



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES INDUSTRIALES

**“Simulación de la demanda
energética de una piscina para una
escuela de natación con una
superficie de 511 m² ubicada en
Castellón de la Plana y estudio del
consumo energético de las
instalaciones de climatización y ACS.”**

AUTOR: HIDALGO SUQUILLO, LUIS SANTIAGO

**TUTORES: FRANCISCO ARREAGUI DE LA CRUZ
VICTOR MANUEL SOTO FRANCES**

Curso Académico: 2018-2020

“Fecha 09/2020”

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida y la salud para cumplir todos mis proyectos de vida.

A mi esposa y mi familia por el apoyo incondicional.

A mis tutores, por su acompañamiento y guía en el desarrollo de este proyecto.

RESUMEN

El proyecto consiste en desarrollar la metodología para la simulación de la demanda de energía anual de una escuela de natación que cuenta con una piscina cubierta, mediante el uso de la herramienta informática ENERGYPLUS y poder determinar el consumo anual energía de las instalaciones de climatización y producción de agua caliente sanitaria mediante el desarrollo de una hoja de cálculo en EXCEL.

Para realizar el estudio se cuenta con datos reales de las variables de operación de la instalación, como temperaturas, presiones, caudales y consumos de energía además se conoce a detalle las características de los principales equipos que consumen energía eléctrica y gas.

Con los resultados que se obtiene de la simulación se realiza la validación, comparando con los consumos energéticos reales de la instalación que se los obtiene de las facturas de gas y electricidad.

Una vez que se validan los resultados se plantea las mejoras que se pueden realizar a nivel de la envolvente térmica o de las instalaciones de climatización y ACS para cuantificar cuanto es el ahorro del consumo energía anual que se puede obtener.

RESUM

El projecte consisteix a desenvolupar la metodologia per a la simulació de la demanda d'energia anual d'una escola de natació que compta amb una piscina coberta, mitjançant l'ús de l'eina informàtica *ENERGYPLUS i poder determinar el consum anual energia de les instal·lacions de climatització i producció d'aigua calenta sanitària mitjançant el desenvolupament d'un full de càlcul en EXCEL.

Per a realitzar l'estudi es compta amb dades reals de les variables d'operació de la instal·lació, com a temperatures, pressions, cabals i consums d'energia a més es coneix a detall les característiques dels principals equips que consumeixen energia elèctrica i gas.

Amb els resultats que s'obté de la simulació es realitza la validació, comparant amb els consums energètics reals de la instal·lació que li'ls obté de les factures de gas i electricitat.

Una vegada que es validen els resultats es planteja les millores que es poden realitzar a nivell de l'envolupant tèrmica o de les instal·lacions de climatització i ACS per a quantificar quant és l'estalvi del consum energia anual que es pot obtindre.

ABSTRACT

The project consists of developing the methodology for the simulation of the annual energy demand of a swimming school that has an indoor swimming pool, through the use of the computer tool ENERGYPLUS and to be able to determine the annual energy consumption of the air conditioning and sanitary hot water production facilities through the development of an EXCEL spreadsheet.

In order to carry out the study, there is real data on the operating variables of the installation, such as temperatures, pressures, flows and energy consumption. We also have detailed knowledge of the characteristics of the main equipment that consumes electrical energy and gas.

With the results obtained from the simulation, the validation is carried out, comparing with the real energy consumption of the installation which is obtained from the gas and electricity bills.

Once the results are validated, the improvements that can be made at the level of the thermal enclosure or the air conditioning and DHW installations are considered in order to quantify how much the annual energy consumption savings can be obtained.

ÍNDICE

DOCUMENTOS CONTENIDOS

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA.....	10
DOCUMENTO Nº2: ANEXOS	75

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Antecedentes	11
1.2. Objetivos	11
1.3. Justificación	12
2. METODOLOGÍA Y ESTADO DEL ARTE	13
2.1. Normativa.....	13
2.2. Metodología	13
2.2.1. Estudio de las instalaciones.....	13
2.2.2. Programas de Simulación Energética	14
Genera 3D.....	14
EnergyPlus	14
3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO E INSTALACIONES	16
3.1. Descripción general del edificio	16
3.1.1. Ubicación	16
3.1.2. Zona Climática	17
3.1.3. Uso.....	17
3.1.4. Estancias	17
3.1.5. Factores Operacionales	19

3.1.6.	Condiciones de confort	20
3.2.	Envolvente Térmica	20
3.3.	Descripción de las instalaciones	23
3.3.1.	Instalaciones de Climatización	25
3.3.2.	Instalación de producción de agua caliente para piscinas y ACS	27
3.3.3.	Instalación de Filtrado de agua	28
3.3.4.	Instalación de descalcificación	29
3.3.5.	Instalación de iluminación.....	29
3.3.6.	Otros.....	30
4.	EVALUACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO	31
4.1.	Fuentes de suministro de energía	31
4.1.1.	Red de distribución eléctrica de media tensión	31
4.1.2.	El sistema centralizado de Gas Natural	31
4.2.	Estudio del consumo real de energía eléctrica	31
4.2.1.	Consumo real de energía eléctrica mensual	31
4.2.2.	Consumo real de energía eléctrica por día.....	32
4.2.3.	Consumo real mensual de energía eléctrica por grupo de equipos.....	35
4.3.	Estudio del consumo real de Gas Natural	36
4.4.	Demanda real de energía	37
4.4.1.	Demanda real de energía cubierta por la Des humectadora	37
4.4.2.	Demanda real de energía cubierta por la caldera	37
4.4.3.	Demanda de referencia de agua caliente sanitaria.....	39
5.	SIMULACIÓN DE LA DEMANDA Y CONSUMO ENERGÉTICO	40
5.1.	Herramientas informáticas.....	40
5.1.1.	Genera3D.....	40

5.1.2.	Energy Plus	40
5.2.	Modelado del edificio.....	40
5.2.1.	Modelado en Genera 3D	40
5.3.	Data de ingreso EnergyPlus	44
5.3.1.	Datos Generales	45
5.3.2.	Horarios de operación.....	46
5.3.3.	Materiales y Zonas	49
5.3.4.	Ganancias internas	49
5.3.5.	Sistema de Climatización.....	51
5.3.6.	Datos Climáticos	53
5.4.	Data de salida en EnergyPlus	53
5.4.1.	Condiciones interiores del recinto	54
5.4.2.	Piscina.....	54
5.4.3.	Demanda cubierta por los equipos de climatización	54
5.4.4.	Sistema de ACS.....	54
5.5.	Simulación y resultados de la demanda de energía en EnergyPlus	55
5.5.1.	Demanda de energía - Calderas	55
5.5.2.	Demanda de energía - Deshumectadora.	56
5.6.	Simulación y resultados del consumo de energía	63
5.6.1.	Consumo de energía de las calderas.....	63
5.6.2.	Consumo de energía de la deshumectadora.....	65
6.	COMPARATIVA Y MEJORAS.....	67
6.1.	Comparativa del consumo de Energía.....	67
6.1.1.	Comparativa del consumo de energía en calderas	67
6.1.2.	Comparativa del consumo de energía eléctrica de la deshumectadora.....	68

6.2.	Propuestas de mejora de la instalación	69
6.2.1.	Mejoras en los equipos de climatización y producción de ACS.	69
6.2.2.	Mejoras en la envolvente térmica y elementos de la instalación.....	69
6.2.3.	Mejoras en el proceso de operación de la instalación.....	70
6.3.	Cuantificación de los ahorros de energía aplicando las mejoras	71
7.	CONCLUSIONES Y BIBLIOGRAFÍA.....	73
7.1.	Conclusiones.....	73
7.2.	Bibliografía.....	74

ÍNDICE DE ANEXOS

1.	Planos arquitectónicos de la escuela de natación	76
2.	Diagrama de procesos de las Instalaciones de Climatización	81
3.	Catálogo de humectadora	84
4.	Catálogo calderas	90
5.	Facturas de gas.....	105
6.	Consumos eléctricos.....	110

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El incremento de los costes energéticos en los últimos años y las políticas establecidas en la Unión Europea UE para la reducción de las emisiones de CO₂ son los principales factores que ha influenciado en el desarrollo del mercado de la eficiencia energética.

Estos factores han impulsado al desarrollo de procesos, metodologías, estudios que permitan establecer leyes para el consumo adecuado de la energía.

La ley 38/1999, de 5 noviembre, de Ordenación de la Edificación LOE tiene como objeto regular los aspectos primordiales del proceso de la edificación, para garantizar la calidad de las construcciones mediante el cumplimiento de los requisitos básicos de los edificios.

En el artículo 3 de esta ley se describen los requisitos básicos de la edificación con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente.

En lo que corresponde a la habitabilidad en el ítem c.3 se hace referencia al Ahorro de energía y aislamiento térmico en las edificaciones de tal manera de lograr establecer un consumo racional de la energía.

Es así que se plantea el Proyecto para realizar el estudio y simulación de la demanda energética de una piscina cubierta para una escuela de natación, y determinar el consumo energético anual de las instalaciones de climatización y producción de agua caliente para luego compararlos con los consumos reales y dar valida la simulación, además de proponer mejoras que aporten en la disminución de los consumos de energía.

1.2. Objetivos

- Desarrollar la metodología para la simulación y cuantificación de la demanda energética anual de una piscina cubierta para la Escuela de Natación utilizando la herramienta informática Energy Plus.
- Cuantificar el consumo de energía de las instalaciones de climatización y validarlo realizando el comparativo con los consumos reales.
- Proponer las mejoras que se pueden realizar en la instalación y cuantificar los ahorros de energía.

1.3. Justificación

Se decide plantear el estudio energético de la escuela de natación para analizar el comportamiento del consumo de energía por parte de los equipos principales de climatización y producción de agua caliente en función de las variaciones climáticas que se dan a lo largo de todo el año.

Al ser una instalación reciente y moderna, cuenta con la instrumentación necesaria para la medición y almacenamiento de parámetros como temperatura, humedad, presión y caudal de los flujos de agua y aire que se requieren en el proceso de climatización y producción de agua caliente, ha esta información se suma las facturas de los consumos de gas y electricidad, las especificaciones técnicas de los equipos y además se conoce los parámetros claves de operación y funcionamiento diario de la instalación, así como las características constructivas de la envolvente térmica, también se tiene la facilidad de acceder a las instalaciones para la verificación de la información mencionada.

Al disponer esta información relevante, se plantea desarrollar el proyecto para el estudio y simulación energética anual de la escuela de natación con el objetivo de encontrar mejoras que aporten en la disminución de los consumos de energía.

Para realizar este estudio se usa la herramienta informática EnergyPlus que cuenta con un módulo para piscinas cubiertas, lo que nos permite analizar el comportamiento del calentamiento y evaporación del agua de la piscina en conjunto con el proceso de climatización del recinto.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA Y ESTADO DEL ARTE

2.1. Normativa

CTE Código Técnico de la Edificación

DB HE Documento Básico de Ahorro de Energía

RITE Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios.

2.2. Metodología

2.2.1. Estudio de las instalaciones

El primer paso para el desarrollo del proyecto es realizar un estudio energético de la escuela de natación, considerando los principales sistemas consumidores de energía.

Para poder realizar este estudio se requiere ejecutar los siguientes pasos que se describen a continuación.

- Se revisa la información disponible con la cual se realizó las obras de construcción, tales como, memorias constructivas, planos arquitectónicos y diagramas de proceso de las instalaciones de climatización y ACS.
- Se realiza una visita a las instalaciones para recopilar información relevante de su funcionamiento y operación.
- También se realiza un inventario de todos los equipos que consumen energía eléctrica y los que consumen gas natural, se recopila información de las características técnicas como son, datos del fabricante, números de serie, modelos, potencia nominal, rendimientos etc., que estén disponibles en las placas de los equipos y sus respectivos catálogos técnicos.
- Luego se analiza los materiales que se emplearon para la construcción de la envolvente térmica, y se verifica que las dimensiones y geometría estén acorde a los planos arquitectónicos disponibles.
- Adicional a esto se solicita información sobre los horarios funcionales y operaciones de la instalación para un periodo de una semana.

Con la recopilación y estudio de toda esta información se procede realizar el modelado de la envolvente térmica y la creación de los sistemas de climatización y producción de agua caliente con el uso de herramientas informáticas desarrolladas para realizar estudios energéticos que nos permitan

conocer los consumos estimados de energía para un periodo de tiempo de un año y poder validarlos comparándolos con los consumos reales disponibles de la instalación.

2.2.2. Programas de Simulación Energética

Genera 3D

Es un programa informático de propiedad de ATECYR (Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración), el cual nos permite definir un modelo geométrico de un edificio a partir de archivos CAD para luego exportarlos a Energy Plus o HULC con el objetivo de realizar un análisis térmico.

La última versión disponible en la página web de la asociación ATECYR es la 2.2.1, y es con la cual se va a realizar el modelado de la edificación.

Metodología para el uso y aplicación.

- Disponer los planos arquitectónicos para cada planta del edificio que servirán como base para la creación de los espacios geométricos que se van a estudiar. Para cada planta se debe crear un archivo DXF independiente con un punto común de coordenadas de referencia.
- La definición de los espacios geométricos que representan a los muros, se los realiza con el elemento denominado **Polilíneas** y estas deben ser cerradas. El nombre de la capa que contenga a estas polilíneas se debe llamar "LIDER".
- Para la definición de los huecos que representan puertas y ventanas se utiliza el elemento denominado **Línea**, el nombre de la capa que contenga a estos elementos se debe llamar "V_LIDER", para poder especificar las referencias de altura de los huecos el nombre de la capa debe ser "V_LIDER[altura de la puerta o ventana][altura desde el suelo]".
- Para finalizar, se debe asignar nombres a los espacios geométricos, para lo cual se utiliza el formato de texto "MText" y el nombre de la capa se debe llamar "TEXTO_LIDER"

EnergyPlus

Es un programa informático de simulación energética de edificios con sistemas de climatización desarrollado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos con sus siglas DOE.

Se utiliza para modelar el consumo de energía de los diferentes sistemas que forman parte del edificio como son: calefacción, enfriamiento, ventilación, iluminación, producción agua caliente sanitaria etc.

Principalmente, nos permite obtener.

- Cálculo de la demanda de energética del edificio.

- Cálculo del consumo energético y el dimensionamiento de los equipos, entre otros.

Metodología para para el uso y aplicación

Los archivos de entrada y salida que utiliza EnergyPlus son de tipo texto, los sub programas que permiten editar las variables de entra y salida son:

IDF Editor, es el subprograma que permite editar la información propia del edificio como son la envolvente térmica, los horarios de operación, incorporar los equipos de climatización, definir los diferentes sistemas que forman parte de la edificación y especificar las variables de salida que se desea calcular e imprimir.

EPLunch, es un sub programa que permite asociar el archivo .idf del edificio con el archivo climático que cuenta con los datos del clima de referencia de la localidad (temperatura seca y húmeda, humedad relativa, radiación solar directa y difusa, velocidad del viento).

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO E

INSTALACIONES

3.1. Descripción general del edificio

La edificación que forma parte de la escuela de natación está ubicada en la planta baja de un edificio de viviendas con una superficie de 511 m² y una altura de 5,30 m entre la solera y el forjado.

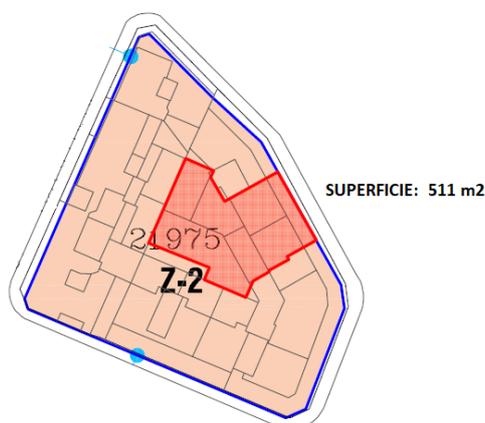


Ilustración 1. Plano de situación del edificio

3.1.1. Ubicación

La edificación se encuentra en la comunidad Valenciana, provincia de Castellón, Castellón de la Plana.

- Latitud Norte 39,98°N
- Longitud Este 0,00°E
- Altura sobre el nivel del mar 35 msnm.



Ilustración 2. Ubicación de la edificación

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

3.1.2. Zona Climática

En el Anejo B (Zonas Climáticas) del Documento Básico Ahorro Energía CTE DB HE se especifica que la ciudad de Castellón está ubicada en la zona climática B3.

Provincia	Altitud sobre el nivel del mar (h)																									
	≤ 50 m	51 - 100 m	101 - 150 m	151 - 200 m	201 - 250 m	251 - 300 m	301 - 350 m	351 - 400 m	401 - 450 m	451 - 500 m	501 - 550 m	551 - 600 m	601 - 650 m	651 - 700 m	701 - 750 m	751 - 800 m	801 - 850 m	851 - 900 m	901 - 950 m	951 - 1000 m	1001 - 1050 m	1051 - 1100 m	1101 - 1150 m	1151 - 1200 m	1201 - 1250 m	1251 - 1300 m
Cádiz	A3		B3				C3		C2			D2														
Cantabria	C1		D1				E1																			
Castellón/Castelló	B3		C3				D3		D2			E1														
Ceuta	B3																									
Ciudad Real	C4				C3		D3																			

Tabla 1. Estación meteorológica

Para conocer los parámetros que caracterizan el clima de referencia para la zona B3 se accede a la base de archivos de datos de las zonas climáticas publicadas por el Ministerio de Fomento, Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda.

3.1.3. Uso

Las actividades que se realizan son las siguientes.

- Natación de niños y adultos mayores
- Sesiones de terapias para adultos mayores
- Sesiones de aquagym

3.1.4. Estancias

En la ilustración se puede observar la distribución de los recintos de la edificación.

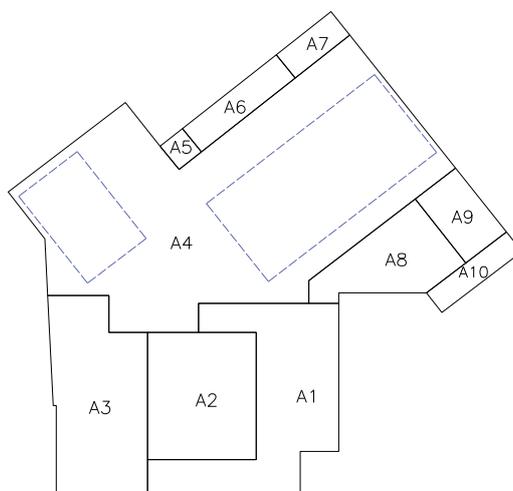


Ilustración 3. Esquema de distribución de los recintos

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

Estancias Áreas	Descripción	Superficie (m ²)
A1	Acceso Recepción Sala de espera Galería de observación	70,143
A2	Vestuario masculino	49,589
A3	Vestuario femenino	62,311
A4	Playas Piscina Vaso piscina 1 Vaso piscina 2	251,377
A5	Aseo	3,063
A6	Filtración agua	12,855
A7	Almacén	7,489
A8	Fisioterapia	30,44
A9	Masaje	14,924
A10	Aseo	8,981
Superficie Total		511,172

Tabla 2. Superficies útiles de los recintos de la edificación



Ilustración 4. Área 4: Vasos de piscina y playas

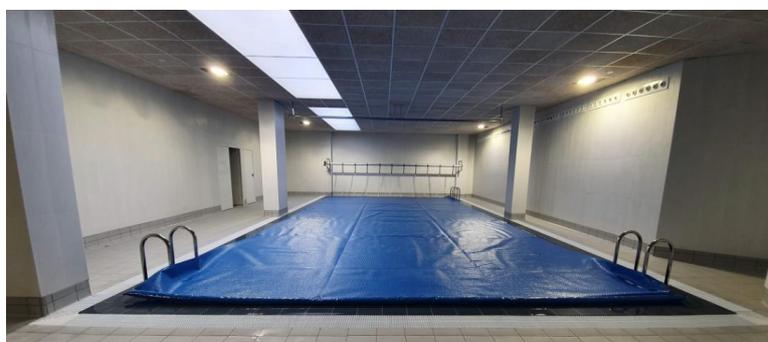


Ilustración 5. Área 4: Cobertor del vaso principal



Ilustración 6. Área 4: Cobertor del vaso secundario

3.1.5. Factores Operacionales

El horario normal de atención al cliente de la escuela de natación es el siguiente.

Horario semanal de atención					
	0:00 a 9:00	9:00 a 13:00	13:00 a 14:00	14:00 a 21:00	21:00 a 24:00
Lunes	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado
Martes	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado
Miércoles	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado
Jueves	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado
Viernes	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado
Sábado	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado
Domingo	Cerrado				

Tabla 3. Horario semanal de atención

- **Ocupación**

Durante las horas que la escuela se encuentra abierta se considera la siguiente ocupación:

- 15 personas para cada hora del día realizando natación.
- 4 instructores en la zona de playas.

El horario de la ocupación es igual al horario de atención de las instalaciones considerando el 100% de la ocupación.

- **Luces**

El 100% de las luces permanecen encendidas de 8:00 a 21:00 horas

- **Equipos ofimáticos**

El 100% de los equipos permanecen encendidos de 8:00 a 21:00 horas

- **Cobertor de piscinas**

Se lo instala en el horario de 21:00 a 8:00 horas

- **Unidad de tratamiento de aire**

Permanece encendida de 6:00 a 22:00 horas

- **Calderas**

Estos equipos permanecen encendidos normalmente las 24:00 horas del día, sin embargo, el circuito primario de agua caliente que mantiene la temperatura del agua de la piscina funciona normalmente en el horario de 9:00 a 21:00 horas.

- **Sistema de filtrado**

Permanece encendido de 8:00 a 21:00 horas

- **Sistema de descalcificación**

Permanece encendido las 24 horas

3.1.6. Condiciones de confort

Las condiciones de confort que se han establecido en los meses de funcionamiento de la instalación son:

- Temperatura del aire 31°C
- Humedad Relativa 50%
- Temperatura del agua de la piscina 30°C

3.2. Envoltente Térmica

La envoltente térmica está conformada por:

- Muros exteriores, medianeros e interiores
- Cubierta interior y exterior no transitable
- Soleras de playas y vasos de la piscina
- Huecos: Puertas y Ventanas

Cada uno de estos elementos está formado por capas de diferentes materiales y es necesario identificar cada uno de ellos con el objetivo de obtener su coeficiente de transmitancia térmica.

En la siguiente ilustración se identifica cada uno de los elementos en la edificación.

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

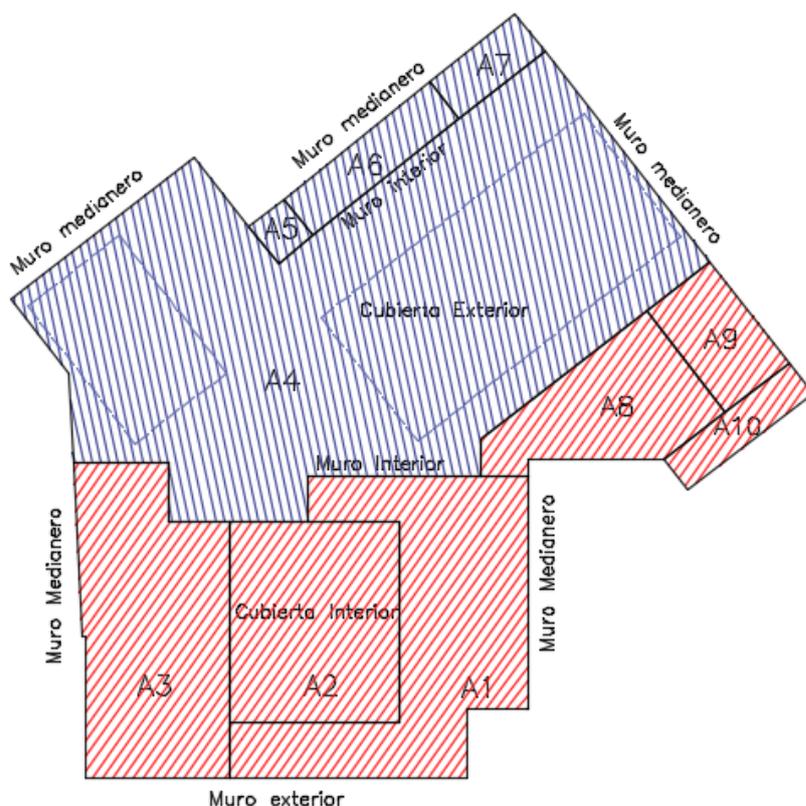


Ilustración 7. Esquema de muros y cubiertas

Al ser una construcción existente no se tiene la facilidad para identificar cada uno de los materiales que forman parte de los elementos de la envolvente térmica, sin embargo, para la simulación se consideran elementos estándar formados por los siguientes materiales.

Muro exterior y medianeras	
Descripción del material	espesor (cm)
Mortero de cemento	2,00
Fábrica de ladrillo cerámico perforado cara vista hidrofugado	11,50
Mortero de cemento	1,00
Poli estireno expandido (0,029 W/m ² .K)	3,00
Placa de yeso o escayola	3,00
Coefficiente de transmitancia térmica del muro (W/m².K)	0,74

Tabla 4. Muros exteriores y medianeras

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

Muro interior	
Descripción del material	espesor (cm)
Mortero de cemento	2,00
Fábrica de ladrillo cerámico perforado cara vista hidrofugado	11,50
Poli estireno expandido (0,029 W/m ² .K)	3,00
Placa de yeso o escayola	3,00
Coefficiente de transmitancia térmica del muro (W/m².K)	0,76

Tabla 5. Muros interiores

Cubierta exterior	
Descripción del material	espesor (cm)
Azulejo cerámico, Impermeabilización asfáltica	2,00
Capa de regularización de mortero de cemento	1,50
Lana mineral (0,031 W/m ² .K)	4,00
Forjado reticular 25+5 cm (Casetón de hormigón)	30,00
Lana mineral (0,031 W/m ² .K)	2,00
Cámara de aire sin ventilar	5,00
Falso techo continuo de placas de escayola	1,60
Coefficiente de transmitancia térmica cubierta (W/m².K)	0,47

Tabla 6. Cubierta exterior

Solera Vaso Piscina	
Descripción del material	espesor (cm)
Solado de baldosas cerámicas	2,00
Mortero autonivelante de cemento	1,50
Lana mineral (0,031 W/m ² .K)	2,00
Solera de hormigón en armado	25,00
Lana mineral (0,031 W/m ² .K)	2,00
Enlucido de yeso	1,50
Cámara de aire sin ventilar	5,00
Coefficiente de transmitancia térmica solera (W/m².K)	0,58

Tabla 7. Solera vaso piscina

Solera playas Piscina	
Descripción del material	espesor (cm)
Solado de baldosas cerámicas	2,00
Mortero autonivelante de cemento	1,50
Poli estireno expandido (0,029 W/m ² .K)	3,00
Forjado reticular 25+5 cm (Casetón de hormigón)	30,00
Cámara de aire sin ventilar	5,00
Enlucido de yeso	1,50
Coefficiente de transmitancia térmica solera (W/m².K)	0,69

Tabla 8. Solera playas piscina

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

Vidrios		
Descripción del material	U (W/m ² K)	Factor Solar
Vidrios ventanas	3	0,70
Vidrios puertas	2	0,01
Marcos		
Descripción del material	U (W/m ² K)	Absortividad
Macos Ventanas	2,5	0,40
Macos Puertas	0,5	0,60

Tabla 9. Vidrios y Marcos

Es importante verificar que los valores de transmitancia térmica estén próximos a los indicados en el apartado 3.1.1 del CTE DB HE para la respectiva zona climática.

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s, U_M) Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables (U_{NH}) o con el terreno (U_T) Medianerías (U_{MD})	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_C)	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Huecos (conjunto de marco y vidrio) (U_H)	4,00	4,00	3,20	2,70	2,30	1,80

Tabla 10. Valores límites de transmitancia térmica

3.3. Descripción de las instalaciones

Las instalaciones que forman parte del presente estudio son las siguientes:

- Climatización
- Producción de agua caliente para piscina y ACS.
- Filtrado de agua
- Descalcificación de agua
- Iluminación
- Otros.

El siguiente diagrama de proceso nos ayuda a comprender el funcionamiento de las instalaciones que operan en conjunto.

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

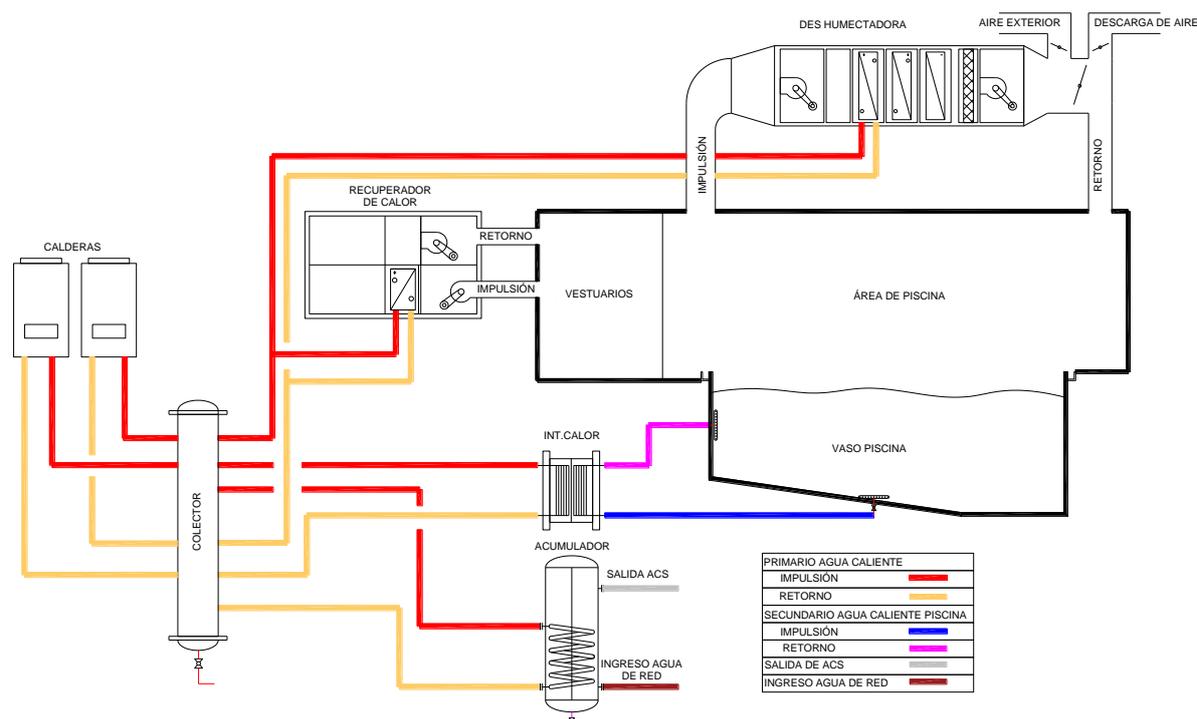


Ilustración 8. Diagrama Proceso – Climatización, producción de agua caliente y ACS. Fuente propia.

La instalación cuenta con un grupo de dos calderas las cuales son las encargadas de calentar el agua del circuito primario e impulsarlas mediante unas bombas hacia el colector de distribución y retorno.

Desde este colector se impulsa el agua de alta temperatura hacia la batería de calor de la Deshumectadora, la batería de calor del recuperador de calor, el intercambiador de calor de las piscinas y finalmente al acumulador de ACS, luego el agua de baja temperatura retorna al colector para incrementar su temperatura en las calderas y repetir el ciclo.

Para el acondicionamiento del aire del recinto que contiene los vasos de las piscinas, se dispone de una deshumectadora la cual dispone de un circuito autónomo de refrigeración que se encarga de bajar la temperatura del aire por debajo de la temperatura de rocío y eliminar parte del agua contenida en el aire.

Finalmente, para acondicionar los vestuarios se tiene un recuperador de calor el cual toma el aire del exterior y lo ingresa al recinto para intercambiar calor con la corriente de aire que sale al exterior.

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

3.3.1. Instalaciones de Climatización

Deshumectadora

Es el equipo principal que se encarga de mantener las condiciones de confort en el área donde se encuentran los vasos de las piscinas.

DESHUMECTADORA - CLIMATIZADORA DE PISCINA	
Características técnicas	
Código:	UTA 1
Proveedor:	Keyter
N° Serie:	190116A009
Modelo:	DTS3027RNR4W
Voltaje: (V)	400
Frecuencia: (Hz)	50
Fases:	Trifásico
Potencia eléctrica nominal: (kW)	11,10
Potencia eléctrica máxima: (kW)	17,00
Potencia Refrigeración: (kW)	42,70
Potencia Calefacción: (kW)	34,60
Presión Alta: (bar)	42,00
Presión Baja: (bar)	2,00
Refrigerante:	R 410 A
Peso: (kg)	1692,00



Tabla 11. Características técnicas Deshumectadora

CE		Made in Spain		Keyter	
Keyter Technologies S.L. - CIF: 814572937 P.I. Los Santos, s/n - Apdo. Correos nº 650 14900 Lucena (Córdoba) - SPAIN					
Serial num. N° Serie	190116A009	Model Modelo	DTS3027RNR4W	Date Fecha	2019
Voltaje V Tensión V	400	Hz	50	Ph	3
				Weight (Kg) Peso (Kg)	1,692.00
P elect Nom (Kw)	11.10	I Elect Nom (A)	23.50	LRA (A)	82.70
P elect Max (Kw)	17.00	I Elect Max (A)	36.20	LRA (A)	
P refrigeration (Kw) P refrigeracion (Kw)	42.70	E. Heater (Kw) Resist. E (Kw)	-	P heating (Kw) P calefacción (Kw)	34.60
High Press (Bar) P. Alta (Bar)	42.00	Low Press (Bar) P. Baja (Bar)	2.00	Refrig. Refria	R410A

Ilustración 9. Datos técnicos deshumectadora

Este equipo toma el aire del exterior y parte del aire de retorno, lo mezcla en una sola corriente para luego pasar por una batería de frío y producir la condensación del agua que contiene el aire, finalmente se lo vuelve a calentar para ser impulsado hacia el recinto de la piscina.

Recuperador de calor

Para el acondicionamiento de la temperatura en el área de vestuarios se utiliza un recuperador de calor, el cual toma el aire del exterior e incrementa su temperatura a través de un intercambiador de placas por el que circula el aire que se extrae del interior, si se requiere incrementar la temperatura de la corriente de aire que ingresa a los vestuarios el equipo dispone de una batería que calienta por la cual circula agua de alta temperatura que proviene de las calderas.

RECUPERADOR DE CALOR	
Características técnicas	
Código:	UTA 2
Proveedor:	Mundo Clima
N° Serie:	2134011
Modelo:	MU-RECO 3000
Voltaje: (V)	EC-H
Frecuencia: (Hz)	200 - 277
Fases:	50
Caudal: (m ³ /h)	Bifásico
Potencia: (kW)	3000
Motor: (r.p.m)	0,78
Presión: (Pa)	2460
Posición:	100
	Retorno



Tabla 12. Características técnicas Recuperador de calor

MUNDO CLIMA®			
MODELO:	MU-RECO 3000 EC-H (F7/F7)		
N° de Serie	2134011	Posición	RETORNO
Caudal(m ³ /h):	3.000	P.E. (pa):	100
Potencia Kw:	0,78	Frecuencia (Hz):	50
r.p.m.(Motor):	2.460	Voltaje (V):	1- 200-277V
Consumo (A):	3,9-2,9	Protección:	IP54

Ilustración 10. Datos técnicos – Recuperador de calor

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

3.3.2. Instalación de producción de agua caliente para piscinas y ACS

Para la producción de agua caliente del circuito primario, la instalación dispone de dos calderas de condensación con las siguientes características.

