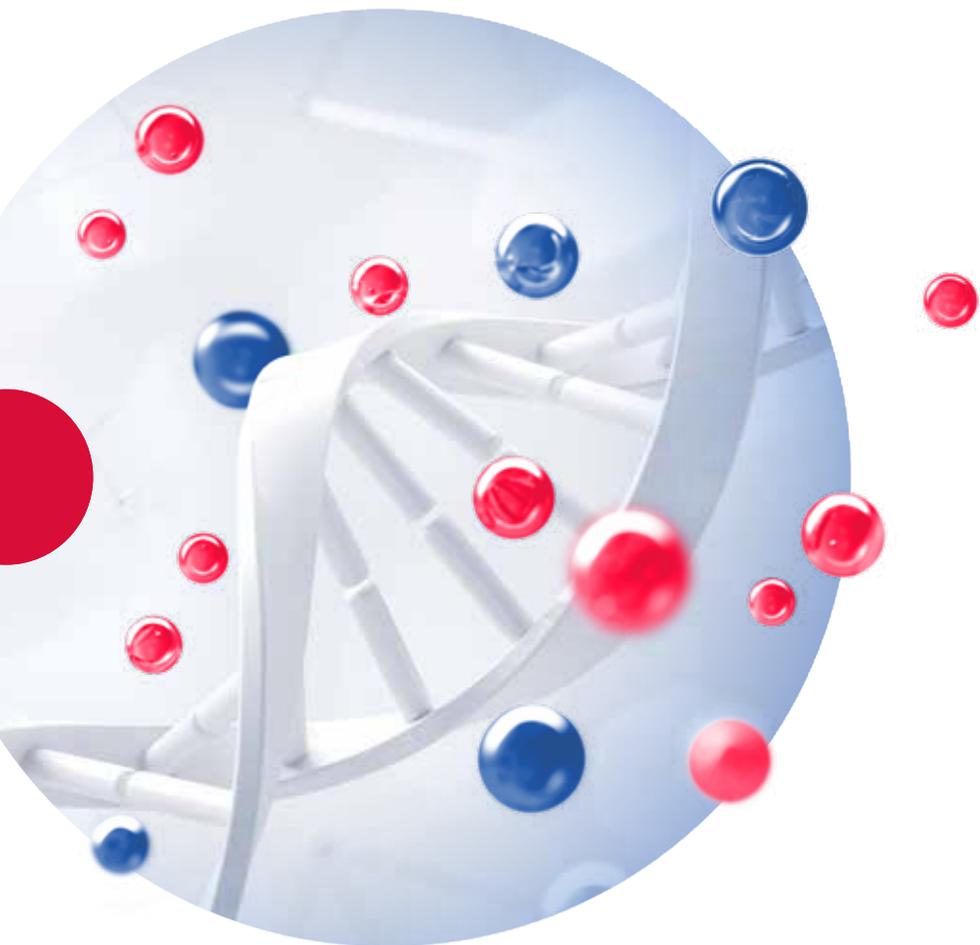


Guía de eficiencia energética con los sistemas polivalentes EXP



Indicadores estacionales
específicos

Índice



- 1.**
Unidades polivalentes
- 2.**
Simultaneidad de demanda de servicios de calefacción y enfriamiento
Los límites de la legislación europea actual
- 3.**
Indicador anual de resultados
Nuevo indicador de eficacia para las unidades polivalentes
- 4.**
Configuraciones multiunidades
La respuesta a las nuevas exigencias de satisfacer cargas desequilibradas
- 5.**
Cómo optimizar la eficiencia energética de las configuraciones multi-unidad
Multi Technology Manager
- 6.**
Aplicaciones
- 7.**
Conclusiones

Grupo de trabajo

Rhoss S.p.A
Politecnico di Torino - Grupo TEBE @ IEEM

1.

Unidades polivalentes

Las unidades polivalentes son **bombas de calor avanzadas** equipadas con **recuperación total** para la **producción de agua fría y caliente de forma simultánea y/o independiente durante todo el año.**

Se introdujeron en el mercado hace más de 20 años y tuvieron un éxito inmediato por su **eficacia, versatilidad** y **flexibilidad** en todos los ámbitos de aplicación.

Las unidades polivalentes EXP System pueden encontrar su lugar natural en las **instalaciones de 4 tubos**, donde existe la necesidad de enfriar y calentar durante todo el año, más que en las **instalaciones de 2 tubos**, donde puede haber una demanda para satisfacer cargas opuestas en la temporada de verano y sólo calefacción en la temporada de invierno.

Las ingenierías de diseño se centran cada vez más en cuestiones de eficiencia energética del sistema edificio-instalación: las unidades polivalentes pueden ser la clave para alcanzar los objetivos fijados.

