reemplazar. Estos equipos están fijados, tal y como aparece en el mensaje morado de la figura 11. Pueden hacer referencia a la totalidad del área acondicionada o a parte de la misma.

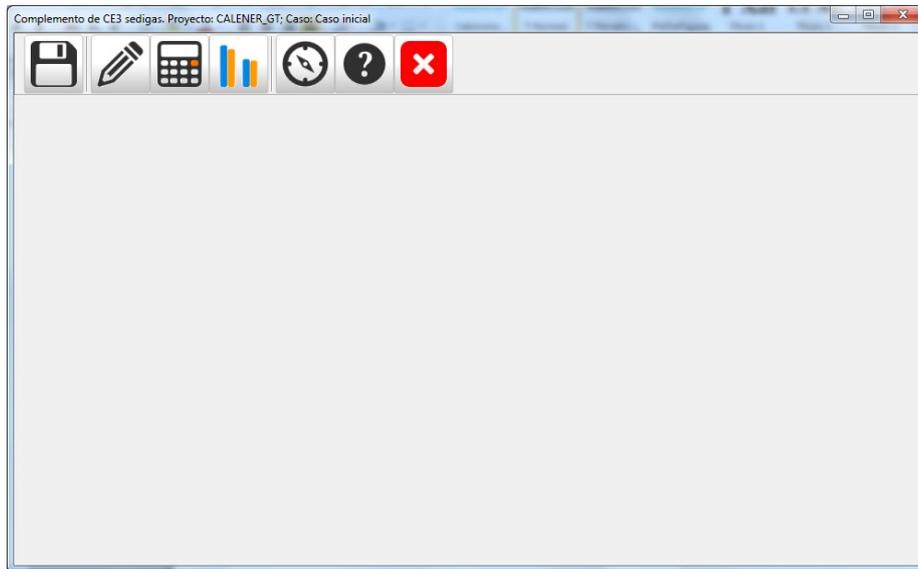


**Figura 4: Selección de equipos que deben sustituidos por el esquema GEHP**

### 3.2.2.2 Paso 2: Interfaz de ProgasGHP

La interfaz del programa intenta ser bastante práctica. En ella existen cuatro operaciones principales, que se pueden ejecutar con los cuatro iconos de la izquierda. La descripción de cada uno de ellos (izquierda – derecha):

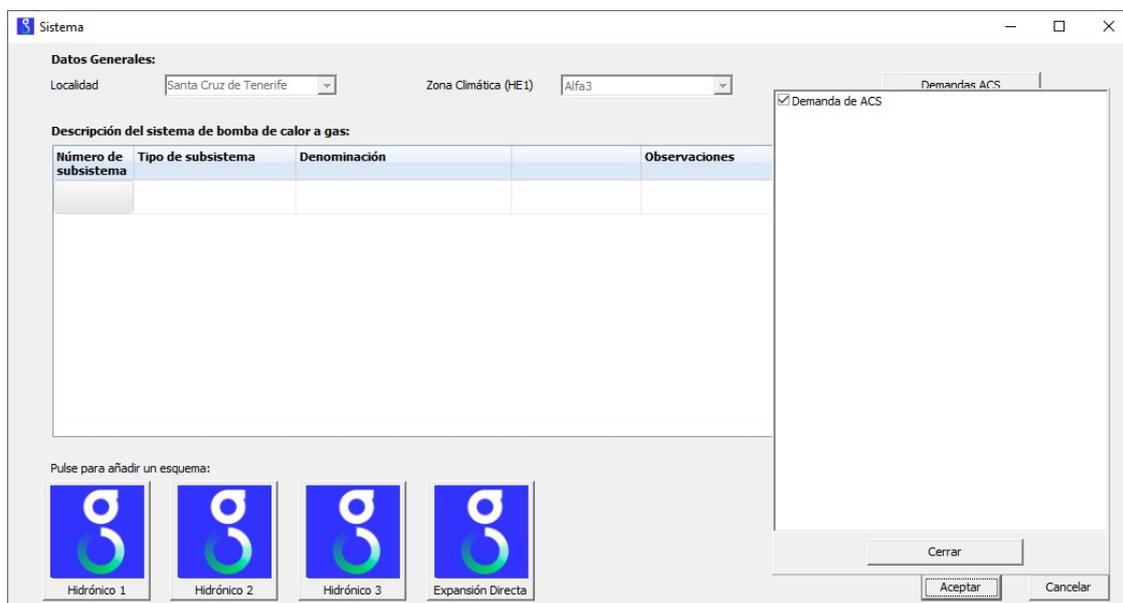
- Guardar el caso
- Definir el caso
- Calcular el caso
- Herramienta de análisis de resultados



**Figura 5: Interfaz y funciones generales de ProgasGHP**

### 3.2.2.3 Paso 3: Elección y definición GHEP

El menú de definición presenta el siguiente grafismo.

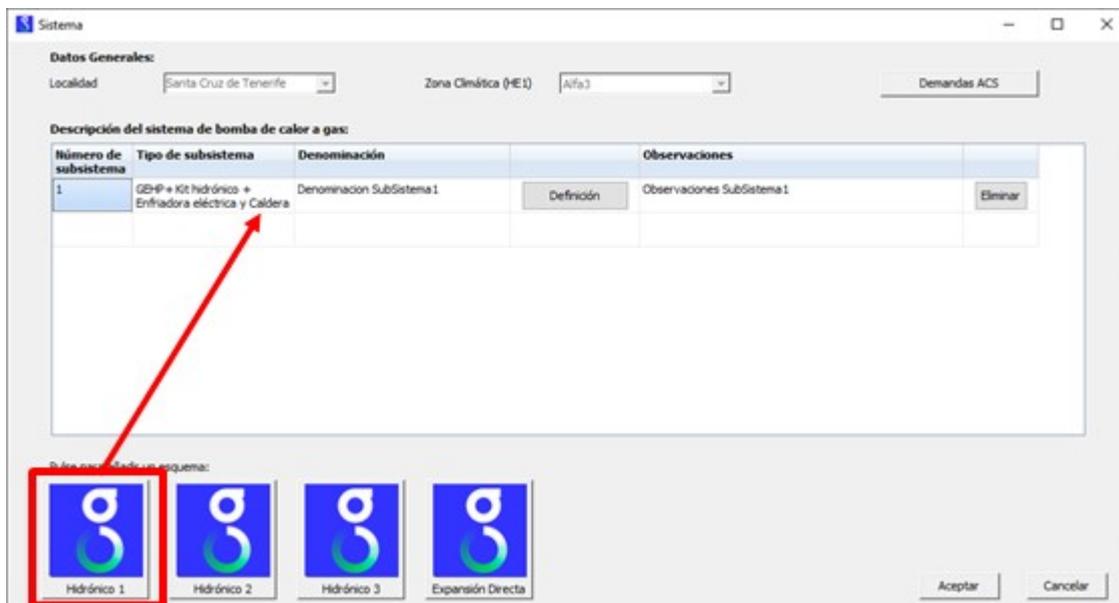


**Figura 6: ProgasGHP – Menú de definición de esquemas**

Lo primero que destaca es que la localidad y la zona climática están fijadas. Eso es así porque se han cargado los datos procedentes del proyecto HULC lanzado desde el gestor, al igual que la demanda de ACS que está vinculada al generador de ACS.

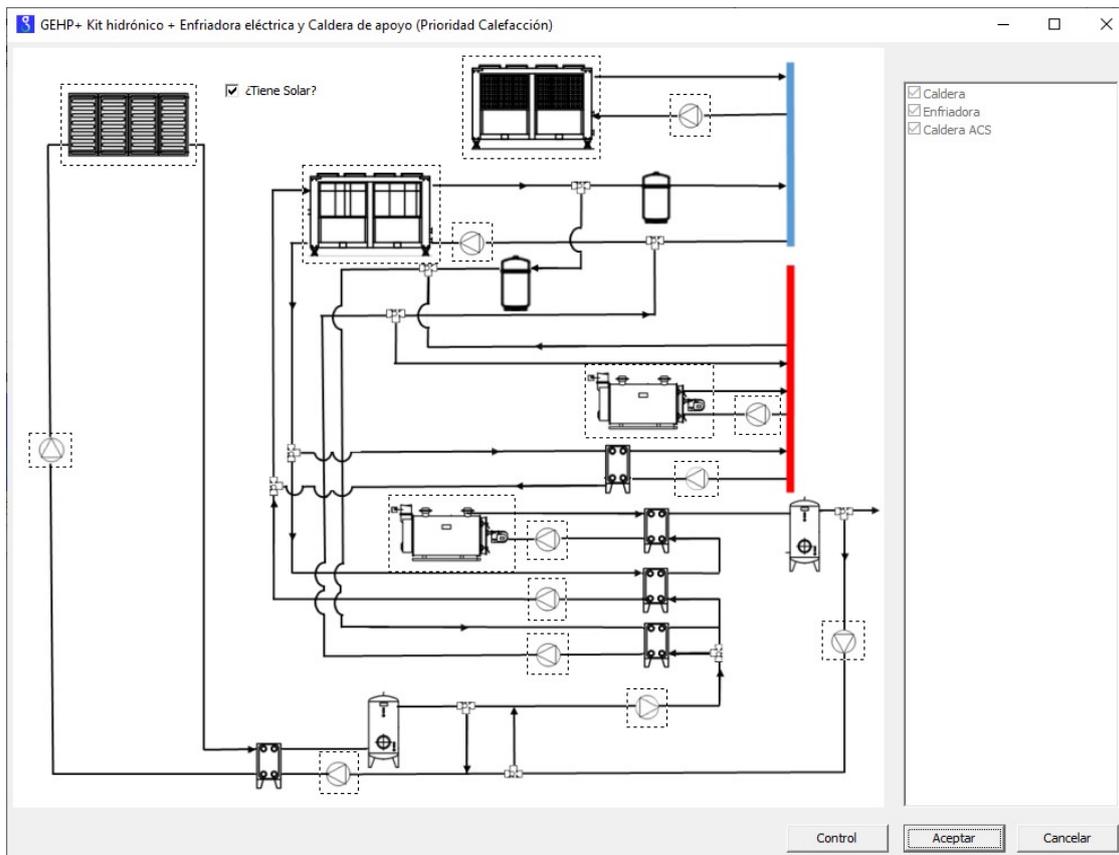
La herramienta permite definir varios esquemas, e incluso mantenerlos en su base de datos para su reutilización en el futuro. Los posibles esquemas aparecen en la parte inferior de la pantalla con el logotipo de SEDIGAS y la nomenclatura que se usó en los epígrafes anteriores.