CALDERAS DE GAS DE CONDENSACIÓN	
Características técnicas	
Código:	G1 / G2
Proveedor:	Vaillant
	VM 386/5-5 (H-ES)
Modelo:	R6
Tipo de Gas:	Gas Natural
Rango potencia útil: 80/60 °C (kW)	6,4 - 35
Rango potencia útil: 50/30 °C (kW)	7,1 - 38,1
Rendimiento Nominal (%)	98
Rendimiento al 30% Potencia (%)	109,4
Calefacción	
Rango de ajuste potencia (kW)	6,0 - 35
Max temperatura de ida (°C)	80
Agua Caliente Sanitaria ACS	
Potencia en ACS (kW)	38
Rango de temperatura (°C)	40 - 70



Tabla 13. Características técnicas Calderas de gas de condensación

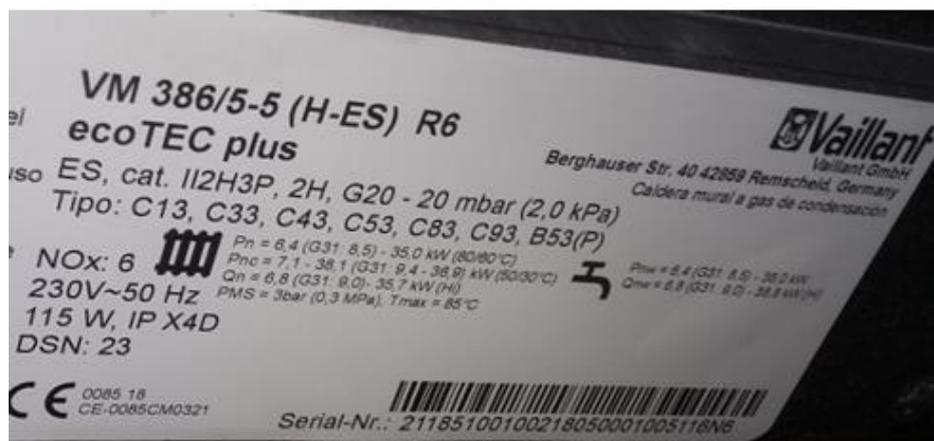


Ilustración 11. Datos técnicos – Calderas de Gas Natural

Las calderas operan en paralelo, la primera trabaja a su máxima capacidad mientras que la segunda entra en carga cuando se incrementa la demanda de agua caliente en el circuito primario.

Para la generación de ACS se dispone de un acumulador de 750 litros con un serpentín interno por donde circula el agua caliente del circuito primario hasta alcanzar los 60°C.



Ilustración 12. Acumulador de ACS

3.3.3. Instalación de Filtrado de agua

Está formada principalmente por filtros de agua y un grupo de 4 bombas con motores eléctricos.

La potencia de los motores eléctricos de las bombas es: 0,5 kW, 1,4 kW y dos de 0,75 kW.

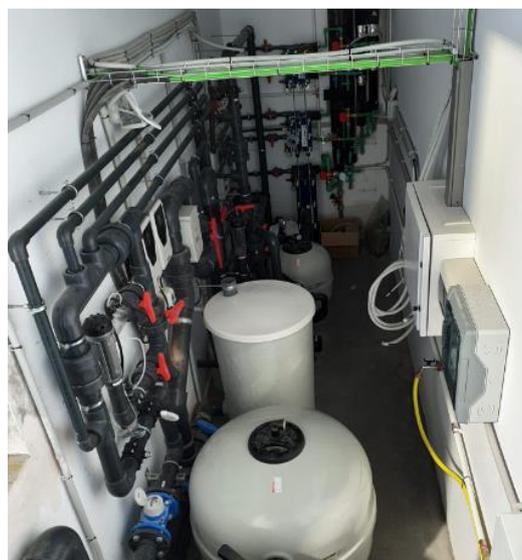


Ilustración 13. Sistema de filtrado

3.3.4. Instalación de descalcificación

Está formada por un tanque de almacenamiento de agua de 1000 litros, un Vessel para filtración y un grupo de dos bombas con motor eléctrico.

La potencia de los motores eléctricos de las bombas es de 1 kW.



Ilustración 14. Sistema de descalcificación

3.3.5. Instalación de iluminación

Está formada por un grupo de luminarias de las siguientes características.

- Pantalla estanca para un tubo LED de 1500 mm de conexión lateral, 24 W 120 lm/W.

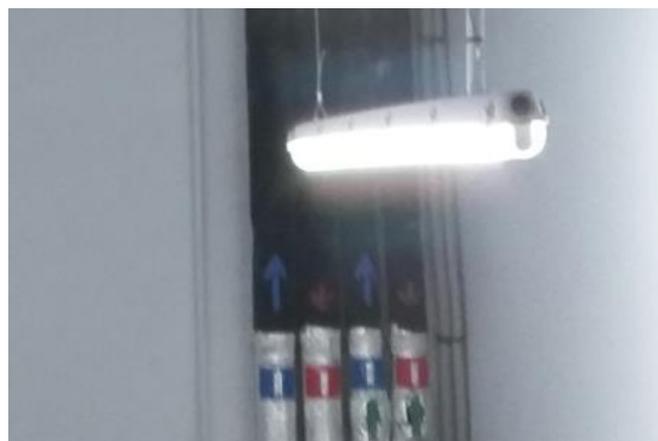


Ilustración 15. Luminarias - Tipo Pantalla estanca

- Paneles LED slim de 60x60 cm 40 W 3600 lm.



Ilustración 16. Luminarias - Tipo Paneles LED

3.3.6. Otros

En el área de recepción y vestíbulo podemos encontrar los siguientes equipos.

- Secadores de cabello, un total de 6 equipos de 1.800 W.
- Un Ordenador de 300 W
- Router de 25 W

CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

4.1. Fuentes de suministro de energía

4.1.1. Red de distribución eléctrica de media tensión

Suministra la energía para el funcionamiento de los siguientes equipos.

- Compresores y ventiladores de la Deshumectadora
- Ventiladores del recuperador de calor
- Bombas de recirculación de agua
- Luminarias
- Equipos ofimáticos
- Secadores de cabello

4.1.2. El sistema centralizado de Gas Natural

Provee el gas para el funcionamiento exclusivo de las calderas.

4.2. Estudio del consumo real de energía eléctrica

4.2.1. Consumo real de energía eléctrica mensual

Se recopila la información de las facturas de los meses de funcionamiento de la instalación.

Mes	Año	No. días	Consumo Eléctrico
			kWh
Noviembre	2019	4	481
Diciembre	2019	31	3.464
Enero	2020	31	4.687
Febrero	2020	29	4.596
Marzo	2020	31	2.786
Abril	2020	30	1.201
Mayo	2020	15	571

Tabla 14. Consumo eléctrico mensual real

Los meses de diciembre 2019, enero y febrero 2020 la instalación ha funcionado y operado con normalidad por lo que el consumo eléctrico es mayor que los otros meses en lo que la instalación no operó con normalidad.

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

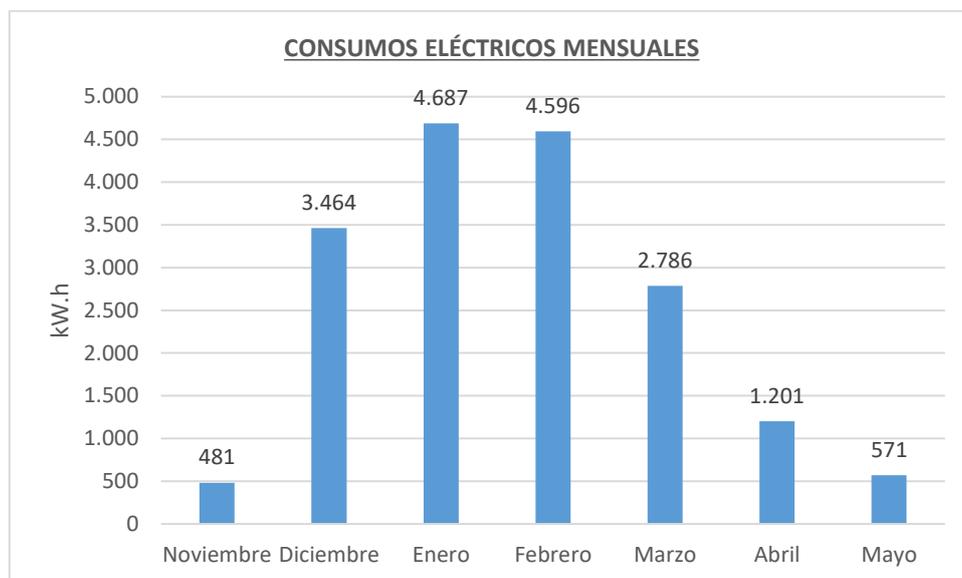


Ilustración 17. Consumos eléctricos mensuales reales

Del 15 de marzo en adelante la instalación dejó de operar con normalidad, por lo cual esos meses no se consideran para el análisis.

4.2.2. Consumo real de energía eléctrica por día

Al conocer el consumo de energía eléctrica para cada hora del día se puede realizar un estudio del comportamiento operacional de los diferentes equipos que forman parte de la instalación.

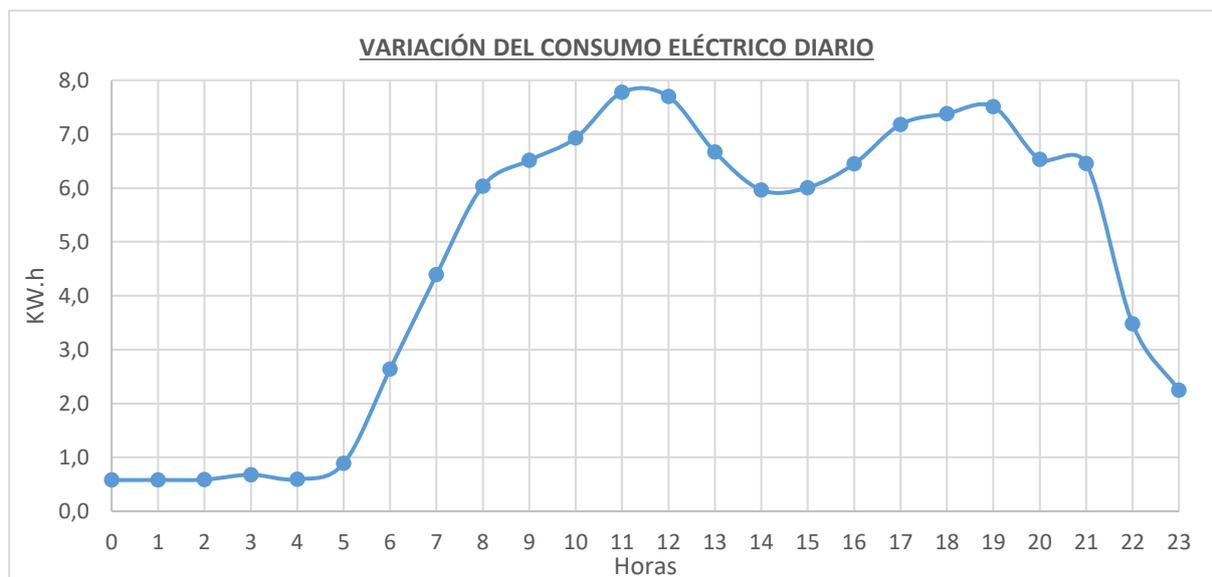


Ilustración 18. Variación del consumo eléctrico diario

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

Equipos	5:00 h	12:00 h	14:00 h	19:00 h	21:00 h	0:00 h
<i>Router</i>	On	On	On	On	On	On
<i>Bombas Recirculación</i>	On	On	On	On	On	On
<i>Sistema control</i>	On	On	On	On	On	On
<i>Des humectadora</i>	Off	On	On	On	On	Off
<i>Recuperador de calor</i>	Off	On	On	On	On	Off
<i>Filtración</i>	Off	On	On	On	On	Off
<i>Descalcificación</i>	Off	On	Off	On	On	Off
<i>Luminarias</i>	Off	On	Off	On	On	Off
<i>Secadores de cabello</i>	Off	On	Off	On	On	Off
<i>Ofimática</i>	Off	On	Off	On	On	Off

Tabla 15. Horarios de operación de equipos eléctricos

En el horario de 0:00h a 5:00 h se encuentran encendidos el router, las bombas de recirculación y el sistema de control con lo cual el consumo eléctrico es de 0,6 kWh de acuerdo a la gráfica.

En el horario de 8:00 a 12:00 h se encienden todos los equipos hasta llegar a un pico de consumo eléctrico de 7,7 kWh. Lo mismo ocurre en el horario de 19:00 h y 21:00 h.

En el horario de 14:00 h y 19:00 h existen ciertos equipos que se apagan y disminuye el consumo eléctrico, tal como se lo muestra en la tabla.

Sin embargo, para cumplir los objetivos del proyecto se requiere conocer cuál es el consumo de energía eléctrica de los equipos de climatización, para lo cual se procede a disgregar el consumo para cada equipo basándose en la información recopilada durante la visita.

En la siguiente gráfica podemos observar que la oscilación del consumo diario de energía eléctrica durante el mes de febrero 2020 está entre los 160 a 180 kWh, mientras que los fines de semana va desde los 90 a 100 kWh.

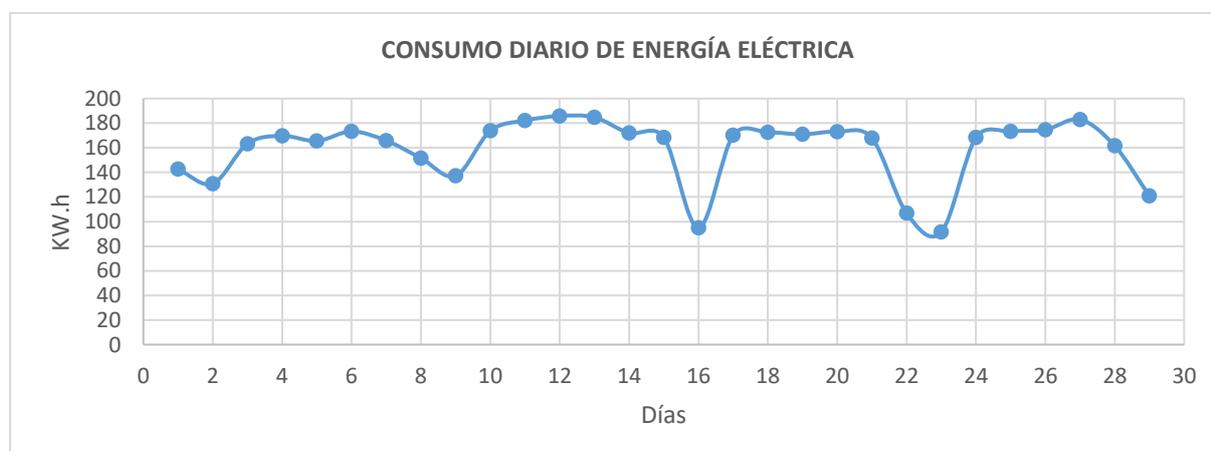


Ilustración 19. Consumo diario de energía eléctrica febrero 2020.

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

Para obtener una estimación del consumo diario de energía eléctrica de los diferentes grupos de equipos, hemos considerado la potencia eléctrica, las horas de uso durante el día y un porcentaje de utilización.

Grupo de Equipos	Potencia unitaria	Cantidad	Potencia Total	Uso diario		Consumo diario de Energía Eléctrica		
	W	Unidad	W	h	%	kWh	kWh	%
1. Equipos Varios								
Router	25	1	25	24	100%	0,6	12,72	7%
Sistema control	30	1	30	24	100%	0,72		
Ofimática - Ordenador	300	1	300	8	100%	2,4		
Secadores de cabello	1.800	5	9.000	2	50%	9		
2. Bombas de la instalación								
Filtración - Bomba 1	500	1	500	8	70%	2,8	37,92	22%
Filtración - Bomba 2	1.400	1	1.400	8	70%	7,84		
Filtración - Bomba 3 y 4	750	2	1.500	8	70%	8,4		
Descalcificación Bomba 1 y 2	1.000	2	2.000	8	70%	11,2		
Recirculación - Bombas 1,2,3,4	35	4	140	24	100%	3,36		
Recirculación Bombas 5,6,7	90	2	180	24	100%	4,32		
3. Luminarias								
Pantalla estanca con Tubo LED	24	40	960	10	100%	9,6	17,6	10%
Paneles LED slim	40	20	800	10	100%	8		
4. Recuperador Calor								
Ventilador	780	1	780	10	90%	7,02	7,02	4%
5. Des humectadora								
Compresores y ventiladores	11.100	1	11.100	10	90%	99,9	99,9	57%
Consumo total diario de energía eléctrica						175,16	100%	

Tabla 16. Consumo diario de energía eléctrica

Luego de realizar las estimaciones descritas en la tabla se obtiene que el consumo diario total de energía eléctrica es de 175,16 kWh, el cual está dentro de los valores en los que oscila el consumo real en los días laborables.

La conclusión de este análisis es que el 57% de la energía eléctrica que se consume en el día corresponde al equipo de climatización (Deshumectadora), el 22% a las bombas de la instalación, el 10% a la instalación de iluminación interior, el 4% a los ventiladores del recuperador de calor y el 7% a los equipos ofimáticos y equipos varios.

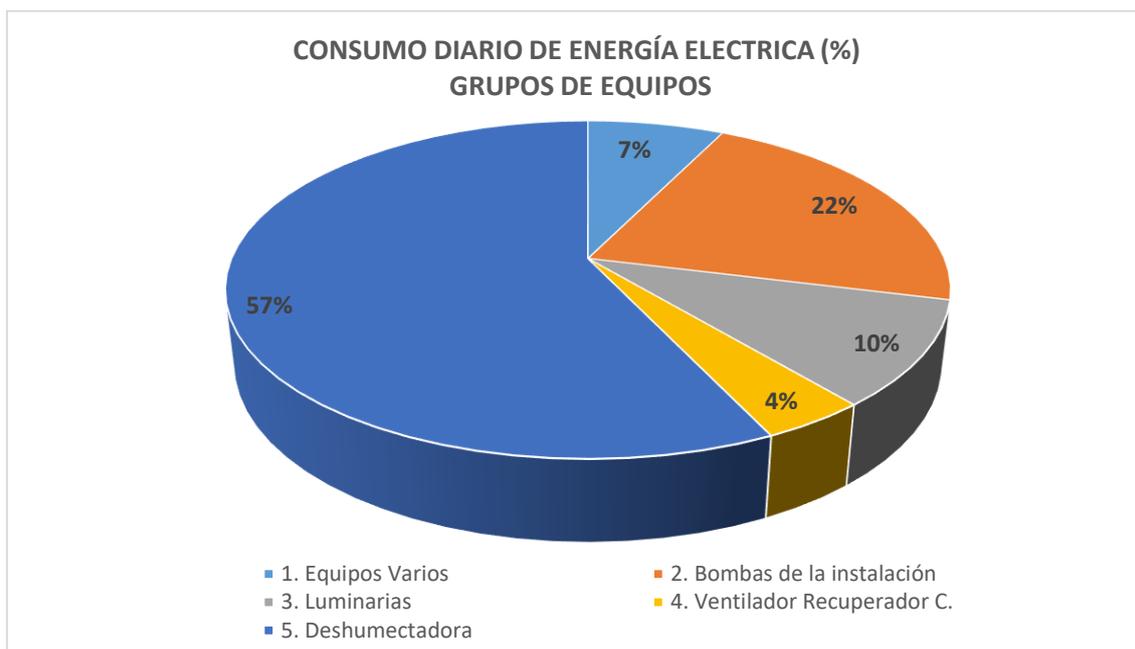


Ilustración 20. Desglose del consumo diario de energía eléctrica

4.2.3. Consumo real mensual de energía eléctrica por grupo de equipos

Con los porcentajes obtenidos en el desglose del consumo diario de energía eléctrica, podemos estimar el desglose del consumo eléctrico mensual de los grupos de equipos para los meses de diciembre, enero y febrero.

Grupo de Equipos	Consumo mensual de Energía Eléctrica			
	%	Diciembre kWh	Enero kWh	Febrero kWh
1. Equipos Varios	7%	252	340	334
2. Bombas de la instalación	22%	750	1.015	995
3. Luminarias	10%	348	471	462
4. Ventilador Recuperador C.	4%	139	188	184
5. Des humectadora	57%	1.975	2.673	2.621
Consumo Total de energía eléctrica	100%	3.464	4.687	4.596

Tabla 17. Desglose del consumo mensual de energía eléctrica

La deshumectadora es el equipo que consume la mayor cantidad de energía eléctrica, y su consumo será variable ya que depende del comportamiento de las condiciones exteriores e interiores, por este motivo el estudio energético se enfoca en conseguir simular su comportamiento.

El consumo eléctrico de los equipos restantes tendrá variaciones mínimas que no ameritan un estudio minucioso de su comportamiento.

4.3. Estudio del consumo real de Gas Natural

El consumo volumétrico de Gas Natural se lo obtiene de las facturas proporcionadas por los propietarios de la instalación.

Periodo de Facturación	No. días	Vol. Total	Vol. Por día
		m ³	m ³ /día
25-nov-19 a 22-ene-20	57	3753	65,84
22-ene-20 a 23-ene-20	1	65	65,00
23-ene-20 a 25-mar-20	63	172	-
25-mar-20 a 26-may-20	63	60	-

Tabla 18. Consumo volumétrico mensual de Gas Natural

Tomando como referencia el periodo de tiempo de noviembre 2019 a enero 2020 podemos estimar que el consumo diario de Gas Natural cuando la instalación opera en condiciones normales es de 65,84 m³ por día.

Con el consumo diario de Gas Natural se estima el consumo mensual para diciembre 2019, enero y febrero 2020.

Mes	días	Vol. Diario Gas Natural	Vol. Mensual Gas Natural	Poder Calor. PCI	Consumo de Energía Primaria
		m ³ /día	m ³	KWh/m ³	KWh
Diciembre	31	65,84	2.041	11	22.104
Enero	31	65,84	2.041	11	22.104
Febrero	29	65,84	1.909	11	20.678

Tabla 19. Consumos de energía primaria de Gas Natural

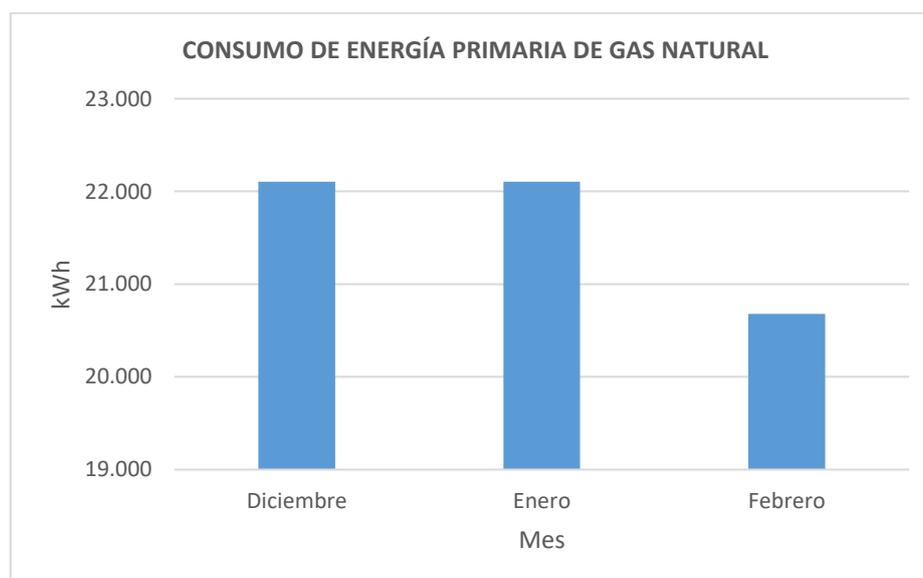


Ilustración 21. Consumo de energía primaria de Gas Natural

4.4. Demanda real de energía

Se define como la energía útil que debe suministrar los equipos para mantener en el interior de la edificación las condiciones de confort requeridas.

Para poder estimar la demanda de energía, es necesario conocer el rendimiento estacional de los equipos y el consumo energético.

$$\text{Consumo energético} = \frac{\text{Demanda energética}}{\eta_{\text{estacional equipos}}} \quad (1)$$

4.4.1. Demanda real de energía cubierta por la Des humectadora

Para obtener la demanda que debe cubrir la deshumectadora se requiere calcular el rendimiento del circuito autónomo de refrigeración al que se conoce como EER (Energy Efficiency Ratio).

El rendimiento se lo obtiene aplicando la siguiente ecuación.

$$EER = \frac{\text{Potencia de Refrigeración}}{\text{Potencia eléctrica absorbida}} \quad (2)$$

Los resultados que se obtienen al aplicar las expresiones son los siguientes.

Equipo	Rendimiento	Demanda mensual de Energía		
		Diciembre	Enero	Febrero
	EER	kWh	kWh	kWh
Des humectadora	3,85	7.599	10.284	10.084

Tabla 20. Demanda mensual de energía para deshumectar

4.4.2. Demanda real de energía cubierta por la caldera

Para determinar la demanda que debe cubrir las calderas de condensación es necesario conocer el rendimiento de estos equipos.

Los requisitos mínimos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos, establecidos en la DIRECTIVA 92/42/CEE se muestran en la siguiente tabla.

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

Tipo de caldera	Intervalos de potencia	Rendimiento a potencia nominal		Rendimiento con carga parcial	
	kW	Temperatura media del agua en la caldera (en °C)	Expresión del requisito de rendimiento (en %)	Temperatura media del agua en la caldera (en °C)	Expresión del requisito de rendimiento (en %)
Calderas estándar	4 a 400	70	$\cong 84 + 2 \log P_n$	$\cong 50$	$\cong 80 + 3 \log P_n$
Calderas de baja temperatura (*)	4 a 400	70	$\cong 87,5 + 1,5 \log P_n$	40	$\cong 87,5 + 1,5 \log P_n$
Calderas de gas de condensación	4 a 400	70	$\cong 91 + 1 \log P_n$	30 (**)	$\cong 97 + 1 \log P_n$

(*) Incluidas las calderas de condensación que utilizan combustibles líquidos.
(**) Temperatura del agua de alimentación de la caldera.

Tabla 21. Rendimientos útiles de las calderas (Directiva 92/42/CEE, Artículo 5, 1992)

Aplicamos la ecuación del rendimiento en función de la potencia nominal para las calderas de condensación.

$$\text{Rendimiento} = 91 + \log (P_n) \quad (3)$$

Donde:

P_n : representa la potencia nominal de la caldera en kW

Una vez que se conoce el consumo de energía de las calderas y su rendimiento podemos obtener la demanda de energía.

Mes	Consumo de Energía Primaria	Rendimiento Nominal Caldera	Demanda de Energía
	KWh	%	KWh
Diciembre	22.104	0,925	20.456
Enero	22.104	0,925	20.456
Febrero	20.678	0,925	19.137

Tabla 22. Demanda de energía mensual que deben cubrir las calderas.

4.4.3. Demanda de referencia de agua caliente sanitaria

Para el cálculo de la demanda de referencia de ACS a una temperatura de 60 °C utilizamos la tabla C del Anejo F de CTE BE-HE, donde encontramos valores orientativos para usos diferentes al residencial.

Criterio de demanda	Litros/día·persona
Hospitales v clínicas	55
Ambulatorio v centro de salud	41
Hotel *****	69
Hotel ****	55
Hotel ***	41
Hotel/hostal **	34
Campina	21
Hostal/bensión *	28
Residencia	41
Centro penitenciario	28
Alberque	24
Vestuarios/Duchas colectivas	21
Escuela sin ducha	4
Escuela con ducha	21
Cuarteles	28
Fábricas v talleres	21
Oficinas	2
Gimnasios	21
Restaurantes	8
Cafeterías	1

Tabla 23. Demanda de ACS para usos distintos del residencial privado

EL consumo de ACS en la escuela de natación es exclusivamente en los vestuarios y duchas colectivas por lo cual se considera una demanda diaria de 21 litros/día por persona.

Se estima que el máximo número de personas que ingresan a las instalaciones durante cada hora es de 15, el horario de funcionamiento es de 8 horas, de cual podemos considerar que un total de 120 personas utilizan los vestuarios y duchas durante todos los horarios del día.

Con estos datos de referencia se estima que la demanda de ACS es de 2.520 litros por día o 0,00003 m³/s.

CAPÍTULO 5. SIMULACIÓN DE LA DEMANDA Y EL

CONSUMO ENERGÉTICO

5.1. Herramientas informáticas

5.1.1. Genera3D

Esta herramienta nos permite definir un modelo geométrico de un edificio a partir de archivos CAD 2D en formato DXF para luego exportarlos a Energy Plus con el objetivo de realizar un análisis térmico.

5.1.2. Energy Plus

Es un programa de simulación de energética de edificios con sistemas de climatización que nos permite obtener la demanda energética que se requiere para cumplir las condiciones de confort.

5.2. Modelado del edificio

Para realizar el modelado de la escuela de natación se requiere seguir los siguientes pasos.

5.2.1. Modelado en Genera 3D

Se realiza la implantación del edificio en CAD 2D y se lo guarda en formato DXF, se delimita las áreas de estudio y se asigna un nombre a cada una de ellas, también se debe orientar la implantación hacia el norte geográfico y referenciarla en el origen de coordenadas del CAD.

Luego se carga el archivo DXF en el GENERA3D y se especifica la altura entre plantas para general el modelado.

Si bien es cierto en la escuela de natación existen dos vasos de piscinas, sin embargo, para el modelado se considera un solo vaso que contiene la capacidad de los dos.

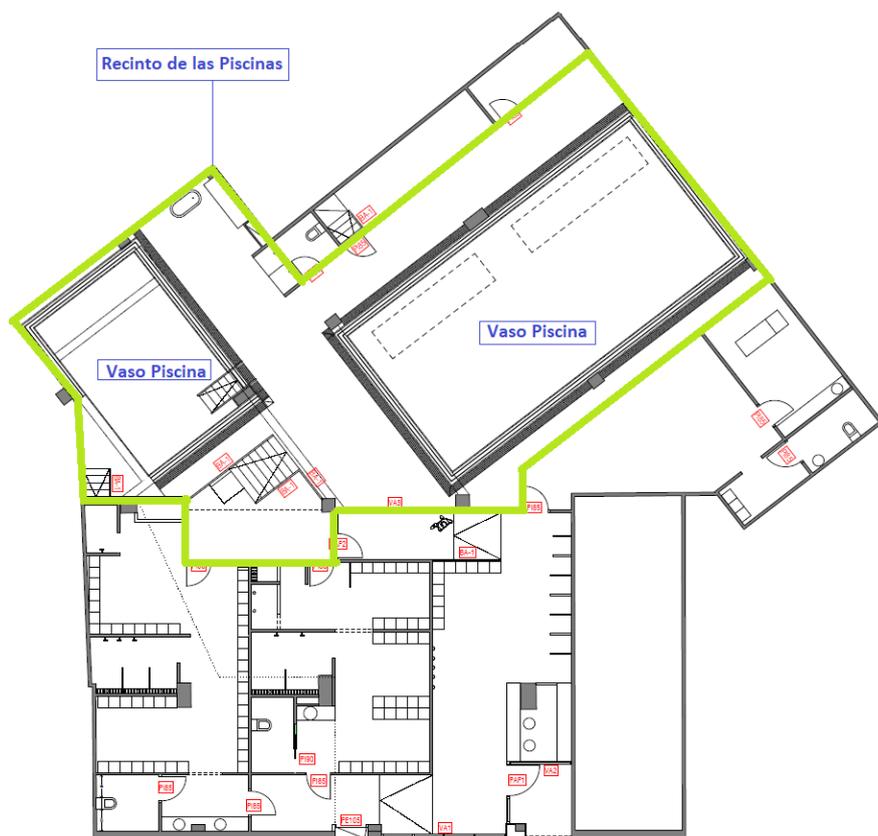


Ilustración 22. Plano de la edificación – Recinto Piscinas

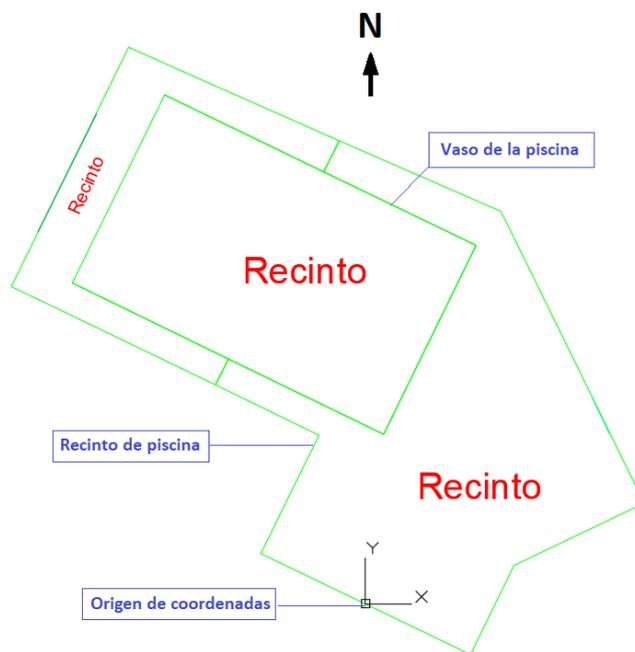


Ilustración 23. Implantación recinto piscinas 2D, formato DXF

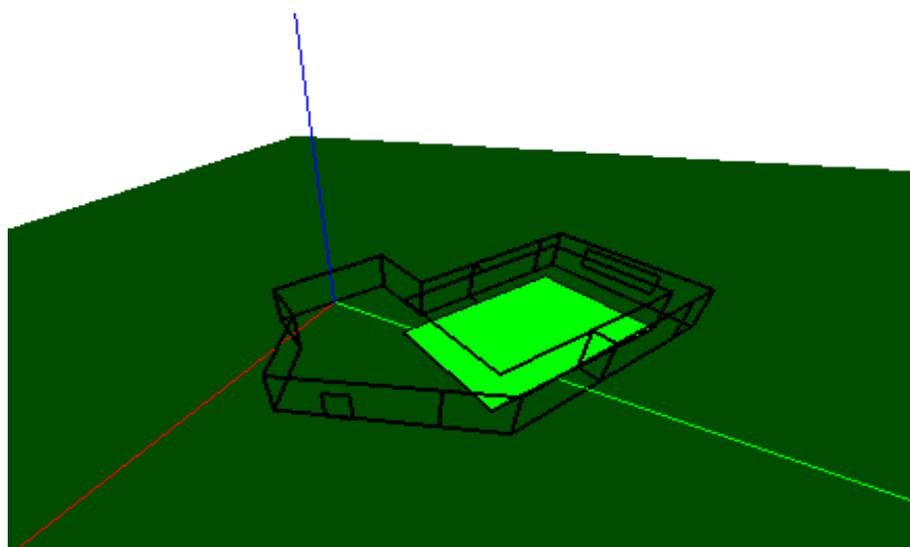


Ilustración 24. Modelado en Genera 3D.