Las unidades polivalentes, que siempre han formado parte de la oferta de Rhoss, han seguido el desarrollo tecnológico de las unidades de refrigeración en los últimos años. Desde el cambio de los gases refrigerantes a los actuales de bajo GWP y reducido impacto medioambiental, pasando por la evolución tecnológica de los componentes con soluciones inverter de alta eficiencia energética, hasta el aumento de los campos funcionales de trabajo para la producción de agua cada vez más caliente para los usos más diversos.

2.

Simultaneidad de demanda de servicios de calefacción y enfriamiento

Los límites de la actual
legislación europea

Falta de indicadores

La capacidad de proporcionar servicios de calefacción y enfriamiento de forma independiente o simultánea (no solo estacionalmente como las bombas de calor reversibles) hace de la unidad polivalente una solución tecnológica prometedora, especialmente en el sector terciario y comercial. El uso de una unidad polivalente EXP System, sola o en combinación con otros sistemas HVAC (por ejemplo, enfriadoras, bombas de calor, etc.), puede ofrecer ventajas significativas en términos de reducción del consumo de energía eléctrica con un impacto en las emisiones de CO₂ equivalente, y en los costes de funcionamiento y generales.

Sin embargo, en la actualidad se carece de indicadores capaces de evaluar exhaustivamente el funcionamiento y los beneficios de las unidades polivalentes.

Hasta ahora, el rendimiento de las unidades polivalentes se ha evaluado en función de los conocidos índices estacionales SCOP (*Coefficiente Estacional de Rendimiento*) y SEER (*Coefficiente Estacional de Eficiencia Energética*), calculados según la norma EN 14825. Mientras que estos índices son especialmente útiles para expresar el potencial de las bombas de calor convencionales, que prestan un servicio a la vez (enfriamiento o calefacción, según la estación del año de que se trate), SEER y SCOP no bastan para evaluar el rendimiento de las unidades polivalentes cuando prestan un doble servicio, enfriamiento y calefacción, de forma simultánea. La norma EN 14825 exige que SEER y SCOP se calculen utilizando cargas lineales, definiendo el número de horas de las estaciones de calefacción y enfriamiento y el intervalo de temperaturas de referencia para el cálculo, basándose en diferentes condiciones climáticas.

i

Criticidad del enfoque

Este enfoque presenta criticidades cuando se utiliza para evaluar el rendimiento de una unidad polivalente. En efecto, resulta limitante considerar intervalos fijos de temperatura para la definición de las curvas de carga, así como definir dos temporadas de calefacción y enfriamiento separadas e independientes; de hecho, **utilizando este método, no es posible tener en cuenta las posibles demandas simultáneas de calefacción y enfriamiento, ni considerar el número de horas de simultaneidad, aspectos que representan las principales ventajas de las unidades polivalentes.**



3.

Indicador anual de resultados

Nuevo indicador de prestaciones para las unidades polivalentes

La metodología

Con el fin de cuantificar y valorizar los beneficios que puede ofrecer el uso de una tecnología polivalente puede ofrecer **la colaboración entre Rhoss S.p.A. y el Politecnico di Torino - Grupo TEBE @ IEEM tenía como objetivo desarrollar nuevos indicadores capaces de tener en cuenta las horas de demanda simultánea de los servicios de calefacción y enfriamiento.**

La metodología propuesta consta de dos fases:

1.

Experimentación numérica

Necesaria para modelizar el acoplamiento entre los perfiles de carga y las dinámicas de funcionamiento de las unidades polivalentes.

2.

Definición de los indicadores

Su objetivo es definir un conjunto de métricas capaces de expresar el rendimiento de las unidades polivalentes, superando las limitaciones existentes y centrándose en las aplicaciones en instalaciones de 4 tubos.

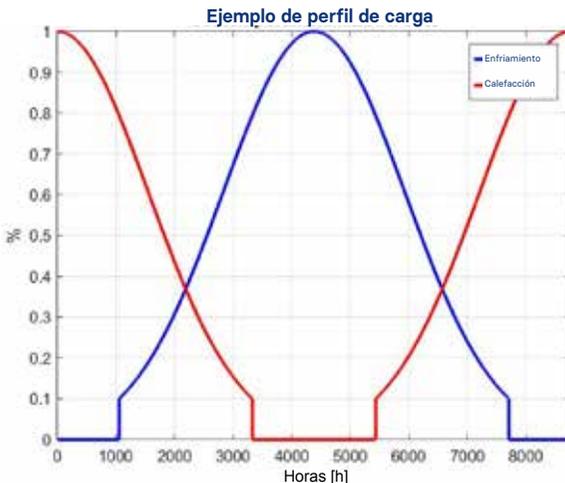
1.

