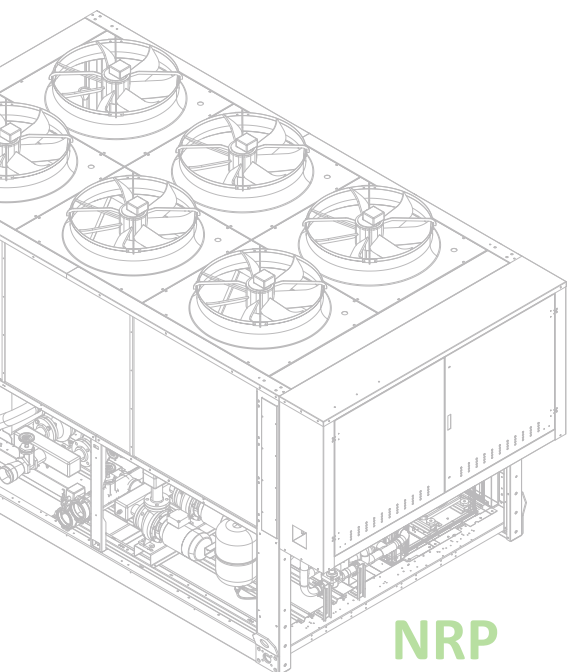


TECHNICAL FOCUS

AHORRO DE ENERGÍA EN AIRE ACONDICIONADO TODO EL AÑO UTILIZANDO CARGAS SIMULTÁNEAS DE SEÑAL OPUESTA

SOLUCIONES DE CONFORT

Ahorro de energía y recuperación de energía para calentamiento y enfriamiento: aplicación en instalaciones de las unidades polivalentes NRP para sistemas hidrónicos de 4 tubos.



NRP

Con el fin de proporcionar las mejores condiciones de confort, a la vez que las condiciones climáticas cambian, de las características de los edificios y de las diferentes aplicaciones y los usos, el concepto de aire acondicionado todo el año es cada vez más real. La solución de instalaciones de 4 tubos ciertamente representa una de las mejores posibilidades, que son capaces de satisfacer las solicitudes cuando la demanda cambia todo el año y de tratar también las cargas térmicas de señal opuesta, lo cual podría requerir que se satisfagan de una manera simultánea e independiente. Este fenómeno se está volviendo cada vez más marcado a lo largo de los años, debido a la creciente variabilidad de uso de las diferentes áreas en el mismo edificio y a la reducción de fugas gracias al creciente uso de aislamientos. El uso de unidades centralizadas polivalentes para la producción contemporánea e independiente de energía de calentamiento y enfriamiento, en base a la tecnología de bomba de calor, es una oportunidad excelente para dar una respuesta a esta necesidad. Para esta evolución de las instalaciones, Aermec presenta, con este documento, las ventajas en términos de ahorros económicos y de energía que se derivan de las unidades polivalentes para plantas hidrónicas de 4 tubos. El caso analizado demuestra que en el edificio comercial examinado el ahorro de energía podría alcanzar el 33%. Por consiguiente, la energía obtenida tiene un efecto inmediato, la marcada reducción de las emisiones contaminantes, asociadas con el aire acondicionado de la propiedad, y también la reducción de los costes operativos para el usuario y la oferta a los propietarios y constructores de un coste del ciclo de vida de la planta extremadamente conveniente en comparación con las soluciones tradicionales.

ÍNDICE

Capítulo 1	
Introducción	3
Capítulo 2	
Requerimientos de aplicación y planta	4
Capítulo 3	
Ahorros de costes y energía	8
Capítulo 4	
Análisis del CCV de las dos soluciones comparadas	13
Capítulo 5	
Conclusiones	15



La serie “Technical Focus” está diseñada para ofrecer un ejemplo para la información únicamente de las posibles ventajas en el uso de soluciones innovadoras de Aermec.

Debido a que los datos y resultados presentados en la publicación hacen referencia a edificios y situaciones específicos, estos pueden variar significativamente en función de las aplicaciones y el uso previsto. Por estas razones los cálculos y consideraciones realizadas en este documento no se pueden considerar como una alternativa al diseño por parte de un ingeniero profesional.