Luego de finalizar el modelado se procede asignar los materiales con los cuales están compuestos los muros exteriores, interiores, cubierta, solera de los vasos y solera de playas de la piscina.

Editor de composiciones

Composición:

Nombre	Espesor[m]	Conductividad[W/(mK)]	Densidad[kg/m ³]
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600 < d < 1800	0.020	1.000	1525.00
1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60 mm	0.115	0.667	1140.00
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600 < d < 1800	0.010	1.000	1525.00
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/(mK)]	0.030	0.029	30.00
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.030	0.250	825.00

 $U = 0.74 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Peso = 202.50 kg/m²

Ilustración 25. Composición Muro exterior del recinto

Editor de composiciones

Composición:

Nombre	Espesor[m]	Conductividad[W/(mK)]	Densidad[kg/m ³]
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600 < d < 1800	0.020	1.000	1525.00
1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60 mm	0.115	0.667	1140.00
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600 < d < 1800	0.010	1.000	1525.00
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/(mK)]	0.030	0.029	30.00
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.030	0.250	825.00

 $U = 0.74 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Peso = 202.50 kg/m²

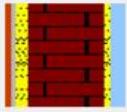
Ilustración 26. Composición Muro interior del recinto

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

Editor de composiciones

Composición: **Cubierta exterior Pisc**

Nombre	Espesor[m]	Conductividad[W/(mK)]	Densidad[kg/m ³]	CalorEspecifico[J/(kgK)]
Azulejo cerámico	0.020	1.300	2300.00	840.00
Mortero de cemento	0.015	0.550	1125.00	1000.00
MW Lana mineral [0.05 W/(mK)]	0.020	0.050	40.00	1000.00
MW Lana mineral [0.031 W/(mK)]	0.020	0.031	40.00	1000.00
FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250	1.323	1330.00	1000.00
MW Lana mineral [0.031 W/(mK)]	0.020	0.031	40.00	1000.00
Cámara de aire sin ventilar horizontal 5 cm	0.050	1.000	1.00	1.00
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.015	0.570	1150.00	1000.00



U = 0.47 W/(m²K)
Peso = 415.03 kg/m²

Ilustración 27. Cubierta exterior del recinto

Editor de composiciones

Composición: **Suelo Interior Pisc**

Nombre	Espesor[m]	Conductividad[W/(mK)]	Densidad[kg/m ³]	CalorEspecifico[J/(kgK)]
Azulejo cerámico	0.020	1.300	2300.00	840.00
Mortero de cemento	0.015	0.550	1125.00	1000.00
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/(mK)]	0.030	0.029	30.00	1000.00
FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250	1.323	1330.00	1000.00
Cámara de aire sin ventilar horizontal 5 cm	0.050	1.000	1.00	1.00
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.015	0.570	1150.00	1000.00



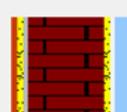
U = 0.69 W/(m²K)
Peso = 413.52 kg/m²

Ilustración 28. Solera playas piscina

Editor de composiciones

Composición: **Suelo Terreno Pisc**

Nombre	Espesor[m]	Conductividad[W/(mK)]	Densidad[kg/m ³]	CalorEspecifico[J/(kgK)]
Res. termica sup ext 0.04	0.001	1.000	1.00	1.00
Plaqueta gres	0.020	1.000	2000.00	800.00
MW Lana mineral [0.031 W/(mK)]	0.020	0.031	40.00	1000.00
Mortero de cemento	0.015	0.550	1125.00	1000.00
FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250	1.323	1330.00	1000.00
MW Lana mineral [0.031 W/(mK)]	0.020	0.031	40.00	1000.00
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.015	0.570	1150.00	1000.00
Cámara de aire sin ventilar horizontal 5 cm	0.050	1.000	1.00	1.00



U = 0.58 W/(m²K)
Peso = 408.23 kg/m²

Ilustración 29. Solera vaso piscina

Una vez que se asignaron los materiales, se encuentra listo el modelo geométrico de la envolvente térmica de la edificación para exportarlo a Energy Plus.

5.3. Data de ingreso EnergyPlus

El siguiente paso es ingresar todos los parámetros de entrada en EnergyPlus para la simulación de la demanda energética.

Para ingresar esta información se utiliza el sub programa EP-Launch y el IDF Editor.

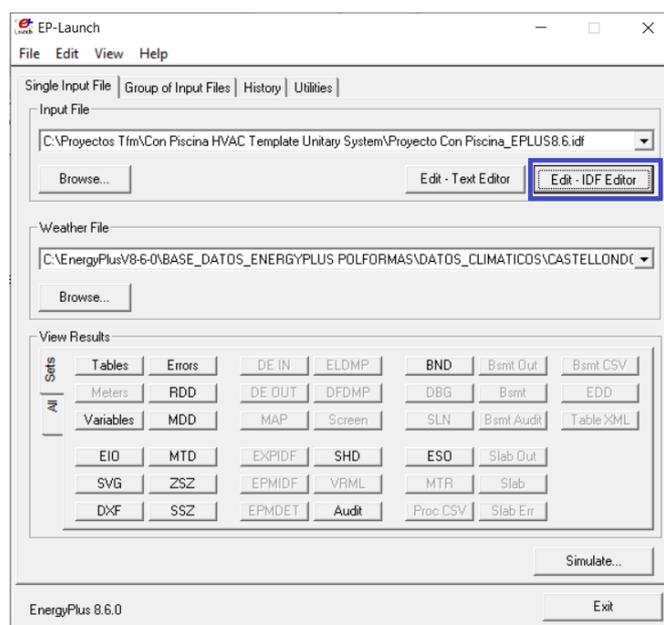


Ilustración 30. Sub programa EP-Launch

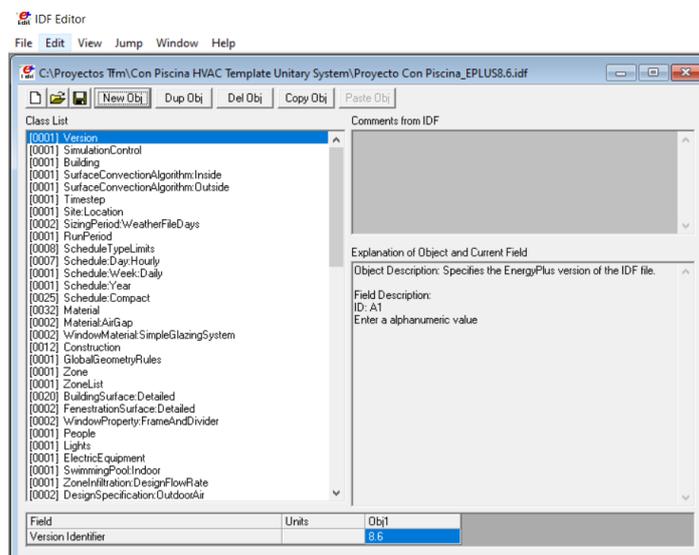


Ilustración 31. Sub programa IDF Editor

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

En el sub programa IDF editor, en la sección Class List se encuentran todos los objetos de entrada que necesita Energy Plus para realizar la simulación de la demanda de energía, a continuación, se describe cada una de ellos.

5.3.1. Datos Generales

Los principales datos generales que ingresamos son:

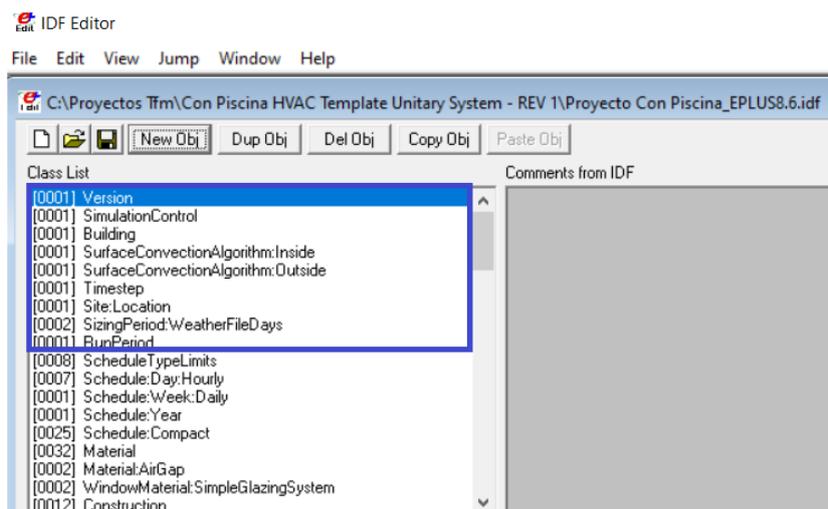


Ilustración 32. Datos generales Energy Plus

Time Step: se especifica el intervalo de tiempo para la simulación de resultados, este valor es utilizado para el cálculo del modelo del equilibrio térmico.

Field	Units	Obj1
Number of Timesteps per Hour		1

Ilustración 33. Paso del tiempo de la simulación Energy Plus

Site Location: se detalla la ubicación específica del edificio como son: longitud, latitud, zona horaria y la elevación sobre el nivel del mar.

Field	Units	Obj1
Name		Castellon
Latitude	deg	39,95
Longitude	deg	0
Time Zone	hr	2
Elevation	m	35

Ilustración 34. Ubicación del recinto en Energy Plus

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m2 ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

Run Period: se especifica el rango de fechas en los que se va a realizar la simulación.

Field	Units	Obj1
Name		
Begin Month		1
Begin Day of Month		1
End Month		12
End Day of Month		31
Day of Week for Start Day		Monday

Ilustración 35. Periodo de simulación Energy Plus

5.3.2. Horarios de operación.

En estos objetos se define los horarios de operación y funcionalidad de la instalación para que nos permita simular su comportamiento.

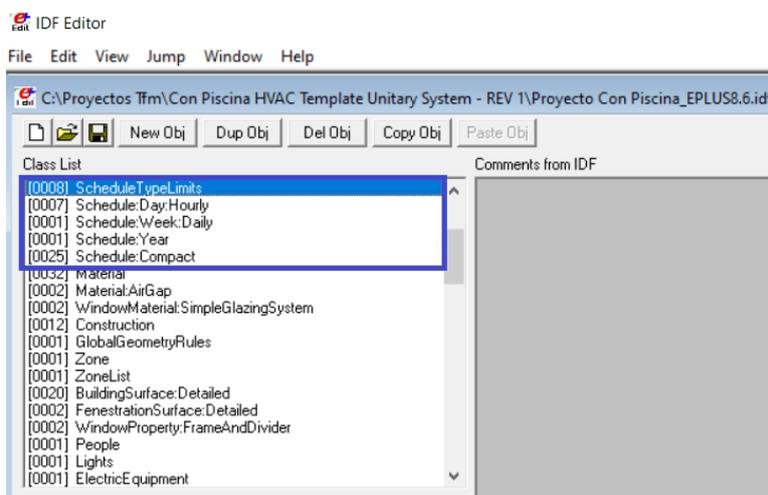


Ilustración 36. Horarios de operación Energy Plus

Schedule Type Limits: se especifica los tipos de datos que se ingresa y se define los límites de dichos valores.

Field	Units	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7
Name		Fraction	Temperature	On/Off	Control Type	Humidity	People
Lower Limit Value	varies	0	-60	0	0	10	0
Upper Limit Value	varies	1	200	1	4	80	20
Numeric Type		Continuous	Continuous	Discrete	Discrete	Continuous	Discrete
Unit Type							

Ilustración 37. Tipos de datos de ingreso en Energy Plus

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m2 ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

Schedule:Day:Hourly: se define cual es el comportamiento de la ocupación en la piscina para las 24 horas del día, y para cada día de la semana.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7
Name		Day_Lu_Ocup1	Day_Ma_Ocup1	Day_Mi_Ocup1	Day_Ju_Ocup1	Day_Vi_Ocup1	Day_Sa_Ocup1	Day_Do_Ocup1
Schedule Type Limits Name		Any Number						
Hour 1	varies	0	0	0	0	0	0	0
Hour 2	varies	0	0	0	0	0	0	0
Hour 3	varies	0	0	0	0	0	0	0
Hour 4	varies	0	0	0	0	0	0	0
Hour 5	varies	0	0	0	0	0	0	0
Hour 6	varies	0	0	0	0	0	0	0
Hour 7	varies	0	0	0	0	0	0	0
Hour 8	varies	0	0	0	0	0	0	0
Hour 9	varies	1	1	1	1	1	1	0
Hour 10	varies	1	1	1	1	1	1	0
Hour 11	varies	1	1	1	1	1	1	0
Hour 12	varies	1	1	1	1	1	1	0
Hour 13	varies	1	1	1	1	1	1	0
Hour 14	varies	0	0	0	0	0	0	0
Hour 15	varies	1	1	1	1	1	1	0
Hour 16	varies	1	1	1	1	1	1	0
Hour 17	varies	1	1	1	1	1	1	0
Hour 18	varies	1	1	1	1	1	1	0
Hour 19	varies	1	1	1	1	1	1	0
Hour 20	varies	1	1	1	1	1	1	0
Hour 21	varies	1	1	1	1	1	1	0
Hour 22	varies	0	0	0	0	0	0	0
Hour 23	varies	0	0	0	0	0	0	0
Hour 24	varies	0	0	0	0	0	0	0

Ilustración 38. Horario diario en Energy Plus

Schedule:Week:Daily: en este objeto se crea una semana tipo, se asigna para cada día de la semana el comportamiento de un día específico. Aquí también nos permite asignar el comportamiento de días en los que se consideran como festivo, días de verano e invierno en los que su comportamiento es diferente de los días comunes de la semana.

Field	Units	Obj1
Name		Week_Ocup1
Sunday Schedule:Day Name		Day_Do_Ocup1
Monday Schedule:Day Name		Day_Lu_Ocup1
Tuesday Schedule:Day Name		Day_Ma_Ocup1
Wednesday Schedule:Day Name		Day_Mi_Ocup1
Thursday Schedule:Day Name		Day_Ju_Ocup1
Friday Schedule:Day Name		Day_Vi_Ocup1
Saturday Schedule:Day Name		Day_Sa_Ocup1
Holiday Schedule:Day Name		Day_Do_Ocup1
SummerDesignDay Schedule:Day Name		Day_Do_Ocup1
WinterDesignDay Schedule:Day Name		Day_Do_Ocup1
CustomDay1 Schedule:Day Name		Day_Do_Ocup1
CustomDay2 Schedule:Day Name		Day_Do_Ocup1

Ilustración 39. Horario semanal en Energy Plus

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m2 ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

Schedule: Year: para cada mes del año se asigna una semana tipo.

Field	Units	Obj1
Name		Year_Ocup1
Schedule Type Limits Name		Fraction
Schedule:Week Name 1		Week_Ocup1
Start Month 1		1
Start Day 1		1
End Month 1		12
End Day 1		31

Ilustración 40. Horario anual en Energy Plus

Schedule: Compact: este objeto contiene los horarios de operación de los diferentes elementos de la instalación, entre los cuales tenemos:

- Horario de encendido y apagado de la des humectadora, y el sistema de ventilación.
- Horario de las infiltraciones.
- Horario de la ocupación que no ingresa en los vasos de la piscina.
- Horario de encendido y apagado de las luces interiores.
- Horario de funcionamiento del termostato de calefacción y refrigeración.
- Horario de la colocación del cobertor de la superficie de las piscinas.
- Horario del control de la temperatura del agua de la piscina.
- Horario y temperatura del agua de reposición para la piscina.
- Horario y temperatura del consumo de agua caliente sanitaria.
- Valores de carga térmica de la ocupación que está dentro y fuera de los vasos de la piscina.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7	Obj8	Obj9	Obj10	Obj11
Name		Always On	Always Off	Sch_Ocup2	Sch_Luces	Sch_Equipos	Temp_Calefa	Temp_Refri	Sch_UTA	Sch_Ventila	Sch_ActivPerson	Sch_Infiltracion
Schedule Type Limits Name		On/Off	On/Off	Fraction	On/Off	On/Off	Temperature	Temperature	On/Off	On/Off	Any Number	Fraction
Field 1	varies	Through: 12/31	Through: 12/31									
Field 2	varies	For: AllDays	For: AllDays	For: Weekdays	For: Weekdays	For: Weekdays	For: AllDays	For: AllDays	For: Weekdays	For: Weekdays	For: AllDays	For: AllDays
Field 3	varies	Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 8:00	Until: 24:00	Until: 9:00	Until: 24:00	Until: 24:00				
Field 4	varies	1	0	0	0	0	29	31	1	0	250	1
Field 5	varies			Until: 21:00	Until: 21:00	Until: 21:00	Until: 24:00	Until: 24:00	For: Saturday	Until: 21:00		
Field 6	varies			1	1	1	31	32	Until: 24:00	1		
Field 7	varies			Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00			1	Until: 24:00		
Field 8	varies			0	0	0			For: Sunday	0		
Field 9	varies			For: Saturday	For: Saturday	For: Saturday			Until: 24:00	For: Saturday		
Field 10	varies			Until: 9:00	Until: 9:00	Until: 9:00			0	Until: 9:00		
Field 11	varies			0	0	0				0		
Field 12	varies			Until: 21:00	Until: 21:00	Until: 21:00				Until: 21:00		
Field 13	varies			1	1	1				1		
Field 14	varies			Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00				Until: 24:00		
Field 15	varies			0	0	0				0		
Field 16	varies			For: Sunday	For: Sunday	For: Sunday				For: Sunday		
Field 17	varies			Until: 24:00	Until: 24:00	Until: 24:00				Until: 24:00		
Field 18	varies			0	0	0				0		
Field 19	varies											
Field 20	varies											

Ilustración 41. Horarios de operación en Energy Plus

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

5.3.3. Materiales y Zonas

Los materiales de la envolvente térmica y las zonas geométricas se crearon con la herramienta informática GENERA 3D, esta información ya forma parte de los parámetros de entrada del EnergyPlus.

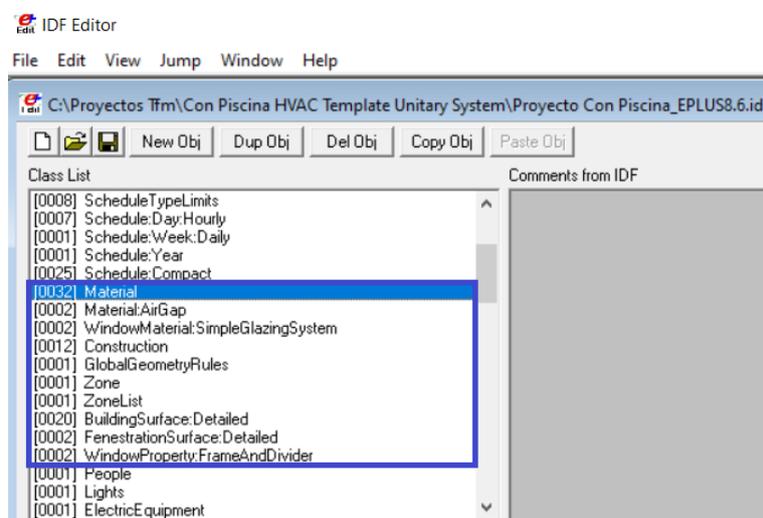


Ilustración 42. Materiales y zonas en Energy Plus

5.3.4. Ganancias internas

Estos objetos representan a los elementos que se encuentran en el interior del recinto y que transmiten potencia térmica al aire que posteriormente debe ser acondicionado de acuerdo a las necesidades de confort.

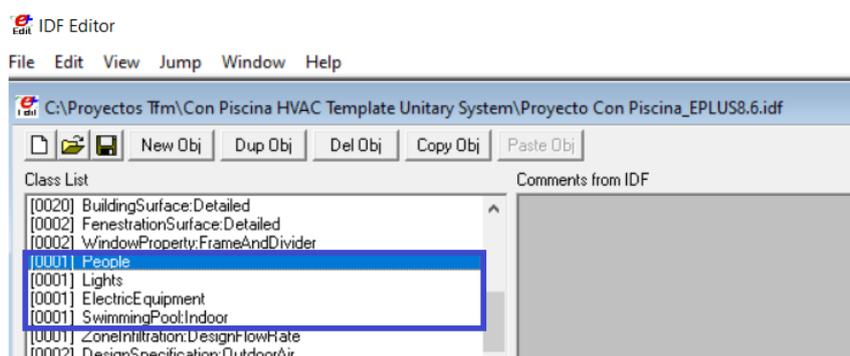


Ilustración 43. Ganancias internas en Energy Plus

People: es una de las ganancias térmicas internas, en la cual se hace referencia los horarios definidos de la ocupación que está en las playas de la piscina, el número de personas, el valor de la carga térmica y la fracción radiante.

Field	Units	Obj1
Name		Personas_Recinto
Zone or ZoneList Name		Recinto
Number of People Schedule Name		Sch_Ocup2
Number of People Calculation Method		People
Number of People		4
People per Zone Floor Area	person/m ²	
Zone Floor Area per Person	m ² /person	
Fraction Radiant		0,3
Sensible Heat Fraction		autocalculate
Activity Level Schedule Name		Sch_ActivPerson
Carbon Dioxide Generation Rate	m ³ /s·W	0,0000000382

Ilustración 44. Ganancias internas - personas en Energy Plus

Lights: hace referencia a los horarios de operación, la potencia de iluminación por unidad de área que posee la edificación y la fracción radiante de esta ganancia.

Field	Units	Obj1
Name		Luces_Recinto
Zone or ZoneList Name		Recinto
Schedule Name		Sch_Luces
Design Level Calculation Method		Watts/Area
Lighting Level	W	
Watts per Zone Floor Area	W/m ²	5
Watts per Person	W/person	
Return Air Fraction		
Fraction Radiant		0,5

Ilustración 45. Ganancias internas - luces en Energy Plus

SwimmingPool:Indoor: en este objeto ingresamos todos los parámetros que interactúan o tienen relación directa con la forma y el funcionamiento del vaso de la piscina, entre los cuales tenemos.

- Se especifica la superficie del suelo que se considera como la superficie del vaso de la piscina dentro del modelo.
- Se define la profundidad del vaso.
- Se establece cual es el número máximo de las personas que ingresan al vaso de la piscina, los horarios y el valor de la ganancia térmica de dicha ocupación.
- Se asigna los horarios de la colocación de los cobertores de superficie.
- Se asigna la temperatura del agua del vaso y la temperatura del agua de reposición.

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

- Se crean los nodos de ingreso y salida de agua que a su vez están asociados al equipo térmico encargado de suministrar la energía para mantener la temperatura del agua de la piscina.

Field	Units	Obj1
Name		Piscina
Surface Name		C7
Average Depth	m	1,5
Activity Factor Schedule Name		Sch_ActivPerson
Make-up Water Supply Schedule Name		Sch_T_Agua.Repos
Cover Schedule Name		Sch_Coverator
Cover Evaporation Factor		0,7
Cover Convection Factor		0,4
Cover Short-Wavelength Radiation Factor		0,9
Cover Long-Wavelength Radiation Factor		0,5
Pool Water Inlet Node		Pool inlet
Pool Water Outlet Node		Pool outlet
Pool Heating System Maximum Water Flow Rate	m ³ /s	0,001
Pool Miscellaneous Equipment Power	W/(m ³ /s)	0,6
Setpoint Temperature Schedule		Sch_TempPiscina
Maximum Number of People		15
People Schedule		Year_Ocup1
People Heat Gain Schedule		Sch_PisciActivPerson

Ilustración 46. Módulo de piscinas cubiertas en Energy Plus

5.3.5. Sistema de Climatización

Para ingresar el sistema de climatización usamos el equipo denominado Heating, Ventilation and Air Conditioning con sus siglas HVAC. Este equipo está disponible en EnergyPlus como “HVAC Template: System: Unitary System”.

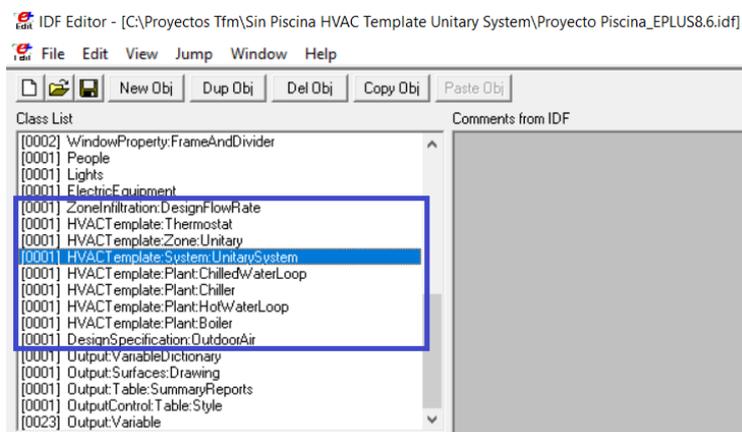


Ilustración 47. Sistema de climatización en Energy Plus

Para la simulación del sistema HVAC se requiere definir varios objetos que son necesarios para su funcionamiento, entre los cuales tenemos:

Thermostat: asignamos los valores máximos y mínimos para el control de temperatura de calefacción y refrigeración establecidos anteriormente en el objeto Schedule compact.

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

Field	Units	Obj1
Name		Termostato_Recinto
Heating Setpoint Temperature Schedule Name		Temp_Calefa
Cooling Setpoint Temperature Schedule Name		Temp_Refri

Ilustración 48. Configuración del Termostato en Energy Plus

Zone:Unitary se selecciona el espacio geométrico que recibe el aire tratado del equipo HVAC, se asigna termostato para el control de temperatura y el caudal de aire que ingresa al recinto.

Field	Units	Obj1
Zone Name		Recinto
Template Unitary System Name		UTA_Recinto
Template Thermostat Name		Termostato_Recinto
Supply Air Maximum Flow Rate	m ³ /s	1,94
Zone Heating Sizing Factor		
Zone Cooling Sizing Factor		
Outdoor Air Method		Flow/Zone
Outdoor Air Flow Rate per Person	m ³ /s	
Outdoor Air Flow Rate per Zone Floor Area	m ³ /s-m ²	
Outdoor Air Flow Rate per Zone	m ³ /s	0,5

Ilustración 49. Áreas climatizadas en Energy Plus

De acuerdo a las especificaciones del equipo existente en la instalación se suministra un caudal nominal de aire de 7000 m³/h (1,94 m³/s), de los cuales 1800 m³/h (0,5 m³/s) corresponde al caudal de renovación de aire.

Plant:Chiler: se encarga de suministrar la energía necesaria para la producción de frío y cubrir la demanda de refrigeración cuando lo requiera.

Plant:Boiler: se encarga de suministrar la energía para la producción de calor y cubrir la demanda de calefacción.

Zone infiltration: Design Flow Rate: se detalla la zona con infiltraciones y se asigna un caudal constante de infiltración por un valor de 360 m³/h (0,1 m³/s).

Field	Units	Obj1
Name		Infiltracion_Recinto
Zone or ZoneList Name		Recinto
Schedule Name		Sch_Infiltracion
Design Flow Rate Calculation Method		Flow/Zone
Design Flow Rate	m ³ /s	0,1

Ilustración 50. Infiltraciones en Energy Plus

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

Design specification Outdoor Air: se especifica el caudal del aire del exterior que ingresa al recinto luego de ser acondicionado en el equipo HVAC.

Field	Units	Obj1
Name		Ventilacion_Recinto
Outdoor Air Method		Flow/Zone
Outdoor Air Flow per Person	m ³ /s-person	
Outdoor Air Flow per Zone Floor Area	m ³ /s-m ²	
Outdoor Air Flow per Zone	m ³ /s	0,5
Outdoor Air Flow Air Changes per Hour	1/hr	
Outdoor Air Schedule Name		Sch_Ventila

Ilustración 51. Ventilación en Energy Plus

WaterUse: Equipment: es un objeto que nos permite simular los usos finales del agua fría y caliente, y el comportamiento de una mezcla controlada.

Field	Units	Obj1
Name		ACS
End-Use Subcategory		General
Peak Flow Rate	m ³ /s	0,00003
Flow Rate Fraction Schedule Name		SchUsoACS
Target Temperature Schedule Name		
Hot Water Supply Temperature Schedule Name		SchTempAcs

Ilustración 52. Producción de agua caliente en Energy Plus

5.3.6. Datos Climáticos

EnergyPlus para la simulación de la demanda energética requiere de un archivo de texto en formato (.epw) que contiene los datos del clima de referencia, en este caso para la ciudad de Castellón. Estos registros son para cada hora del día y para los 365 días del año.

Los principales datos que contiene el archivo denominado clima son los siguientes:

- Temperatura seca del aire
- Temperatura húmeda del aire
- Humedad relativa
- Radiación directa y difusa
- Velocidad del viento
- Temperatura del suelo

5.4. Data de salida en EnergyPlus

El usuario puede definir los datos de salida que desea visualizar a través del objeto **Output Variable**.

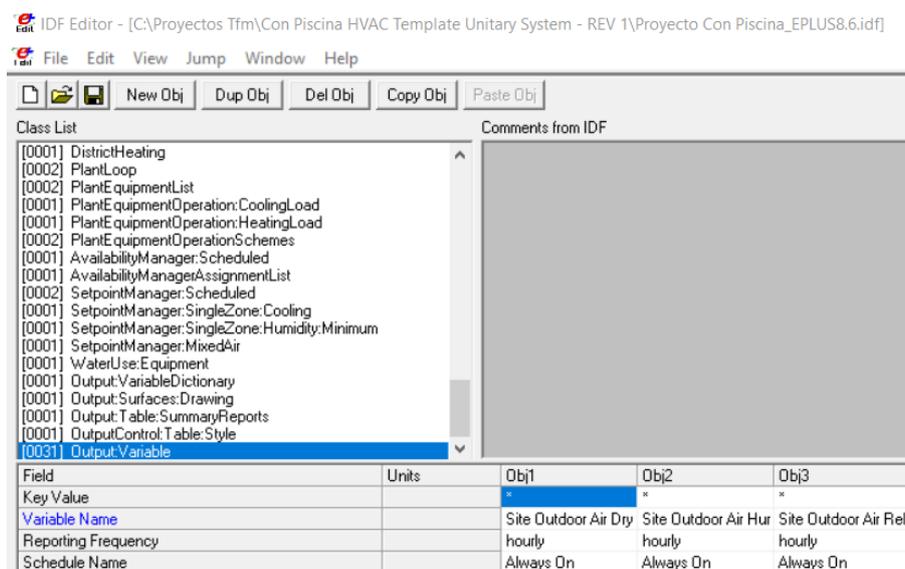


Ilustración 53. Variables de salida en Energy Plus

Los principales datos que se analizan en este proyecto son:

5.4.1. Condiciones interiores del recinto

- Temperatura media del aire
- Temperatura de rocío del aire
- Humedad relativa del aire

5.4.2. Piscina

- Temperatura del agua de la piscina cubierta
- Demanda de energía para calentamiento del agua de la piscina
- Pérdidas de calor por evaporación del agua de la piscina

5.4.3. Demanda cubierta por los equipos de climatización

- Demanda de energía de la batería de calentamiento de la Deshumectadora.
- Demanda de energía de la batería de enfriamiento de la Deshumectadora.
- Demanda de energía de la caldera

5.4.4. Sistema de ACS

- Temperatura de producción de ACS
- Demanda de energía para producción de ACS

5.5. Simulación y resultados de la demanda de energía en EnergyPlus

5.5.1. Demanda de energía - Calderas

La demanda total de energía que debe cubrir el grupo de calderas es para, calefacción del recinto, calentamiento del agua de la piscina, producción de ACS y las pérdidas de calor que se generan en los circuitos primarios y secundarios de agua caliente.

Para cubrir cada una de estas demandas se debe asignar un objeto en Energy Plus, de tal manera que para cubrir la demanda de calefacción se asigna una batería de agua caliente, para el calentamiento del agua de la piscina existe un módulo donde se especifica todas las características de los vasos de la piscina, y para la producción de ACS se asigna un objeto que simula los usos finales del agua fría y caliente y su mezcla controlada.

Los resultados obtenidos de la simulación de la demanda de energía para los meses de estudio son los siguientes.

DEMANDA DE ENERGÍA - CALDERAS					
MES	DEMANDA CALEFACCIÓN	DEMANDA PISCINA	DEMANDA ACS	PÉRDIDAS TUBERÍAS	DEMANDA TOTAL
	KWh	KWh	KWh	KWh	KWh
Diciembre	6.716	8.024	2.031	1.033	17.803
Enero	7.465	8.388	2.031	1.033	18.918
Febrero	6.043	7.473	1.881	964	16.361
Total					53.082

Tabla 24. Demanda de energía mensual a cubrir por las calderas.

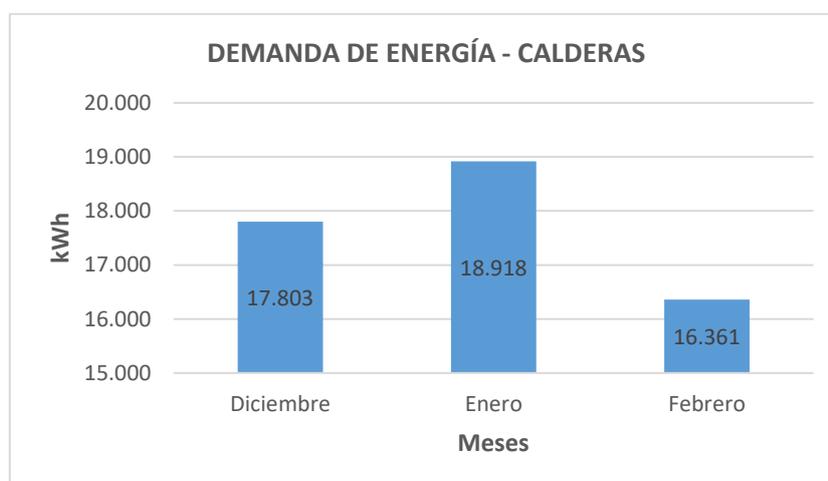


Ilustración 54. Demandas de energía mensual a cubrir por las calderas

El mes de enero requiere mayor demanda de energía por parte de las calderas, esto se debe principalmente a que es el mes más frío del año y la demanda de calefacción es mayor a comparación de los meses de diciembre y enero.

En la gráfica tenemos una apreciación de la distribución de la demanda de energía que deben abastecer las calderas.

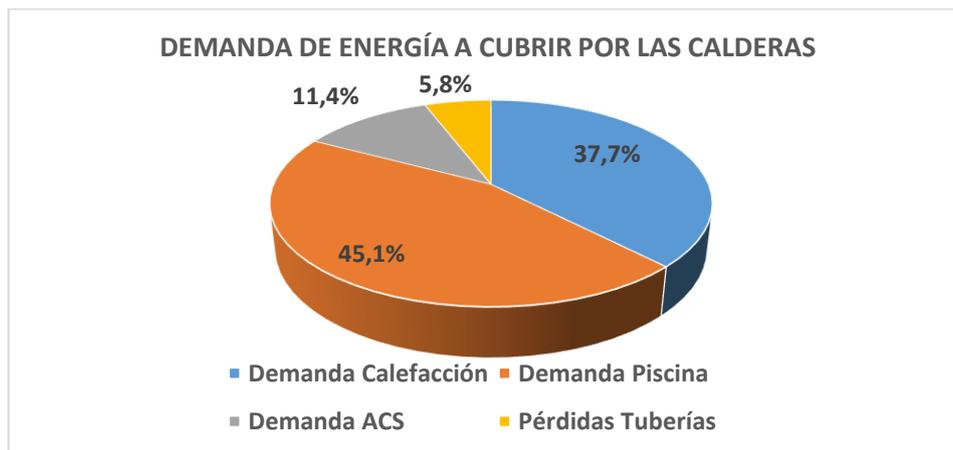


Ilustración 55. Principales demandas de energía a cubrir por las calderas

Esta distribución de la de demanda de energía se la determina al realizar el estudio de los valores proyectados en la simulación.