Modelización numérica

La fase de modelización numérica se desarrolla en torno a tres etapas metodológicas que permiten: crear los perfiles de carga, definir los modos de funcionamiento de las unidades y modelizar el acoplamiento carga-máquina, considerando las cargas parciales y la temperatura del aire exterior como parámetros influyentes. Esta etapa es preparatoria de la fase posterior de definición de los indicadores de resultados.

Creación del perfil de carga

Para generalizar el marco metodológico y alejarse de casos concretos, **los perfiles de carga de enfriamiento y calefacción se distribuyen a lo largo de las horas del año según curvas de Gauss teóricas y normalizadas**, teniendo en cuenta la posibilidad de tener demandas simultáneas y fijando un porcentaje concreto de simultaneidad (es decir, número de horas en las que se demandan simultáneamente los servicios de calefacción y enfriamiento). Durante las horas no simultaneidad, solo hay cargas de enfriamiento y calefacción, mientras que las horas de simultaneidad se caracterizan por demandas simultáneas de calefacción y enfriamiento.



Definición de la **modalidad de funcionamiento**

Las características técnicas de la unidad polivalente EXP System permiten funcionar según **tres modos de funcionamiento principales**:

A1 o solo enfriamiento (la unidad funciona como una enfriadora convencional).

A3 o solo calefacción (la máquina funciona como una bomba de calor convencional).

A2 o calefacción y enfriamiento combinados. En este último modo, la unidad polivalente permite recuperar el calor de condensación durante la producción de agua fría que, de otro modo, se desperdiciaría.

Acoplamiento **carga-máquina**

Se ha creado un modelo para caracterizar el funcionamiento de las unidades polivalentes y se han identificado **cinco posibles modos de acoplamiento**:

A1_{NCont} (solo enfriamiento en horas de no simultaneidad),

A3_{NCont} (solo calefacción en horas de no simultaneidad),

A2 (demanda combinada de calefacción y enfriamiento),

A2+A1_{Cont} (cuando el modo A2 requiere una integración en modo A1 para satisfacer la demanda de enfriamiento durante las horas de simultaneidad)

A2+A3_{Cont} (cuando el modo A2 requiere una integración en modo A3 para satisfacer la demanda de calefacción durante horas de simultaneidad)¹.

¹. Para más detalles sobre el modelo numérico y la metodología adoptada, véanse las publicaciones sobre el tema:

- Abbà, S. Cellura, S.P. Corgnati, S. Morassutti, L. Prendin. Overall energy performance of polyvalent heat pump systems. REHVA Journal 57, pp. 26-31, 2020.
- Abbà, G. Crespi, S.P. Corgnati, S. Morassutti, L. Prendin. Sperimentazione numerica delle dinamiche di funzionamento di sistemi polivalenti. 37° Convegno Nazionale AiCARR – Obiettivo 2030: Scenari, tecnologie e strategie per la sostenibilità energetica nella climatizzazione, Luglio 2020.
- G. Crespi, I. Abbà, S.P. Corgnati, L. Prendin, M. Babuin. Contemporary and unbalanced loads in buildings: new performance indicators. REHVA Journal 59, pp. 16-20, 2022.
- Abbà, G. Crespi. A Multi-criteria Assessment of HVAC Configurations for Contemporary Heating and Cooling Needs. NMP 2022, LNNS 482, pp. 1711-1720, 2022.
- G. Crespi, I. Abbà, S.P. Corgnati. Innovative metrics to evaluate HVAC systems performances for meeting contemporary loads in buildings. Energy Reports 8, pp. 9221-9233, 2022.

2. Índices de rendimiento

Inspirándose en los coeficientes que existen actualmente para las bombas de calor, se han definido **cinco índices de rendimiento** para evaluar el rendimiento de cada modo de funcionamiento:

SCOP_{nc modo}

SCOP_{c modo}

SEER_{nc modo}

SEER_{c modo}

S-EXP_{modo}

Cada métrica se calcula como la relación entre las demandas totales de energía y las respectivas energías eléctricas absorbidas para un modo de funcionamiento específico. En el cálculo de los indicadores se incluye cualquier integración mediante un sistema eléctrico de apoyo (con eficiencia unitaria) para las demandas de pico de calefacción. Aunque algunas métricas (SCOP_{nc modo}, SCOP_{c modo}, SEER_{nc modo}, SEER_{c modo}) pueden recordar a SCOP y SEER basados en estándares y conocidos en el ámbito comercial, es importante señalar que existen diferencias en su definición.