Aermec se reserva el derecho de realizar cual tipo de modificación en cualquier momento que se consideren necesarias para la mejora del producto con cualquier modificación de los datos publicados.

¿POR QUÉ LAS UNIDADES POLIVALENTES TIENEN ÉXITO EN EL MERCADO DEL AIRE ACONDICIONADO?

Las razones por las cuales estas unidades están ingresando en el mercado son las siguientes:

- Mayor atención a los temas de eficiencia energética y al ahorro en el diseño de sistema de edificios
→ Valorización de la recuperación de energía de calentamiento y enfriamiento.
- Evolución tecnológica del circuito de refrigeración en general en lo concerniente a los componentes, el diseño y la regulación
→ ampliación de los campos de funcionamiento de las unidades (temperaturas externas y temperatura del agua producida).
- Mayor conocimiento de las criticidades, que pudieran afectar el funcionamiento de las unidades polivalentes, la adopción de características de diseño apropiadas y de las regulaciones por parte de los fabricantes, mayor atención a los requerimientos de la planta que se recomendarán a los diseñadores.
→ logro de altos niveles de fiabilidad.
- Aumento del suministro al mercado de este tipo de productos.
→ mejora de la competitividad de los fabricantes en términos de prestaciones y posicionamiento de precios.

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN

Las unidades polivalentes han estado presentes en el mercado del aire acondicionado por más de 20 años. Han tenido una creciente propagación, sobre todo en los últimos años, entre los diseñadores e instaladores de ingeniería térmica.

Definimos como unidad polivalente a una enfriadora con bomba de calor, con recuperación total y arquitectura particular del circuito de refrigeración, y con lógicas de gestión específicas y especiales, **que es capaz de satisfacer al mismo tiempo e independientemente** diferentes funciones de la planta.

Las unidades polivalentes son diferentes de acuerdo con la tipología del sistema para el cual están diseñadas. En particular la lógica de gestión podría ser:

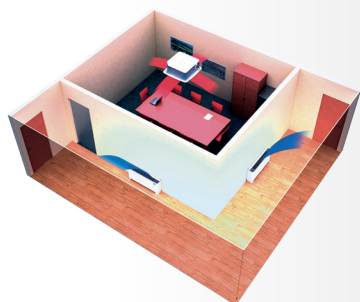
- Unidades polivalentes para sistema de 4 tubos, capaces de entregar al mismo tiempo energía de calentamiento y enfriamiento a los circuitos del sistema y con cualquier parcialización requerida;
- Unidades polivalentes para sistema de 2 tubos, capaces de entregar energía de calentamiento o enfriamiento en un sistema de 2 tubos, y al mismo tiempo, cuando es necesario, energía de calentamiento a un circuito hidráulico intermedio sometido a una preparación de agua caliente sanitaria (el tipo con intercambiador intermedio y después caldera, con acumulación de agua técnica y después intercambiador instantáneo).



Entre las muchas razones de la afirmación de los sistemas de 4 tubos, prevalecen las siguientes:

- Desarrollo de edificios en el sector terciario orientado a las soluciones arquitectónicas con grandes superficies de vidrio y paredes ligeras, caracterizadas por una baja inercia térmica;
- Creciente demanda por flexibilidad en el uso de habitaciones que genera un componente aleatorio en las definiciones de cargas;
- Flexibilidad de prestaciones, con la posibilidad de extender el número de terminales y por consiguiente la potencialidad del sistema;
- Alto bienestar integral y confort ambiental;
- Consumos de energía bajos con la posibilidad de utilizar generadores de recuperación térmica de altas prestaciones o unidades polivalentes.

Habitaciones con carga térmica de señal opuesta, al que le da servicio un sistema termoventilador de 4 tubos.



Capítulo 2 REQUERIMIENTOS DE APLICACIÓN Y PLANTA

En los sistemas y equipos modernos para edificios de uso comercial, la tipología de sistema más frecuente consta de un sistema de aire fresco y termoventiladores.