5.5.2. Demanda de energía - Deshumectadora.

Corresponde a la cantidad de energía necesaria para extraer la humedad del aire que circula por la batería de frío con condensación que forma parte de la deshumectadora.

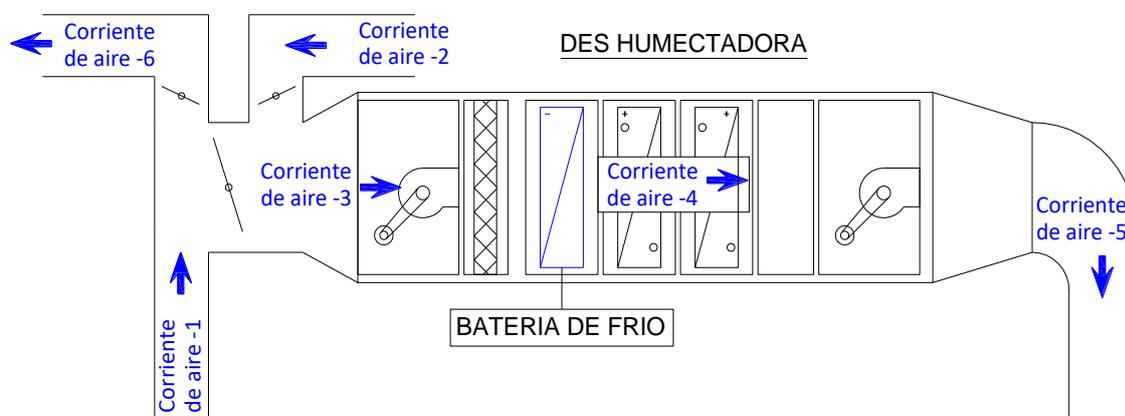


Ilustración 56. Corrientes de aire en la des humectadora. Fuente propia.

Para poder cuantificar la cantidad de energía, es necesario conocer las propiedades psicrométricas del aire en cada punto y analizar las transformaciones que ocurren en las corrientes de aire cuando estas se mezclan o atraviesan un batería de frío o calor que pueden o no generar condensados.

Propiedades psicrométricas del aire

Para el estudio de la corriente de aire que circula por el recinto y por la deshumectadora es necesario conocer las propiedades psicrométricas del aire.

Entre las principales tenemos:

- **Presión total atmosférica**

$$P_T = 101325 \cdot \left(1 - \frac{2,255692 \cdot Z}{100000}\right)^{5,2561} \quad (4)$$

Donde:

P_T : es la presión atmosférica en (Pa)

Z : es la altura sobre el nivel de la locación en (m)

- **Presión de Vapor**

$$P_v = \frac{P_T \cdot W}{0,62198 + W} \quad (5)$$

Donde:

P_v : es la presión de vapor en (Pa)

W : es la humedad absoluta del aire en $\left(\frac{\text{kg. agua}}{\text{kg. aire seco}}\right)$

- **Presión de Vapor Saturado**

$$P_{v,sat} = 10^{\left(\frac{7,5 \cdot T_s}{273,159 + T_s - 35,85} + 2,7858\right)} \quad (6)$$

Donde:

$P_{v,sat}$: es la presión de vapor saturado en (Pa)

T_s : es la temperatura seca del aire (°C)

- **Humedad Relativa**

$$\phi = 100 \cdot \left(\frac{P_v}{P_{v,sat}(T_s)} \right) \quad (7)$$

Donde:

ϕ : es la humedad relativa del aire en (%)

$P_{v,sat}$: es la presión de vapor saturado en (Pa)

- **Humedad Específica**

$$W = 0,62198 \cdot \left(\frac{P_v}{P_T - P_v} \right) \quad (8)$$

Donde:

W : es la humedad absoluta del aire en $\left(\frac{kg.agua}{kg.aireseco} \right)$

P_v : es la presión de vapor en (Pa)

P_T : es la presión atmosférica en (Pa)

- **Volumen específico**

$$v_e = 287 \cdot \left(\frac{T_s}{P_T - P_v} \right) \quad (9)$$

Donde:

v_e : volumen específico del aire $\left(\frac{m^3}{kg.as} \right)$

T_s : es la temperatura seca del aire ($^{\circ}K$)

- **Entalpía**

$$h = 1,006 \cdot T_s + W \cdot (2501 + 1,86 \cdot T_s) \quad (10)$$

h : entalpía del aire $\left(\frac{KJ}{kg.as} \right)$

T_s : es la temperatura seca del aire ($^{\circ}C$)

W : es la humedad absoluta del aire en $\left(\frac{kg.agua}{kg.aireseco} \right)$

Transformaciones de la corriente de aire

Luego de conocer las propiedades del aire en cada punto se requiere conocer como varían cada una de ellas al realizar la mezcla de dos corrientes de aire.

- **Proceso de Mezcla**

En la siguiente grafica podemos observar el compartimento del proceso de mezcla de dos corrientes de aire.

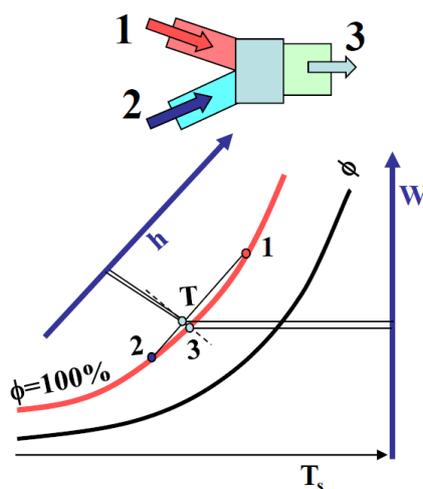


Ilustración 57. Proceso de mezcla corriente de aire

Este proceso ocurre entre las corrientes 1 y 2 con una caudal de aire de 5200 m³/h y 1800 m³/h.

Para obtener la temperatura seca en el punto 3 utilizamos la siguiente expresión.

$$T_{s3} = \frac{T_{s1} \cdot m_1 + T_{s2} \cdot m_2}{m_1 + m_2} \quad (11)$$

Donde:

T_s : es la temperatura seca del aire en (°C)

m : es el flujo másico de aire en ($\frac{kg}{s}$)

La humedad relativa se la puede calcular con la siguiente expresión.

$$W_3 = \frac{W_1 \cdot m_1 + W_2 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \quad (12)$$

Donde:

W : es la humedad absoluta del aire en $(\frac{kg.agua}{kg.aireseco})$

m : es el flujo másico de aire en $(\frac{kg}{s})$

La entalpía responde a la siguiente expresión.

$$h_3 = \frac{h_1 \cdot m_1 + h_2 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \quad (13)$$

Donde:

W : es la humedad absoluta del aire en $(\frac{kg.agua}{kg.aireseco})$

m : es el flujo másico de aire en $(\frac{kg}{s})$

- **Proceso de batería de frío**

Luego de realizarse la mezcla, la corriente de aire pasa por la batería de frío con condensación en la que se libera una cierta cantidad de agua contenida en el aire. Para que esto ocurra la temperatura de la superficie que está en contacto con la corriente de aire debe ser menor a la temperatura de rocío.

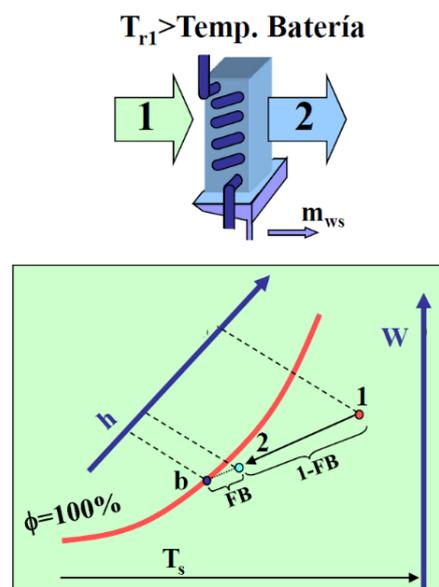


Ilustración 58. Corriente de aire en batería de frío

Para obtener la temperatura seca luego de pasar por la batería de frío utilizamos la siguiente expresión.

$$T_{s2} = FB \cdot T_{s1} + (1 - FB) \cdot T_b \quad (14)$$

Donde:

T_s : temperatura del aire seco (°C)

T_b : temperatura de la superficie de la batería de frío (°C)

FB : factor de by – pass de la batería de frío (%)

Humedad Absoluta

$$W_2 = FB \cdot W_1 + (1 - FB) \cdot W_b \quad (15)$$

Donde:

W : es la humedad absoluta del aire en $\left(\frac{\text{kg. agua}}{\text{kg. aire seco}}\right)$

W_b : máxima cantidad de agua que contiene del aire $\left(\frac{\text{kg. agua}}{\text{kg. aire seco}}\right)$

Entalpía

$$h_2 = FB \cdot h_1 + (1 - FB) \cdot h_b \quad (16)$$

Donde:

h : entalpía del aire $\left(\frac{\text{KJ}}{\text{kg. as}}\right)$

h_b : entalpía en la batería de frío $\left(\frac{\text{KJ}}{\text{kg. as}}\right)$

Calor Intercambiado

$$Q_T = m_1 \cdot (h_1 - h_2) \quad (17)$$

Donde:

Q_T : Calor intercambiado en la batería de frío (W)

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

h_1 : entalpía del aire antes de ingresar por la batería de frío ($\frac{KJ}{kg.as}$)

h_2 : entalpía en la batería después de pasar por la batería de frío ($\frac{KJ}{kg.as}$)

m_1 : masa de aire seco ($\frac{kg}{s}$)

Finalmente se elabora una hoja de cálculo en Excel en la que se aplican las expresiones descritas anteriormente y tomando como base los datos obtenidos en la simulación, se procede a realizar el cálculo de la demanda de energía necesaria para extraer la humedad del aire para cada hora del día.

DEMANDA DE ENERGÍA - DESHUMECTADORA	
MES	DEMANDA TOTAL
	KWh
Diciembre	10.280
Enero	9.671
Febrero	9.508
Total	29.459

Tabla 25. Demanda de energía simulada- des humectadora

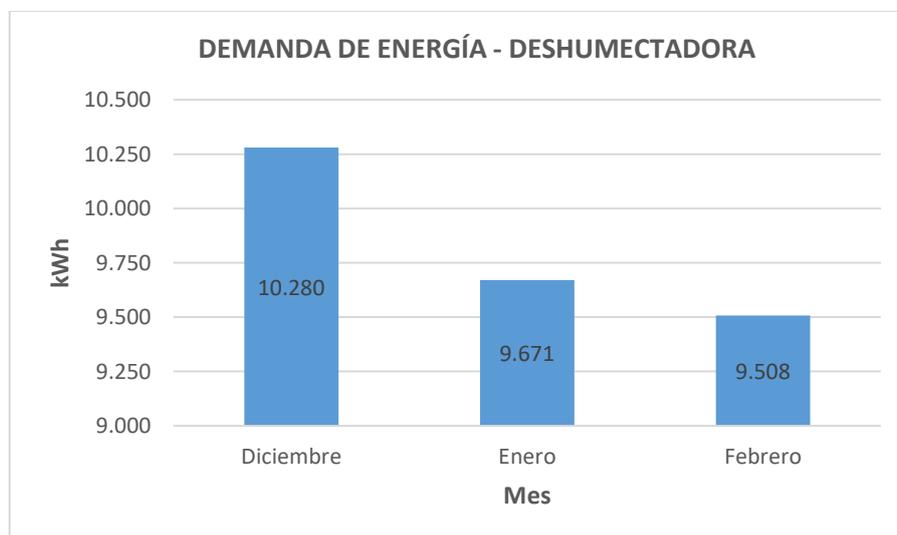


Ilustración 59. Demanda de energía simulada - des humectadora

Se observa que la demanda de energía se reduce en los meses de enero y febrero con respecto al mes de diciembre, esto se debe a que el aire de invierno está más seco por lo cual no se requiere invertir más energía para deshumectar el aire.

5.6. Simulación y resultados del consumo de energía

5.6.1. Consumo de energía de las calderas

Para determinar el consumo de energía de la caldera se requiere calcular el rendimiento estacional para lo cual aplicamos la siguiente expresión.

$$\eta_{Est} = \eta_{nom} + \eta_{cond} - \eta_{vent} - \eta_{rc} \quad (18)$$

Donde:

η_{Est} : rendimiento estacional (%)

η_{nom} : rendimiento nominal (%)

η_{cond} : rendimiento de condensación (%)

η_{vent} : rendimiento de ventilación (%)

η_{rc} : rendimiento de la envolvente (%)

Para las calderas de condensación el rendimiento nominal se lo obtiene con la siguiente expresión.

$$\eta_{nom} = 91 + \log(Pn) \quad (19)$$

Donde:

Pn : representa la potencia nominal de la caldera en kW

Para determinar el rendimiento de condensación se utiliza la siguiente expresión.

$$\eta_{cond} = A \cdot \frac{(T_{rsc} - T_{retorno})}{(T_{rsc} - T_{rcc})} \quad (20)$$

Donde:

$T_{retorno}$: Temperatura de retorno de la caldera (°C)

T_{rsc} : Temperatura de retorno sin condensación 55 °C para gas natural

T_{rcc} : Temperatura de retorno con condensación completa 25 °C

A : factor de recuperación máxima de condesados para gas natural: $A = 9,6$

Para determinar el rendimiento por ventilación aplicamos la siguiente expresión.

$$\eta_{vent} = q_v \cdot \left(\frac{1}{f_{cp}} - 1 \right) \quad (21)$$

Donde:

q_v : factor de pérdidas por ventilación, para un quemador en buen estado 0,2%

f_{cp} : factor de carga parcial (%)

$$f_{cp} = \frac{\text{Demanda de energía}}{\text{Potencia nominal}} \quad (22)$$

Para determinar el rendimiento de la envolvente térmica aplicamos la siguiente expresión.

$$\eta_{rc} = \frac{q_{rc}}{f_{cp}} \quad (23)$$

Donde:

q_{rc} : factor de pérdidas de la envolvente (%)

$$q_{rc} = C_1 - C_2 \cdot \log(P_n) \quad (24)$$

Donde:

c_1 : factor igual a 3,45 para un estado de la caldera, bien aislada y mantenida

c_2 : factor igual a 0,88 para un estado de la caldera, bien aislada y mantenida

Finalmente, el consumo de energía de la caldera se lo obtiene con la expresión:

$$\text{Consumo de energía} = \frac{\text{Demanda de energía}}{\eta_{Est}} \quad (25)$$

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

Los resultados que se obtienen luego de aplicar las expresiones matemáticas son los siguientes:

CONSUMO DE ENERGÍA CALDERAS	
Mes	Energía Total
	KWh
Diciembre	19.794
Enero	21.019
Febrero	18.179

Tabla 26. Consumo de energía simulado - calderas

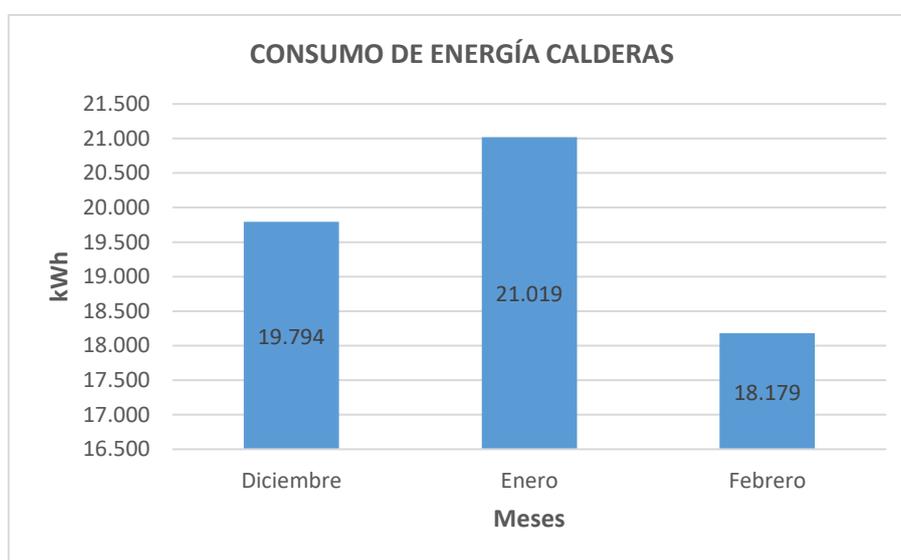


Ilustración 60. Consumo de energía simulado - calderas

5.6.2. Consumo de energía de la deshumectadora

Para calcular el consumo de energía de la deshumectadora es necesario conocer el rendimiento del circuito autónomo de refrigeración al que se conoce como EER (Energy Efficiency Ratio).

$$EER = \frac{\text{Potencia de Refrigeración}}{\text{Potencia eléctrica absorbida}} \quad (26)$$

El consumo de energía se lo obtiene de la división de la demanda energética simulada para EER, de donde se obtiene los siguientes valores.

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

CONSUMO DE ENERGÍA DESHUMECTADORA		
Mes	EER	Energía Total
		KWh
Diciembre	3,85	2.672
Enero		2.514
Febrero		2.472

Tabla 27. Consumo de energía simulado – deshumectadora

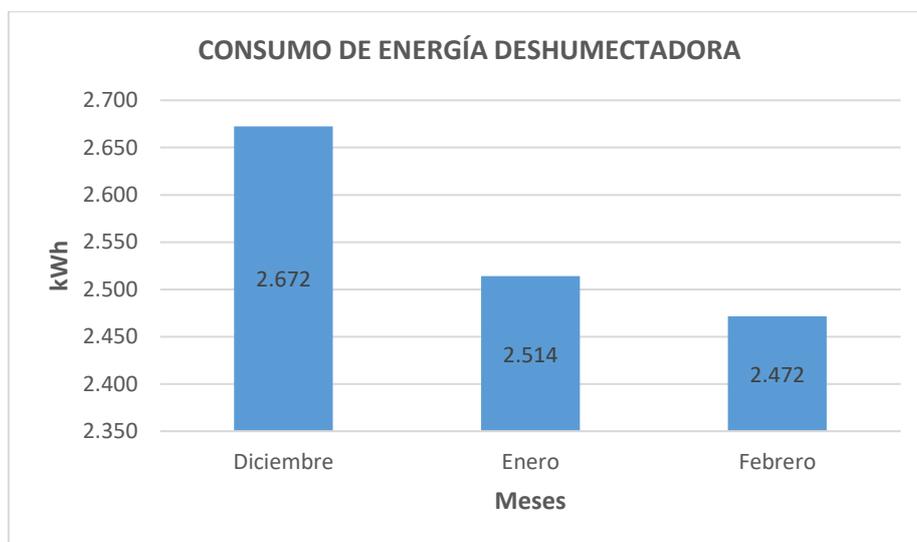


Ilustración 61. Consumo de energía simulado - deshumectadora

CAPÍTULO 6. COMPARATIVA Y MEJORAS

6.1. Comparativa del consumo de Energía

6.1.1. Comparativa del consumo de energía en calderas

En la siguiente tabla podemos observar la diferencia entre el consumo real de energía primaria de las calderas y el consumo simulado en Energy Plus.

COMPARATIVA - CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA CALDERAS			
Mes	Consumo Real	Consumo Simulado	Diferencia Porcentual
	kWh	kWh	%
Diciembre	22.104	19.794	10%
Enero	22.104	21.019	5%
Febrero	20.678	18.179	12%
Total	64.887	58.992	9%

Tabla 28. Comparativa del consumo de energía en calderas

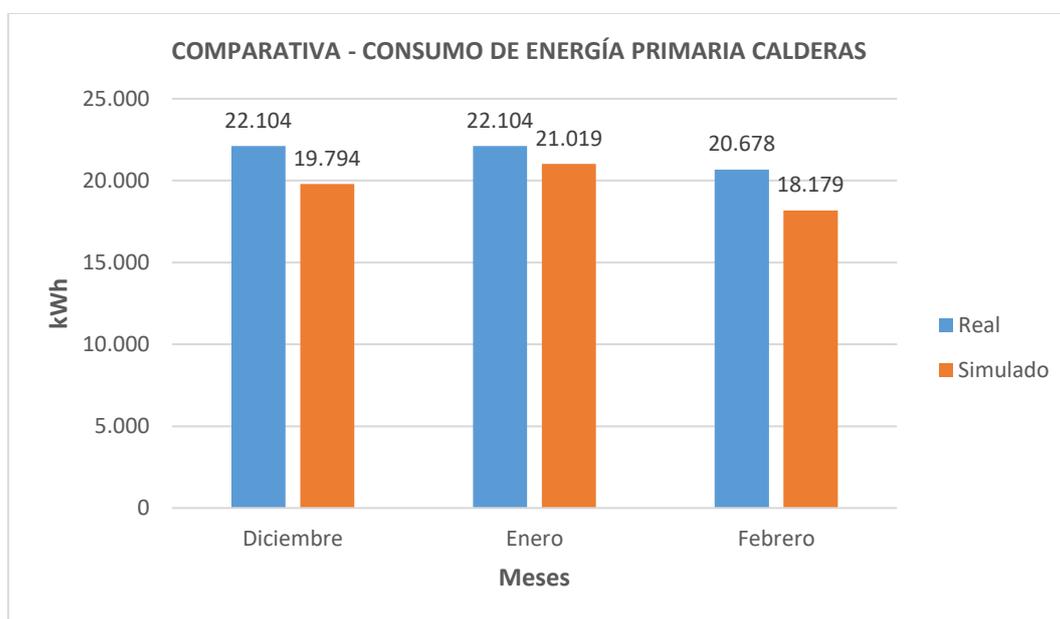


Ilustración 62. Comparativa del consumo de energía en calderas

Los resultados obtenidos en la simulación difieren con respecto a los reales en un máximo del 9% que se considera como una variación aceptable.

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

6.1.2. Comparativa del consumo de energía eléctrica de la deshumectadora

En la siguiente tabla podemos observar la diferencia entre el consumo real de energía eléctrica de la deshumectadora y el consumo calculado a partir de la simulación de la demanda de energía en Energy Plus.

COMPARATIVA - CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DES HUMECTADORA			
Mes	Consumo Real	Consumo Simulado	Diferencia Porcentual
	kWh	kWh	%
Diciembre	1.975	2.672	26%
Enero	2.673	2.514	6%
Febrero	2.621	2.472	6%
Total	7.270	7.658	5%

Tabla 29. Comparativa del consumo de energía en la deshumectadora

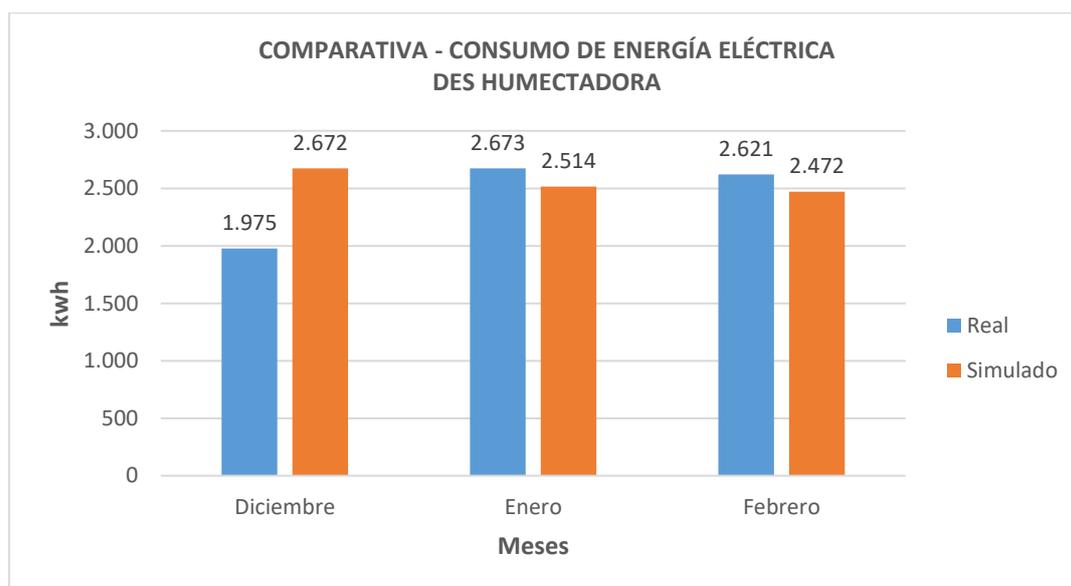


Ilustración 63. Comparativa del consumo de energía en la deshumectadora

Los resultados obtenidos en la simulación difieren con respecto a los reales en un máximo del 26 % para el mes de diciembre, esta diferencia se debe a que en este mes se inició con la apertura de la escuela de natación, por lo cual las condiciones operacionales variaban al igual que la afluencia de usuarios con respecto a los meses siguientes donde la instalación opera en condiciones más estables y se refleja en los resultados de la simulación ya que existe una diferencia del 6% con respecto al consumo real.

6.2. Propuestas de mejora de la instalación

Las propuestas de mejoras se las puede realizar en los siguientes campos:

- Mejoras en los equipos de climatización y producción de agua caliente.
- Mejoras en el proceso de operación de la instalación.
- Mejoras en las características de la envolvente térmica.

6.2.1. Mejoras en los equipos de climatización y producción de ACS.

El equipo principal de climatización es la deshumectadora la misma que en sus especificaciones consta como un equipo de alta eficiencia energética ya que dispone de las siguientes características.

- Tiene incorporado un recuperador de energía de aire de extracción con un intercambiador de placas de flujo cruzado.
- Ventiladores electrónicos con variadores de frecuencia.
- Válvulas de expansión electrónica para el mínimo consumo energético.
- Control electrónico de demanda de humedad y refrigeración.

Al ser un equipo nuevo con excelentes características técnicas no es factible adicionar ningún equipo adicional que pueda optimizar su funcionamiento.

Para la producción de ACS se dispone de dos calderas de condensación las mismas que incorporan tecnología de vanguardia, entre sus principales características que hacen que sean eficientes tenemos:

- Cuenta con un sistema electrónico de combustión que proporciona un amplio rango de modulación.
- Tiene una bomba de recirculación de alta eficiencia.
- Bajo consumo eléctrico mientras se encuentra en stand-by.

Al tener estas características tampoco es necesario realizar cambios o mejoras en los equipos ya que estos son altamente eficientes.

6.2.2. Mejoras en la envolvente térmica y elementos de la instalación.

La envolvente térmica de la escuela de natación se encuentra en buen estado ya que su construcción es reciente, sin embargo, se pueden realizar unas mínimas mejoras que no implican altos costes, pero pueden favorecer a disminuir el consumo de energía, entre las aplicables para este proyecto tenemos.

Mejora 1: optimizar las características de los marcos y vidrios que se encuentran ubicados en la cubierta del área de vasos de la piscina. Para la simulación se consideró un coeficiente de transmitancia térmica de 5,7 W/m².K y para la mejora se considera un valor de 2,7 W/m².K que corresponde a un conjunto de ventanas de doble cristal 6/12/6 y marco de PVC.

También se puede mejorar ciertos elementos de la instalación por donde se tiene pérdidas de energía, entre las cuales planteamos las siguientes.

Mejora 2: Colocar aislamiento térmico sobre el falso techo de la zona de las piscinas, esto ayudaría mucho a reducir las pérdidas de calor hacia el exterior.

Mejora 3: Controlar la correcta colocación de los cobertores en los vasos de la piscina y verificar que el material de los cobertores siempre se encuentre en buen estado para impedir que se produzca la evaporación del agua.

Es importante mencionar que la piscina es el elemento que demanda y consume mas energía, y una de las formas de controlar este efecto es mantenerla el mayor tiempo posible con los cobertores para evitar la evaporación de agua, en la simulación se pudo analizar que el uso adecuado de los cobertores disminuye considerablemente el consumo de energía en los equipos principales.

6.2.3. Mejoras en el proceso de operación de la instalación.

Al ser una instalación nueva, es necesario realizar varias maniobras de operación de los equipos principales hasta conseguir los puntos óptimos de operación, los cuales varían en función del clima que se da en cada estación del año.

La simulación anual del consumo de energía eléctrica nos presenta el siguiente comportamiento de consumo mensual a lo largo de todo el año.

En la gráfica del consumo eléctrico anual se observa claramente que en los meses de verano el consumo se incrementa en aproximadamente 2,4 veces con respecto al consumo que se tiene en invierno por lo cual es necesario configurar los equipos de climatización para una correcta operación en estos meses y evitar consumos excesivos de energía.

Este incremento se debe principalmente a que en los meses de verano el aire contiene mas humedad con respecto a los meses de invierno, por lo cual la deshumectadora trabaja a mayor capacidad consumiendo más energía eléctrica.

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

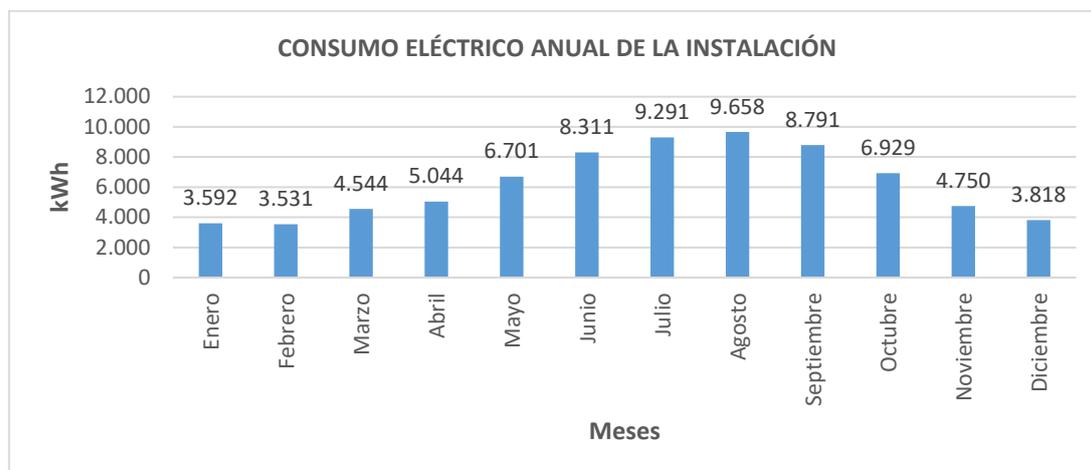


Ilustración 64. Consumo eléctrico anual simulado de la instalación.

Mejora 4:

Analizando el comportamiento del consumo eléctrico anual simulado se puede plantear modificar la potencia eléctrica contrada de la instalación en dos periodos, el primero para los meses de noviembre hasta abril y el segundo de mayo hasta octubre, lo cual puede representar un ahorro anual de costes.

Mejora 5: Otra opción que se analizó y tiene resultados favorables es modificar el caudal de aire de ventilación o caudal de aire exterior que ingresa al recinto dependiendo de la estación del año, principalmente para verano e invierno. Esta variación puede estar entre el 25% (1.800 m³/h) al 30% (2100 m³/h) del caudal total de climatización (7.000 m³/h).

Estas son las mejoras que se pueden plantear en la instalación, sin embargo, para cuantificar cuanta energía se puede reducir se procede a realizar una simulación incorporando los cambios propuestos.

6.3. Cuantificación de los ahorros de energía aplicando las mejoras

Luego de realizar las simulaciones implementando las mejoras 1,3,5 que son las que se pueden simular, se obtienen los siguientes resultados.

SIMULACIONES	CONSUMO ANUAL DE ENERGÍA EN CALDERAS	CONSUMO ANUAL DE ELECTRICIDAD DES HUMECTADORA
	kWh/año	kWh/año
Inicial	147.585	52.420
Mejora 1	140.482	52.235
Mejora 3	129.337	52.098
Mejora 5	135.341	45.520

Tabla 30. Comparativa del consumo de energía anual simulado aplicando las mejoras.

Simulación de la demanda energética de una piscina para una escuela de natación con una superficie de 511 m² ubicada en Castellón de la Plana y estudio del consumo energético de las instalaciones de climatización y ACS

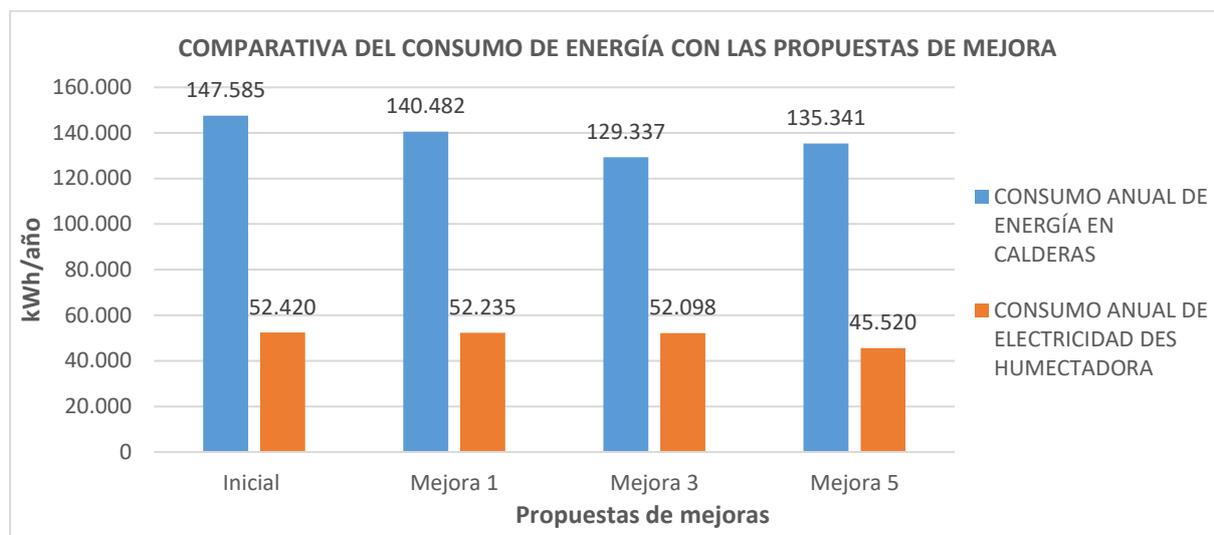


Ilustración 65. Comparativa del consumo de energía anual simulado aplicando las mejoras

Los resultados que se obtiene son favorables, ya que se puede observar un ahorro de energía al comparar los valores de la simulación inicial con la mejora 5.

El consumo anual de energía en las calderas en la primera simulación es de 147.585 kWh/año, luego de aplicar las mejoras se reduce a 135.341 kWh/año con una disminución de 12.244 kWh/año, lo cual representa un ahorro de 824,17 €/año considerando un precio promedio del gas natural de 0,06731 €/kWh incluido el IVA.