Nacimiento del **Indicador Anual de Rendimiento (API - Annual Performance Indicator)**

A partir de los indicadores desarrollados, el principal objetivo del estudio era definir un **índice agregado sobre una base anual**, capaz de expresar eficazmente el rendimiento de las unidades polivalentes y de permitir la comparación con otros sistemas, incluidos los tradicionales.

El resultado es el Indicador Anual de Rendimiento (API), calculado como la suma de los cinco índices descritos anteriormente, cada uno ponderado por las horas de funcionamiento de la unidad en cada modo de funcionamiento. En detalle, definiendo P1, P2, P3, P4 y P5 como las fracciones de horas anuales en las que el polivalente opera en $A3_{NCont}$, $A1_{NCont}$, A2, $A3_{Cont}$ y $A1_{Cont}$, el API se calcula como sigue:

$$API = P_1 \times_{modo} SCOPnc + P_2 \times_{modo} SEERnc + P_3 \times_{modo} S-EXP + P_4 \times_{modo} SCOPc + P_5 \times_{modo} SEERC$$

Definición de los indicadores de resultados y ponderaciones para cada modo de funcionamiento

Horas de NO simultaneidad		$A3_{NCont}$	$SCOPnc_{modo}$	Horas de funcionamiento de la máquina en $A3_{NCont}$ (P_1)
		$A1_{NCont}$	$SEERnc_{modo}$	Horas de funcionamiento de la máquina en $A1_{NCont}$ (P_2)
Horas de simultaneidad		A2	$S-EXP_{modo}$	Horas de funcionamiento de la máquina en A2 (P_3)
		$A3_{Cont}$	$SCOPc_{modo}$	Horas de funcionamiento de la máquina en $A3_{Cont}$ (P_4)
		$A1_{Cont}$	$SEERC_{modo}$	Horas de funcionamiento de la máquina en $A1_{Cont}$ (P_5)

4.

Configuraciones multi-unidad

La respuesta
a los nuevos requisitos
para satisfacer cargas
desequilibradas

Configuraciones multiunidades como respuesta a los nuevos requisitos para satisfacer cargas desequilibradas

En los sistemas modernos, en parte como consecuencia de las normativas que imponen un aislamiento eficiente de los edificios, las cargas enfriadoras y térmicas que deben satisfacerse están cada vez más desequilibradas.

Además, en las instalaciones de 4 tubos, **la necesidad de enfriar y calentar de manera simultánea ha aumentado con los años**, lo que ha impulsado el uso creciente de unidades polivalentes.

Estos dos aspectos no siempre conducen a la definición de una única unidad polivalente que satisfaga plenamente y de forma global todos los requisitos, lo que a menudo conduce a un sobredimensionamiento de la elección con un aumento de los costes y, en algunos casos, a una disminución de la alta eficiencia energética de la unidad debido a la disminución del funcionamiento simultáneo en la producción de agua fría y caliente.

Sería mejor poder elegir la unidad polivalente para satisfacer la menor de las cargas enfriadoras/térmicas y complementar la carga restante con la adición de enfriadoras o bombas de calor, por lo que es necesario poder gestionar unidades de diferente tecnología y capacidad de forma eficiente y fiable para satisfacer las demandas desequilibradas de carga de la utilidad.

Así nació MTM - Multi Technology Manager, que gestiona las unidades elegidas en la fase de diseño de la instalación, para optimizar la eficiencia energética global del sistema.

5.

Cómo optimizar la eficiencia energética de las configuraciones multi-unidad

Multi Technology Manager

Multi Technology Manager

MTM - Multi Technology Manager es un **dispositivo para la gestión inteligente de los grupos frigoríficos, bombas de calor y unidades polivalentes RHOSS** (hasta un máximo de 10 unidades), con control de las unidades individuales en función de la carga (enfriadora y térmica) y optimización de su funcionamiento, con el objetivo de maximizar su rendimiento y eficiencia energética, el tiempo de trabajo y garantizar la precisión de las temperaturas de los fluidos calientes y fríos producidos.

MTM realiza la función de Gestor controlando directamente el funcionamiento de las unidades conectadas y sus componentes, utilizando las especificidades de cada tecnología para maximizar la eficiencia energética del **grupo de unidades**, minimizando su consumo energético.



Aplicación del **MTM**

MTM puede aplicarse en instalaciones de:

1.

4 TUBOS

Instalación en la que se produce agua fría en el circuito principal y agua caliente en el circuito secundario/de recuperación durante todo el año.

2.

2 TUBOS

Instalación en la que se produce agua fría en verano y caliente en invierno, en el circuito principal.

3.

2 TUBOS + ACS

Instalación en la que se produce agua fría en verano y agua caliente en invierno, en el circuito principal; al mismo tiempo, puede haber demanda de agua caliente para la producción de ACS en el circuito secundario/de recuperación.