Para este caso, se ha decidido implementar el esquema 3 o Hidrónico 3:



**Figura 7: ProgasGHP – Elección del esquema**

En los fundamentos del programa se han explicado los esquemas y el principio de funcionamiento de cada uno de ellos. No obstante, la siguiente imagen muestra la información que el programa ofrece al usuario.

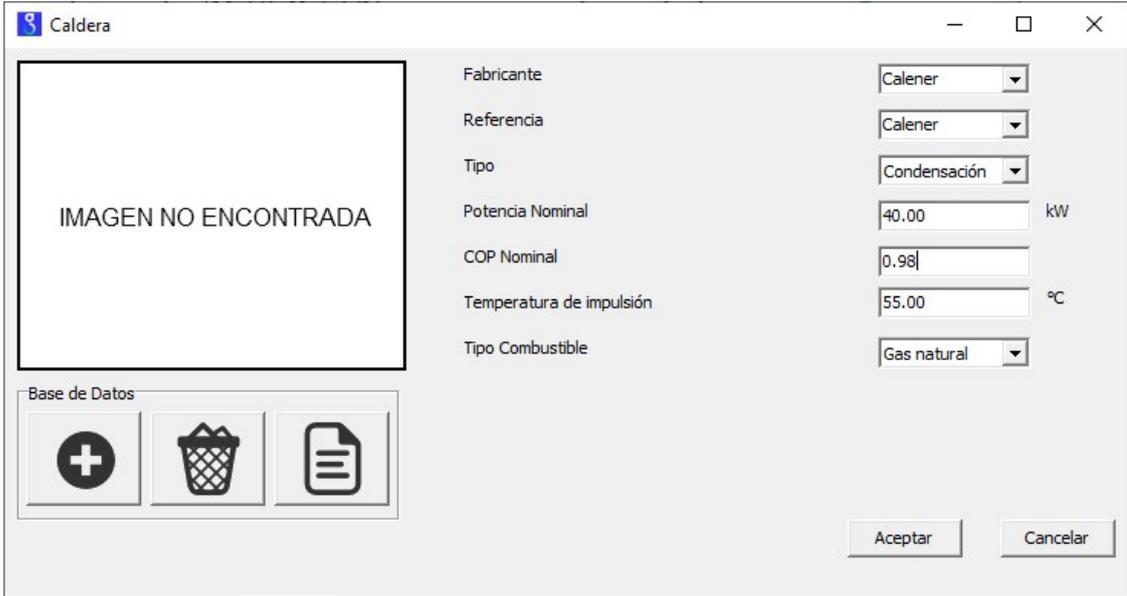


**Figura 8: ProgasGHP – Definición de los componentes del esquema elegido**

A la derecha el programa permite añadir un aporte solar a la demanda de ACS. Este apoyo aparece en serie con la recuperación de ACS de la GEHP y la producción convencional usando la caldera.

Adicional a lo comentado, en la figura 16 se destacan los siguientes aspectos:

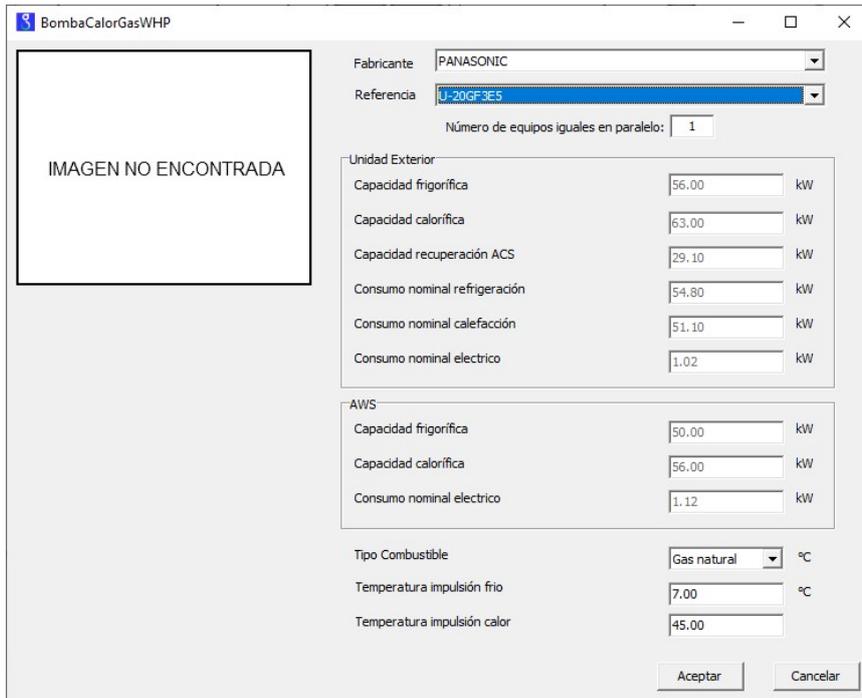
1. A la derecha, aparece un árbol de selección. Este árbol ofrece los sistemas de partida definidos en HULC y que van a ser sustituidos por el esquema de producción GEHP.
2. Lo siguiente es la definición de cada uno de los componentes. Para ello lo único que hay que hacer es posicionar el ratón encima del dibujo del elemento, y éste cambiará su forma para poder ejecutar el menú de definición del componente al hacer clic. A modo de ejemplo se presenta la caldera convencional:



Fabricante	Calener
Referencia	Calener
Tipo	Condensación
Potencia Nominal	40.00 kW
COP Nominal	0.98
Temperatura de impulsión	55.00 °C
Tipo Combustible	Gas natural

En el caso que se aborda la caldera auxiliar de calefacción. Caldera de condensación de 40KW, Gas Natural y con una temperatura de impulsión de 55°C.

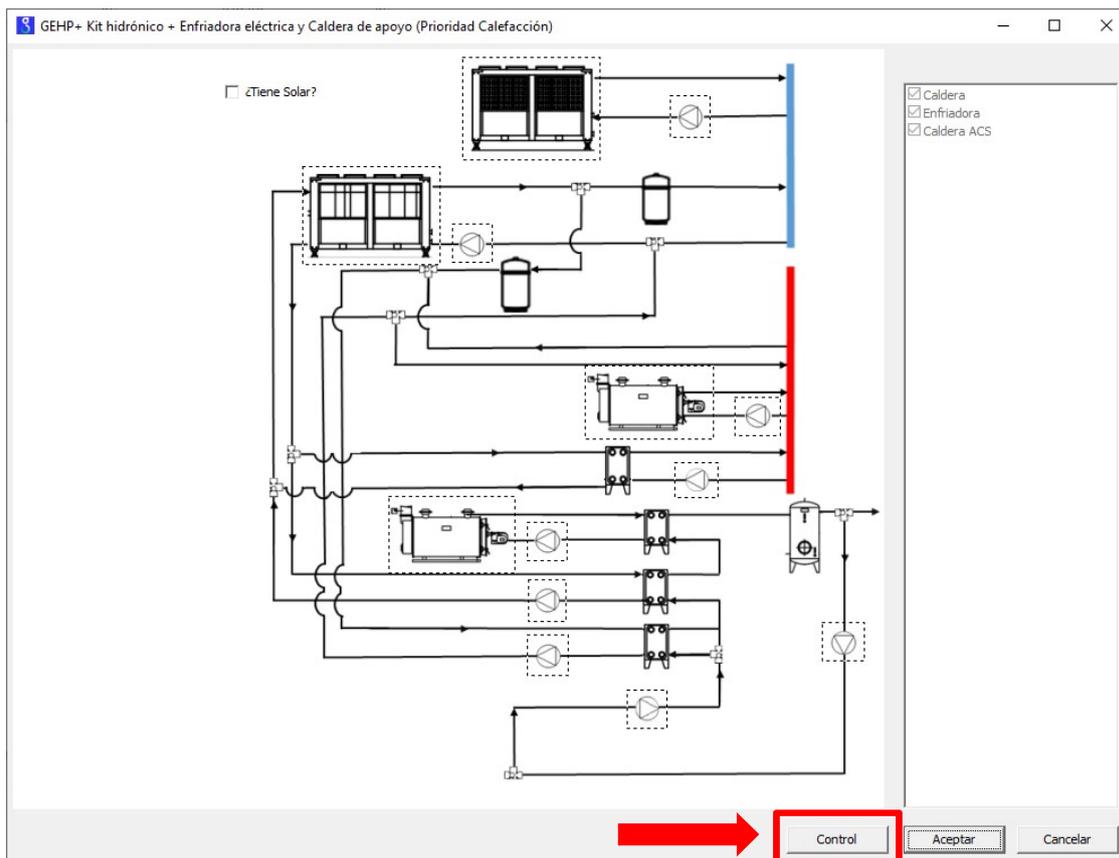
Para la bomba de calor a gas, se elige una del catálogo cuya potencia de frío sea superior a 20 kW, y en calor superior a 18 kW en el lazo de producción de agua fría o caliente. En este caso la elección es la unidad PANASONIC. Nótese que el usuario tiene como grado de libertad la elección del combustible entre Gas Natural y Gas Propano, y las temperaturas de trabajo del equipo.