El consumo anual de energía eléctrica de la deshumectadora en la primera simulación es de 52.420 kWh/año, luego de aplicar las mejoras se reduce 45.520 kWh/año, con una disminución de 6.900 kWh/año lo cual nos da un ahorro en costes de 644,46 €/año considerando un precio promedio de la electricidad de 0,0934 €/kWh incluido el impuesto a la electricidad y el IVA.

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y BIBLIOGRAFÍA

7.1. Conclusiones

- La metodología planteada para realizar el estudio energético de las instalaciones de climatización de la escuela de natación nos proyectó resultados favorables en la simulación, los mismos que fueron validados con los datos reales, esto nos permite concluir que la metodología utilizada para el análisis es confiable y además se puede plantear mejoras que permitan disminuir el consumo de energía, las cuales pueden ser cuantificadas mediante la simulación y así poder establecer los ahorros de energía que se llegan a obtener.
- El estudio comparativo del consumo de energía se lo realiza para los meses de diciembre 2019, enero y febrero 2020, ya que en estos meses la instalación operó con normalidad, para los meses de marzo 2020 en adelante la instalación dejó de operar debido a la situación sanitaria que se atraviesa actualmente.
- Al realizar el estudio detallado de los datos reales del consumo eléctrico total de la instalación para los meses de diciembre 2019, enero y febrero 2020 se pudo determinar que el 57% del consumo eléctrico total corresponde al equipo principal de climatización que es la deshumectadora, el 22% a los grupos de bombeo, el 10% a las luminarias, el 7% a los equipos ofimáticos y el 4% lo consume los ventiladores del recuperador de calor instalado. El estudio se enfoca en la deshumectadora que es el equipo con consume mayor energía eléctrica el cual varía dependiendo de las condiciones climáticas, operacionales y funcionales de la instalación.
- En la simulación de la demanda energética realizada en Energy Plus para la deshumectadora en el periodo de los tres meses de estudio se obtuvo un valor de 29.459 kWh, y un consumo eléctrico de 7.658 kWh que al compararlo con el consumo eléctrico real de 7.270 kWh se tiene una diferencia de 388 kWh que representa un 5% de variación con respecto los valores reales, al ser una variación aceptable se da como válida la simulación.
- En la simulación de la demanda energética realizada en Energy Plus para las calderas de condensación en el periodo de los tres meses de estudio se obtuvo un valor de 53.082 kWh, y un consumo de energía de 58.992 kWh, al compararlo con el consumo de energía real de 64.887 kWh se tiene una diferencia de 5.897 kWh que representa un 9% de variación con respecto los consumos reales, al ser una variación aceptable se da como válida la simulación.
- Al realizar el estudio de la simulación de la demanda energética anual para la deshumectadora en las condiciones que actualmente se encuentra la instalación se obtuvo un valor de 201.818

kWh/año y un consumo eléctrico de 52.420 kWh/año, finalmente aplicando las mejoras que se plantearon en este proyecto los resultados obtenidos en la nueva simulación de la demanda de energía anual se reduce a un valor de 175.254 kWh/año, lo que nos da un consumo de energía eléctrica de 45.520 kWh/año que al compararlo con los resultados de la simulación sin mejoras se consigue una reducción del consumo de energía eléctrica de 6.900 kWh/año que en costes representa un ahorro de 644,46 €/año.

- Al realizar el estudio de la simulación de la demanda energética anual para las calderas de condensación en las condiciones que actualmente se encuentra la instalación se obtuvo un valor de 129.808 kWh/año y un consumo eléctrico de 147.585 kWh/año, aplicando las mejoras que se plantearon en este proyecto los resultados obtenidos en la nueva simulación de la demanda de energía se reduce a un valor de 118.531 kWh/año, lo que nos da un consumo de energía eléctrica de 135.341 kWh/año que al compararlo con los resultados de la simulación sin mejoras se consigue una reducción del consumo de energía de 12.244 kWh/año que en costes representa un ahorro de 824,17 €/año.
- Con el método utilizado en el desarrollo del presente proyecto se demuestra la posibilidad de predecir cual es el consumo de energía de la instalación con un error del 10% con respecto a los valores reales, también nos permite evaluar las medidas de mejora que sin la aplicación de estos métodos tomaría mucho tiempo debido a la complejidad de las variables e incertidumbres que se presentan en este tipo de proyectos.

7.2. Bibliografía

Código Técnico de la Edificación. (s.f.).

(1992). *Directiva 92/42/CEE, Artículo 5.*

Documento Básico de Ahorro de Energía. (2019).

Ministerio de Fomento, Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda. (2019).

Recuperado el 15 de 05 de 2020, de <https://www.mitma.gob.es/ministerio/organizacion-y-funciones/secretaria-de-transportes-movilidad-y-agenda-urbana>

Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios. (2013).

Soto, V. (2018). *Psicrometría aplicada a la climatización, Bases teóricas y problemas.* Universidad Politécnica de Valencia.

DOCUMENTO Nº2: ANEXOS

ANEXO 1.

**PLANOS ARQUITECTÓNICOS DE LA
ESCUELA DE NATACIÓN**



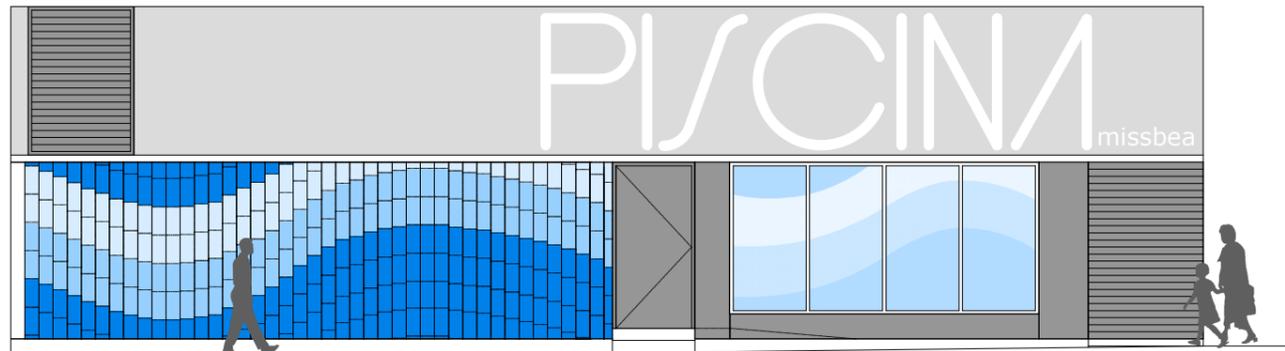
COTA +00 COTA ACABADO PAVIMENTO ACTUAL
COTA +00 COTA ACABADO PAVIMENTO ACTUACIÓN

Título		Proyecto B y E Escuela Natación Infantil	
Promotor	MISSBEA S.L.	Fecha	MARZO 2018
Situación	C/ LARRA, 37 - 12006 CASTELLON	Escala A1	1/50
		Escala A3	1/100
Plano		Planta y alzado estado actual	
Architecto		Código 16P07	

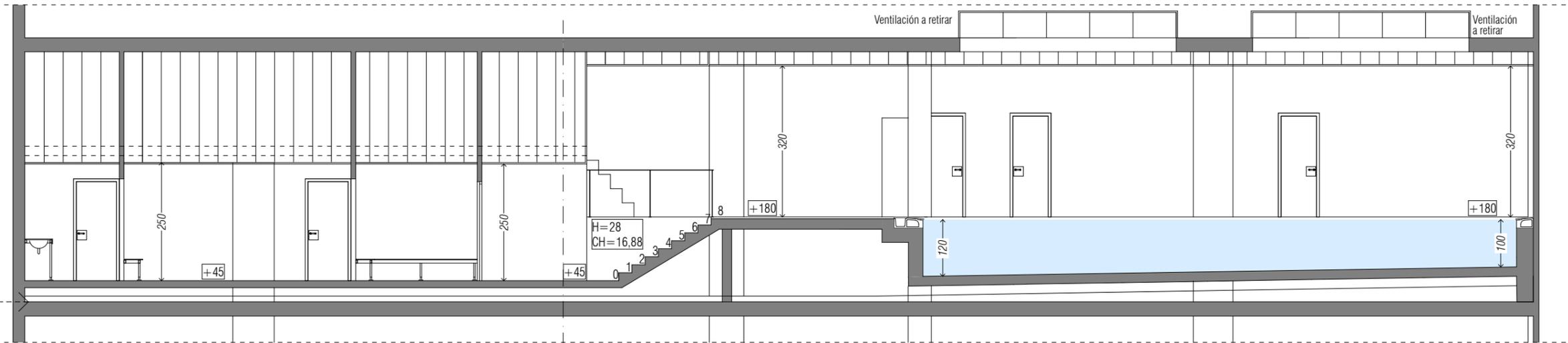
LUCAS CASTELLET



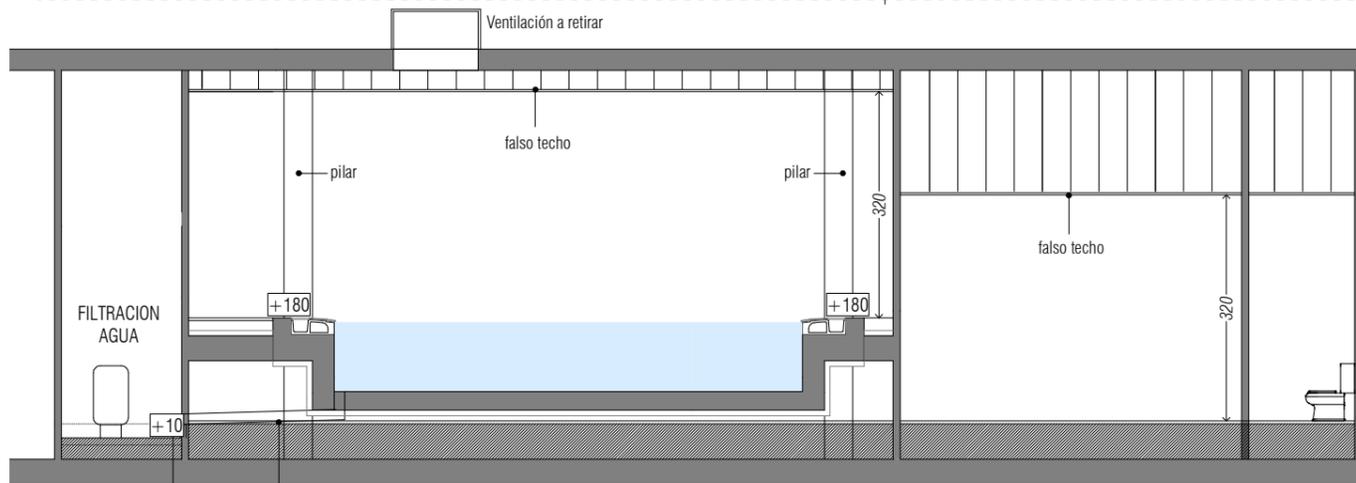
A02



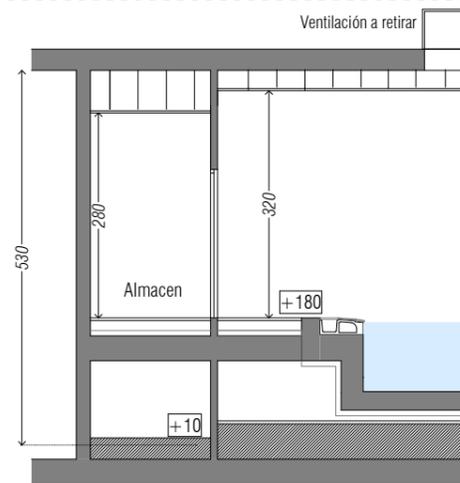
ALZADO FACHADA



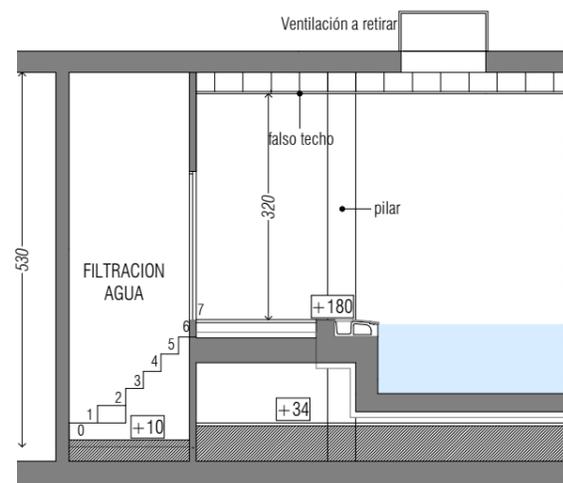
SECCION A-A



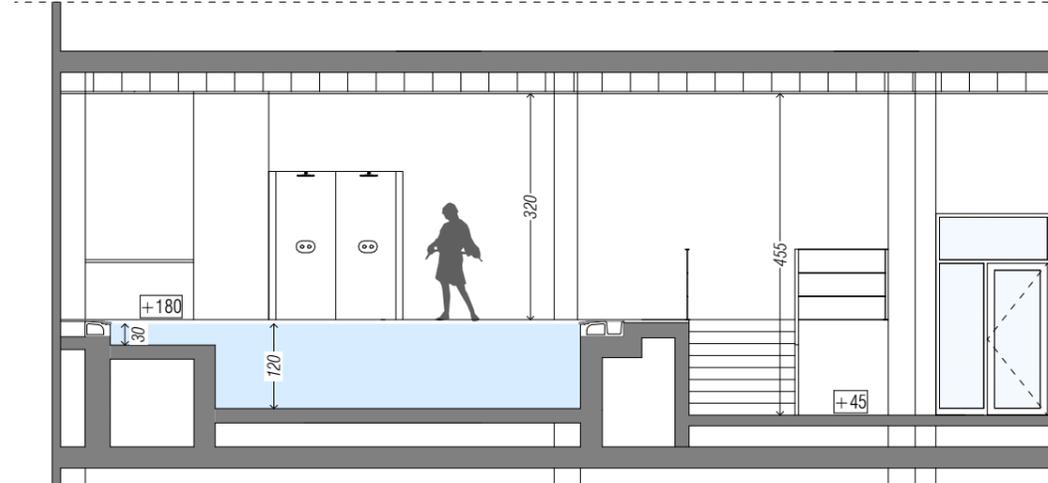
SECCION B-B



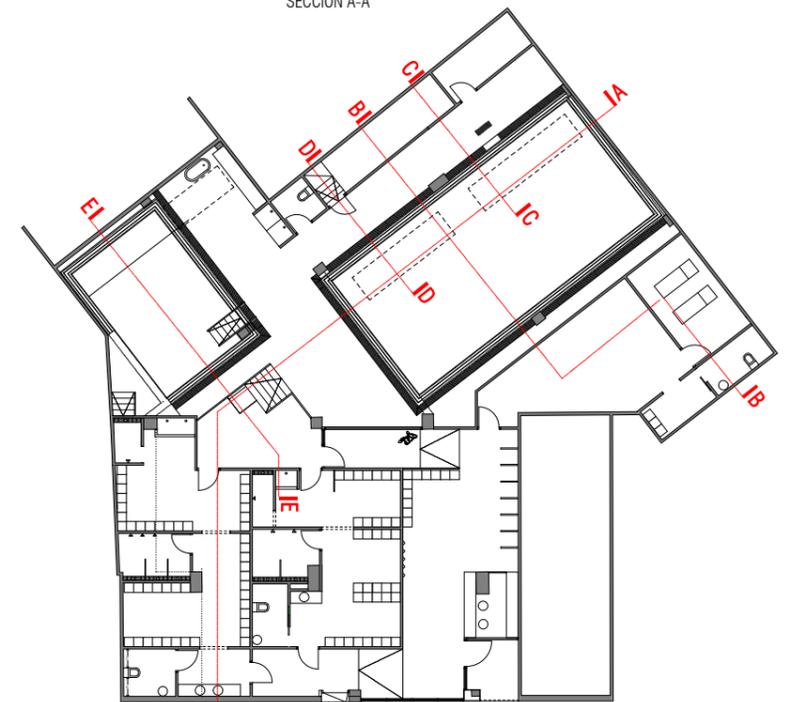
SECCION C-C



SECCION D-D



SECCION E-E



Título

Proyecto B y E Escuela Natación Infantil

Promotor
MISSBEA S.L.

Fecha
MARZO 2018

Situación
C/ LARRA, 37 - 12006 CASTELLON

Escala A1 1/50
Escala A3 1/100

Plano

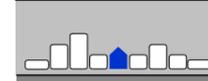
Alzado fachada y secciones

A05

LUCAS CASTELLET

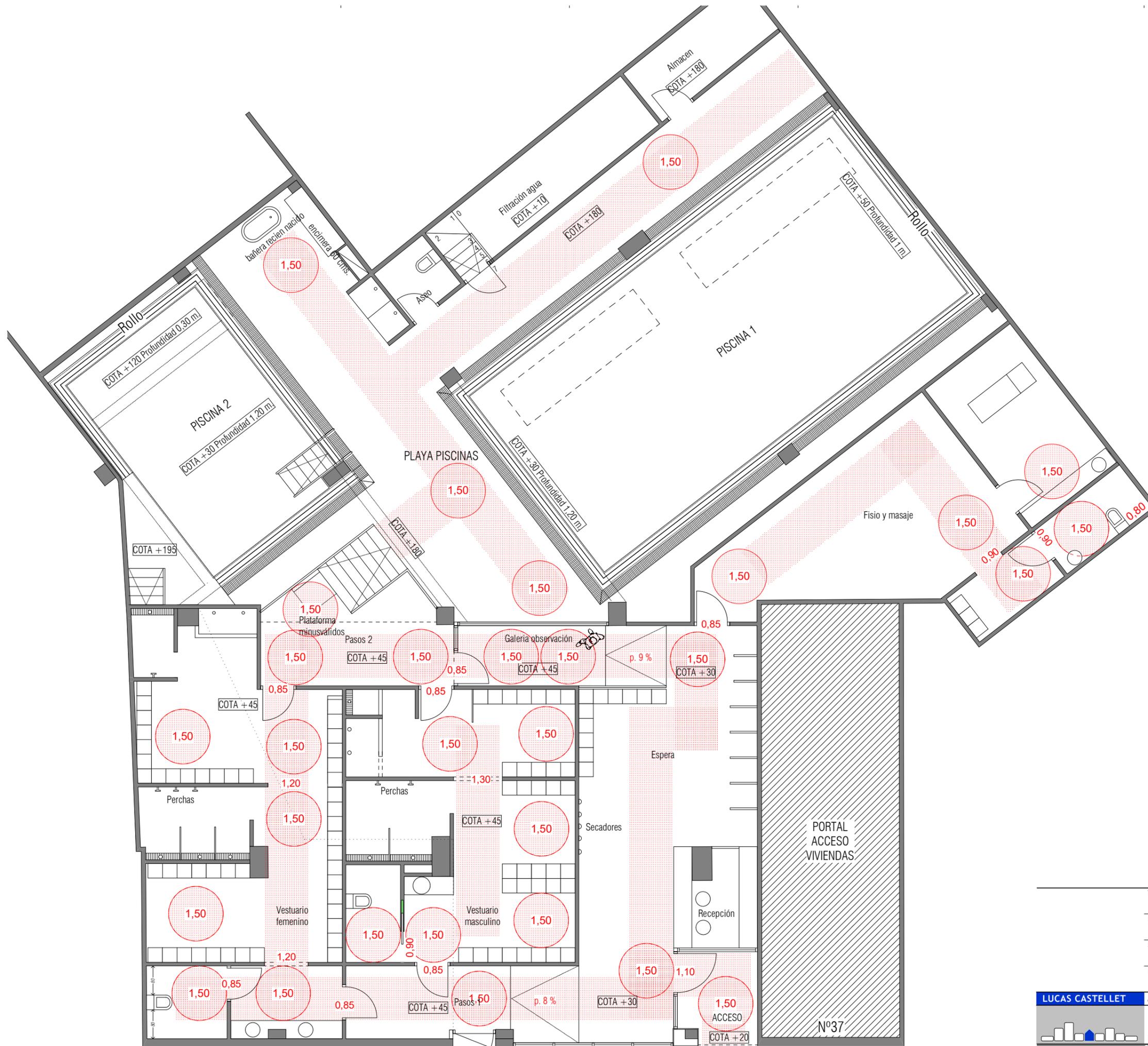
Arquitecto

Código 16P07



Lucas Castellet Artero Arquitecto Col nº 03862

TRINITAT, 40. ALMASSORA (CASTELLÓ) 12550. ☎ 964 092376 - 627002502 ✉ lucascastellet@gmail.com www.gedarquitectura.com



Título		Proyecto B y E Escuela Natación Infantil	
Promotor	MISSBEA S.L.	Fecha	MARZO 2018
Situación	C/ LARRA, 37 - 12006 CASTELLON	Escala A1	1/50
		Escala A3	1/100
Plano		Accesibilidad	
Architecto		A06	
LUCAS CASTELLET		Código 16P07	

Lucas Castellet Artero Arquitecto Col nº 63862
 TRINITAT, 40. ALMASSORA (CASTELLÓ) 12450 . ☎ 964 092376 - 627002502 ✉ lucascastellet@gmail.com www.gdarquitectura.com



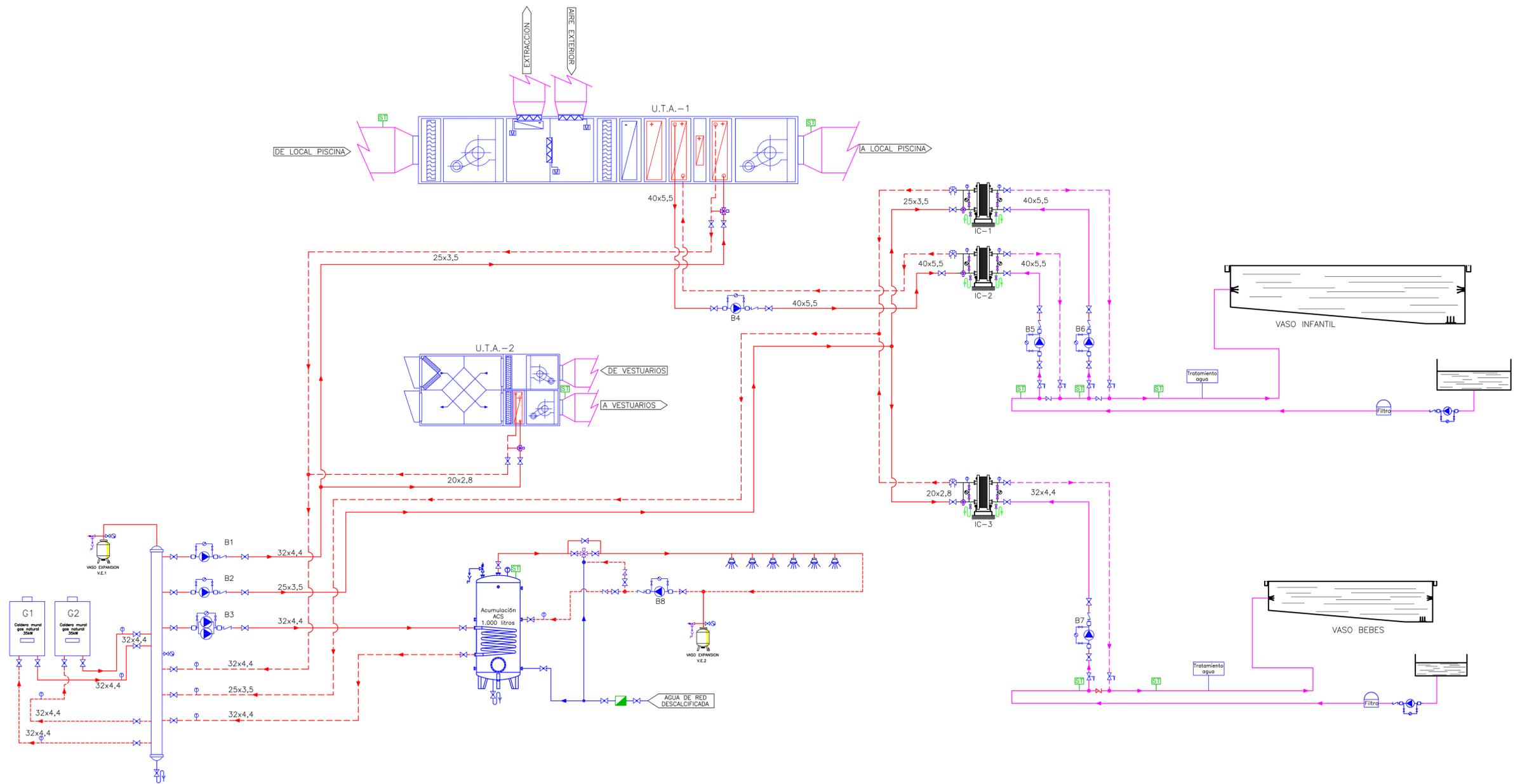
Título		Proyecto B y E Escuela Natación Infantil
Promotor	MISSBEA S.L.	Fecha MARZO 2018
Situación	C/ LARRA, 37 - 12006 CASTELLON	Escala A1 1/50 Escala A3 1/100
Plano		Planta de carpinterías
LUCAS CASTELLET	Arquitecto	A07 Código 16P07


 Lucas Castellet Artero Arquitecto Col nº 03862
 TRINITAT, 40. ALMASSORA (CASTELLÓ) 12550. ☎ 964 092376 - 627 002502 ✉ lucascastellet@gmail.com www.gedarquitectura.com

ANEXO 2.

**DIAGRAMA DE PROCESOS DE LAS
INSTALACIONES DE
CLIMATIZACIÓN**

Servicio	Ref.	Potencia (kW)	Primario				Secundario			
			Tª Entrada (°C)	Tª Salida (°C)	Caudal (l/h)	Per. Carga (m.c.a.)	Tª Entrada (°C)	Tª Salida (°C)	Caudal (l/h)	Per. Carga (m.c.a.)
Piscina Infantil Caldera	IC-1	17	70	50	731	0,8	29	34	2.924	4,4
Piscina Infantil Deshumectador	IC-2	17	35	30	2.924	3,8	29	34	2.924	3,8
Piscina Bebes Caldera	IC-3	8	70	50	344	0,4	30	35	1.376	3,2



Cod.	Servicio	Potencia Térmica (kW)	Salto Térmico (°C)	Caudal (l/h)	Altura (m.c.a)
B1	UTAS Caldera	25,3	20	1.090	3
B2	Primario Calentamiento Piscinas Caldera	23,8	20	1.022	2,5
B3	ACS	30,0	20	1.290	0,8
B4	Primario Calentamiento Piscinas Deshumectador	17,0	5	2.924	6
B5	Secundario Calentamiento Piscina Infantil Caldera	17,0	5	2.920	5
B6	Secundario Calentamiento Piscina Infantil Deshumectador	17,0	5	2.920	4,5
B7	Secundario Calentamiento Piscina Bebes Caldera	6,8	5	1.169	4
B8	Recirculación ACS			350	1,4

Título

Proyecto B y E Escuela Natación Infantil

Promotor

MISSBEA S.L.

Fecha

NOV. 2017

Situación

C/ LARRA, 37 - 12006 CASTELLON

Escala

S.E.

Plano

INSTALACION DE CLIMATIZACIÓN
Esquema de Principio

IC-04

LUCAS CASTELLET

Arquitecto

Ingeniero Industrial

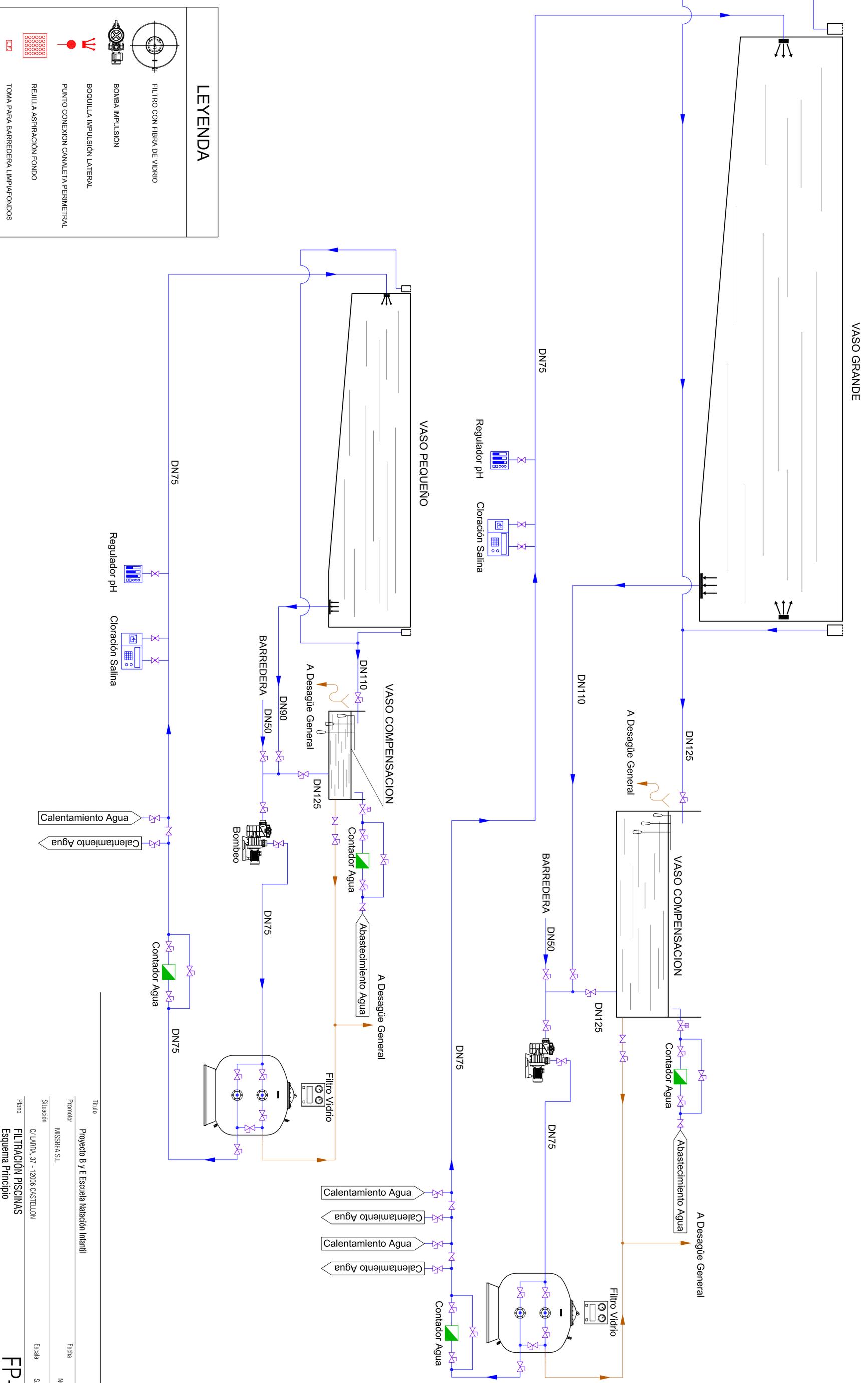
Código 16P07



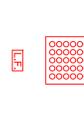
Lucas Castellet Artero Arquitecto Col nº 63862

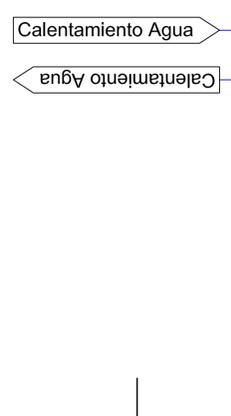
Enrique Casado Polo

TRINITAT 40, ALMASSORA (CASTELLÓ) 12550 - 0964 092376 - 627002502 - lucascastellet@gmail.com - www.gadamarquitectura.com



LEYENDA

-  FILTRO CON FIBRA DE VIDRIO
-  BOMBA IMPULSION LATERAL
-  BOQUILLA IMPULSION LATERAL
-  PUNTO CONEXION CANALETA PERIMETRAL
-  REJILLA ASPIRACION FONDO
-  TOMA PARA BARREDERA LIMPIAFONDOS



Título		Proyecto B y E Escuela Natación Infantil	
Promotor	MSSGBA S.L.	Fecha	NOV. 2017
Situación	C/ UARBA, 37 - 12006 CASTELLON	Escala	S.E.
Piño	FILTRACIÓN PISCINAS		
Arquitecto	Esquema Principio		
LUCAS CASTELLETT Ingeniero Industrial		Código	16P07
Lucas Castellet Moreno - Arquitecto C.O.A. nº 0382 C/ UARBA, 37 - 12006 CASTELLON		Enrique Casado Polo 	

FP-02

ANEXO 3.
CATÁLOGO DES HUMECTADORA

OCEAN

Deshumectadoras

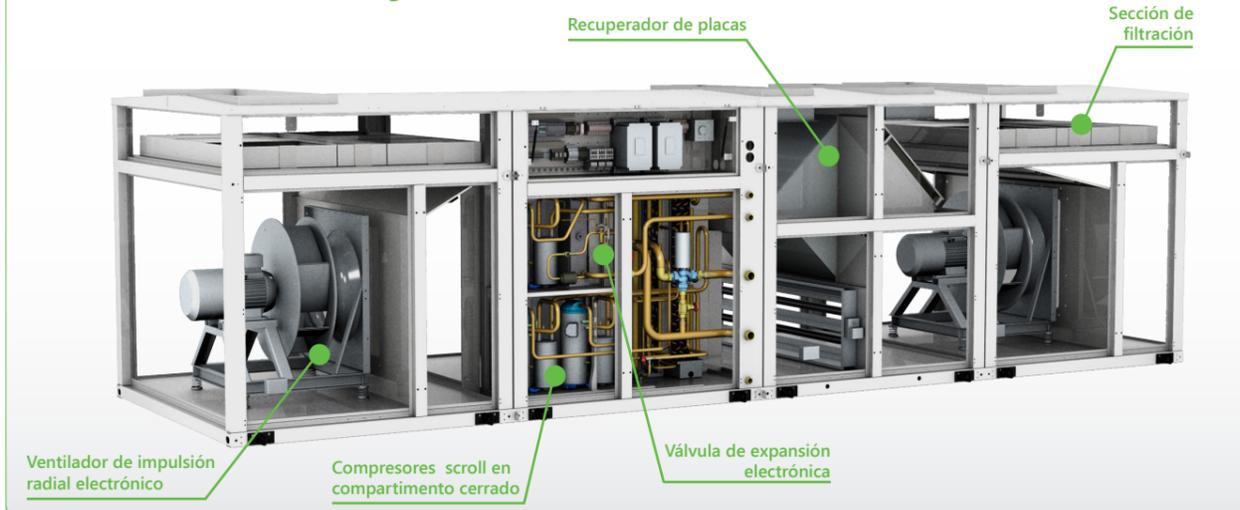
Deshumectadoras y climatizadoras de piscinas cubiertas



11-166 kg/h
2700-48000 m3/h



Construcción Keyter OCEAN DTS



Eficiencia energética y Medio ambiente

- Desarrolladas con refrigerante R-410A de alto rendimiento
- **Recuperación de energía** de aire de extracción con recuperación activa o mediante intercambiador de placas de flujo cruzado
- Ventiladores electrónicos tipo plugfan opcional y válvula de expansión electrónica de serie para el mínimo consumo energético
- Control electrónico de demanda de humedad y refrigeración
- Regulación electrónica CAREL



Adaptación y Versatilidad



- Desarrollo de producto adaptable a las necesidades de cada instalación
- Flexibilidad de montaje, tanto en salas de máquinas interiores como exteriores
- Altura reducida para instalación en galerías de piscinas cubiertas
- Unidades equipadas con panel sandwich pintado a doble cara con aislamiento de lana de roca M0 de 50mm de espesor
- Distintos módulos de recuperación de energía y free-cooling
- Ventiladores centrífugos o radiales EC



Alta resistencia a la corrosión

- Compartimento frigorífico aislado de la vena de aire
- Intercambiador de placas en acero inoxidable SMO254 de recuperación de calor de condensación
- Ventiladores protegidos con pintura epoxy o en plástico de alta resistencia
- Tratamiento BLUECOAST en baterías
- Conexiones hidráulicas en polietileno reticulado de alta resistencia



Acceso y mantenimiento

- Combinación de un diseño compacto con una máxima accesibilidad y fácil mantenimiento a través de paneles de fácil desmontaje
- Bandeja de condensados extraíble en acero inoxidable



Control de temperatura y humedad para Climatización Integral de piscinas cubiertas

Ventilación

Tomas de aire exterior manuales o motorizadas y secciones de mezcla de 2 o 3 compuertas

Ventiladores de impulsión y de retorno/extracción centrífugos con un amplio rango de caudales y presiones disponibles

Filtración

Diferentes niveles de filtración, con filtros planos o de bolsas, para cumplir con requisitos de calidad de aire exigentes

Deshumectación

Selección personalizada y optimizada del equipo más adecuado a las necesidades de cada instalación en base a la combinación de la capacidad de deshumectación del aire exterior aportado y a la producida por los circuitos frigoríficos

Refrigeración

Enfriamiento gratuito por aire exterior

Posibilidad de evacuar el excedente de calor no utilizable en la instalación por medio de condensadores integrados o remotos

Calefacción

Precalentamiento del aire de impulsión por medio de la recuperación del calor de condensación

Batería de apoyo de agua caliente del sistema de producción de calor, equipada con válvula de tres vías proporcional

Precalentamiento del agua de la piscina

Precalentamiento del agua de la piscina por medio de la recuperación del calor de condensación

Eficiencia Energética

Equipos con rendimiento elevado permitiendo reducción importante del consumo de energía frente a sistemas convencionales

Envoltura a base de panel sándwich pintado a doble cara con aislamiento de lana de roca de 50 mm de espesor

Ventiladores opcionales tipo plugfan electrónicos

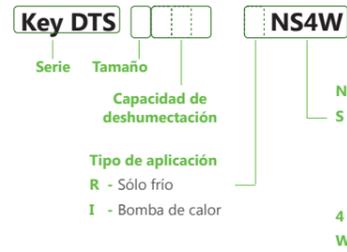
Enfriamiento / Deshumidificación gratuitos por aire exterior

Recuperación total del calor de condensación en el circuito de aire de impulsión y en el de calentamiento del agua del vaso

Recuperación del calor del aire de extracción con intercambiadores de placas o con recuperación activa

Recuperación parcial del calor de los gases calientes de descarga del compresor para precalentamiento de agua sanitaria

Codificación:



- Potencia de deshumectación frigorífica del equipo con 30% de aire nuevo y 70% de aire de retorno a 28°C/65%HR, según UNE100011.
- Potencia de deshumectación frigorífica del equipo con entrada de aire al evaporador en condiciones de 28°C/65%HR, sin aire nuevo.
- Potencia calorífica recuperada en condensador de agua con condiciones de agua de 28°C/33°C.
- Potencia calorífica en batería de apoyo de agua caliente con condiciones de agua de 80°C/65°C.
- Peso módulo frigorífico y de ventilación.