Características de las unidades **utilizadas**

Las unidades utilizadas pueden ser diferentes en términos de:

Tipo

(enfriadoras, bombas de calor reversibles, unidades polivalentes EXP, ...)

Tecnología utilizada

(compresores tipo Scroll, semiherméticos de tornillo, ON-Off e inverter, Turbocor)

Dimensión

MTM gestiona la secuencia/inserción de las unidades en función de la evaluación de la carga de la instalación y la prioridad se establece según lógicas estándar y personalizables.

i

En caso de instalaciones con **grandes desequilibrios de carga** enfriadora o térmica

la solución más eficaz es el acoplamiento de unidades polivalentes con enfriadoras o bombas de calor.

En este caso, las lógicas aplicadas **priorizan el funcionamiento de las unidades polivalentes en el modo de producción combinada de calor y frío, dejando la integración de las cargas de frío o térmicas en exceso a la enfriadora o a la bomba de calor.**

6. Aplicaciones



¿Es mejor el rendimiento de los **sistemas multi-unidad** que el de los **sistemas con una sola unidad polivalente**?

El objetivo de esta parte de la investigación es evaluar el potencial derivado de acoplar unidades polivalentes con otros sistemas HVAC, gracias a sistemas de gestión y control eficientes que puedan optimizar estratégicamente el uso de las tecnologías de forma eficiente en caso de cargas desequilibradas. El análisis presenta una comparación de configuraciones de instalaciones de **una sola unidad** (solo polivalente) y **multiunidades** (unidad polivalente + enfriadora/bomba de calor) en diferentes condiciones de carga, comparando el rendimiento en términos de energía (API) y económicos (coste global y tiempo de amortización).

Premisas

1. Clima

Estrasburgo (clima «medio» según la norma EN 14825)

2. Simultaneidad de demanda de servicios de calefacción y enfriamiento

52% (media) - 4557 horas al año

3. Perfiles de carga

Curvas de Gauss definidas por la metodología

4. Cargas desequilibradas

una carga el doble de pesada que la otra

- **Desequilibrio hacia el frío**

carga de enfriamiento igual al doble de la carga de calefacción

- **Desequilibrio hacia el calor**

carga de calefacción igual al doble de la carga de enfriamiento

5. Potencias máximas requeridas

Cargas elevadas: 600 kW

Cargas medias: 300 kW

6. Configuraciones de las instalaciones (atención especial a las instalaciones de 4 tubos):

- **Una unidad:** una única unidad polivalente

- **Multiunidad:** unidad polivalente + enfriadora o unidad polivalente + bomba de calor, en función del tipo de desequilibrio

7. Tipo de unidad

Unidades EXP System con tecnología scroll y gas refrigerante R454B de bajo GWP

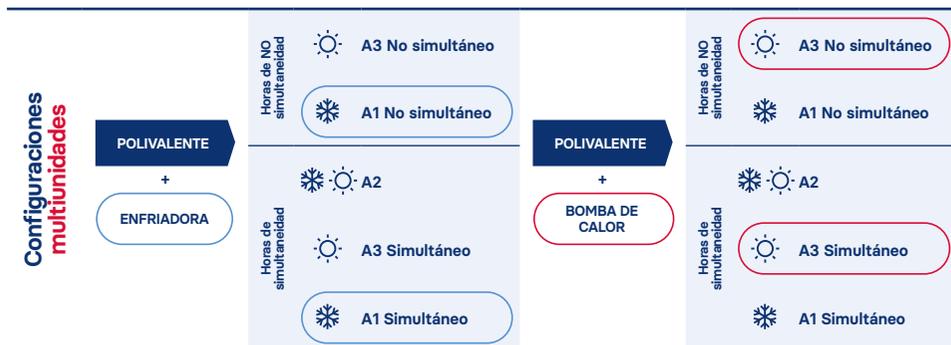
Enfriadoras y bombas de calor con tecnología scroll y gas refrigerante R32 de bajo GWP

		una unidad	multiunidades
Cargas altas	Desequilibrio hacia el frío	TXAETU 6660 (polivalente)	TXAETU 4370 (polivalente) + TCAETI 4260 (enfriadora)
	Desequilibrio hacia el calor	TXAETU 6660 (polivalente)	TXAETU 4370 (polivalente) + THAETI 4350 (bomba de calor)
Cargas medias	Desequilibrio hacia el frío	TXAETU 4330 (polivalente)	TXAETU 4160 (polivalente) + TCAETI 2160 (enfriadora)
	Desequilibrio hacia el calor	TXAETU 4330 (polivalente)	TXAETU 4160 (polivalente) + THAETI 4220 (bomba de calor)

Definición de las configuraciones analizadas

		Desequilibrio hacia el frío Demanda de enfriamiento > demanda de calefacción	Desequilibrio hacia el calor Demanda de calefacción > demanda de enfriamiento
Configuración una unidad	POLIVALENTE	Horas de NO simultaneidad ☀️ ❄️	A3 No simultáneo A1 No simultáneo
		Horas de simultaneidad ❄️☀️ ☀️ ❄️	A2 A3 Simultáneo A1 Simultáneo

La unidad polivalente está dimensionada para satisfacer todos los servicios necesarios.