Fabricante	PANASONIC
Referencia	U-20GF3E5
Número de equipos iguales en paralelo:	1
<b>Unidad Exterior</b>	
Capacidad frigorífica	56.00 kW
Capacidad calorífica	63.00 kW
Capacidad recuperación ACS	29.10 kW
Consumo nominal refrigeración	54.80 kW
Consumo nominal calefacción	51.10 kW
Consumo nominal eléctrico	1.02 kW
<b>AWS</b>	
Capacidad frigorífica	50.00 kW
Capacidad calorífica	56.00 kW
Consumo nominal eléctrico	1.12 kW
Tipo Combustible	Gas natural °C
Temperatura impulsión frío	7.00 °C
Temperatura impulsión calor	45.00

### 3. Control

Cuando se define el esquema sobre el que se quiera trabajar, Hidrónico 1 en el ejemplo en cuestión que se está tratando; se tiene la opción de modificar los controles de los equipos que componen el esquema en cuestión en cuestión. Esta opción aparece en la definición de sistema, como se muestra:



Cuando se selecciona dicha opción se despliega una ventana de controles, en la que se da la opción de modificar las características de los sistemas en cargas de frío, calor, horarios de uso y temperaturas de consignas. Estos valores se definen por defecto en la selección de la GEHP como los valores aconsejados por el fabricante. Las variables concretas que pueden modificarse son:

- Temperatura de impulsión nominal (carga frío y calor)
- Salto de temperatura nominal ( carga frío y calor)
- Consignas de alta (apagado GEHP) media (50%) y de baja (operación al 100%). Estas consignas se establecen en función de los acumuladores de cada servicio. Por ejemplo, con el acumulador de calor, si la temperatura del acumulador está por debajo de la temperatura de alta, la GEHP se enciende al 100%. Para estas señales de control se ha definido una histéresis.
- Idéntico para ACS y refrigeración.

- Control del campo solar en función del acumulador solar.

Además de estos parámetros se deben establecer los volúmenes de la acumulación y las características de los intercambiadores de placas que tiene el esquema.

En esta ficha control el usuario deberá establecer los periodos de cada uno de los servicios que combate el esquema. Estos servicios tienen unas leyes de control diferentes, por lo que es importante su definición. Hay que saber que la definición del control se hace siguiendo las siguientes leyes:

1. Se establece el periodo de ACS anual, este periodo puede ser todo el año.
2. Sobre ese periodo se sobrescribe el periodo de calefacción. Para el inicio de

Mes inicio Agua caliente sanitaria	Mes fin Calefacción
Día de inicio de Agua caliente sanitaria	Día fin Calefacción
Mes fin Agua caliente sanitaria	Mes inicio Refrigeración
Día final de Agua caliente sanitaria	Día inicio Refrigeración
Mes inicio Calefacción	Mes fin Refrigeración
Día inicio Calefacción	Día inicio refrigeración

Se destaca que para controlar las variables correspondientes al horario de uso del edificio, en el caso de desconocimiento, se sugieren las siguientes tablas:

		Intensidad – duración del uso												
		b-8h	b-12h	b-16h	b-24h	m-8h	m-12h	m-16h	m-24h	a-8h	a-12h	a-16h	a-24h	
<b>Zona climática de invierno</b>	A			Diciembre Enero Febrero					Diciembre Enero				N/A	
	B			Noviembre Diciembre Enero Febrero					Diciembre Enero Febrero				Diciembre Enero	
	C			Noviembre Diciembre Enero Febrero Marzo					Noviembre Diciembre Enero Febrero				Diciembre Enero Febrero	
	D				Noviembre Diciembre Enero Febrero Marzo									Noviembre Diciembre Enero Febrero
	E									Noviembre Diciembre Enero Febrero Marzo				
		Intensidad – duración del uso												



		b-8h	b-12h	b-16h	b-24h	m-8h	m-12h	m-16h	m-24h	a-8h	a-12h	a-16h	a-24h
Zona climática de verano	1	Julio Agosto						Junio Julio Agosto Septiembre	Julio Agosto	Junio Julio Agosto Septiembre	Junio Julio Agosto Septiembre	Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre	
	2							Junio Julio Agosto Septiembre				Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre	
	3	Junio Julio Agosto Septiembre						Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre	Junio Julio Agosto Septiembre	Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre	Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre Noviembre		
	4	Junio Julio Agosto Septiembre						Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre	Junio Julio Agosto Septiembre	Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre	Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre Noviembre		

Así pues, a modo de ejemplo; para un edificio que se encuentre en la zona climática C2, con un uso se m-16 h se marcará como inicio y fin de la estación de calefacción el día 1 de Noviembre y 28 de febrero respectivamente, tal como se muestra:

		Intensidad – duración del uso											
		b-8h	b-12h	b-16h	b-24h	m-8h	m-12h	m-16h	m-24h	a-8h	a-12h	a-16h	a-24h
Zona climática de invierno	A	Diciembre Enero Febrero				Diciembre Enero				N/A			
	B	Noviembre Diciembre Enero Febrero				Diciembre Enero Febrero				Diciembre Enero			
	C	Noviembre Diciembre Enero Febrero Marzo				Noviembre Diciembre Enero Febrero				Diciembre Enero Febrero			
	D					Noviembre Diciembre Enero Febrero Marzo				Noviembre Diciembre Enero Febrero			
	E					Noviembre Diciembre Enero Febrero Marzo							

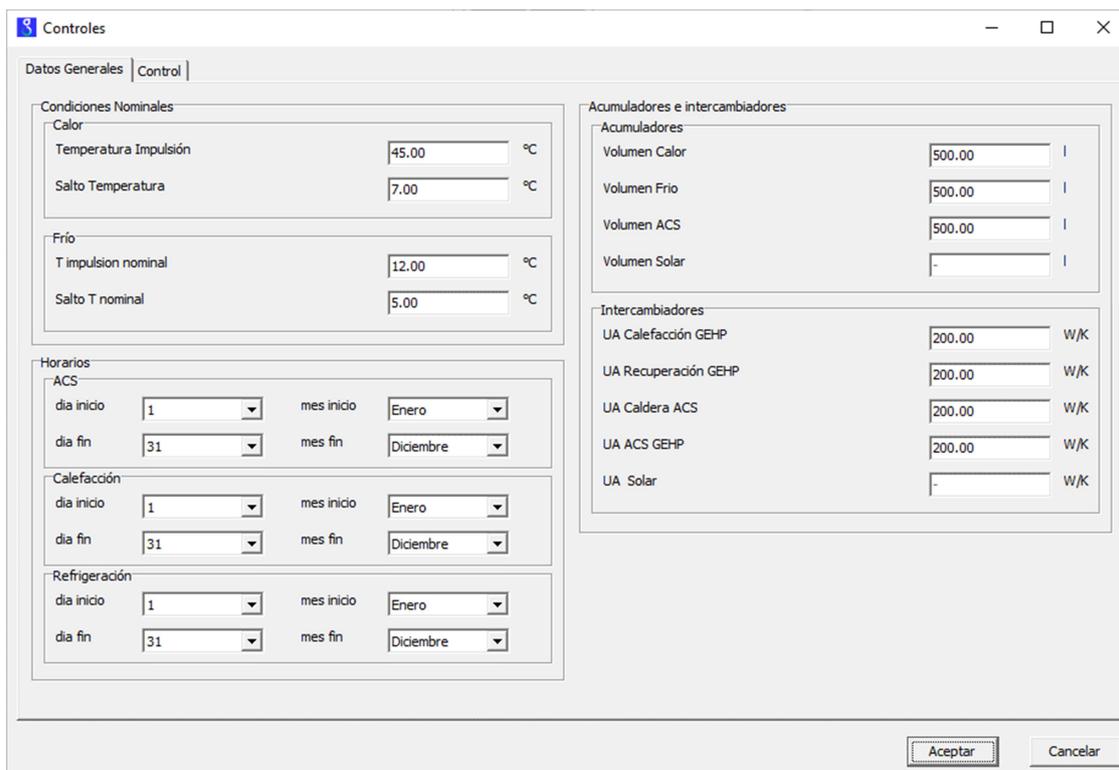
Del mismo modo, se define la refrigeración del mismo con inicio el día 1 de junio y fin el 31 de septiembre, como se ilustra en la siguiente imagen.



		Intensidad – duración del uso										
		b-8h	b-12h	b-16h	b-24h	m-8h	m-12h	m-16h	m-24h	a-8h	a-12h	a-16h
Zona climática de verano	1	Julio Agosto						Junio Julio Agosto Septiembre	Julio Agosto	Junio Julio Agosto Septiembre	Junio Julio Agosto Septiembre	Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre
	2							Junio Julio Agosto Septiembre				Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre
	3	Junio Julio Agosto Septiembre						Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre	Junio Julio Agosto Septiembre	Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre	Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre Noviembre	
	4	Junio Julio Agosto Septiembre						Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre	Junio Julio Agosto Septiembre	Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre	Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre Noviembre	

En el caso de que proceda la modificación de alguno de ellos tan solo será necesario situarse sobre él y poner el valor que se estime oportuno o, en su defecto; desplegar la lista de opciones que se nos ofrece.

A modo ilustrativo se adjunta una imagen ejemplo del mismo.