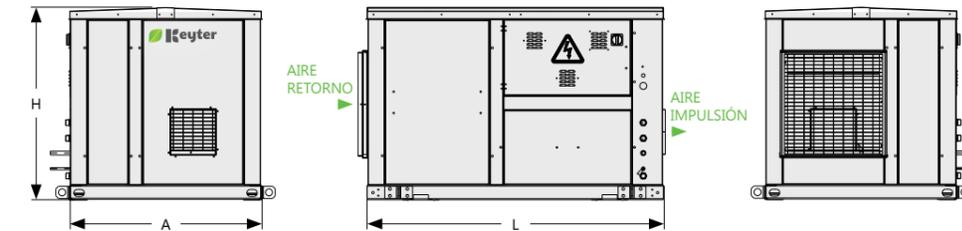
Tabla de características:

400V-III-50Hz

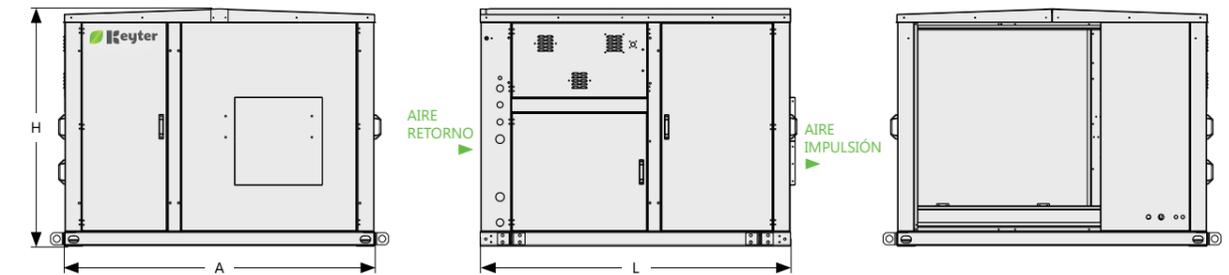
Serie / Modelo	Key DTS-2009	Key DTS-2012	Key DTS-2015	Key DTS-2020	Key DTS-3027	Key DTS-3035	Key DTS-3045
Potencia Deshumidificación Aire nuevo 30% (kg/h) (1)	11.1	15.4	19.7	25.1	33.0	42.1	53.2
Potencia Deshumidificación Aire nuevo 0% (kg/h) (2)	9.2	12.7	15.9	20.1	27.7	36.2	45.5
Potencia Calorífica (kW)	8.3	11.6	14.1	17.5	29.9	42.1	51.0
Potencia frigorífica (kW)	12.9	18.5	21.5	27.1	39.9	54.1	63.2
Potencia absorbida nominal (kW)	4.1	6.3	7.1	8.8	10.1	11.6	15.1
Nº compresores/Nº circuitos	1/1	1/1	1/1	1/1	2/2	2/2	2/2
Caudal aire nominal	Caudal de aire (m3/h)	2700	3700	4500	5500	7000	9000
	Presión disponible(Pa)	100	100	100	100	120	150
	Potencia motor (kW)	0.75	1.1	1.1	1.1	1.5	2.2
Caudal aire máximo	Caudal de aire (m3/h)	3375	4400	5400	7200	9000	14000
	Presión disponible(Pa)	100	100	100	120	120	150
	Potencia motor (kW)	1.1	1.5	1.5	1.5	2.2	3
Circuito de recuperación de agua	Pot. cal. recuperada (kW) (3)	8.5	12	14.2	15.5	17	20.8
	Caudal de agua (m3/h)	1.5	2.1	2.6	2.7	2.9	3.6
	Pérdida de carga (kPa)	15	21	24	24	29	35
	Conex. hidráulicas	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"
Batería de apoyo de agua caliente	Potencia calorífica (kW) (4)	21	35	40	57	70	100
	Caudal de agua (m3/h)	1.2	1.8	2.1	3.2	4.0	5.2
	Pérdida de carga (kPa)	14	18	21	22	23	25
	Conex. hidráulicas	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"
Intensidad máxima absorbida (A)	18	20.8	23	28	31.4	46.7	55.1
Peso (kg) (5)	325	400	425	555	625	755	858

Serie / Modelo	DTS-3060	DTS-3070	DTS-3075	DTS-4080	DTS-4090	DTS-4100	DTS-4120	DTS-4140
Potencia Deshumidificación Aire nuevo 30% (kg/h) (1)	67.1	77.3	85.9	86.7	105.9	118.4	135.1	166.0
Potencia Deshumidificación Aire nuevo 0% (kg/h) (2)	57.3	66.3	72.4	78.1	94.3	102.1	116.4	143.2
Potencia Calorífica (kW)	61.5	69	75.4	87.5	93.4	102.4	118.1	130
Potencia frigorífica (kW)	76.7	95.2	98.9	104.1	119.1	133.4	148.4	155.5
Potencia absorbida nominal (kW)	14.7	22.1	22.4	22.6	24.1	32.2	35.2	36.3
Nº compresores/Nº circuitos	2/2	2/2	2/2	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3
Caudal aire nominal	Caudal de aire (m3/h)	13200	15500	16500	21000	23600	25000	28000
	Presión disponible(Pa)	150	150	150	180	180	180	180
	Potencia motor (kW)	4	5.5	5.5	5.5	7.5	11	11
Caudal aire máximo	Caudal de aire (m3/h)	15900	18000	19000	25000	28500	32400	48000
	Presión disponible(Pa)	150	150	150	180	180	180	180
	Potencia motor (kW)	5.5	7.5	7.5	7.5	11	15	15
Circuito de recuperación de agua	Pot. cal. recuperada (kW) (3)	29.9	44.9	48.9	39.4	49.8	50.7	65.4
	Caudal de agua (m3/h)	5.2	7.7	8.4	6.8	8.6	8.7	11.3
	Pérdida de carga (kPa)	33	34	34	31	29	23	31
	Conex. hidráulicas	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	2 1/2"	2 1/2"
Batería de apoyo de agua caliente	Potencia calorífica (kW) (4)	114	123.5	130.1	134.2	143.1	180	210
	Caudal de agua (m3/h)	6.5	7.1	7.5	7.7	8.2	10.3	12.1
	Pérdida de carga (kPa)	18	19	22	19	24	25	26
	Conex. hidráulicas	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	2"	2"	2"	2"
Intensidad máxima absorbida (A)	63.1	87.1	87.1	95.1	99.8	101.8	114.2	118.6
Peso (kg) (5)	1025	1150	1210	1425	1575	1685	1850	4300

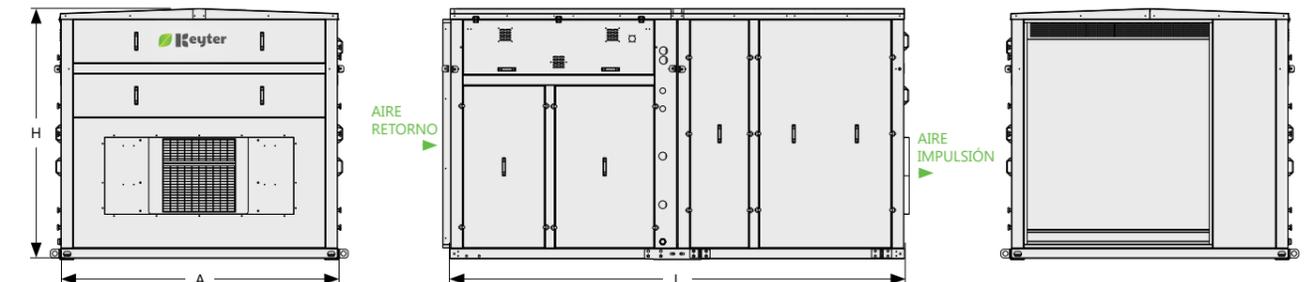
Dimensiones (módulo frigorífico y de ventilación) : serie 2



serie 3



serie 4



Dimensiones: módulo frigorífico + módulo de ventilación (mm)			
	Serie 2	Serie 3	Serie 4
L	1700	1800	3600
A	1100	1800	2200
H	1100	1400	2000

* Para equipos con módulos adicionales, consultar dimensiones

Opcionales:

- Ventiladores de impulsión y retorno radiales con tecnología EC
- Distintas posiciones posibles de las tomas de impulsión, retorno y aire nuevo
- Sección de filtración F en batería y en toma de aire nuevo
- Sección de entrada con compuerta
- Free-cooling térmico, entálpico o híbrido, con disponibilidad de sección de mezcla de 2 vías y 3 vías, según estrategia
- Recuperación activa de energía
- Recuperación estática mediante recuperador de flujo cruzado
- Recuperación de gases calientes
- Resistencia eléctrica de apoyo
- Batería de apoyo de agua caliente con válvula de tres vías
- Detector de filtros sucios
- Condensador remoto
- Condensador de Titanio
- Sondas de temperatura y/o humedad
- Tarjeta RS485 para comunicación en protocolo MODBUS
- Comunicación BACnet/LonWorks/Ethernet/Konnex

EQUIPO PISCINA DTS-3027 RNR4W

Los equipos de deshumectación serie DTS son bombas de calor con recuperación del calor de condensación que permiten adecuar la humedad del aire en aplicaciones de piscinas u otras aplicaciones en las que se requiera la retirada de la humedad del aire.

Los equipos de deshumectación serie DTS están diseñados para el montaje en salas técnicas interiores o para montaje en exteriores especialmente diseñadas para piscinas, balnearios y otros espacios en los que se necesite deshumectación.

Límites de operación

Entrada de aire – límite de temperatura

Máxima: 35° C / 29°C BH
Mínima: 18° C / 17°C BH

Temperatura de entrada al condensador:

Mínima: 20°C
Máxima: 50°C

Características constructivas

Equipo de deshumectación de piscinas mediante circuito frigorífico, fabricados con recuperación total de calor de condensación. Carrocería realizada con panel sándwich con aislamiento de lana de roca 40 kg/m³ **de 50 mm de espesor**. Panel realizado con chapa de acero galvanizado con pintura epoxy-poliéster termoendurecible de gran espesor.

- Alimentación 400V-III-50Hz.
- Refrigerante R-410A.

Datos Condiciones de proyecto:

Condiciones de aire: 28 (°C) 65%
Agua de piscina: 28°C

- Capacidad de deshumectación nominal: 29,9 kg/h.
- Caudal de aire nominal: 7000 m³/h
- Presión estática disponible: 120 (Pa)
- Tipo de ventilador Centrífugo / 1

- Número de circuitos: 2
- Número de etapas: 2
- Número de circuitos en aire / recuperación agua: 1 / 1

- Potencia deshumectación frigorífica: 29,9 kg/h
- Potencia frigorífica: 42,7 kW
- Potencia absorbida: 9,3 kW
- Potencia calorífica en vena de aire: 34,6 kW
- Potencia calorífica recuperada en agua de piscina: 15,0 kW
- Caudal de agua nominal condensador piscina: 2,6 (m³/h)
- Pérdida de carga: 20,9 (kPa)
- Conexiones hidráulicas: 1 ½ “
- Intensidad máxima absorbida: 31,4 (A)

Características constructivas

- Batería evaporadora, condensadora y de agua de alta eficiencia, de tubos de cobre y aleta de aluminio con recubrimiento anticorrosión BLUECOAST™ de poliuretano.
 - Compresores herméticos scroll con aislamiento acústico, montados sobre soportes antivibratorios, con válvula antirretorno en la descarga, clixon interno y sonda de temperatura de descarga.
 - Ventiladores centrífugos de acoplamiento por poleas y correas con protección térmica interna.
 - Circuito frigorífico realizado en tubo de cobre recocido equipado con presostatos de alta y baja presión, filtro deshidratador antiácido, visor de líquido y válvulas de expansión termostáticas ajustables preajustadas de fábrica.
 - Condensador de agua: Intercambiador de recuperación de calor para calentamiento indirecto de agua de vaso de piscina en acero inoxidable.
- Dimensiones: módulo principal 1800 x 1400 x 1800 (ancho x alto x largo).
- Peso módulo principal: 625 (kg)

Nota: Calor latente del agua condensada 2,448 kJ/kg.

Como opcionales incluye:

Opcional 1: Módulo de mezcla de tres compuertas, con ventilador de retorno y circuito de recuperación activa reversible

Módulo de mezcla de tres compuertas con ventilador de retorno radial EC y circuito de recuperación activa reversible. Carrocería realizada con panel sándwich con aislamiento de lana de roca 40 kg/m³ de 50 mm de espesor. Panel realizado con chapa de acero galvanizado con pintura epoxy-poliéster termoendurecible de gran espesor.

En este caso la unidad cuenta con 3 circuitos frigoríficos, dos de ellos condensados en aire y uno en agua.

Compuertas en **aluminio de alta resistencia a la corrosión** con servomotores independientes.

- Dimensiones módulo free-cooling: 1800 x 1400 x 1800 (ancho x alto x largo).
- Caudal de aire nominal: 7000 m³/h.
- Presión estática disponible retorno: 120 Pa

Opcional 2: Filtración F6 + F8

Pre-filtros realizados con manta filtrante de eficiencia G4.

Filtros planos de capacidad de filtración F de baja pérdida de carga en marco de material plástico.

Detectores de filtros sucios incluidos.

Opcional 3: Batería de apoyo de agua caliente

Potencia calorífica (80/65°C): 88.1 kW

Caudal de agua: 5,2 m³/h

Pérdida de carga: 22kPa

Opcional 4: Impulsión radial EC

Cambio del ventilador centrífugo de impulsión estándar por ventiladores radiales EC.

Opcional 5: Free-Cooling Entálpico

Free-Cooling Entálpico incorporando dos sondas de temperatura y humedad: una exterior y la interior para instalación en ambiente.

NIVELES SONOROS (Lw10)

UNIDAD COMPLETA

NIVEL DE POTENCIA SONORA (Lw10)									
Espectro de Nivel de Potencia Sonora (db)									(Hz)
Porc. (%)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Total db(A)
100%	72.7	71.8	80.0	80.1	82.0	77.0	75.3	86.8	85.2

*Referencia de presión acústica : $2 * 10E-5$ Pa, tolerancia +/-3 dB*
Calculado según la fórmula $L_p = L_w - 10 \times \log(\text{distancia})$
Nivel medido a 10 m , a 1,5 m del suelo, en campo libre, directiva 2.
El nivel de presión sonora depende de las condiciones de instalación.

NIVEL DE PRESIÓN SONORA (Lp10)									
Espectro de Nivel de Presión Sonora (db)									(Hz)
Porc. (%)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total db(A)
100%	40.7	39.8	48.0	48.1	50.0	45.0	43.3	54.8	53.2

ANEXO 4.
CATÁLOGO CALDERAS



Delegaciones Comerciales

Nor-Oeste: Tel. 983 34 23 25
Norte: Tel. 94 421 28 54/71
Cataluña y Baleares: Tel. 93 498 62 55
Levante: Tel. 963 13 51 26
Centro: Tel. 91 657 20 91
Sur: Tel. 954 58 34 01 / 42
Canarias: Tel. 963 13 51 26
La Rioja- Aragón: Tel. 94 421 28 54
Galicia: Tel. 983 34 23 25

www.vaillant.es | info@vaillant.es

Atención al profesional 91 077 11 11
Asistencia técnica 902 43 42 44



Atención al Socio

vaillantpremium@vaillant.es

Vaillant no asume ninguna responsabilidad en los posibles errores contenidos en este catálogo, reservándose el derecho de realizar en cualquier momento y sin previo aviso las modificaciones que considere oportunas tanto por razones técnicas como comerciales. Consulte la tarifa actualizada en nuestra web, www.vaillant.es. La disponibilidad de los equipos será siempre confirmada por Vaillant. Su aparición en este catálogo no implica la disponibilidad inmediata de los mismos. En las fotos publicadas en esta tarifa los productos pueden llevar instalados accesorios que son opcionales.

FT/ecoTEC plus/000/0518 NJC



ecoTEC plus

La Condensación con mayúsculas

- Calderas domésticas murales de condensación mixtas de 23 hasta 34 kW, sólo calefacción de condensación de 24 hasta 65 kW y mixtas con acumulación de 30 y 34 kW

Confort para el hogar con tecnología de vanguardia

¿Por qué Vaillant es una de las marcas más conocidas en Europa en el sector de la climatización, porque ofrecemos a cada cliente una solución energética personalizada y hacemos cada hogar más confortable, porque estamos comprometidos con una mayor eficiencia energética y las energías renovables? Sí, por todo ello, y por mucho más.

Innovando desde 1874

Cuando Johann Vaillant patentó en el mundo el primer calentador en 1894, inició una pequeña revolución. Desde entonces y hasta ahora, con más de 140 años de experiencia, el objetivo de la marca ha sido ofrecer las soluciones más innovadoras para climatización.

Tecnología Alemana

La calidad Vaillant es la perfección en cada detalle: dedicamos el máximo esfuerzo en el diseño y la producción. Los componentes y materiales que utilizamos son desarrollados y fabricados de conformidad con las normas y reglamentos aplicables, y con estrictos requisitos internos de fabricación propia. La sostenibilidad y con ello la gestión medioambiental están bien arraigadas en los procesos de la compañía.

Diseñamos y fabricamos nuestros productos, principalmente en Alemania, para los clientes de todo el mundo.

Para hoy, mañana y el futuro

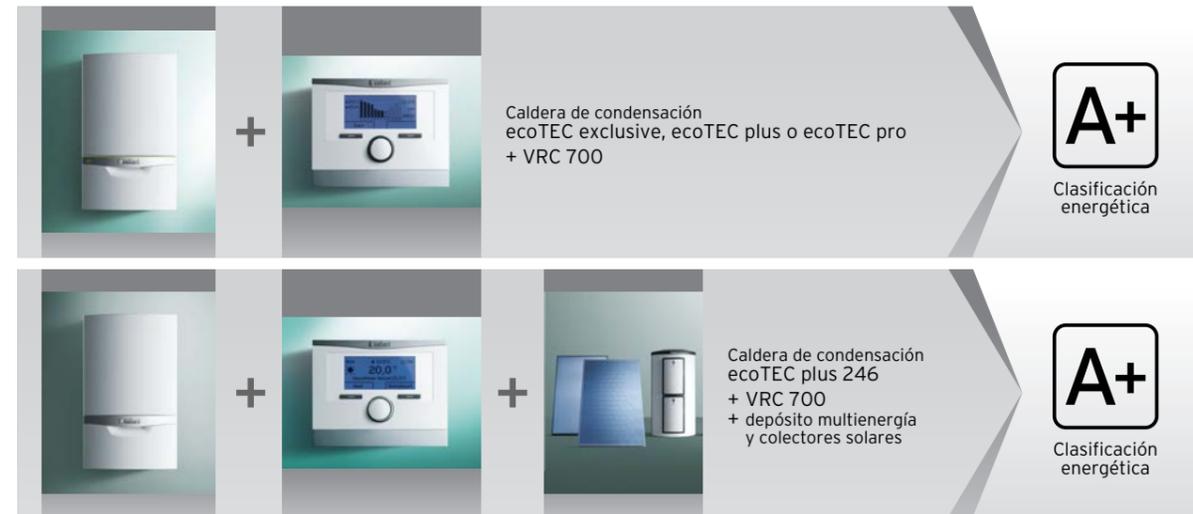
El departamento de I+D de Vaillant Group, con más de 600 empleados, es uno de los más grandes y creativos de nuestro sector. Está centrado en el desarrollo de nuevas tecnologías con energías renovables, incluyendo la combinación de recursos fósiles y renovables en sistemas altamente eficientes.

Todo ello para ofrecer a los usuarios el máximo confort, máximo ahorro y la máxima calidad. **Vaillant, confort para mi hogar.**



Normativa ErP/ELD

Preparados para el futuro



Ejemplo sistemas A+

En Diciembre de 2007, la Unión Europea acordó un paquete de medidas de protección del clima y energía conocidas como Directiva de productos que consumen energía (ErP) y la Directiva de etiquetado energético. El objetivo clave de estas regulaciones es el logro de los ambiciosos objetivos de la UE para el 2020, como por ejemplo la reducción de emisiones de CO₂.

La Regulación ErP prescribe diferentes requisitos mínimos para las diferentes tecnologías de calefacción. Desde septiembre de 2015, estas regulaciones son obligatorias y se prohíbe la introducción en el mercado europeo de cualquier producto que no cumpla la norma.

La Regulación ErP se aplicará a todos los aparatos de calefacción y equipos de calentamiento de agua introducidos en el mercado dentro de la UE. Esto incluye calderas de gas y gasóleo, bombas de calor, unidades de microgeneración, calentadores de agua, termos eléctricos y depósitos hasta 400 kW y 2000 L. La ELD se aplica a productos/ sistemas hasta 70 kW y 500 L, la gama más común en los hogares de los consumidores.

Etiqueta energética

Con la nueva normativa se ha introducido una nueva etiqueta energética que acompaña a la regulación ErP. Usando una escala desde A++ a G para aparatos de calefacción y de A a G para calentadores, la etiqueta contiene información sobre la clase de eficiencia del aparato y los niveles de ruido.

Una clase alta de eficiencia no tiene porqué ser la solución de mayor ahorro para el consumidor. El instalador deberá evaluar los diferentes tipos de edificios y sistemas de calefacción y decidir cuál es el óptimo en cada caso.

Adáptate a las normativas ErP/ELD con Vaillant

Te ayudamos a que adaptarte a las normativas ErP / ELD te resulte tan fácil como lo es instalar y manipular nuestros equipos y sistemas.

ErP

Regulaciones de productos relacionados con la energía
Reglamento que regula el diseño ecológico y los requisitos mínimos en cuanto a eficiencia y emisiones

ELD

Regulaciones del etiquetado energético
Reglamento que regula el etiquetado para proporcionar detalles de la clase de eficiencia energética



Expertos en calderas de Condensación

Con 140 años de experiencia en tecnología de calefacción con gas, Vaillant es pionera en la tecnología de condensación en Europa, logrando un progreso significativo y demostrando constantemente nuestra capacidad para ofrecer innovadoras soluciones que se adaptan a cualquier necesidad.

Las calderas ecoTEC plus son cada vez más eficientes, más inteligentes, más simples, más limpias, más silenciosas, más duraderas y fáciles de usar. Simplemente mejor. Así el usuario puede relajarse y disfrutar de las mejores sensaciones en su hogar. Todas las calderas de condensación ecoTEC plus de Vaillant destacan por tener su innovadora ingeniería, increíble eficiencia y compacto y elegante diseño.

Ahorro en gas y electricidad

Las calderas de condensación ecoTEC plus de Vaillant han sido las primeras del mercado con las que sus usuarios ahorran en la factura del gas y la electricidad. Ofrecen máximo confort con el mínimo consumo. Además, si junto con la caldera se instala un termostato modulante o con sonda exterior el ahorro se incrementa notablemente.

Hibridación con otros sistemas

Gracias a la importante inversión en I+D que lleva a cabo, Vaillant puede ofrecer soluciones técnicas para cualquier necesidad. Instalar una caldera de condensación Vaillant con un sistema solar o bomba de calor permite a los usuarios ahorrar mucha más energía y recursos.

Vaillant apuesta por la hibridación de diferentes tecnologías como la solución para obtener la máxima eficiencia en las instalaciones de climatización al tiempo que se pueden obtener ahorros de hasta el 80% y rentabilidades muy interesantes. El amplio portfolio de producto de la marca permite conseguir sistemas cada vez más eficientes con la hibridación de productos, como calderas de condensación y sistemas solares, bombas de calor aire-agua compactas con suelo radiante, acumuladores multienergía y captadores solares, etc...

Premios y reconocimientos

Las calderas ecoTEC plus de Vaillant cuentan con varios reconocimientos a nivel internacional, entre ellos destaca el reconocimiento que les han otorgado en el Reino Unido, donde el mercado de las calderas de condensación ronda el 100% y, como una de las marcas Superbrands, que garantiza a los usuarios que están adquiriendo el mejor producto al elegir Vaillant. Este reconocimiento anual se basa en una investigación independiente para identificar las marcas más fuertes del Reino Unido, según lo votado por expertos en marketing, profesionales de negocios y miles de consumidores británicos.



Altamente eficiente

desde diferentes puntos de vista

La amplia gama de calderas ecoTEC plus cuenta con modelos mixtos para calefacción y ACS y modelos sólo calefacción con posibilidad de producción de ACS mediante acumulador, disponibles en varias potencias y para 2 tipos de gas: natural y propano.

Sistema electrónico de combustión

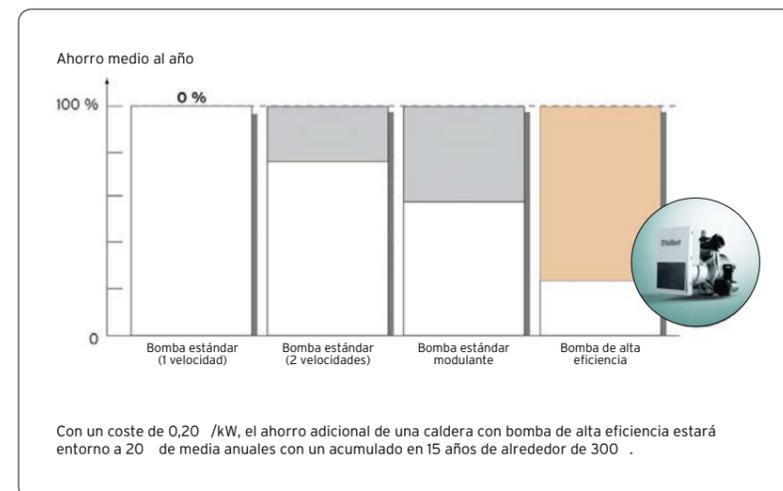
Sistema electrónico de combustión aire-gas que proporciona un amplio rango de modulación 1:6 para calefacción y hasta 1:7 para ACS, lo que asegura un consumo bajo de gas y de uno de los más altos grados de eficiencia y baja rumorosidad.

No para VMW 236/5-5

Bomba de circulación de alta eficiencia

Vaillant incorporar una bomba modulante de alta eficiencia en sus calderas, reduciendo considerablemente el consumo eléctrico durante el funcionamiento y también mientras no funciona. Dichas bombas son obligatorias desde 2015 y Vaillant, pensando en el futuro, se adelantó y ya desde el año 2014 ofrece a los consumidores el mejor producto que le proporcione los mejores beneficios.

En VMW 236/5-5



Bajo consumo eléctrico en stand-by

¿Sabía que cuando los aparatos no están en funcionamiento normal también pueden consumir energía? Cuando la caldera no está calentando, está a la espera de recibir órdenes para calentar la calefacción o el ACS, está en stand-by, consumiendo energía durante este tiempo. Vaillant reduce este consumo a mínimos como el consumo de una simple radio, reduciendo 4W al año respecto a las gamas anteriores, lo que supone un consumo de menos de 2W al año*. El consumo en stand-by de un aparato sin esta reducción puede suponer el 40% de todo el consumo eléctrico del mismo (según la Norma Holandesa que indica el método de determinación del Rendimiento Energético de los Edificios NEN 7120:2011 nl).

* Según <http://www.energiesparen-im-haushalt.de>

Calefacción y agua caliente

siempre

Vaillant Comfort Safe*

Sistema de comprobación de llama FLiDe (Flame Lift Detection) que forma parte del Sistema Vaillant Comfort Safe que permite no dejar sin servicio al usuario en caso de que detecte alguna anomalía en la combustión. Proporciona además una combustión más eficiente y más silenciosas.

(* No para VMW 236/5-5

Diversos sistemas de seguridad permiten un funcionamiento correcto y seguro en todo momento, tanto para los componentes de la caldera como para el usuario: protección antiheladas de dos etapas, protecciones antibloqueo de componentes, seguridad frente falta de agua, seguridad en el sistema de salida de gases.

Un diseño elegante y práctico

La nueva estética de las calderas de condensación ecoTEC plus permite que éstas se integren fácilmente en cualquier ambiente. En el interior, su cuidado diseño facilita el trabajo de los profesionales con paneles laterales aislados desmontables para facilitar aún más el acceso, lo que conlleva un importante ahorro tanto para ellos como para el usuario final, además de la confianza y seguridad que aporta.

Amplia gama de accesorios de instalación

Disponibles para facilitar la instalación tanto hidráulica como de salida de gases.

Accesorios de regulación

Regulación inteligente para cualquier tipo de instalación.

Manejo intuitivo

Las calderas cuentan con un display con pantalla grande retroiluminada con texto explicativo que permite un manejo de la caldera sencillo e intuitivo. Este display es útil tanto para el usuario como para el instalador, que será guiado para la completa instalación y puesta en funcionamiento, así como para el Servicio Técnico Oficial.



Alto grado de confort

Tanto en calefacción

El amplio rango de modulación hace que se adapte más finamente a las necesidades de la instalación de calefacción, especialmente durante periodos de baja demanda de calefacción, asegurando un consumo bajo de energía y la máxima eficiencia. Y si se completa con la instalación de una regulación modulante o con sonda exterior, el confort se ajusta mucho más además de aportar al ahorro en el consumo.

Como en ACS

En las calderas mixtas se obtiene un confort de HHH en ACS, máximo confort según EN 13203. Y una alta disponibilidad de caudal con modelos como el de 34 kW que ofrece un caudal de casi 20 L/min (con $\Delta T=25$ K)

Funcionamiento ultrasilencioso

Que contribuye a ese alto grado de confort.



En Reino Unido las calderas ecoTEC plus de Vaillant han sido galardonadas con el premio Quiet Mark Award (Premio al Producto más silencioso) por la Sociedad para la Reducción del Ruido. Quiet Mark es el sello internacional de aprobación, que sirve para educar a la gente sobre los efectos del ruido excesivo y realiza campañas para la reducción de ruido en nuestro medio ambiente. Quiet Mark ayuda a asegurar que los consumidores puedan tener la suficiente información al respecto cuando quieren comprar un producto, reconociendo los productos que combinan tecnología de calidad con niveles de ruido reducidos.

Mixtas, mixtas con acumulación
y sólo calefacción
Hasta 38 kW



Dimensiones
720 x 440 x 338 - 406 mm (mixtas con acumulación 198 mm más de profundidad)



Sistema electrónico de combustión aire-gas que proporciona un amplio rango de modulación 1:6 para calefacción y hasta 1:7 para ACS, lo que asegura un consumo bajo de gas y de uno de los más altos grados de eficiencia y baja rumorosidad. No para VMW 236/5-5



Quemador de acero inoxidable e intercambiador primario de acero inoxidable y composite

Sólo calefacción 48/65 kW
Más potencia en el mismo espacio



Dimensiones
720 x 440 x 405 - 473 mm



Bloque de calor neumático con una gran modulación 1:5 en su segmento. Fácil conversión a propano sin componentes adicionales.

Presostato de aire para adaptación automática de la longitud de evacuación de humos (Sistema ARA).

Con **bandeja de recogida de agua de lluvia y condensados**. Para una mayor protección de los componentes de la caldera en caso de defecto en la instalación de evacuación de humos



Bomba de alta eficiencia modulante. Totalmente modulante y con comprobación del caudal circulante asegura en todo momento la mejor eficiencia del sistema, con doble función de autoprotección asegurando el confort. También se puede fijar velocidad.