Estas configuraciones permiten un control individual de la temperatura ambiente en cada una de las habitaciones, independientemente de las otras, y presentan considerable flexibilidad de uso y elasticidad de funcionamiento. En esta área, las soluciones hidrónicas posibles se dividen en sistemas de 2 y 4 tubos.

En el sistema de 2 tubos, los termoventiladores, siempre equipados con una batería simple, se alimentan con agua enfriada en el período de verano y con agua caliente en el período de invierno. Con este sistema no existe posibilidad de compensar las cargas térmicas con una señal opuesta, que pudiera ocurrir en entornos diferentes y en el mismo período de tiempo.

Los sistemas de 4 tubos se equipan normalmente con fan coils con intercambiador doble para responder a la solicitud de calentamiento y enfriamiento en una sola habitación todo el año, manteniendo tanto los circuitos de agua enfriada y caliente simultáneamente activos. Recientemente Aermec desarrolló una solución alternativa más conveniente (con referencia al Enfoque técnico n°1), en base al uso de una batería única para ambos circuitos. En ambos casos, después del sistema de 4 tubos, deben estar presentes necesariamente dos generadores (una enfriadora y un generador de energía térmica, quemador o bomba de calor), o alternativamente un generador único capaz de satisfacer simultáneamente la solicitud de ambos circuitos (bomba de calor polivalente).

NRP 1250 A4



Unidades polivalentes NRP
Unidades diseñadas para un sistema de 4 tubos, capaces de entregar simultáneamente energía de calentamiento y enfriamiento, respondiendo a cualquier parcialización requerida por los usuarios.

Ejemplos de aplicación:

- Centro comercial
- Edificios multiusos
- Hoteles
- Centros de negocios

Solución monobloque con unidades polivalentes

Este tipo de sistema, además de prestarse a la aplicación para edificios de oficinas, encuentra su lugar también en las soluciones para el uso comercial, en particular los centros comerciales en donde están presentes también, durante la temporada fría, las cargas térmicas de señal opuesta.

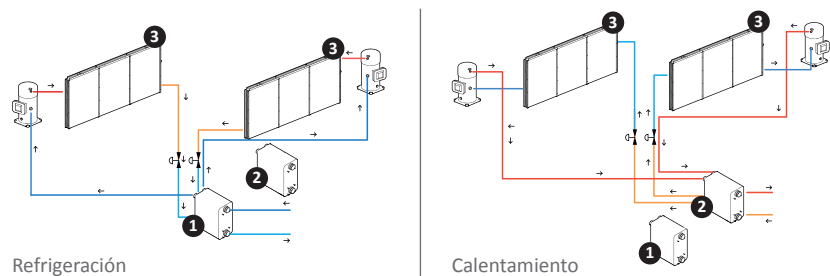
La arquitectura del circuito de refrigeración de las unidades polivalentes para el sistema de 4 tubos, y la lógica específica de regulación se diseñaron para satisfacer las cargas térmicas y de enfriamiento, independientemente del factor de carga en calentamiento o enfriamiento; ellas transfieren calor desde el circuito de frío al circuito de calor cuando, y si es posible, y lo proporcionan para integrar el suministro térmico y de enfriamiento, que pudiera ser requerido de acuerdo con las necesidades.

Estas son máquinas equipadas con un condensador enfriado por agua y un evaporador enfriado por agua, que permanecen así durante el funcionamiento en cada período del año y en cada condición de carga, y con un intercambiador entre el equipo de enfriamiento y el externo (para las unidades de aire/agua con intercambiador con aletas) que pudieran funcionar como un condensador o como un evaporador en función de la condición de carga en ambos circuitos.

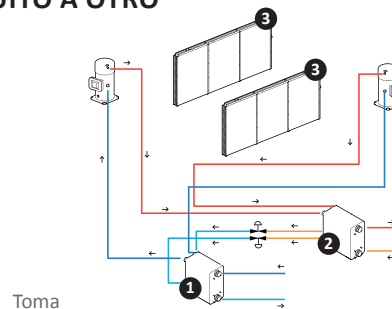
Las unidades polivalentes están generalmente equipadas con más circuitos de refrigeración, cada uno de los cuales puede funcionar independientemente de los otros.