The screenshot shows a software window titled 'Controles' with a 'Control' tab. It contains several configuration sections:

- Condiciones Nominales:**
  - Calor:** Temperatura Impulsión: 45.00 °C; Salto Temperatura: 7.00 °C.
  - Frío:** T impulsión nominal: 12.00 °C; Salto T nominal: 5.00 °C.
- Horarios:**
  - ACS:** día inicio: 1, mes inicio: Enero, día fin: 31, mes fin: Diciembre.
  - Calefacción:** día inicio: 1, mes inicio: Enero, día fin: 31, mes fin: Diciembre.
  - Refrigeración:** día inicio: 1, mes inicio: Enero, día fin: 31, mes fin: Diciembre.
- Acumuladores e intercambiadores:**
  - Acumuladores:** Volumen Calor: 500.00 l; Volumen Frío: 500.00 l; Volumen ACS: 500.00 l; Volumen Solar: - l.
  - Intercambiadores:** UA Calefacción GEHP: 200.00 W/K; UA Recuperación GEHP: 200.00 W/K; UA Caldera ACS: 200.00 W/K; UA ACS GEHP: 200.00 W/K; UA Solar: - W/K.

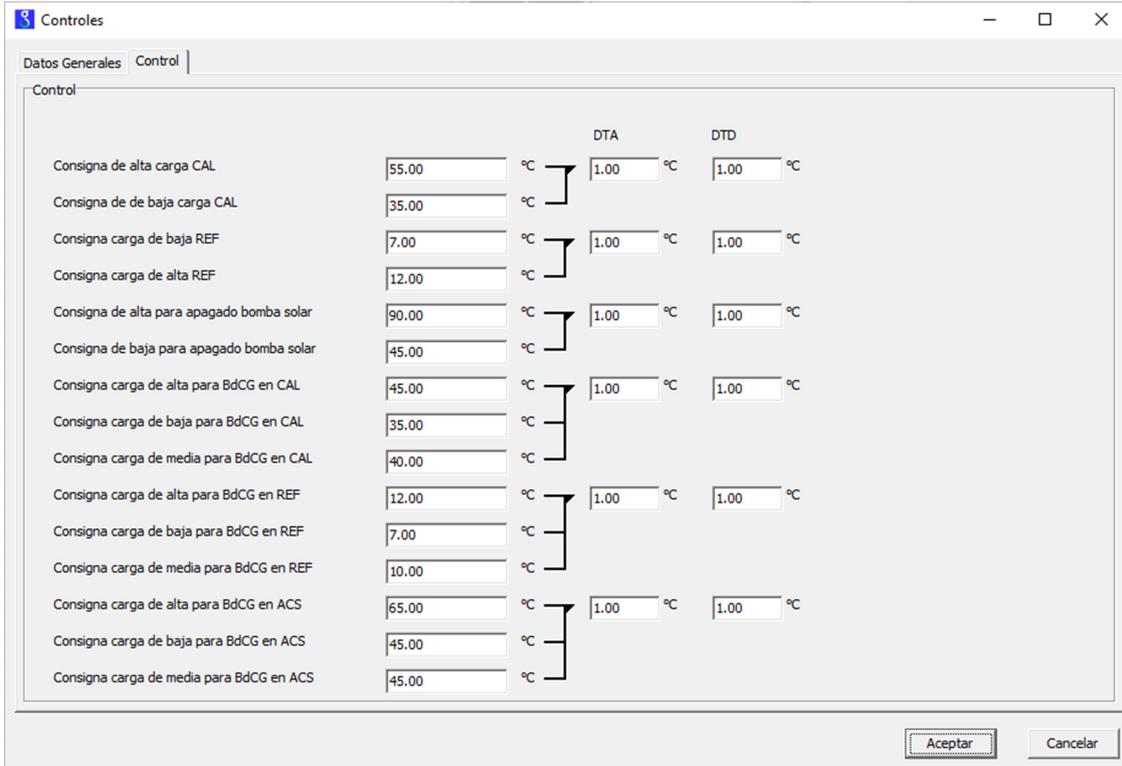
Buttons for 'Aceptar' and 'Cancelar' are located at the bottom right.

Es importante destacar que las temperaturas de impulsión y los saltos térmicos nominales aquí definidos están ligados a los colectores de calor y frío, y por tanto a la demanda energética que se recibe del edificio. Pero que en cada una de las unidades activas el usuario define las temperaturas de impulsión nominales de la misma.

Además, y unido al siguiente punto, estas temperaturas de trabajo, junto con el caudal de la bomba (bombas a caudal constante), están relacionadas con los parámetros de control del esquema y con los resultados de la simulación.

- Consigna carga de baja en CAL: Cuando la temperatura de retorno del circuito de calefacción cae a 45°C se activan las bombas de la GEHP
- Cuando la temperatura de retorno del circuito de calefacción cae a 33°C se activan las bombas de la caldera de apoyo en calefacción y por tanto arranca la caldera.
- Depósito de inercia de la GEHP - circuito calor:
  - Consigna de cambio BdCg de CAL a ACS: Cuando la temperatura en lo alto del depósito es 45°C la GEHP se para. Si los tanques de ACS se encuentran repletos a temperatura de acumulación. Se cambia la dirección del flujo actuando sobre las válvulas para que el agua caliente se use en la producción de ACS, activando la bomba de este lazo.
  - Consigna carga de media BdCg en CAL: Cuando la temperatura en lo alto del depósito es de 40°C la GEHP arranca al 50%.
  - Consigna carga de alta BdCg en CAL: Si la temperatura en ese punto cae por debajo de 40°C, la GEHP subirá carga hasta el 100%. Si la temperatura supera los 40°C la GEHP mantendrá un régimen del 50%.

De forma análoga aparecen las consignas de refrigeración y ACS. Para más información véase 2.3.2 para ver la descripción completa tipo de los esquemas.

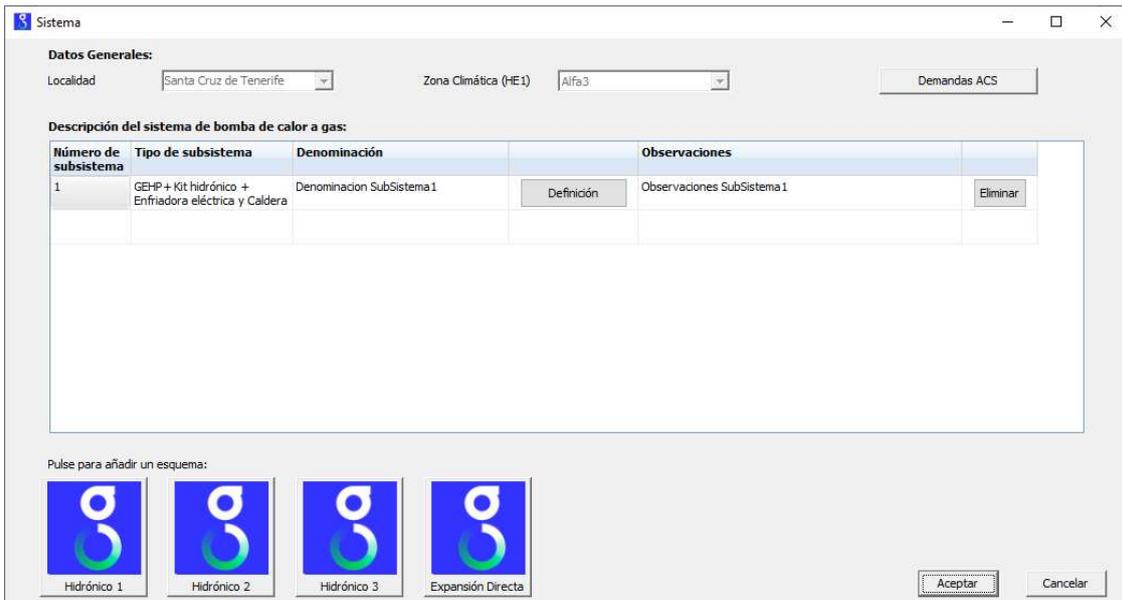


The 'Controles' window displays a list of temperature setpoints (consignas) for different systems, organized into two columns: DTA and DTD. Each setpoint is represented by a text input field followed by a degree Celsius symbol (°C). The setpoints are as follows:

Consigna	DTA (°C)	DTD (°C)
Consigna de alta carga CAL	55.00	1.00
Consigna de de baja carga CAL	35.00	
Consigna carga de baja REF	7.00	1.00
Consigna carga de alta REF	12.00	1.00
Consigna de alta para apagado bomba solar	90.00	1.00
Consigna de baja para apagado bomba solar	45.00	
Consigna carga de alta para BdCG en CAL	45.00	1.00
Consigna carga de baja para BdCG en CAL	35.00	
Consigna carga de media para BdCG en CAL	40.00	
Consigna carga de alta para BdCG en REF	12.00	1.00
Consigna carga de baja para BdCG en REF	7.00	
Consigna carga de media para BdCG en REF	10.00	
Consigna carga de alta para BdCG en ACS	65.00	1.00
Consigna carga de baja para BdCG en ACS	45.00	
Consigna carga de media para BdCG en ACS	45.00	

Buttons: **Aceptar**, **Cancelar**

Tras definir las características de los equipos que consolidan el esquema mencionado se procede a aceptar la definición del sistema.