Permite además el **funcionamiento sin by-pass o sin separación hidráulica.** Aumentando la eficiencia al favorecer la condensación (respetando unos caudales mínimos)



Componentes de calidad y sobradamente probados, con una disposición limpia y ordenada, accesibles desde el frente para un fácil y rápido mantenimiento



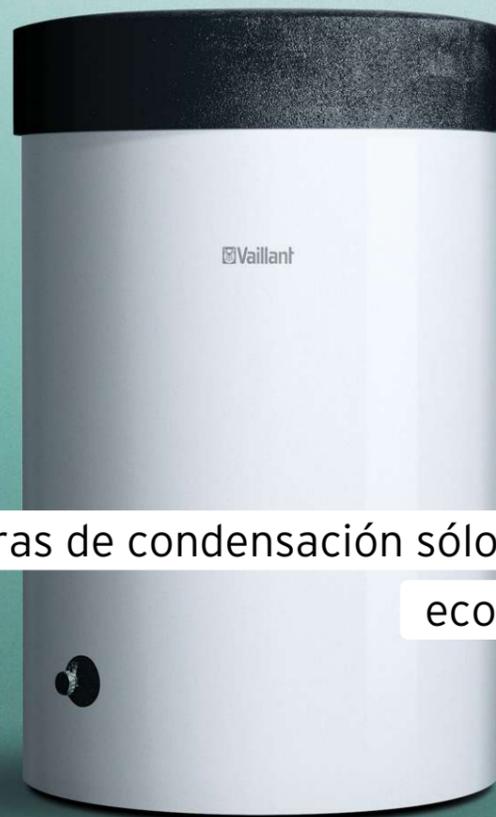
Bomba de alta eficiencia modulante

Sistema de desaireación y purgado dinámico. Con manómetro y rejilla aglomeradora de burbujas, filtro de fácil mantenimiento, evitando aire en la instalación que puede dañar los componentes y además evita ruidos en la instalación.



Acumulación de ACS

eficiente e inteligente



con calderas de condensación sólo calefacción

ecoTEC plus

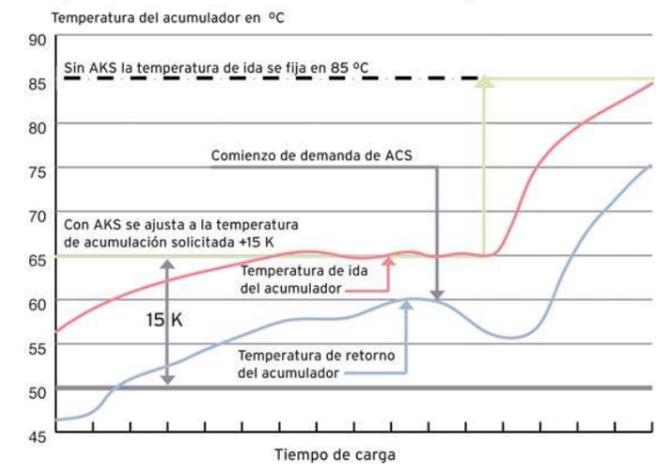
AKS

(Aqua Kondens System)

La caldera ecoTEC plus de sólo calefacción de alta potencia incorpora este sistema que permite el aprovechamiento de la energía de condensación también para producir agua caliente. De este modo se consigue un rendimiento superior, pasa del 98% al 104%, y, por lo tanto, un ahorro en el consumo de gas.

En el ejemplo del gráfico, la temperatura solicitada en el acumulador es de 50 °C. La temperatura de ida se sitúa en 65 °C y sólo cuando se produce la demanda sube hasta 85 °C.

Aprovechamiento de la condensación en la carga del acumulador



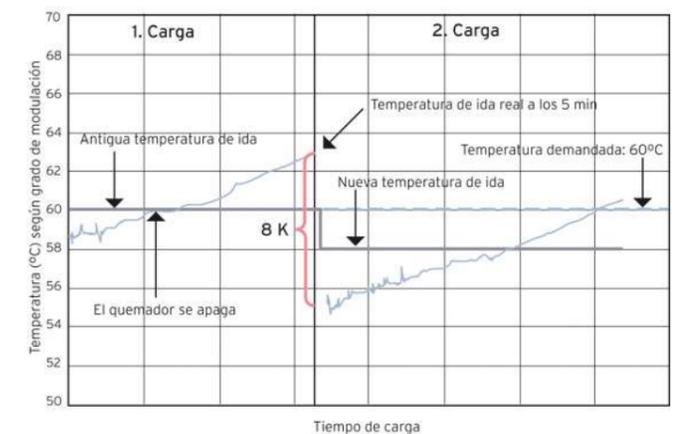
Este sistema consiste en que durante la carga del acumulador para la producción de ACS y mientras no haya demanda, la temperatura de ida se sitúa en 15 °C por encima de la temperatura solicitada en el acumulador, aprovechando la condensación producida al trabajar a menor temperatura que con un sistema convencional que funcionaría a máxima potencia para dar la máxima temperatura. Sólo cuando hay demanda la temperatura de ida se incrementa para poder dar un servicio rápido. Este valor de +15 K se puede variar mediante el sistema ADS al igual que el tiempo durante el que queremos que esté realizando la carga, al cabo del cual comprueba que no hay demanda de calefacción. Si no la hay sigue calentando el acumulador, y si la hay y no hay demanda de ACS dará servicio de calefacción durante un tiempo. De esta manera el acumulador puede estar cargándose durante los períodos de tiempo que no se utilice (por ejemplo, por la noche) utilizando la condensación y, por consiguiente, ahorrando en el consumo de gas.

AIS

(Sistema Inteligente de Acumulación)

Para aumentar todavía más el ahorro en la producción de agua caliente mediante acumulador con la caldera ecoTEC plus de sólo calefacción de alta potencia, ésta incorpora un Sistema Inteligente de Acumulación, que aprovecha la inercia térmica en el calentamiento y que se adapta a las variaciones de temperatura del agua de entrada, aumentando también el confort debido a una mayor estabilidad de temperatura.

Inercia térmica para el calentamiento del acumulador



Este sistema hace que se alcance exactamente la temperatura deseada en el acumulador, desconectando la carga un tiempo antes de haber finalizado. La diferencia entre la temperatura de desconexión y el valor de consigna del acumulador depende del diseño de la instalación. Por ello, después de cada reseteo y apagado/encendido, se calcula un valor de consigna optimizado durante las primeras 5 cargas del acumulador.



Regulación y Control

Compatibilidad para integrarse en sistemas

La tecnología eBUS hace que los termostatos y cronotermostatos de Vaillant sea totalmente compatibles para integrarse en cualquier tipo de sistema, desde aquellos muy simples que sólo necesitan un termostato hasta sistemas de más complejidad como solares, sistemas híbridos con bombas de calor, ventilación, etc. Sistemas de Vaillant totalmente actualizables, modificables, ampliables de una forma sencilla con la gestión y control realizada desde una misma centralita de regulación para todo.

Para sistemas sencillos

<p>VRT 50 Sencillo</p>	<p>calorMATIC 370/370f Con cable o vía radio, con posibilidad de conectividad</p>	<p>vSMART vía radio con conectividad integrada</p>
<p>Ejemplo de instalación Caldera mixta sin o con acumulador o caldera sólo calefacción con intercambiador ecoTEC plus + uniSTOR/actoSTOR + calorMATIC 370/370f/vSMART/multiMATIC 700</p>		

Para sistemas más complejos

<p>multiMATIC 700 Con montaje en pared o en caldera</p>	<p>Con ventilación mecánica con recuperación de calor</p>	<p>Con sistema solar</p>
<p>Gestión de calderas en cascada</p>	<p>Con ventilación mecánica sistema solar</p>	<p>Hibridación con bomba de calor</p>

Conectividad Vaillant

Acceso a todas las funciones desde tu smartphone o tablet

Vaillant ofrece la posibilidad de estar conectado simplemente con su caldera o con su instalación de climatización al completo, para lo que ofrece varias opciones

vSMART



Para instalaciones sencillas de calefacción con caldera

La aplicación asociada y que es necesaria para la instalación de este cronotermostato modulante es la aplicación vSMART

comDIALOG VR 900

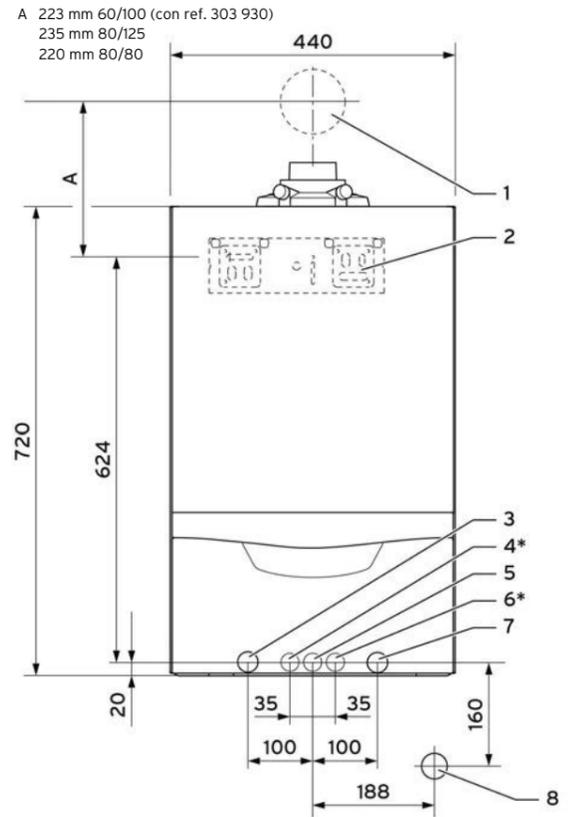


Con el comDIALOG VR 900 es posible conectar otros controles Vaillant como el calorMATIC o multiMATIC y, ofrecer la posibilidad mediante un contrato*, de tener la caldera de condensación y componentes de la instalación conectados directamente con el Servicio Técnico Oficial de Vaillant. La tranquilidad absoluta para tus clientes. En ambas opciones, el acceso al usuario a gestiones sencillas como cambio de temperatura, conexión/desconexión, cambio de programaciones, ver gráficos de consumos, etc., se realiza mediante la correspondiente aplicación para Smartphone o Tablet.

* La aplicación mobilDIALOG asociada a calorMATIC implica la contratación de un contrato de mantenimiento. La aplicación multiMATIC para multiMATIC 700 (VRC 700) no conlleva la contratación de ningún tipo de contrato.



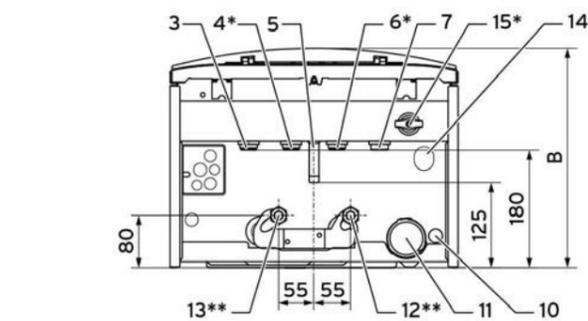
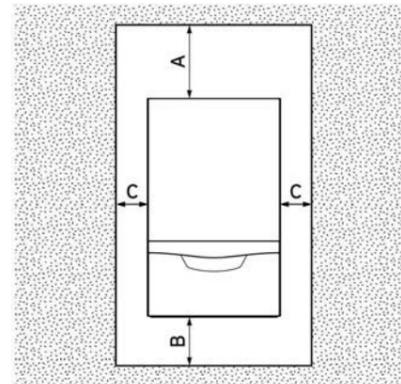
Dimensiones



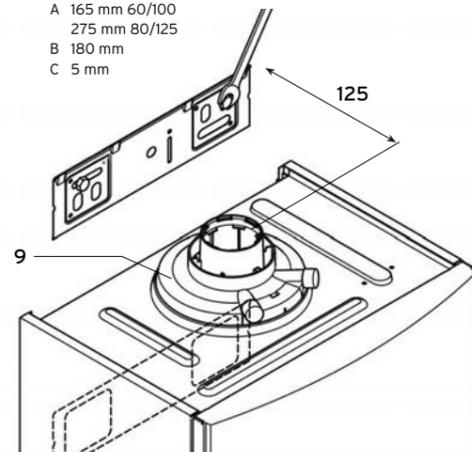
Leyenda

- 1 Pasamuro para conducto de aire/humos
- 2 Soporte del aparato
- 3 Entrada de calefacción (Ø 22x1,5)
- 4 Conexión de agua caliente (Ø 15x1,5)
- 5 Conexión de gas (Ø 15x1,5)
- 6 Conexión de agua fría (Ø 15x1,5)
- 7 Retorno de calefacción (Ø 22x1,5)
- 8 Conexión del embudo de evacuación/sifón para condensados R1
- 9 Conexión del conducto de aire/humos
- 10 Conexión de la evacuación de condensados Ø 19 mm
- 11 Sifón de condensados
- 12 Retorno del acumulador Ø 15 mm
- 13 Ida del acumulador Ø 15 mm
- 14 Conexión de la tubería de evacuación de la válvula de seguridad Ø 15 mm
- 15 Dispositivo de llenado

*) Sólo VMW (distancia entre tomas en caldera 70 mm). La distancia entre tomas en pared es de 120 mm total)
 **) Sólo VM



Distancias mínimas para mantenimiento recomendadas
 A 165 mm 60/100
 275 mm 80/125
 B 180 mm
 C 5 mm



B 338 mm para 24 y 30 kW
 372 mm para 34 kW
 406 mm para 38 kW

Clase 6 NOx

Características técnicas

Clase de Eficiencia Energética A+
 Combinando con un control multiMATIC 700 vSMART

Clase de Eficiencia Energética A
 Calefacción Rango eficiencia A+/G

A/XL
 ACS/Perfil demanda Rango eficiencia A/G

Tipo de aparato	Ud.	ecoTEC plus Mixta VMW				ecoTEC plus Sólo calefacción VM		
		236/5-5	246/5-5	306/5-5	346/5-5	246/5-5	306/5-5	386/5-5
Sistema de combustión		Neumático ProE	Electrónico aire-gas ProE Integrado			Electrónico aire-gas ProE Integrado		
Conexiones eléctricas		Con VR40				1 suministrada		
Control segunda bomba		1	2			1		
Sondas para control de ACS								
Rango de potencia útil 80/60°C ¹	kW	5,2-23,0	3,8-20,0	5,2-25,0	5,8-30,0	3,8-20,0	5,2-25,0	6,4-35,0
Rango de potencia útil 50/30°C ¹	kW	5,7-24,9	4,1-21,6	5,7-27,2	6,4-32,5	4,1-21,6	5,7-27,2	7,1-38,1
Rendimiento nominal Q _{min} / Q _{max}	%	98	98	98	98	98	98	98
Rendimiento al 30% de potencia ¹	%	109,4	109,6	109,5	109,4	109,6	109,5	109,4
Eficiencia energética estacional (η _s)	%	94	94	94	94	94	94	94
Efic. energética agua caliente (η _{WH})	%	84	87	87	87	-	-	-
Calefacción								
Rango de ajuste de potencias calef.	kW	5-19	4-20	5-25	6-30	4-20	5-25	6-35
Máxima temperatura de ida	°C	85	85	85	85	85	85	85
Rango de ajuste de T ₃ de ida máxima (ajuste de fábrica: 75 °C)	°C	30-80	30-80	30-80	30-80	30-80	30-80	30-80
Presión máxima	bar	3	3	3	3	3	3	3
Volumen del vaso de expansión	L	10	10	10	10	10	10	10
Volumen de agua circulante ΔT=20K	L/h	796	860	1.075	1.290	860	1.075	1.505
Presión disponible de la bomba	mbar	250	250	250	250	250	250	250
Agua caliente sanitaria								
Potencia en ACS	kW	23,0	24,0	30,0	34,0	24,0	30,0	38,0
Caudal mínimo	L/min	1,5	1,5	1,5	1,5	-	-	-
Caudal específico ΔT=30K	L/min	11,0	11,5	14,3	16,2	-	-	-
Caudal específico ΔT=25K	L/min	13,2	13,8	17,2	19,4	-	-	-
Presión máxima	bar	10	10	10	10	-	-	-
Presión de conexión	bar	0,35	0,35	0,35	0,35	-	-	-
Rango de temperatura	°C	35-65	35-65	35-65	35-65	40-70	40-70	40-70
Conexiones								
Conexión de gas	mm				15			
Conexión de calefacción	"-mm				G3/4"-22			
Conexión de ACS	"				G3/4			
Conexión de válvula de seguridad	mm				15			
Conexión de desagüe condensados	mm				19			
Conducto de evacuación*								
Ø conexión evacuación de gases	Ø mm	60/100 PP	60/100 PP	60/100 PP	60/100 PP	60/100 PP	60/100 PP	60/100 PP
Distancia de salida de gases								
60/100 PP Vertical	m	12	12	12	12	12	12	8
Horizontal	m	8+1x 87°	8+1x 87°	8+1x 87°	8+1x 87°	8+1x 87°	8+1x 87°	5,5+1x 87°
Chimenea	m	1,4+3x 87°	1,4+3x 87°	1,4+3x 87°	1,4+3x 87°	1,4+3x 87°	1,4+3x 87°	1,4+3x 87°
80/125 PP Vertical	m	23+3x 87°	23+3x 87°	28+3x 87°	23+3x 87°	23+3x 87°	28+3x 87°	23+3x 87°
Horizontal	m	23+3x 87°	23+3x 87°	28+3x 87°	23+3x 87°	23+3x 87°	28+3x 87°	23+3x 87°
Chimenea	m	1,4+3x 87°	1,4+3x 87°	1,4+3x 87°	1,4+3x 87°	1,4+3x 87°	1,4+3x 87°	1,4+3x 87°
80/80 PP	m	33+3x 87° gas +8+1x 87° aire	33+3 gas +8+1 aire	33+3 gas +8+1 aire	33+3 gas +8+1 aire	33+3x 87° gas +8+1x 87° aire	33+3x 87° gas +8+1x 87° aire	33+3x 87° gas +8+1x 87° aire
Distancia toma aire corta	m				33+3x 87°			
Cascada Ø 130								
Distancia dentro de chimenea	m				mín. 4/máx. 30			
Calderas en cascada		2	2	2	2-3-4	2	2	2-3-4
Hom. conexión de evacuación de gases					C13, C33, C43, C53, C83, C93, B33, B33P, B53, B53P			
Dimensiones								
Alto x ancho x profundo	mm	720x440x338	720x440x338	720x440x338	720x440x372	720x440x338	720x440x338	720x440x406
Peso de montaje	kg	33,5	35,5	36,5	39,5	33,5	35,0	41,0
Conexión eléctrica								
Tensión/Frecuencia de alimentación	V/Hz				230/50			
Consumo eléctrico mín./máx.	W	35/65	35/70	35/80	35/95	35/80	35/80	35/115
Consumo eléctrico en stand-by	W	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Nivel de protección eléctrica					IPX4D			
Combustión								
Caudal de humos mín. (G31)/máx.	g/s	2,5(3,5)/10,6	1,8(2,4)/11,0	2,5(2,9)/13,8	2,8(4,1)/15,7	1,8(2,4)/15,7	2,5(2,9)/13,8	3,1(4,1)/17,5
Temperatura de humos mín./máx.	°C	40/80	40/80	40/80	40/80	40/80	40/80	40/80
Cantidad aprox. agua condensación en calefacción a 50/30 °C	L/h	1,9	2,0	2,6	3,1	2,0	2,6	3,6
Clase NOx		6	6	6	6	6	6	6
Nivel potencia acústica interior (L _{wa})	dB(A)	49	47	47	46	47	47	49
Homologación	CE	0085CM0321						

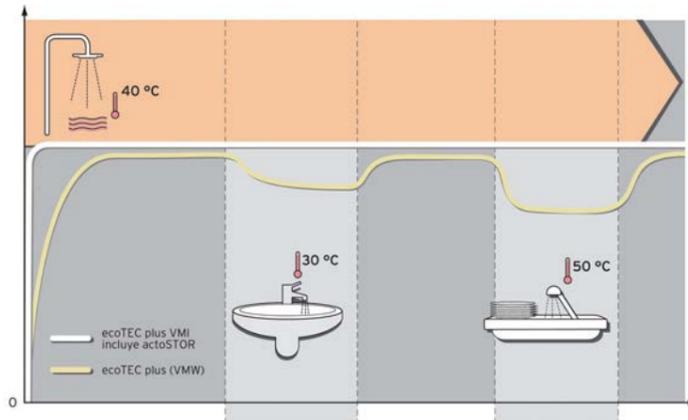
Los modelos ecoTEC plus de sólo calefacción VM 246 y 286 están disponibles sólo en gas natural pero se pueden transformar a propano.
 (1) Datos de potencia y rendimiento al 30% referidos a gas natural (G20)



actoSTOR

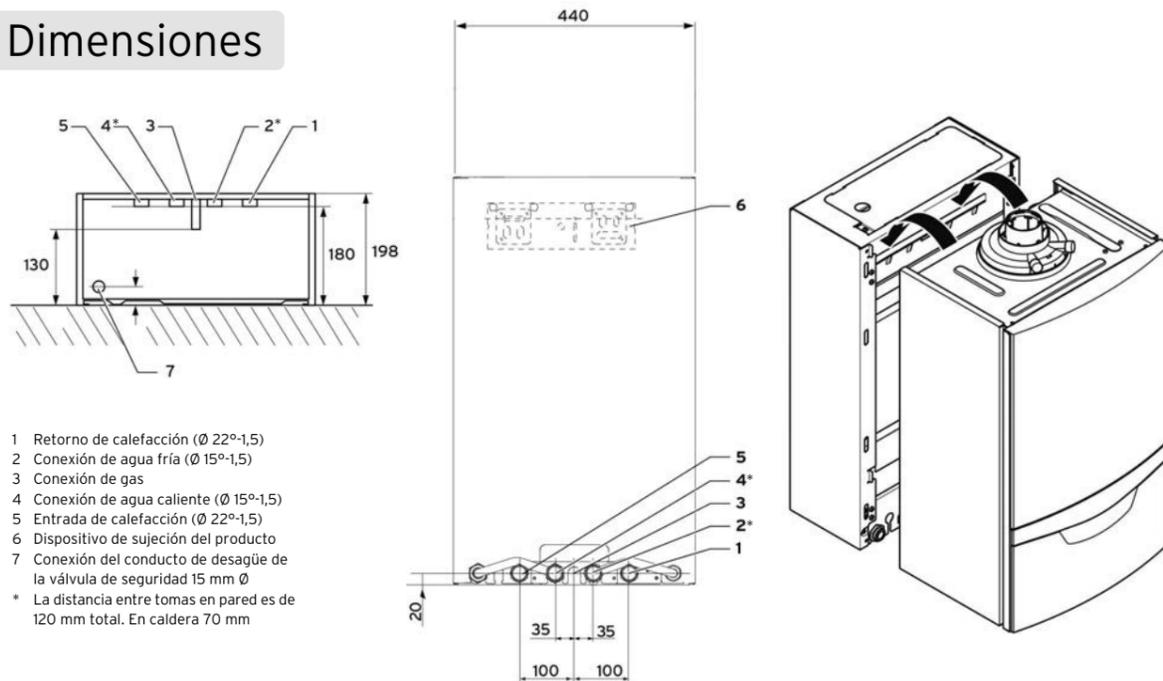


Los modelo ecoTEC plus + actoSTOR (VMI) son modelos mixtos con un acumulador que proporciona un volumen de 20 litros con sistema de producción por estratificación un caudal equivalente al producido con un acumulador tradicional de mayores dimensiones. Mayor caudal en momentos puntuales con las ventajas de quedar integrado en el mismo espacio en pared que ocupa la caldera. Fabricado en acero inoxidable AISI 316 L, no necesita de ánodo, con lo que se reduce el mantenimiento.



La instalación de una caldera ecoTEC plus con el acumulador actoSTOR incrementa el caudal de ACS sin reducirse la temperatura.

Dimensiones



- 1 Retorno de calefacción (Ø 22°-1,5)
 - 2 Conexión de agua fría (Ø 15°-1,5)
 - 3 Conexión de gas
 - 4 Conexión de agua caliente (Ø 15°-1,5)
 - 5 Entrada de calefacción (Ø 22°-1,5)
 - 6 Dispositivo de sujeción del producto
 - 7 Conexión del conducto de desagüe de la válvula de seguridad 15 mm Ø
- * La distancia entre tomas en pared es de 120 mm total. En caldera 70 mm

El actoSTOR sólo añade 198 mm de profundidad a las dimensiones de las calderas mixtas ecoTEC plus 306 y 346. Se utiliza la misma plantilla de instalación y el resto de dimensiones y distancias son las mismas que las de estas calderas (ver página 14)

Clase 6 NOx

Características técnicas

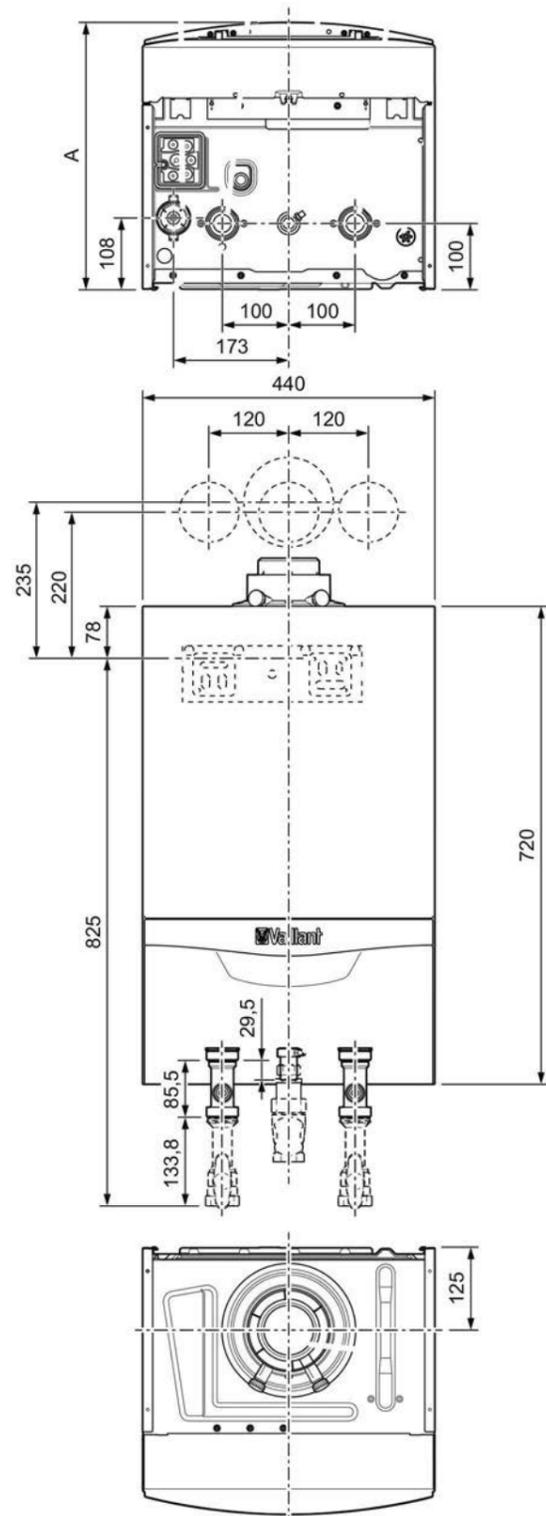
Combinando con un control : multiMATIC 700 vSMART
 Calefacción Rango eficiencia A+/G ACS/Perfil demanda Rango eficiencia A/G

		ecoTEC plus Mixta con Acumulación VMI	
Tipo de aparato		306/5-5	346/5-5
Sistema de combustión		Electrónico aire-gas	
Conexiones eléctricas		ProE	
Control segunda bomba		Integrado	
Sondas para control de ACS		2	
Rango de potencia útil 80/60°C ¹	kW	5,2-25,0	5,8-30,0
Rango de potencia útil 50/30°C ¹	kW	5,7-27,2	6,4-32,5
Rendimiento nominal Qmin / Qmax	%	98	98
Rendimiento al 30% de potencia ¹	%	109,5	109,4
Eficiencia energética estacional (η _s)	%	94	94
Efic. energética agua caliente (η _{WH})	%	87	87
Calefacción			
Rango de ajuste de potencias calef.	kW	5-25	6-30
Máxima temperatura de ida	°C	85	85
Rango de ajuste de T ³ de ida máxima (ajuste de fábrica: 75 °C)	°C	30-80	30-80
Presión máxima	bar	3	3
Volumen del vaso de expansión	L	10	10
Volumen de agua circulante ΔT=20K	L/h	1.075	1.290
Presión disponible de la bomba	mbar	250	250
Agua caliente sanitaria			
Potencia en ACS	kW	30,0	34,0
Caudal mínimo	L/min	1,5	1,5
Caudal específico ΔT=30K	L/min-L/10 min	14,3-174	16,2-196
Caudal específico ΔT=25K	L/min-L/10 min	17,2-208	19,4-235
Presión máxima	bar	10	10
Presión de conexión	bar	0,35	0,35
Rango de temperatura	°C	35-65/50-65	35-65/50-65
Conexiones			
Conexión de gas	mm	15	
Conexión de calefacción	"-mm	G3/4-22	
Conexión de ACS	"	G3/4	
Conexión de válvula de seguridad	mm	15	
Conexión de desagüe condensados	mm	19	
Conducto de evacuación*			
Ø conexión evacuación de gases	Ø mm	60/100 PP	
Distancia de salida de gases			
60/100 PP Vertical	m	12	12
Horizontal	m	8+1x 87°	8+1x 87°
Chimenea	m	1,4+ x 87°	1,4+3x 87°
80/125 PP Vertical	m	28+3x 87°	23+3x 87°
Horizontal	m	28+3x 87°	23+3x 87°
Chimenea	m	1,4+3x 87°	1,4+3x 87°
80/80 PP	m	33+3 gas	33+3 gas
		+8+1 aire	+8+1 aire
		33+3x 87°	33+3x 87°
Distancia toma aire corta			
Cascada Ø 130	m	mín. 4/máx. 30	
Distancia dentro de chimenea			
Calderas en cascada		2	
Hom. conexión de evacuación de gases		C13, C33, C43, C53, C83, C93, B33, B33P, B53, B53P	
Dimensiones			
Alto x ancho x profundo	mm	720x440x536	720x440x570
Peso de montaje	kg	57	60
Conexión eléctrica			
Tensión/Frecuencia de alimentación	V/Hz	230/50	
Consumo eléctrico mín./máx.	W	35/80	45/95
Consumo eléctrico en stand-by	W	2,7	2,7
Nivel de protección eléctrica		IPX4D	
Combustión			
Caudal de humos mín. (G31)/máx.	g/s	2,5(2,9)/13,8	2,8(4,1)/15,7
Temperatura de humos mín./máx.	°C	40/80	40/80
Cantidad aprox. agua condensación en calefacción a 50/30 °C	L/h	2,6	3,1
Clase NOx		6	6
Nivel potencia acústica interior (Lwa)	dB(A)	47	46
Homologación		CE	
		0085CM0321	

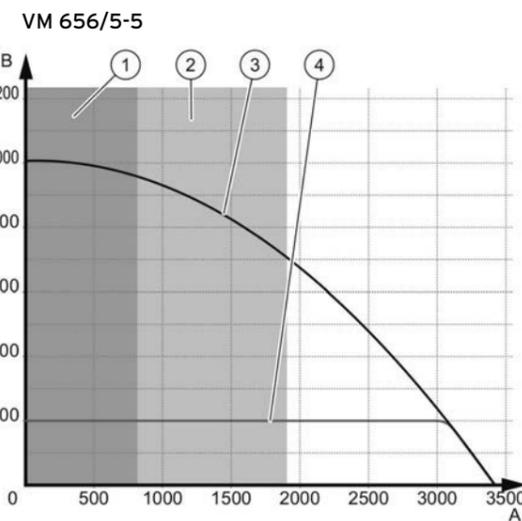
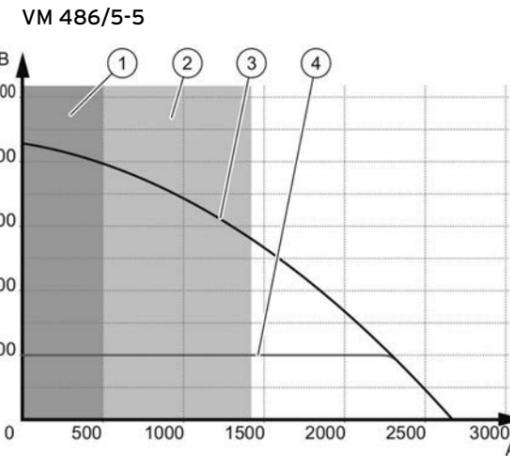
Disponibles sólo en gas natural pero se pueden transformar a propano.
(1) Datos de potencia y rendimiento al 30% referidos a gas natural (G20)



Dimensiones



Curva característica de la bomba y umbral de funcionamiento del producto



Leyenda

- 1 Umbral de caudal sin funcionamiento del producto
- 2 Umbral de funcionamiento con temperatura de ida limitada y potencia
- 3 Curva característica de la bomba a 100% PWM
- 4 ΔP constante
- A Flujo volumétrico de la instalación en L/h
- B Presión disponible de la bomba en hPa (mbar)

Medida A

VM 486/5-5 | 405 mm
VM 656/5-5 | 473 mm

Clase 6 NOx

Características técnicas



Tipo de aparato	Ud.	ecoTEC plus VM	
		486/5-5	656/5-5
Sistema de combustión		Neumático	Neumático
Conexiones eléctricas		ProE	ProE
Control segunda bomba		Integrado	Integrado
Rango modulación		1:5	1:5
Eficiencia energética estacional (η _s)	%	94	94
Nivel de potencia acústica (L _{wa})	dB(A)	57	57
Calefacción			
Potencia a 80/60°C (G20/G31)	kW	7,8 - 44,1 / 7,8 - 44,0	11,0 - 58,7 / 11,1 - 58,4
Potencia a 50/30°C (G20/G31)	kW	8,7 - 48,0 / 8,6 - 46,6	12,2 - 63,5 / 12,0 - 62,1
Rendimiento estacional ErP	%	93,7	93,87
Rango de temperaturas de impulsión (valor de fábrica)	°C	30 - 80 (75)	
Presión de trabajo	bar	4	4
Caudal nom. circulación con ΔT=20 K	L/h	1.899	2.528
ΔP de la bomba	mbar	200	200
Caudal de condensados a P _{max}	L/h	5,0	6,9
Caudal mín. func. T _{max} : 65°C; ΔT=15K	L/h	500	675
Límite sup. caudal func. reducido (T _{max} : 65°C; ΔT=15K)	L/h	1.400	1.900
Agua caliente		Sólo si la caldera está conectada a un interacumulador	
Potencia (G20/G31)	kW	7,8 - 44,1 / 7,8 - 44,0	11,0 - 58,7 / 11,1 - 58,4
Rango de temperaturas acumulación (15°C protección antiheladas)	°C	40 - 65	
Rango de temperaturas de impulsión para acumulación	°C	50 - 80 (75)	
Evacuación de humos			
Longitud máx. horizontal C13 80/125	m	18 + 1 codo	15 + 1 codo
Longitud máx. vertical C13 80/125	m	21	18
Longitud máx. doble flujo C83 80/80	m	33 + 3 codos + codo apoyo (humos) 8 + codo (aire)	8 + codo (aire)
Presión de tiro máxima permitida para tipo B23P - caldera individual	Pa	125	187
Presión de tiro máxima permitida para tipo B23P - cascada	Pa	(20 para carga parcial)	(30 para carga parcial)
Tipo de instalaciones		C13, C33, C43, C53, C83, C93, B23, B23P, B33, B53, B53P	
Parte eléctrica			
Consumo eléctrico máximo	W	≤ 131	≤ 250
Protección eléctrica	-	IPX4D	IPX4D
Conexiones			
Impulsión y Retorno	"	1 1/2	1 1/2
Conexión gas	"	1	1
Conexión válvula de seguridad	"	3/4	3/4
Dimensiones y peso			
Peso sin embalaje	kg	37,8	47,2
Clase NOx		6	
Homologación CE		CE-0063CS3428	

Disponibles sólo en gas natural pero se pueden transformar a propano.