La unidad polivalente no está dimensionada para satisfacer todos los servicios demandados.

El sistema requiere la integración de una enfriadora para satisfacer los picos de **demanda de refrescamiento**. La enfriadora solo funciona en los modos **A1_{NCont}** y **A1_{Cont}**

La unidad polivalente no está dimensionada para satisfacer todos los servicios demandados. En concreto, el sistema requiere la integración de una bomba de calor para satisfacer los picos de **demanda de calefacción**. La bomba de calor solo funciona en los modos **A3_{NCont}** y **A3_{Cont}**

En caso de configuraciones **multiunidad**, el acoplamiento de las dos máquinas puede gestionarse fácilmente a través del sistema de gestión MTM, que permite tomar decisiones eficientes sobre la estrategia de arranque y funcionamiento de las unidades que componen el sistema energético considerado.

Se utilizaron perfiles de carga ideales (cargas de Gauss) para comparar de forma coherente las distintas alternativas tecnológicas.

Perfiles de carga utilizados

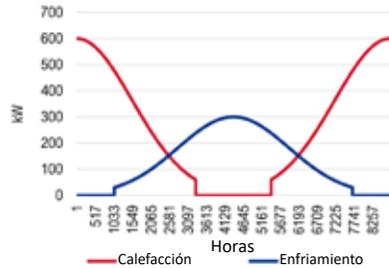
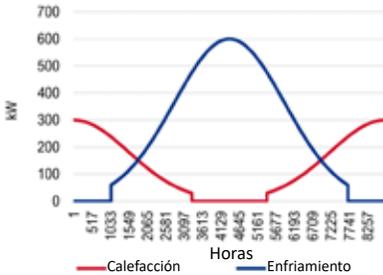
Desequilibrio hacia el frío

Demanda de enfriamiento > demanda de calefacción

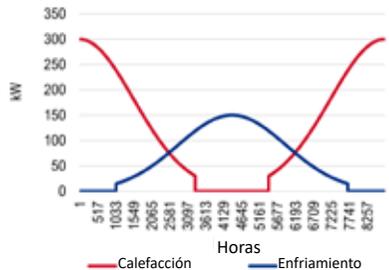
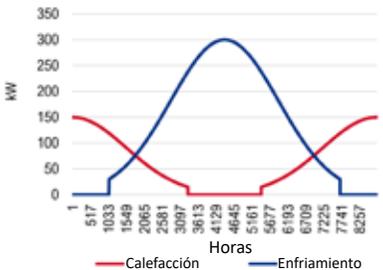
Desequilibrio hacia el calor

Demanda de calefacción > demanda de enfriamiento

Cargas elevadas



Cargas medias



La comparación entre las configuraciones propuestas se presenta desde un punto de vista energético y económico, utilizando los siguientes indicadores:

API

para la evaluación del rendimiento de las configuraciones de las instalaciones.

Delta API (Δ API)

variación porcentual entre el API de la alternativa multiunidad frente al de la unidad simple polivalente.

Un delta positivo indica que la configuración multiunidad es más rentable en términos de energía que la configuración de una sola unidad polivalente.

Delta Coste Global (Δ CG)

El coste global representa el coste de una tecnología a lo largo de su ciclo de vida e incluye no solo el coste de inversión, sino también los costes operativos anuales actualizados². El Δ CG representa la variación porcentual en el coste global de la alternativa multiunidad en comparación con la unidad simple polivalente.

Un delta negativo indica la rentabilidad de la configuración multiunidad.

Tiempo de amortización (PBT)

Se define como la relación entre el delta del coste de inversión y el delta de ahorro energético delta de las dos configuraciones. Este indicador solo puede calcularse en los casos en que el coste de inversión de las multiunidades sea superior al de la unidad polivalente única.

² En esta aplicación, los costes se actualizaron con un tipo de interés del 4%. Los costes de inversión y mantenimiento de las máquinas proceden de la lista de precios de Rhoss S.p.A., y el coste del sistema MTM solo se ha añadido en el caso de las configuraciones multiunidad. Para estimar el coste de la energía, se tomó como referencia el precio de la energía (€/kWh) para los primeros trimestres de 2022 facilitado por ARERA.