The 'Sistema' window displays general data and a table of subsystems. The general data includes:

- Localidad: Santa Cruz de Tenerife
- Zona Climática (HE1): Alfa3
- Demandas ACS: [Empty field]

**Descripción del sistema de bomba de calor a gas:**

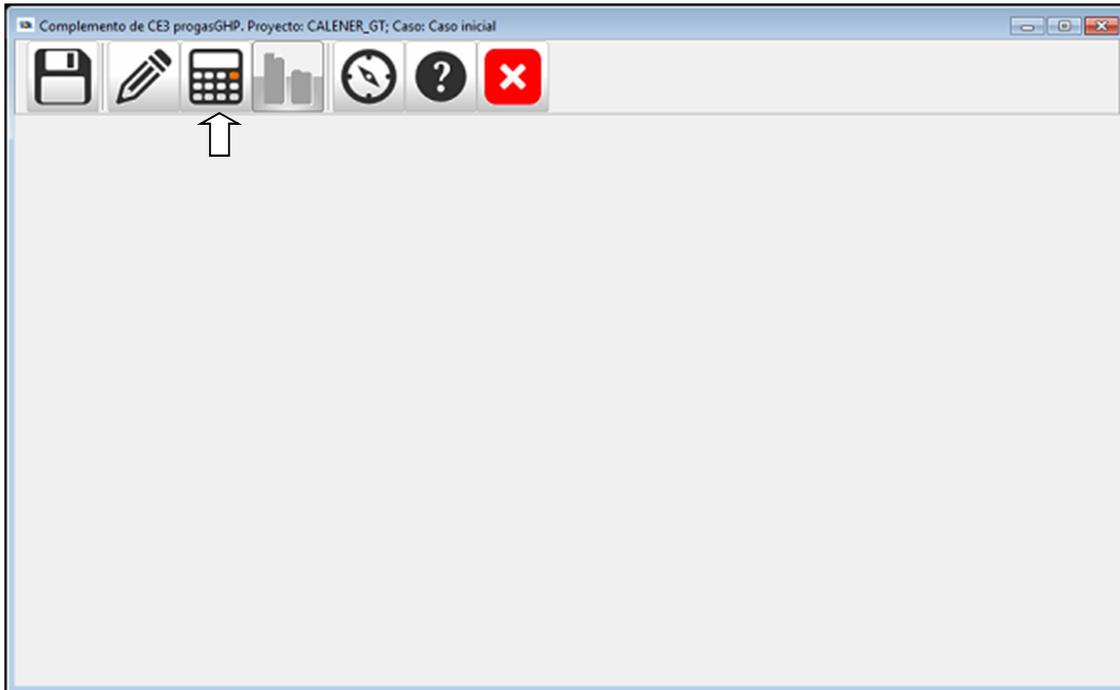
Número de subsistema	Tipo de subsistema	Denominación	Definición	Observaciones	Eliminar
1	GEHP + Kit hidrónico + Enfriadora eléctrica y Caldera	Denominación SubSistema1	Definición	Observaciones SubSistema1	Eliminar

Pulse para añadir un esquema:

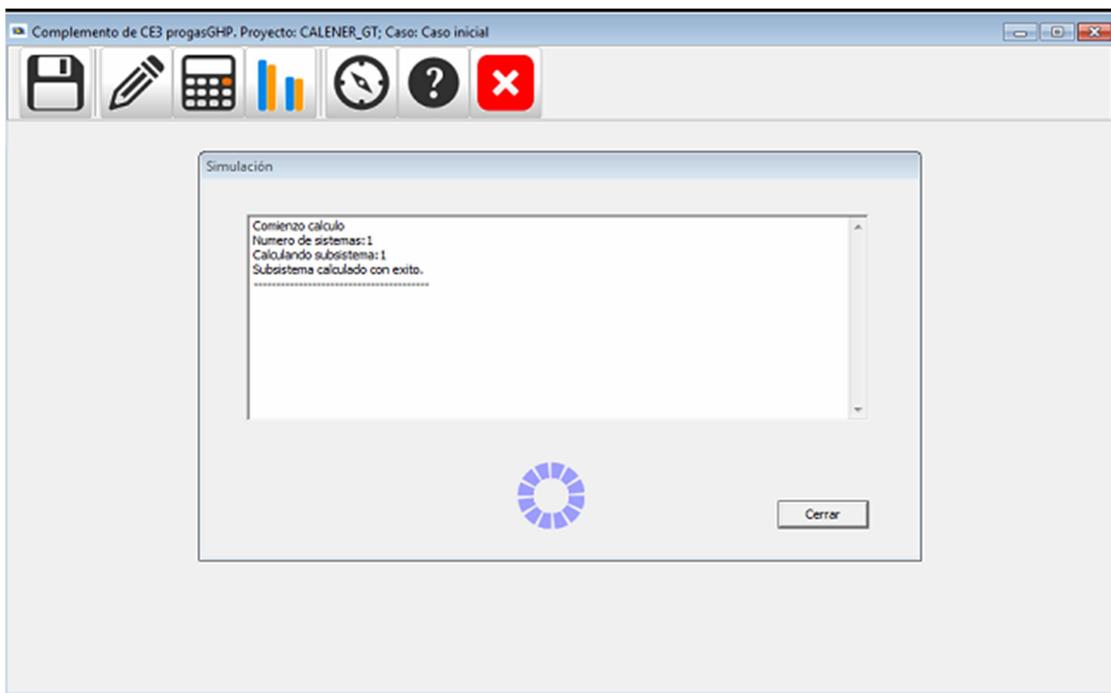
- Hidrónico 1
- Hidrónico 2
- Hidrónico 3
- Expansión Directa

Buttons: **Aceptar**, **Cancelar**

Habiendo aceptado las condiciones impuestas, se pasa a calcular el sistema definido seleccionando el botón calcular, como se muestra.



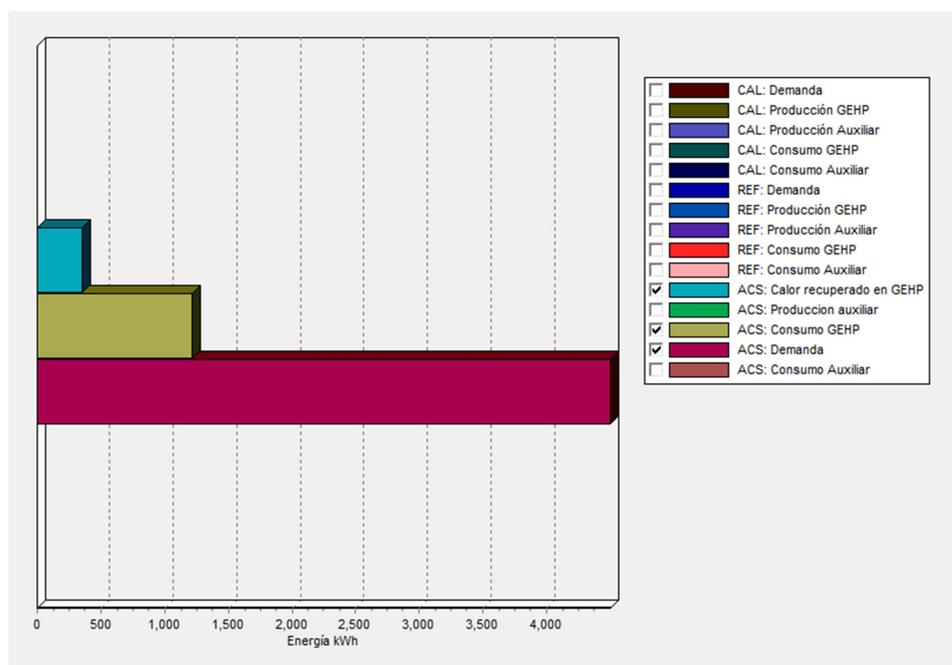
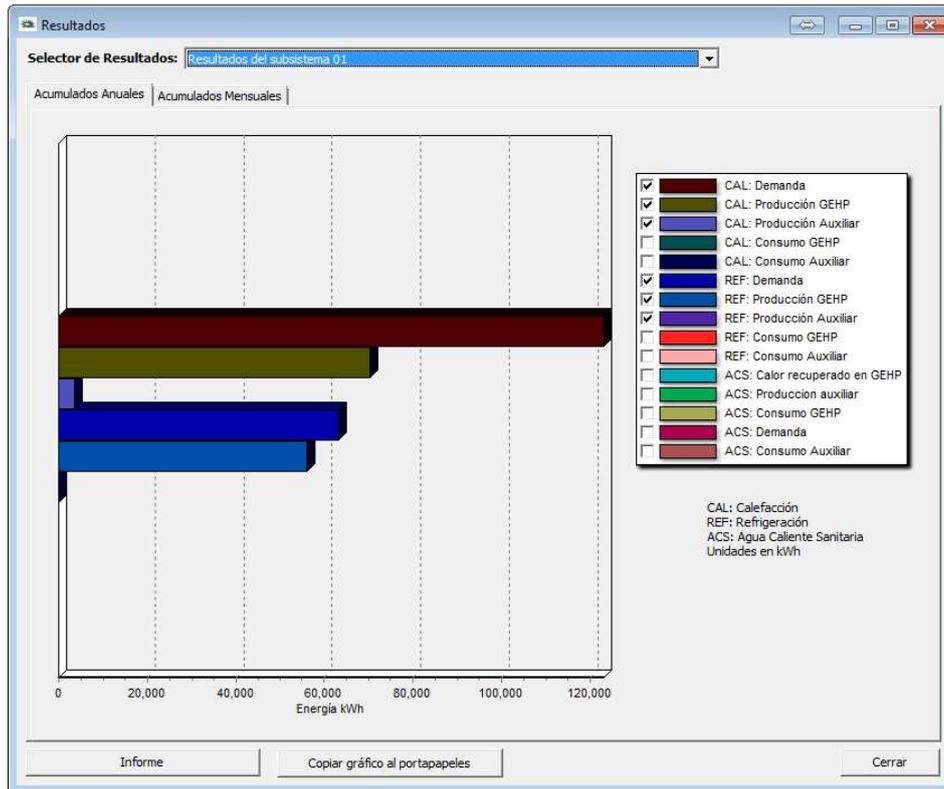
El programa comenzará a realizar el cálculo del edificio con el sistema en cuestión, hasta que finaliza la iteración, cuando aparecerá un mensaje como el que se muestra.