Accesorios para ecoTEC plus alta potencia	Referencia
Llaves de corte G 1 1/2" - Rp 1 1/2" ecoTEC plus 486 / 656	00 2025 6403
Aislamiento para llaves de corte ecoTEC plus 486 / 656	00 2024 9126
Válvula de 3 vías para ecoTEC plus 486 / 656 para carga de acumulador	009 462
Filtro magnético 1 1/2" con aislamiento	00 2024 9532
Depósito de equilibrio hidráulico WH 40-2	00 2024 8932

(*) Todas las calderas ecoTEC plus de alta potencia requieren un caudal mínimo de circulación (indicado en las instrucciones de instalación y mantenimiento) que debe ser garantizado en cualquier situación de funcionamiento. Los accesorios hidráulicos Vaillant permiten asegurar este caudal en cualquier circunstancia y por ello se recomienda su montaje junto con las calderas ecoTEC plus de alta potencia.

Para gestionar un acumulador directamente con la caldera de sólo calefacción, pedir la sonda ref. 306 257. El volumen mínimo del acumulador gestionado directamente con válvula de 3 vías no debe ser inferior a 300 litros. No necesario pedir dicha sonda cuando en la instalación existe una centralita calorMATIC 630, auroMATIC 620 o multIMATIC 700 con VR 700 y/o VR 71.

Instalación

	Modelo	Referencia
	Plantilla de instalación para sólo calefacción Llaves de corte de calefacción con puntos de vaciado y racores de cobre para soldar	00 2004 8666
	Plantilla de instalación calderas mixtas Llaves de corte de calefacción con puntos de vaciado, llave de entrada de agua fría con regulador de caudal y racores de cobre para soldar	00 2004 8667
	Kit de transformación calderas mixtas en sólo calefacción	00 2004 2415
	Permite pasar tubos por detrás de la caldera 65 mm de profundidad	308 650
	Para instalación con VIH Q 75 B 105 mm de profundidad	00 2002 1856

Desagüe

	Modelo	Referencia
	Sifón Para goteo de válvula de seguridad y desagüe de condensados. Universal	000 376
	Neutralizador de condensados Para colocar entre caldera y desagüe	00 2024 7275
	ecoLEVEL Bomba de condensados 115x175x100 mm. Para caldera individual Se puede apoyar sobre la cara de 175 mm ó sobre la de 100 mm. Altura máx. 4 m	306 287

Solar

	Modelo	Referencia
	Sonda anticipadora solar Si hay válvula mezcladora en la general, sólo hace falta esta sonda	00 2027 3976
	Válvula mezcladora En caso de querer mezclar a la salida de caldera	00 2000 7275
	auroSAT Kit solar con intercambiador de placas, válvula, llaves de corte y detector de caudal. Para calderas mixtas. También para calentadores y termos eléctricos	00 1000 7271

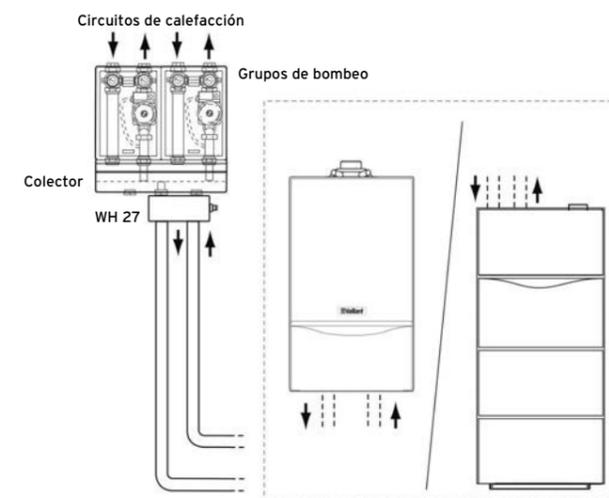
Para accesorios de evacuación individuales 60/100 mm, 80/125 mm, 80/80 mm y en cascada 130 mm consultar la tarifa vigente.

Grupos de bombeo

	Modelo	Referencia
	Grupo de bombeo con mezcladora 1", DN25 <ul style="list-style-type: none"> · Bomba de alta eficiencia · Termómetros en la ida y en el retorno · Llaves de corte (con antirretorno en la ida (rojo) y sin antirretorno en el retorno (azul)) · Bypass · Aislamiento · Válvula mezcladora 	00 2019 1788
	Grupo de bombeo sin mezcladora 1", DN25 <ul style="list-style-type: none"> · Bomba de alta eficiencia · Termómetros en la ida y en el retorno · Llaves de corte (con antirretorno en la ida (rojo) y sin antirretorno en el retorno (azul)) · Bypass · Aislamiento 	00 2019 1817

Colectores

	Modelo	Referencia
	Colector para 2 grupos de bombeo	307 556
	Colector para 3 grupos de bombeo	307 597



Para accesorios de evacuación individuales 80/125 mm, 80/80 mm y en cascada consultar la tarifa vigente.

Kits hidráulicos para cascadas de ecoTEC plus alta potencia

Diseñados con:

- Calderas, bombas, llaves de corte y válvulas de seguridad
- Bastidor para montaje de calderas y pies
- Colectores de ida y retorno con conexiones a caldera y antirretorno para cada caldera
- Depósito de equilibrio para $\Delta T=20K$. Consultar separación hidráulica (depósitos de inercia o equilibrio e intercambiadores de placas) en páginas 24 y 25
- Tubo distribuidor de gas y conexiones a calderas
- Con llave de gas no precintable
- Las calderas ecoTEC plus 486 / 656 incluyen válvula de seguridad de 4 bar (próximamente ecoTEC 656 con 6 bar). No puede instalarse otra válvula de seguridad.
- Aislamientos
- Abrazaderas de sujeción de accesorios de salida de gases en cascada.

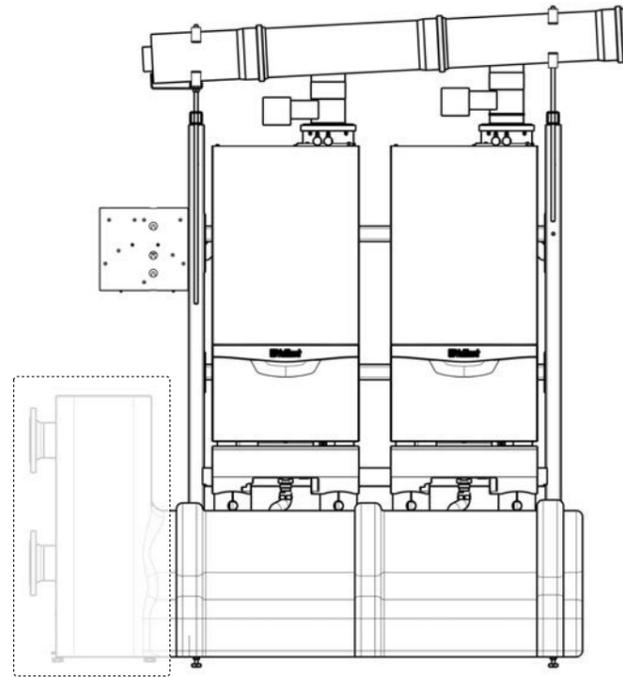
No es necesario pedir ningún accesorio adicional a los kits para el montaje hidráulico con los colectores y distribuidor de gas si la combinación de calderas es la especificada.

Accesorios no suministrados por Vaillant

- Vasos de expansión. Se recomienda uno por caldera y luego lo que demande la instalación.
- No incluye salida de gases. La salida de gases indicada es el diámetro recomendado para esa combinación / potencia instalada. En el caso de no existir un sistema de salida de gases explícito, señalado con "-", indica que se puede realizar con algún sistema existente compatible pero en instalaciones paralelas.

Se pueden montar con $\varnothing 130$ mm. También se pueden montar con diámetros superiores utilizando el adaptador de 80 a 110 mm (00 2023 4898).

- No incluye regulación. Ver página 12 y para información más completa la tarifa vigente.



CONSULTAR plazos para instalaciones de más de 800 kW
Para otras combinaciones de instalación como en ángulo y back-to-back CONSULTAR
Consúltenos para montar el kit a su medida. Se puede cambiar o quitar el depósito de equilibrio y los pies si van apoyadas en pared.
Instalación evacuación por fachada con acero inoxidable CONSULTAR disponibilidad

Kits hidráulicos para cascadas ecoTEC plus

Potencia total (kW) ¹⁾	Número de calderas	Diámetro salida gases cascada	Longitud salida gases cascada (m)	Referencia
de 48 kW				
48	1	-	Desde 3 m hasta 50 m	251 4601
92	2	$\varnothing 130 / \varnothing 160$		251 4602
138	3	$\varnothing 130 / \varnothing 160$		251 4603
184	4	$\varnothing 160$		251 4604
230	5	$\varnothing 160$		251 4605
276	6	$\varnothing 200$		251 4606
322	7	$\varnothing 200$		251 4607
368	8	$\varnothing 200$		251 4608
de 59 kW				
59	1	-	Desde 3 m hasta 50 m	251 6501
118	2	$\varnothing 130 / \varnothing 160$		251 6502
177	3	$\varnothing 160$		251 6503
236	4	$\varnothing 160$		251 6504
295	5	$\varnothing 200$		251 6505
354	6	$\varnothing 200$		252 6506
413	7	$\varnothing 200$		251 6507
472	8	$\varnothing 200$		251 6508

¹⁾ Potencia a 80/60 °C (impulsión/retorno)



En línea

En ángulo

Back-to-back



Con depósito de equilibrio

Con intercambiador de placas

Evacuación en cascada con válvulas antirrevoco mecánicas

Accesorios para cascadas

	Modelo	Referencia
	Bastidor para regulación	00 2015 1861
	Abrazaderas suj. Sis. Sal. Gases Cascada	00 2010 7879
	Pies bastidor	00 2015 1815
	Bastidor para colgar 1 caldera en paredes irregulares	12505 1813
	Bastidor para colgar 2 calderas en paredes irregulares	12505 1814

Para accesorios de evacuación individuales 80/125 mm, 80/80 mm y en cascada consultar la tarifa vigente.



Depósitos de inercia sin filtro magnético

	Modelo	Referencia
	WH 27 Instalación horizontal 1.800 L/h 10,5 kW ($\Delta T=5K$) 41,9 kW ($\Delta T=20K$)	306 727
	WH 40-2 Compacta bajo caldera ecoTEC plus 486/656. Incluye conexiones pero no llaves. Instalación horizontal justo bajo la caldera o vertical. 3.000 L/h 17,5 kW ($\Delta T=5K$) 70 kW ($\Delta T=20K$)	00 2024 8932
	WH 40 Instalación horizontal o vertical (preferible) 3.000 L/h 17,5 kW ($\Delta T=5K$) 70 kW ($\Delta T=20K$)	306 720
	WH 95 Instalación horizontal o vertical (preferible) 7.500 L/h 44 kW ($\Delta T=5K$) 174,4 kW ($\Delta T=20K$)	306 721

Incluyen aislamiento
Se suministra sonda VR 10

Depósitos de inercia con filtro magnético

Para uso también con cascadas. Instalación vertical	Modelo	Referencia
	WH C 110 9.500 L/h 55 kW ($\Delta T=5K$) 221 kW ($\Delta T=20K$)	00 2010 7874
	WH C 160 12.000 L/h 79 kW ($\Delta T=5K$) 279 kW ($\Delta T=20K$)	00 2010 7875
	WH C 280 21.500 L/h 125 kW ($\Delta T=5K$) 500 kW ($\Delta T=20K$)	00 2015 1859
	WH C 350 29.000 L/h 168,6 kW ($\Delta T=5K$) 674 kW ($\Delta T=20K$)	00 2010 7876
	Aislamiento depósitos equilibrio WH C Para cualquiera de los que llevan filtro magnético	00 2015 1855

Hay que pedir aislamiento por separado
Se suministra sonda VR 10

Intercambiadores de placas para cascadas

	Modelo	Referencia
	Intercambiador de placas para cascadas 240 kW (40 placas) - PHE C 240-40 Aislamiento para PHE C 240-40	00 2013 7070 00 2024 8923
	Intercambiador de placas para cascadas 360 kW (70 placas) - PHE C 360-70 Aislamiento para PHE C 360-70	00 2013 7071 00 2024 8924
	Intercambiador de placas para cascadas 480 kW (90 placas) - PHE C 480-90 Aislamiento para PHE C 480-90	00 2013 7072 00 2024 8925
	Intercambiador de placas para cascadas 600 kW (120 placas) - PHE C 600-120 Aislamiento para PHE C 600-120	00 2013 7073 00 2024 8926
	Intercambiador de placas para cascadas 720 kW (170 placas) - PHE C 720-170 Aislamiento para PHE C 720-170	00 2013 7074 00 2024 8927
	Conexiones colectores a intercambiador de placas para DN 65 mm (PHE C 240-40 y PHE C 360-70)	00 2010 7886
	Conexiones colectores a intercambiador de placas para DN 100 mm (PHE C 480-90, PHE C 600-120 y PHE C 720-170)	00 2010 7887
	Aislamiento para conexiones a intercambiador de placas	00 1002 3438

Equipos de neutralización de condensados para alta potencia

	Modelo	Referencia
	Equipo de neutralización con bomba para potencias hasta 360 kW Para conectar hasta 3 calderas en cascada (se necesitarían 2 cables de conexión cascada 00 2010 6191 adicionales) (incluye granulado neutralizador) 640 x 400 x 240 mm	00 2010 6190
	Cable de conexión cascada con equipo de neutralización Para utilizar con el equipo de neutralización con bomba para potencias hasta 360 kW (00 2010 6190)	00 2010 6191
	Recambio de granulado de neutralización (5 kg) $CaCO_3$	009 741



El mejor servicio

a su disposición

Porque Vaillant piensa en futuro, puede contar con nosotros para disfrutar de soluciones y sistemas de climatización de primera calidad y, de unos servicios de Atención al Cliente y Servicios de Asistencia Técnica Oficial que le garantizan el perfecto funcionamiento de estos sistemas. Profesionalidad, calidad, eficacia e innovación son las señas de identidad de una marca que piensa en futuro.

Los expertos en productos Vaillant

El Servicio Técnico Oficial Vaillant es el único capaz de garantizar el máximo rendimiento y seguridad de un equipo Vaillant y, la tranquilidad de los usuarios del hogar en el que ha sido instalado.

- Oficial: es el único Servicio Técnico Oficial de la marca.
- Profesionalidad: los técnicos son formados directamente por el propio fabricante. Conocen pieza a pieza cada equipo Vaillant y reciclan continuamente sus conocimientos.
- Experiencia: cada uno de los técnicos revisa como media más de 1.000 equipos de climatización al año, todos Vaillant.
- Con la garantía del líder: disfrutar de la tranquilidad y seguridad de saber que el equipo está perfectamente mantenido. La mejor tecnología alemana en las mejores manos.

Servicio de Atención al Cliente 902 11 68 19

Cualquier consulta relacionada con nuestros productos o servicios tiene respuesta gracias a nuestro servicio de Atención al Cliente. Disponemos de una línea de atención directa tanto con profesionales como usuarios finales.

Vaillant online

Además en nuestro portal www.vaillant.es podrá encontrar la información más completa sobre nuestra amplia gama de producto, descargarse los catálogos comerciales así como consultar los consejos de ahorro y temas de interés más relevantes.

ANEXO 5.

FACTURAS DE GAS

DETALLE DE LA FACTURA

GAS NATURAL

Término Fijo Gas	36 días x 0,406027 Eur/día	14,62 €
Término Fijo Gas	22 días x 0,405574 Eur/día	8,92 €
Término Energía Gas	26.968 kWh x 0,05563 Eur/kWh	1.500,23 €
Término Energía Gas	16.480 kWh x 0,053589 Eur/kWh	883,15 €
Descuento promocional	2.406,92 Eur x -2 %	-48,14 €
% Dto. Promocional	2.406,92 Eur x -5 %	-120,34 €
Alquiler de Equipos Gas		1,16 €
Imppto.HC general (#)	43.448 kWh x 0,00234 Eur/kWh	101,67 €

Importe total		2.341,27 €
IVA normal (21%)	21% s/ 2.341,27	491,67 €

TOTAL IMPORTE FACTURA 2.832,94 €

Incluido en el importe facturado está el coste del peaje de acceso, que ha sido de 977,18 € (11,19 € por término fijo y 965,99 € por término variable). Los precios de los términos de peaje de acceso han sido publicados en la Orden TEC/1259/2019 (BOE 28-12-2019). Cuota de peajes y cánones destinada al GTS: 0,797%. Tasa sobre peajes y cánones destinada a la CNMC: 0,140%.

LECTURAS Y CONSUMOS

	Consumo en el periodo llano De 0h a 24h
Lectura anterior (real) (25-Noviembre-2019)	3.792 m ³
Lectura actual (real) (22-Enero-2020)	7.545 m ³
Factor Conv. Poder C	11,577 kWh/m ³
Consumo medido	3.753 m ³
Consumo en el periodo	43.448 kWh

Presión de suministro: 0,02 bar. Puede verificar el factor de conversión PCS en la web: https://www.enagas.es/enagas/es/Gestion_Tecnica_Sistema/CalidadGas/Consultas_del_factor_de_conversión_de_facturación

NOTIFICACIONES

(#) Tipo De Conversión 1GJ=277,777778 kWh

INFORMACIÓN DE SU PRODUCTO

Para más información puede llamar al servicio de atención al cliente o consultar nuestra web.

ATENCIÓN AL CLIENTE: CONSULTAS, GESTIONES Y RECLAMACIONES 24 HORAS

800760909 (tlf. gratuito)
www.endesaclientes.com
atencionalcliente@endesaonline.com

Reclamaciones
C/ Ribera del Loira 60
28042 Madrid

Urgencias
900 750 750
(tlf. gratuito)

Aportación lectura contador
900 770 770 (tlf. gratuito)
<http://www.gasnaturaldistribucion.com>

Para obtener información sobre medidas de eficiencia energética puede acudir a la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (www.cnmc.es), al Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (www.idae.es), o al organismo competente de su Comunidad Autónoma.

Endesa Energía está adherida al Sistema Arbitral de Consumo. Para ampliar la información sobre las reclamaciones que pueden ser tratadas a través del arbitraje consultar www.endesaclientes.com.

DETALLE DE LA FACTURA

GAS NATURAL

Término Fijo Gas	1 días x 0,306885 Eur/día	0,31 €
Término Energía Gas	753 kWh x 0,05642 Eur/kWh	42,48 €
% Dto. Promocional	42,79 Eur x -5 %	-2,14 €
Alquiler de Equipos Gas		0,02 €
Imppto.HC general (#)	753 kWh x 0,00234 Eur/kWh	1,76 €

Importe total		42,43 €
IVA normal (21%)	21% s/ 42,43	8,91 €

TOTAL IMPORTE FACTURA 51,34 €

Incluido en el importe facturado está el coste del peaje de acceso, que ha sido de 16,71 € (0,19 € por término fijo y 16,52 € por término variable). Los precios de los términos de peaje de acceso han sido publicados en la Orden TEC/1259/2019 (BOE 28-12-2019). Cuota de peajes y cánones destinada a GTS: 0,797%. Tasa sobre peajes y cánones destinada a la CNMC: 0,140%.

LECTURAS Y CONSUMOS

	Consumo en el periodo llano De 0h a 24h
Lectura anterior (real) (22-Enero-2020)	7.545 m ³
Lectura actual (real) (23-Enero-2020)	7.610 m ³
Factor Conv. Poder C	11,577 kWh/m ³
Consumo medido	65 m ³
Consumo en el periodo	753 kWh

Presión de suministro: 0,02 bar. Puede verificar el factor de conversión PCS en la web: https://www.enagas.es/enagas/es/Gestion_Tecnica_Sistema/CalidadGas/Consultas_del_factor_de_conversión_de_facturación

NOTIFICACIONES

(#) Tipo De Conversión 1GJ=277,777778 kWh

INFORMACIÓN DE SU PRODUCTO

A partir del 1 de enero de 2020 los precios de su producto con Endesa se han actualizado trasladando las variaciones reguladas en la Orden TEC/1259/2019 de 20 de diciembre, y también con la variación del IPC según lo establecido en las condiciones de su contrato.

ATENCIÓN AL CLIENTE: CONSULTAS, GESTIONES Y RECLAMACIONES 24 HORAS

800760909 (tlf. gratuito)
www.endesaclientes.com
atencionalcliente@endesaonline.com

Reclamaciones
C/ Ribera del Loira 60
28042 Madrid

Urgencias
900 750 750
(tlf. gratuito)

Aportación lectura contador
900 770 770 (tlf. gratuito)
<http://www.gasnaturaldistribucion.com>

Para obtener información sobre medidas de eficiencia energética puede acudir a la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (www.cnmc.es), al Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (www.idae.es), o al organismo competente de su Comunidad Autónoma.

Endesa Energía está adherida al Sistema Arbitral de Consumo. Para ampliar la información sobre las reclamaciones que pueden ser tratadas a través del arbitraje consultar www.endesaclientes.com.

DETALLE DE LA FACTURA**GAS NATURAL**

Término Fijo Gas	62 días x 0,306885 Eur/día	19,03 €
Descuento por e-factura	114,51 Eur x -2,00 %	-2,29 €
Término Energía Gas	1.968 kWh x 0,058187 Eur/kWh	114,51 €
Descuento promocional	133,54 Eur x -2 %	-2,67 €
% Dto. Promocional	133,54 Eur x -5 %	-6,68 €
Alquiler de Equipos Gas		1,28 €
Imppto.HC general (#)	1.968 kWh x 0,00234 Eur/kWh	4,61 €

Importe total		127,79 €
IVA normal (21%)	21% s/ 127,79	26,84 €

TOTAL IMPORTE FACTURA 154,63 €

Incluido en el importe facturado está el coste del peaje de acceso, que ha sido de 55,15 € (11,97 € por término fijo y 43,18 € por término variable). Los precios de los términos de peaje de acceso han sido publicados en la Orden TEC/1259/2019 (BOE 28-12-2019). Cuota de peajes y cánones destinada al GTS: 0,785%. Tasa sobre peajes y cánones destinada a la CNMC: 0,140%.

LECTURAS Y CONSUMOS

	Consumo en el periodo llano De 0h a 24h
Lectura anterior (real) (23-Enero-2020)	7.610 m ³
Lectura actual (estimada) (25-Marzo-2020)	7.782 m ³
Factor Conv. Poder C	11,439 kWh/m ³
Consumo medido	172 m ³
Consumo en el periodo	1.968 kWh

Presión de suministro: 0,02 bar. Puede verificar el factor de conversión PCS en la web: https://www.enagas.es/enagas/es/Gestion_Tecnica_Sistema/CalidadGas/Consultas_del_factor_de_conversion_de_facturacion

NOTIFICACIONES

(#) Tipo De Conversión 1GJ=277,77778 kWh

INFORMACIÓN DE SU PRODUCTO

A partir del 1 de enero de 2020 los precios de su producto con Endesa se han actualizado trasladando las variaciones reguladas en la Orden TEC/1259/2019 de 20 de diciembre, y también con la variación del IPC según lo establecido en las condiciones de su contrato.

ATENCIÓN AL CLIENTE: CONSULTAS, GESTIONES Y RECLAMACIONES 24 HORAS

800760909 (tlf. gratuito)
www.endesaclientes.com
atencionalcliente@endesaonline.com

Reclamaciones
C/ Ribera del Loira 60
28042 Madrid

Urgencias
900 750 750
(tlf. gratuito)

Aportación lectura contador
900 770 770 (tlf. gratuito)
<http://www.gasnaturaldistribucion.com>

Para obtener información sobre medidas de eficiencia energética puede acudir a la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (www.cnmcc.es), al Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (www.idaee.es), o al organismo competente de su Comunidad Autónoma.

Le informamos que Endesa Energía trabaja con entidades financieras para el correcto funcionamiento de su actividad. En este sentido, le informamos que sus datos relativos a esta factura podrán ser cedidos a dichas entidades, con las garantías necesarias y con la exclusiva finalidad de realizar operaciones de factoraje (anticipo de créditos cedidos). Concretamente, Endesa colabora con CaixaBank en este tipo de operaciones. Más información en https://www.caixabank.com/general/factoringendesa_es.html. Asimismo, le informamos que si desea obtener más información sobre la política de protección de datos de Endesa Energía, incluida la forma en que puede ejercer sus derechos, puede consultar nuestra web www.endesaclientes.com.

Endesa Energía está adherida al Sistema Arbitral de Consumo. Para ampliar la información sobre las reclamaciones que pueden ser tratadas a través del arbitraje consultar www.endesaclientes.com.

**DETALLE DE LA FACTURA****GAS NATURAL**

Término Fijo Gas	62 días x 0,306885 Eur/día	19,03 €
Descuento por e-factura	40,59 Eur x -2,00 %	-0,81 €
Término Energía Gas	692 kWh x 0,058661 Eur/kWh	40,59 €
Descuento promocional	59,62 Eur x -2 %	-1,19 €
% Dto. Promocional	59,62 Eur x -5 %	-2,98 €
Alquiler de Equipos Gas		1,26 €
Imppto.HC general (#)	692 kWh x 0,00234 Eur/kWh	1,62 €

Importe total		57,52 €
IVA normal (21%)	21% s/ 57,52	12,08 €

TOTAL IMPORTE FACTURA **69,60 €**

Incluido en el importe facturado está el coste del peaje de acceso, que ha sido de 27,15 € (11,97 € por término fijo y 15,18 € por término variable). Los precios de los términos de peaje de acceso han sido publicados en la Orden TEC/1259/2019 (BOE 28-12-2019). Cuota de peajes y cánones destinada al GTS: 0,785%. Tasa sobre peajes y cánones destinada a la CNMC: 0,140%.

**LECTURAS Y CONSUMOS**

	Consumo en el periodo llano De 0h a 24h
Lectura anterior (estimada) (25-Marzo-2020)	7.782 m ³
Lectura actual (estimada) (26-Mayo-2020)	7.842 m ³
Factor Conv. Poder C	11,529 kWh/m ³
Consumo medido	60 m ³
Consumo en el periodo	692 kWh

Presión de suministro: 0,02 bar. Puede verificar el factor de conversión PCS en la web: https://www.enagas.es/enagas/es/Gestion_Tecnica_Sistema/CalidadGas/Consultas_del_factor_de_conversión_de_facturación

**NOTIFICACIONES**

(#) Tipo De Conversión 1G.J=277,777778 kWh

**INFORMACIÓN DE SU PRODUCTO**

Para más información puede llamar al servicio de atención al cliente o consultar nuestra web.

**ATENCIÓN AL CLIENTE: CONSULTAS, GESTIONES Y RECLAMACIONES 24 HORAS**

800760909 (tif. gratuito)
www.endesaclientes.com
atencionalcliente@endesaonline.com



Reclamaciones
 C/ Ribera del Loira 60
 28042 Madrid



Urgencias
 900 750 750
 (tif. gratuito)



Aportación lectura contador
 900 770 770 (tif. gratuito)
<http://www.gasnaturaldistribucion.com>

Para obtener información sobre medidas de eficiencia energética puede acudir a la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (www.cnmc.es), al Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (www.idae.es), o al organismo competente de su Comunidad Autónoma.

Endesa Energía está adherida al Sistema Arbitral de Consumo. Para ampliar la información sobre las reclamaciones que pueden ser tratadas a través del arbitraje consultar www.endesaclientes.com.

ANEXO 6.

CONSUMOS ELÉCTRICOS

CONSUMO ELÉCTRICO FEBRERO

Mes	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	Prom	
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
Hora																															
0	620	615	618	672	678	672	2.964	2.929	2.833	2.919	2.936	4.450	4.193	4.162	4.269	668	623	2.876	2.918	2.983	2.948	2.946	614	633	631	2.050	2.796	898	624	2.060	
1	631	664	883	677	679	672	668	671	667	669	635	2.022	2.017	2.007	2.019	606	665	669	695	735	720	626	653	626	683	2.052	2.690	664	625	976	
2	871	659	740	673	675	906	668	886	672	742	662	2.030	2.027	2.016	2.234	644	732	667	834	976	722	679	610	794	679	2.064	2.694	672	666	1.031	
3	621	621	824	669	903	656	887	632	629	796	670	2.035	2.026	2.020	2.035	663	830	644	679	730	935	643	607	803	622	2.059	2.682	678	842	1.015	
4	636	918	626	669	683	1.000	971	982	1.172	934	1.231	2.041	2.242	2.232	2.033	1.177	938	973	974	1.004	1.000	944	1.123	1.176	1.206	2.265	2.679	961	951	1.232	
5	1.070	1.045	1.507	1.774	1.533	2.548	2.569	2.123	1.893	2.363	2.588	2.569	2.567	2.550	2.101	2.087	2.559	2.614	2.575	2.351	2.563	2.297	1.875	2.106	2.093	2.100	2.694	2.103	2.088	2.169	
6	7.135	7.152	7.551	7.687	7.624	7.616	7.630	7.168	7.006	7.333	7.743	7.659	7.720	7.575	7.153	2.931	7.555	7.361	7.514	7.511	7.576	7.114	2.761	7.172	7.071	7.222	7.272	7.184	7.203	7.076	
7	7.653	7.770	8.131	8.248	8.223	8.248	8.165	7.714	7.551	8.284	8.386	8.258	8.218	8.233	7.755	3.336	8.203	7.922	8.143	8.139	8.138	7.849	3.091	8.130	8.204	8.383	8.173	8.248	7.890	7.748	
8	7.892	7.730	8.568	8.646	8.527	8.705	8.814	8.254	7.553	8.632	8.724	8.937	8.612	8.505	8.117	3.319	8.968	8.336	8.470	8.646	8.356	8.284	3.038	8.776	8.833	8.971	8.682	8.780	8.215	8.134	
9	7.865	7.793	9.097	9.230	9.309	9.095	9.152	8.084	7.429	8.710	9.250	9.295	9.318	9.083	7.850	3.144	9.162	8.716	8.990	8.872	9.155	8.072	2.934	9.159	9.220	9.505	9.089	9.228	8.181	8.413	
10	8.283	7.245	9.260	9.608	9.507	9.478	9.801	8.292	7.193	9.513	9.770	10.201	9.690	9.189	8.111	3.144	9.320	9.494	9.502	9.658	9.659	8.213	2.938	9.724	9.941	9.733	9.406	9.381	8.238	8.741	
11	9.781	7.187	9.621	10.385	10.230	10.055	10.575	10.205	7.030	9.859	10.440	10.862	10.179	9.791	14.334	3.147	9.419	10.253	9.887	10.110	10.247	9.671	2.948	10.051	10.730	10.204	10.327	10.222	10.595	9.598	
12	10.873	7.242	9.755	10.123	10.495	10.158	8.572	10.406	7.192	9.660	10.886	10.541	10.216	7.960	18.111	2.846	9.364	10.251	9.210	10.014	9.185	10.631	3.856	9.602	10.620	9.716	9.837	8.209	12.740	9.596	
13	10.355	7.304	8.280	8.839	8.829	8.526	8.120	11.023	7.501	7.973	9.505	8.242	8.414	8.200	17.193	2.933	8.595	8.519	7.903	8.135	9.408	10.452	4.061	7.836	9.542	8.498	8.954	8.417	12.304	8.754	
14	7.625	7.137	7.728	8.525	8.345	8.015	9.051	8.749	7.081	7.973	8.541	7.953	8.194	8.122	13.051	2.899	7.895	8.102	7.846	7.765	8.631	4.279	3.508	7.733	8.584	8.501	8.839	8.072	4.450	7.696	
15	7.350	7.375	8.866	8.438	8.781	8.576	8.835	7.214	7.040	8.747	8.846	8.950	8.630	9.261	6.828	2.957	9.066	8.254	8.728	8.408	9.058	2.505	2.982	9.056	8.849	8.501	9.317	9.301	4.021	7.750	
16	7.259	7.153	9.493	9.776	8.931	9.388	8.619	7.142	6.982	9.430	10.074	9.373	9.383	9.313	7.023	7.182	9.321	9.125	8.949	9.424	9.278	2.496	7.439	9.381	9.729	8.645	8.982	8.809	3.778	8.341	
17	7.225	7.301	9.483	10.052	8.710	9.926	8.559	7.047	7.130	9.692	10.170	9.815	10.076	9.162	7.022	7.535	9.392	9.686	10.122	9.692	9.177	2.819	7.566	9.713	10.648	9.113	9.486	8.954	3.722	8.586	
18	7.151	7.161	9.898	10.203	10.493	10.471	10.326	7.136	7.153	10.812	10.894	10.509	11.006	10.197	7.018	7.227	10.397	10.514	9.959	10.496	10.337	2.935	7.155	10.845	10.486	10.134	11.154	10.730	3.876	9.196	
19	7.158	6.985	10.709	11.197	11.526	11.556	10.684	6.884	7.228	11.569	11.432	11.909	11.481	11.587	6.993	7.378	11.536	10.929	11.196	11.136	10.506	2.688	7.383	10.683	12.190	11.087	11.788	11.444	4.203	9.760	
20	7.514	6.962	10.811	11.106	10.684	10.787	8.143	7.214	7.036	10.594	11.406	11.333	11.425	8.331	7.274	7.289	10.296	10.981	10.678	10.699	7.860	2.863	7.366	10.818	10.979	9.892	11.310	7.871	3.843	9.082	
21	7.374	7.114	10.213	11.650	9.870	10.814	7.616	7.075	7.029	10.926	11.421	11.083	11.381	7.722	4.622	7.131	10.399	10.444	10.307	10.251	7.737	2.674	7.166	10.365	8.698	9.973	10.843	7.903	4.041	8.753	
22	7.163	7.345	8.256	8.369	7.860	8.301	7.327	7.047	7.295	8.414	8.679	8.399	8.440	7.408	2.742	7.378	8.023	8.461	7.886	8.374	7.798	2.598	7.327	8.378	7.807	8.694	8.434	7.888	4.172	7.457	
23	2.468	2.342	2.409	2.482	2.441	7.121	7.063	6.724	6.842	7.185	7.251	7.358	7.330	7.314	2.595	7.244	6.831	6.791	6.928	6.989	6.859	2.525	2.565	4.803	5.291	5.289	4.802	4.916	3.550	5.321	
Suma	W.h	142.573	130.820	163.327	169.698	165.536	173.290	165.779	151.601	137.137	173.729	182.140	185.824	184.785	171.940	168.483	94.865	170.089	172.582	170.893	173.098	167.853	106.803	91.566	168.363	173.336	174.651	182.930	161.533	120.818	