Resultados de los indicadores de rendimiento, energía y económicos para cargas elevadas

Cargas elevadas [kW]	API una unidad	API multi-unidad	Δ API	Δ CG	PBT [años]
600 C - 300 H	5,118	5,280	+3,2%	-3,4%	N.A.
300 C - 600 H	4,978	5,078	+2%	-2,7%	3,10

C = Enfriamiento H = Calefacción N.A. = No disponible

Resultados de los indicadores de rendimiento, energía y económicos para cargas medias

Cargas medias [kW]	API una unidad	API multi-unidad	Δ API	Δ CG	PBT [años]
300 C - 150 H	4,581	4,970	+8,5%	-5,8%	N.A.
150 C - 300 H	4,451	4,943	+11,1%	-7,7%	2,61

C = Enfriamiento H = Calefacción N.A. = No disponible

La aplicación de la metodología desarrollada por el Politecnico di Torino en caso de cargas desequilibradas ha premiado las soluciones híbridas compuestas por unidades polivalentes y enfriadoras o bombas de calor, en función del desequilibrio de la carga.

La configuración multiunidad siempre es mejor que la de una única unidad, tanto para desequilibrios de frío como de calor e independientemente de las condiciones de carga máxima. Esta conveniencia energética queda bien ilustrada por el indicador anual API, cuyo delta entre las configuraciones es siempre positivo, superando incluso el 10%. El valor del indicador está influido por las condiciones de carga y las características de las propias máquinas, en términos de eficiencias en cargas parciales a diferentes temperaturas del aire ambiente.

Desde el punto de vista económico, en los casos con desequilibrio hacia el frío, los sistemas multiunidad, además de ser más eficientes desde el punto de vista del consumo de energía, tienen costes de inversión más bajos que las configuraciones de una única unidad polivalente: para estos casos, por tanto, no se calcula el plazo de amortización.

Por el contrario, en los casos con desequilibrio hacia el calor, el sistema multiunidad tiene un coste de inversión más elevado que la configuración con una única unidad polivalente; solo en estos casos, por tanto, es posible calcular el plazo de amortización, que es inferior a tres años. A pesar de la mayor inversión inicial, el consumo eléctrico (y el consiguiente coste energético) del sistema multiunidad es menor, lo que se traduce en una mayor rentabilidad global.

¿Consigue el API valorizar el tema de la simultaneidad?

Centrándose en las configuraciones multiunidad, cuya conveniencia se demostró previamente mediante los casos de aplicación propuestos, esta parte del estudio pretende verificar la capacidad del indicador API para poner de manifiesto el efecto de la simultaneidad en el rendimiento de las máquinas.

Premisas

1. Clima

Estrasburgo (clima «medio» según la norma EN 14825)

2. Simultaneidad de demanda de servicios de calefacción y enfriamiento

23% (baja) - 1971 horas al año

52% (media) - 4557 horas al año

76% (alta) - 6691 horas al año

3. Perfiles de carga

Curvas de Gauss definidas por la metodología

4. Cargas desequilibradas

una carga el doble de pesada que la otra

- **Desequilibrio hacia el frío**

carga de enfriamiento igual al doble de la carga de calefacción

- **Desequilibrio hacia el calor**

carga de calefacción igual al doble de la carga de enfriamiento

5. Potencias máximas requeridas

Cargas medias: 300 kW

6. Configuraciones de las instalaciones (atención especial en las instalaciones de 4 tubos):

- **Multiunidad:** polivalente + enfriadora o polivalente + bomba de calor, en función del tipo de desequilibrio

7. Tipo de unidad

Unidades EXP System con tecnología scroll y gas refrigerante R454B de bajo GWP

Enfriadoras y bombas de calor con tecnología scroll y gas refrigerante R32 de bajo GWP

		una unidad	multiunidades
Cargas medias	Desequilibrio hacia el frío	TXAETU 4330 (polivalente)	TXAETU 4160 (polivalente) + TCAETI 2160 (enfriadora)
	Desequilibrio hacia el calor	TXAETU 4330 (polivalente)	TXAETU 4160 (polivalente) + THAETI 4220 (bomba de calor)

Se utilizaron perfiles de carga ideales (cargas de Gauss) para comparar de forma coherente las distintas alternativas tecnológicas.