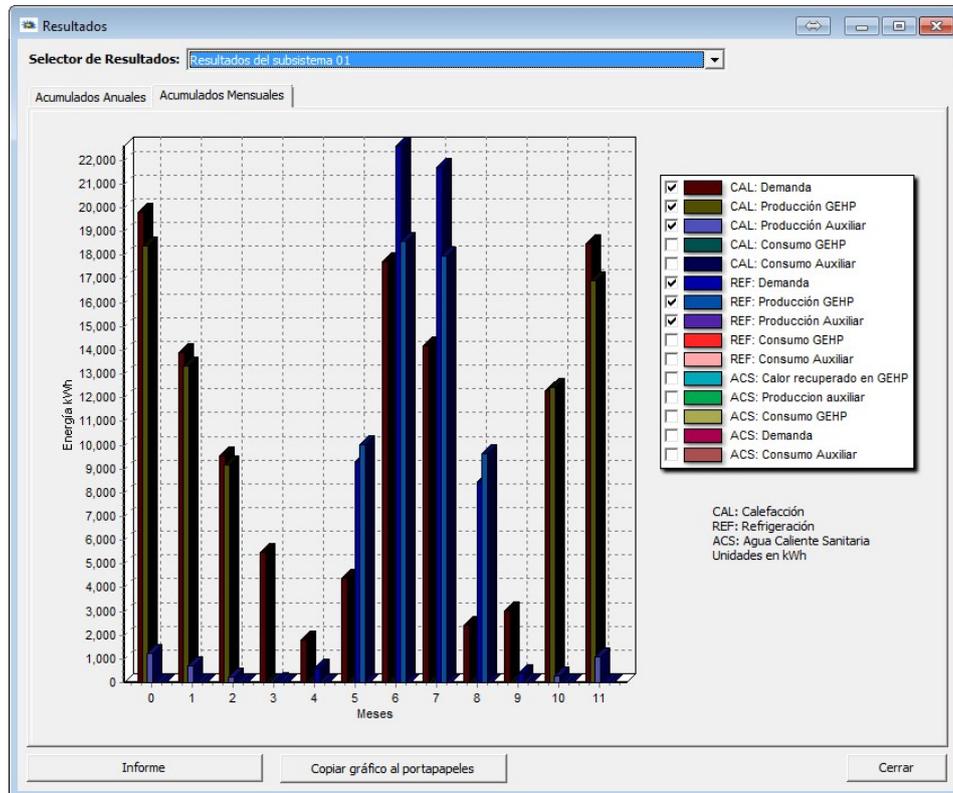


Tras aparecer este mensaje, cerrando el cuadro de diálogo mostrado anteriormente, se procede a calcular el sistema haciendo uso del cuarto botón de izquierda a derecha o botón herramienta de análisis de resultados como se nombró previamente, el cual procede a mostrar las variables en cuestión que se desee.

### 3.2.3 Resultados

A modo resumen se ilustran los resultados tipo que se pueden obtener con la herramienta. En la parte inferior de esta sección aparecen resultados detallados que pueden no estar referidos al caso a estudio, sirviendo los mismos para ilustrar las capacidades de la herramienta.





Si así se deseara, se podría obtener como resultado el valor de todas las variables que aparecen en la lista mostrada en la ilustración. Se ha decidido que la interfaz muestre resultados mensuales y anuales referentes a cada servicio, pero única y exclusivamente de demandas y consumos de energía final de la GEHP y el auxiliar de apoyo en ese servicio.

La herramienta permite calcular varios esquemas a la vez, y representar sus resultados de forma independiente. Eso sí, en el informe aparecen todos los esquemas de forma sucesiva en el orden de definición.

Tal como se puede obtener el resumen de resultados, es posible generar un manual en el que se obtiene un documento donde se resume todas las características del cálculo realizado así como los resultados obtenidos. Para generar este sistema debemos usar el botón informe que aparece tras la gráfica de resultados. El informe contiene los principales datos y descripción del esquema elegido y los equipos:



Simulación de Sistemas de Bomba de Calor a Gas

Anexo al Certificado de Eficiencia Energética

Solución Singular para Sistemas de Bomba de Calor a Gas

GEHP + Kit hidrónico + BdC Eléctrica + Caldera de apoyo (Hidrónico2)

1. Descripción del sistema

Localidad:	Alcorcón	Zona climática:	D3
------------	----------	-----------------	----

GEHP + Kit Hidrónico

Fabricante	PANASONIC
Referencia	ECO-g con Hidrokit (U-20GE2E5 + S-500WX2E5)
Capacidad frigorífica Ud. exterior (kW)	56
Capacidad calorífica Ud. exterior (kW)	63
Capacidad recuperación ACS (kW)	20
Consumo nominal refrigeración (kW)	39
Consumo nominal calefacción (kW)	43
Capacidad frigorífica (kW)	50
Capacidad calorífica (kW)	60
Combustible	-

BdC Eléctrica

Tipo condensación	0
Capacidad frigorífica (kW)	71
Capacidad calorífica (kW)	80
EER nominal	4.00
COP nominal	4.00

Caldera de apoyo ACS

Tipo	Convencional
Potencia nominal (kW)	45
COP nominal	0.95
Combustible	-

Acumulación y apoyo solar

ACS (L)	700.00
Calefacción (L)	1500.00
Refrigeración (L)	1000.00
Solar (L)	500.00
Área de captación (m <sup>2</sup> )	10.00

Y además la demanda y consumos de energía final de los principales equipos tanto a nivel anual como mensual. Por ejemplo se muestra calefacción:

## 2. Resultados Anuales

	Calefacción	Refrigeración	ACS
Demanda Edificio (kWh)	123070.40	63083.08	19689.54
Producción GEHP (kWh)	52224.09	40880.27	11806.91
Producción por auxiliar (kWh)	21007.30	30101.89	950.59
Consumo de combustible GEHP (kWh)	37565.15	23773.12	16.97
Consumo de combustible auxiliar (kWh)	2923.72	4323.57	1131.24

SCOP Calefacción	1.39	SCOP Calefacción + ACS	1.58
SEER Refrigeración	1.72	SEER Refrigeración + ACS	1.91

FC Calefacción	0.71	FC Calefacción + ACS	0.73
FC Refrigeración	0.58	FC Refrigeración + ACS	0.59

Además de la demanda del edificio, aparece la producción de energía de la GEHP para cada servicio y del auxiliar. A su vez los valores de los rendimientos medios estacionales referidos a la duración de la estación establecida en la definición del esquema. Hay que comentar que aparecen dos valores de rendimientos, los que tienen en cuenta en el numerador la cantidad de energía recuperada para uso de ACS (“SCOP Calefacción + ACS” y “SEER Refrigeración + ACS”), y los rendimientos convencionales (“SCOP Calefacción” y “SEER Refrigeración”).

Por último aparece el tanto por uno de la energía producida por la GEHP y referida al total producida por el esquema definido en cada servicio. De forma análoga este tanto por uno puede estar referido a la producción de agua fría y caliente para calefacción y refrigeración (“FC Calefacción” y “FC Refrigeración”), y cuando se tiene en cuenta en el numerador la cantidad de energía producida en la recuperación para ACS (“FC Calefacción + ACS” y “FC Refrigeración + ACS”).

## 3. Resultados mensuales

### 3.1 Calefacción y refrigeración

	Calefacción					Refrigeración				
	Demanda Edificio (kWh)	Produc. GEHP (kWh)	Produc. por auxiliar (kWh)	Consumo GEHP (kWh)	Consumo auxiliar (kWh)	Demanda Edificio (kWh)	Produc. GEHP (kWh)	Produc. por auxiliar (kWh)	Consumo GEHP (kWh)	Consumo auxiliar (kWh)
Enero	19828.58	13219.21	0.00	9663.31	862.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Febrero	13892.85	9820.52	0.00	7173.71	481.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Marzo	9553.72	8079.18	0.00	5769.87	304.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Abril	5503.15	0.00	0.00	0.00	0.00	24.45	0.00	0.00	0.00	0.00
Mayo	1799.48	0.00	0.00	0.00	0.00	600.71	0.00	0.00	0.00	0.00
Junio	4381.05	0.00	0.00	0.00	0.00	9295.61	7565.36	4483.22	4510.61	649.57
Julio	17720.62	0.00	0.00	0.00	0.00	22603.19	13137.08	11211.73	7535.93	1610.93
Agosto	14189.85	0.00	0.00	0.00	0.00	21723.97	13150.13	10518.27	7481.63	1507.57
Septiembre	2419.60	0.00	0.00	0.00	0.00	8453.48	7027.70	3888.68	4244.94	555.49
Octubre	3015.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Noviembre	12282.41	9270.07	0.00	6334.67	333.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diciembre	18483.28	11835.11	0.00	8623.59	941.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

### 3.2 ACS

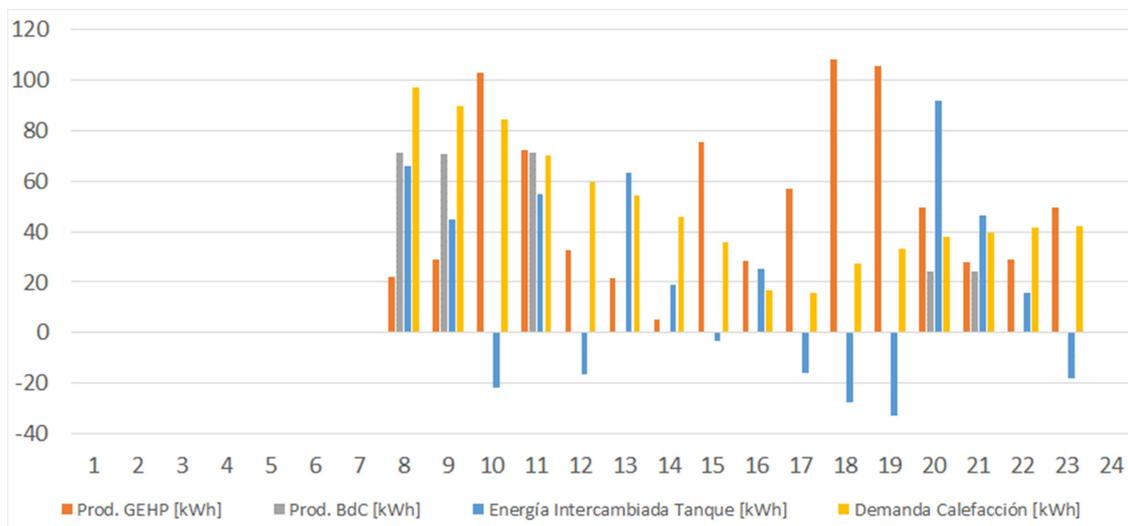
	Demanda de ACS(kWh)	Produc. GEHP (kWh)	Produc. por auxiliar (kWh)	Consumo GEHP (kWh)	Consumo auxiliar (kWh)
Enero	1899.60	1783.64	0.00	0.00	0.00
Febrero	1676.78	1353.47	58.83	0.00	71.11
Marzo	1813.25	1067.10	268.38	0.00	326.12
Abril	1671.19	0.00	9.28	0.00	11.47
Mayo	1640.56	50.90	9.43	16.97	11.62
Junio	1462.30	931.57	273.99	0.00	320.54
Julio	1381.53	1336.47	0.00	0.00	0.00
Agosto	1381.53	1394.36	12.77	0.00	14.13
Septiembre	1462.30	955.44	200.57	0.00	238.16
Octubre	1646.14	0.00	0.00	0.00	0.00
Noviembre	1754.76	1272.16	80.64	0.00	98.34
Diciembre	1899.60	1661.78	36.70	0.00	39.76

Además de estos resultados horarios, la herramienta hace un cálculo horario y a partir de ellos se muestran los siguientes resultados.

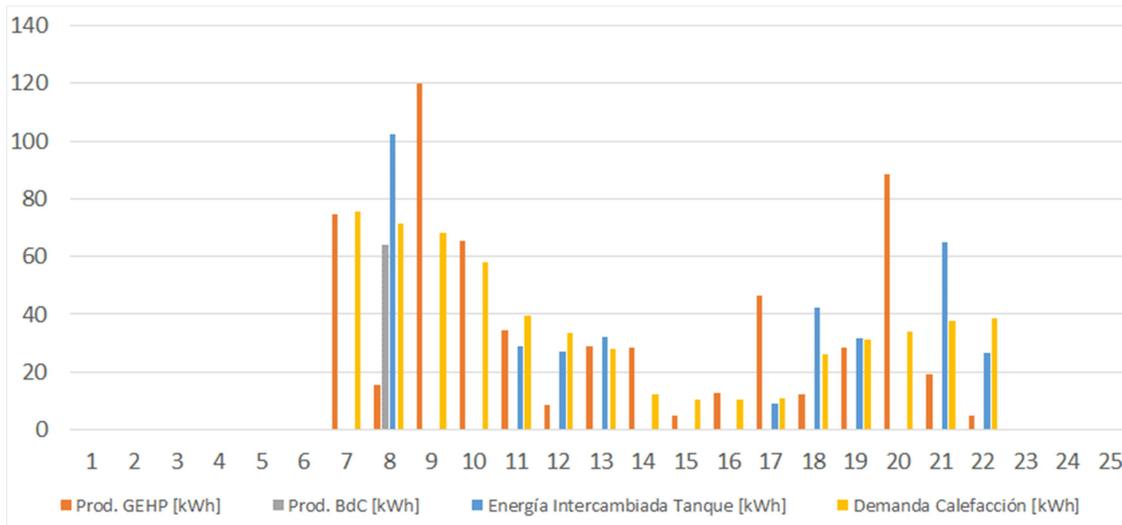
Resultados de dos días tipo de calefacción:

- Prod. GEHP [kWh]: Energía calorífica producida por la GEHP
- Prod. BdC [kWh]: Energía calorífica producida por el auxiliar
- Energía Intercambiada Tanque [kWh]: energía almacenada/extraída del sistema de acumulación
- Demanda de calefacción [kWh]: enfriamiento del agua en el colector debido a la demanda de calor del edificio

#### 19 de Febrero



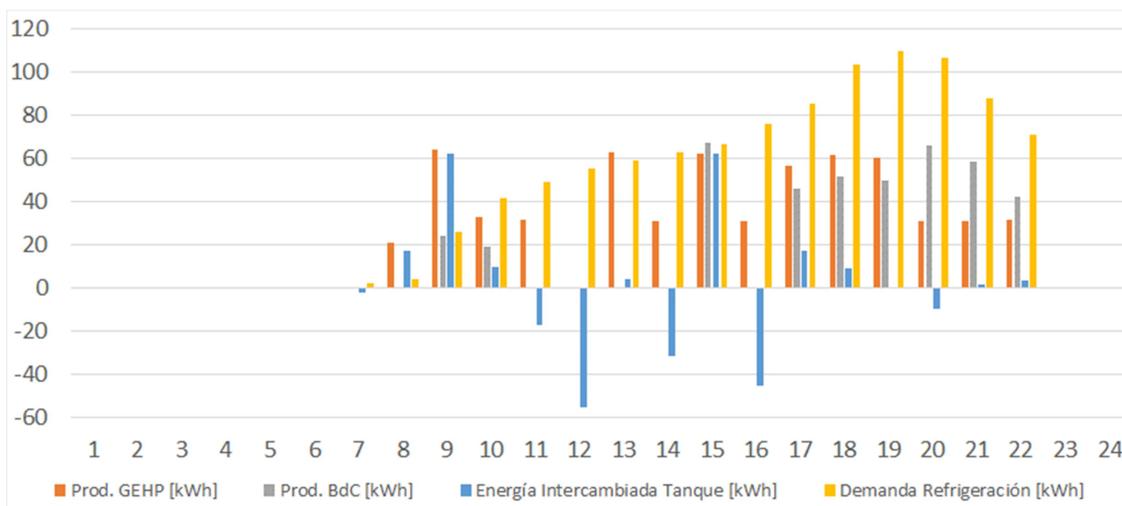
20 de Febrero



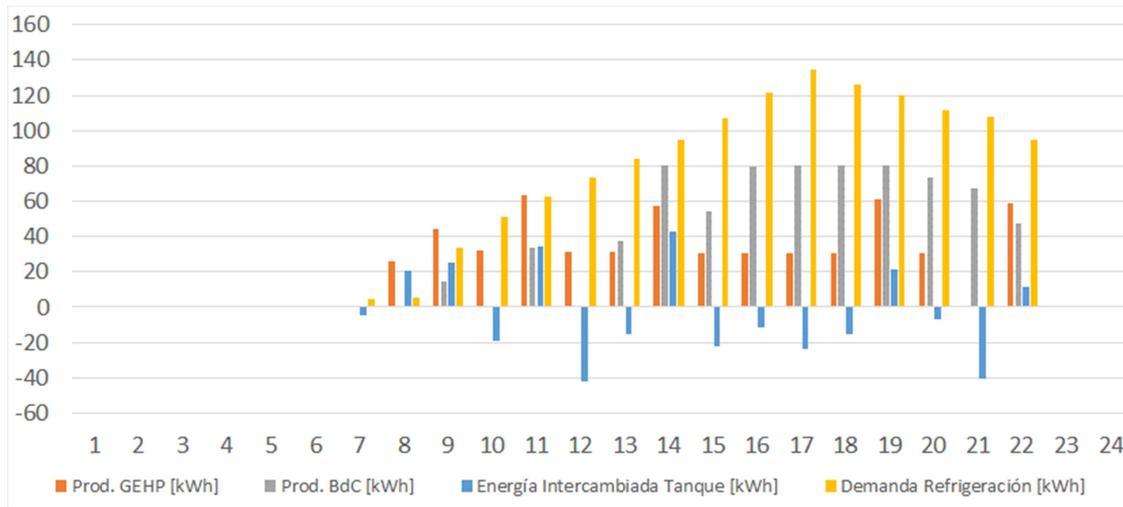
Resultados de dos días tipo de refrigeración

- Prod. GEHP [kWh]: Energía calorífica producida por la GEHP
- Prod. BdC [kWh]: Energía frigorífica producida por el auxiliar
- Energía Intercambiada Tanque [kWh]: energía almacenada/extraída del sistema de acumulación
- Demanda de Refrigeración[kWh]: enfriamiento del agua en el colector debido a la demanda de calor del edificio

18 de Julio



19 de Julio



Los resultados muestran como la acumulación es usada según las indicaciones del sistema de control. Hay que comentar que en calefacción, si se dan ciertas condiciones, el agua de acumulación caliente se usa para ACS. En cambio en refrigeración, el tanque se mantiene a una temperatura baja combatiendo pérdidas, y bombeando agua a baja temperatura.

La demanda de refrigeración, en este edificio, es superior a la de calefacción, no obstante la gran diferencia es que al final de la estación de refrigeración se dispone del acumulador de frío con agua fría no útil para otro servicio.

### 3.2.4 Recalificación del proyecto HULC

Para la recalificación del proyecto en HULC, tanto certificación como cumplimiento del CTE. La herramienta ProgasGHP genera la información requerida por la herramienta para el cómputo de las diferentes variables que aparecen en el CTE-HEO.

Para recalificar el caso teniendo en cuenta la solución Progas GHP HULC hay que abrir el caso inicial del proyecto base a partir del cual se ha generado la solución GHP. Calcular CTE HEO y generar el nuevo informe.