Perfiles de carga en función del porcentaje de simultaneidad

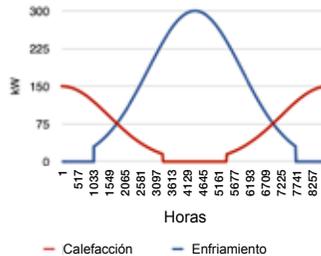
Desequilibrio hacia el frío

Demanda de enfriamiento > demanda de calefacción

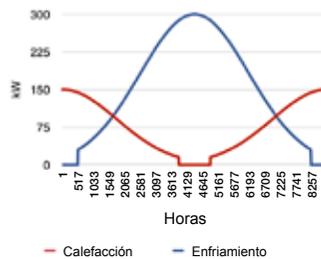
23%
(simultaneidad baja)



52%
(simultaneidad media)



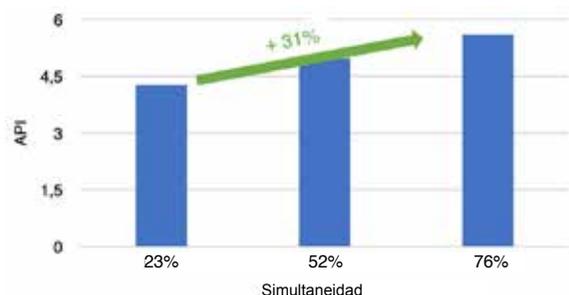
76%
(simultaneidad alta)



La aplicación permitió comprobar la eficacia del API para valorizar la cuestión de la simultaneidad de la demanda de frío y calor, que la normativa vigente no evalúa adecuadamente.

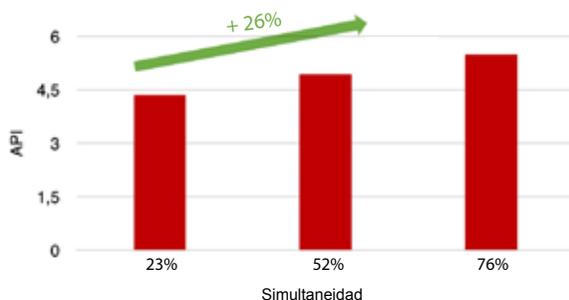
En particular, el indicador aumenta en valor absoluto a medida que aumenta la simultaneidad, para todos los casos de carga y de desequilibrio de las cargas. En los casos analizados, para los sistemas multiunidad, el valor del API aumenta aproximadamente un 30% para ambos desequilibrios (frío y calor).

Desequilibrio hacia el frío



Variación del API para los sistemas multiunidad al cambiar la simultaneidad: desequilibrio hacia el frío.

Desequilibrio hacia el calor



Variación del API para sistemas multiunidad al cambiar la simultaneidad: desequilibrio hacia caliente.

7.

Conclusiones

1.

El índice API -Indicador de Rendimiento Anual- es capaz de **caracterizar de forma realista el funcionamiento de una unidad polivalente**, dando pruebas del rendimiento estacional, frente a las limitaciones de los índices tradicionales.

2.

En presencia de cargas desequilibradas, ciñéndonos a las aplicaciones reales en las instalaciones de 4 tubos, se observa que **la configuración multiunidad tiene un mejor índice API** que el uso de una sola unidad polivalente dimensionada para la carga máxima que hay que satisfacer.

3.

La solución multiunidad es más rentable desde el punto de vista económico (menor coste global).

4.

La variación porcentual del índice API entre la configuración multiunidad y la solución de una sola unidad polivalente **se ve influida por la combinación de los perfiles de carga elegidos** y el acoplamiento de las unidades seleccionadas para satisfacer las cargas requeridas de la instalación.

5.

De acuerdo con las expectativas, **en las aplicaciones de 4 tubos** en las que el uso de las unidades polivalentes es ya una solución habitual, **el índice API aumenta a medida que lo hace el porcentaje de simultaneidad de las cargas.**



New air for the future.

RHOSS S.P.A.

Via Oltre Ferrovia, 32
33033 Codroipo (UD) - Italy
tel. +39 0432 911611
rhoss@rhoss.com

RHOSS Deutschland GmbH

Hözlstraße 23, D
72336 Balingen, OT Engstlatt - Germany
tel. +49 (0)7433 260270
rhossde@rhoss.com

RHOSS S.P.A. - France

39 Chemin Des Peupliers
9570 Dardilly - France
tel. +33 (0)4 81 65 14 06
rhossfr@rhoss.com

RHOSS Iberica Climatizacion, S.L.

Frederic Mompou, 3 - Pta. 6a Dpcho. B 1
08960 Sant Just Desvern - Barcelona - Spain
tel. +34 691 498 827
rhossiberica@rhossiberica.com

RHOSS Nederland B.V.

Nijverheidsweg 9 - 3401 MC IJsselstein - NL
Nikola Teslastraat 1-14 - 7442 PC Nijverdal - NL
tel. +31 (0)85 8223 001
info@rhossnederland.nl

rhoss.com



RHOSS S.P.A. no se responsabiliza de los posibles errores de este material impreso y es libre de variar las características de sus productos sin previo aviso.

KI15572ES - 02.23