La información que ProgasGHP le facilita a HULC es:

1. Demanda de calefacción, refrigeración y ACS cubierta por el esquema
2. Consumo total de energía final por cada combustible del esquema para cubrir la demanda anterior. Aquí se tendrá en cuenta la energía consumida por los equipos auxiliares definidos en el esquema correspondiente.
3. Fracción de la demanda cubierta
4. Rendimiento medio estacional para cada uno de los servicios anteriores y disgregado en cada uno de los vectores energéticos existentes. Este rendimiento es obtenido del cociente
5. Energía total recuperada del motor de la GEHP para la producción de ACS.

Con esta información la Herramienta Unificada realiza el cálculo del CTE-HEO y su verificación. Comprueba además el número de horas en las que el esquema no ha cubierto la demanda.

En el informe, tanto de verificación como de certificación, aparecerá la siguiente información referente única y exclusivamente al equipo GEHP.

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal (COP)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
BDC MOTOR A GAS GEHP	Sistema Progas GEHP	80.00			
<b>TOTALES</b>	-	80.00	-	-	-

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal (EER)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
BDC MOTOR A GAS GEHP	Sistema Progas GEHP	71.00			
<b>TOTALES</b>	-	71.00	-	-	-

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)</b>	163.55
--	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal (EER)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
BDC MOTOR A GAS GEHP	Sistema Progas GEHP	30.00			

Destaca el rendimiento medio estacional de producción de calefacción (SCOP) y refrigeración (SEER), y el mismo cuando además se tiene en cuenta el calor residual empleado para la producción de ACS (SCOP Calefacción + ACS y SEER Refrigeración + ACS).

Para complementar esta información la herramienta ProgasGHP sí ofrece resultados detallados de la fracción de energía cubierta por el equipo GEHP. En el caso de calefacción se tiene FC Calefacción= 0.71, es decir el 71% de la energía térmica producida por el esquema para combatir calefacción proviene de la GEHP. La sintaxis es equivalente para refrigeración y para la combinación con ACS de cada uno de los servicios anteriores.

## 4 CATÁLOGO DE SISTEMAS GEHP INCLUIDOS

<b>CATÁLOGO DE UNIDADES PROGAS GHP</b>			<b>UNIDAD EXTERIOR</b>							<b>HIDROKIT</b>					
			kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
Fabricante	Unidad exterior	Hidrokit	Capacidad Refrigeración	Capacidad Calefacción	Recuperación ACS	Consumo nominal Refrigeración	consumo nominal calefacción	Consumo eléctrico Refrigeración	Consumo eléctrico Calefacción	Capacidad Refrigeración	Capacidad Calefacción	Consumo nominal Refrigeración	consumo nominal calefacción	Consumo eléctrico Refrigeración	Consumo eléctrico Calefacción
PANASONIC	U-20GF3E5	PAW-500WP5G1	56	63	29.1	54.8	51.1	1.02	0.64	50	56	54.8	51.1	0.01	0.01
PANASONIC	U-30GF3E5	PAW-710WP5G1	85	95	46	84.1	75.3	1.7	1.45	67	80	84.1	75.3	0.01	0.01
<b>EXPANSIÓN DIRECTA</b>															
PANASONIC	U-16GE3E5	-	45	50	23.6	45.8	42.2	1.17	0.56	-	-	-	-	-	-
PANASONIC	U-20GE3E5	-	56	63	29.1	54.8	51.1	1.12	1.05	-	-	-	-	-	-
PANASONIC	U-25GE3E5	-	71	80	36.4	73.7	68.6	1.8	0.91	-	-	-	-	-	-
PANASONIC	U-30GE3E5	-	85	95	46	84.1	75.3	1.8	1.75	-	-	-	-	-	-

<b>CATÁLOGO DE UNIDADES PROGAS GHP</b>			<b>Referidos al Pack hidrónico</b>					
			kW	kW	kW	kW	kW	kW
Fabricante	Unidad exterior	Hidrokit	Capacidad Refrigeración	Capacidad Calefacción	Recuperación ACS	Consumo nominal Refrigeración	consumo nominal calefacción	Consumo total Eléctrico frío
PANASONIC	U-20GF3E5		45	50	23.6	45.8	42.2	1.17
PANASONIC	U-30GF3E5		56	63	29.1	54.8	51.1	1.12
PANASONIC	U-25GF3E5		71	80	36.4	73.7	68.6	1.8
PANASONIC	U-30GF3E5		85	95	46	84.1	75.3	1.8

<b>CATÁLOGO DE UNIDADES PROGAS GHP</b>			<b>UNIDAD EXTERIOR</b>							<b>HIDROKIT</b>					
			kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
Fabricante	Unidad exterior	Hidrokit	Capacidad Refrigeración	Capacidad Calorífica	Recuperación ACS	Consumo nominal Refrigeración	consumo nominal calefacción	Consumo eléctrico Refrigeración	Consumo eléctrico Calefacción	Capacidad Refrigeración	Capacidad Calorífica	Consumo nominal Refrigeración	consumo nominal calefacción	Consumo eléctrico Refrigeración	Consumo eléctrico Calefacción
AISIN	AWGP450F1 16HP	AWS 16HP-F1(J)	45	50	15.7	31.8	29.8	0.50	0.64	42.5	50	30	34	0.55	0.70
AISIN	AWGP560F1 20HP	AWS 20HP-F1(J)	56	63	19.5	38.9	38.1	0.62	0.91	53	62.5	43	42.5	0.55	0.70
AISIN	AWGP710F1 25HP	AWS 25HP-F1(J)	71	80	27.2	54.4	53.9	0.74	1.19	63.5	77	56	54.2	0.70	0.90
AISIN	AWGP850F1 30HP	AWS 40HP-F1(J)	85	95	35.6	71.2	38	1.12	1.49	74.5	87.5	70.7	61.5	0.70	0.90
<b>EXPANSIÓN DIRECTA</b>															
AISIN	AWGP450F1 16HP	-	45	50	-	31.8	29.8	0.50	0.64	-	-	-	-	-	-
AISIN	AWGP560F1 20HP	-	56	63	-	38.9	38.1	0.62	0.91	-	-	-	-	-	-
AISIN	AWGP710F1 25HP	-	71	80	-	54.4	53.9	0.74	1.19	-	-	-	-	-	-
AISIN	AWGP850F1 30HP	-	85	95	-	71.2	38	1.12	1.49	-	-	-	-	-	-

<b>CATÁLOGO DE UNIDADES PROGAS GHP</b>			<b>Referidos al Pack hidrónico</b>					
			kW	kW	kW	kW	kW	kW
Fabricante	Unidad exterior	Hidrokit	Consumo nominal Refrigeración	consumo nominal calefacción	Consumo total Eléctrico frio	Consumo total Eléctrico Calor	Capacidad Refrigeración	Capacidad Calorífica
AISIN	AWGP450F1 16HP	AWS 16HP-F1(J)	30	34	0.55	0.70	42.5	50
AISIN	AWGP560F1 20HP	AWS 20HP-F1(J)	43	42.5	0.55	0.70	53	62.5
AISIN	AWGP710F1 25HP	AWS 25HP-F1(J)	56	54.2	0.70	0.90	63.5	77
AISIN	AWGP850F1 30HP	AWS 40HP-F1(J)	70.7	61.5	0.70	0.90	74.5	87.5

<b>CATÁLOGO DE UNIDADES PROGAS GHP</b>			<b>UNIDAD EXTERIOR</b>							<b>HIDROKIT</b>					
			kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
Fabricante	Unidad exterior	Hidrokit	Capacidad Refrigeración	Capacidad Calorífica	Recuperación ACS	Consumo nominal Refrigeración	consumo nominal calefacción	Consumo eléctrico Refrigeración	Consumo eléctrico Calefacción	Capacidad Refrigeración	Capacidad Calorífica	Consumo nominal Refrigeración	consumo nominal calefacción	Consumo eléctrico Refrigeración	Consumo eléctrico Calefacción
YANMAR	ECWP710J	-	71	80	30	67.6	63.4	1.66	1.51	71	80	67.6	63.4	1.66	1.51
<b>EXPANSIÓN DIRECTA</b>															
YANMAR	ENCP450J+HB450VPJ3.1	-	45	50	16.3	34.3	32.5	0.87	0.77	-	-	-	-	-	-
YANMAR	ENCP560J+HB560VPJ3.1	-	56	63	20.4	45.4	43.1	0.99	0.92	-	-	-	-	-	-
YANMAR	ENCP710J+HB710VPJ3.1	-	71	80	25.5	56.7	56.2	1.45	1.36	-	-	-	-	-	-
YANMAR	ENCP850J+HB850VPJ3.1	-	85	95	30.6	67.7	66.3	1.66	1.51	-	-	-	-	-	-

<b>CATÁLOGO DE UNIDADES PROGAS GHP</b>			<b>Referidos al Pack hidrónico</b>					
			kW	kW	kW	kW	kW	kW
Fabricante	Unidad exterior	Hidrokit	Consumo nominal Refrigeración	consumo nominal calefacción	Consumo total Eléctrico frío	Consumo total Eléctrico Calor	Capacidad Refrigeración	Capacidad Calorífica
YANMAR	ECWP710J	-	67.6	63.4	1.66	1.51	71	80

## 5 REFERENCIAS

1. *Manual de usuario de la Herramienta Unificada Líder-Calener*
2. *Documento reconocido "Condiciones de aceptación de procedimientos alternativos a LIDER y CALENER"*



GRUPO**TERMOTECNIA**

Escuela Técnica Superior de Ingenieros  
Camino de los Descubrimientos s/n  
41092 SEVILLA - España  
Tel: (+34) 954 487 249  
<http://tmt.us.es>