A continuación se pueden encontrar los esquemas funcionales de unidades polivalentes de 4 tubos.

ENFRIAMIENTO Y CALENTAMIENTO CON ELIMINACIÓN DE CALOR HACIA EL EXTERIOR



RECUPERACIÓN DE CALOR CON TRANSFERENCIA DE CALOR DE UN CIRCUITO A OTRO



LEYENDA

1. Agua enfriada del intercambiador del lado de la planta
2. Agua caliente del intercambiador del lado de la planta
3. Intercambiador del lado de la fuente



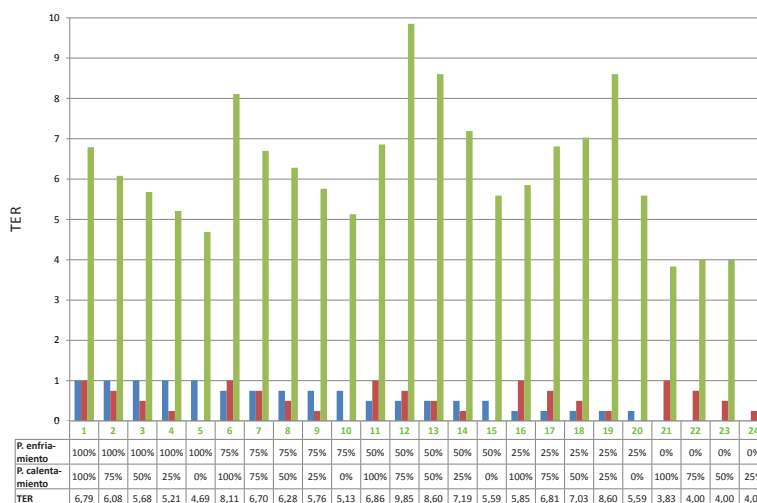
TER: Total Efficiency Ratio (Índice de eficiencia total) es la conexión entre el efecto útil (suma de las potencias de salida térmica y de enfriamiento) y la potencia requerida.

El TER es mayor en el caso de cargas equilibradas.

INTERFAZ DE USUARIO pGD¹
para unidades polivalentes de la serie NRP.



ESTADO DEL ÍNDICE TER DEL NRP POLIVALENTE EN DIVERSAS CONDICIONES DE CARGA



Recuerde:

Estado del TER para NRP polivalente para un sistema de 4 tubos con diversas condiciones de carga (agua producida 7°C y 45°C temperatura del aire exterior 15°C).

Configuración de las unidades polivalentes

La configuración que gestiona las unidades satisface las cargas en las proporciones requeridas, haciendo funcionar los circuitos de refrigeración correctamente diferenciados a tiempo.

En función de la temperatura del punto de ajuste del sistema hidráulico caliente y del sistema hidráulico enfriado, y de la temperatura detectada a partir de las sondas de agua circulando en tales sistemas, la lógica de gestión establece cual tiene el mayor factor de carga, y de acuerdo con esto, determina el número de compresores activos o el grado de parcialización de cualquiera de los compresores modulantes;

en función de la carga en los otros sistemas hidráulicos, esta gestiona el estado de funcionamiento de los circuitos de refrigeración y de la sincronización entre el estado de conmutación de los mismos.

Con el fin de limitar la frecuencia con la cual estas conmutaciones ocurren, los sistemas hidráulicos conectados a ambos intercambiadores de placas (calor/frío lado del usuario) se deben equipar con un contenido de agua adecuado; de esta manera se obtiene la protección de la unidad que contiene también las oscilaciones en temperatura del agua caliente y enfriada.

El uso de unidades polivalentes también requiere atenciones que aumentan el confort.

A diferencia del caso de las enfriadoras simples, se debería proporcionar en ambos circuitos hidráulicos una mayor cantidad de agua con función inercial, y el fraccionamiento de la potencia en un mayor número de compresores scroll, o el uso de compresores modulantes no ayuda a reducir el volumen de agua requerida.

Dimensionamiento de la acumulación

Aproximadamente la cantidad de agua mínima requerida en el circuito de caliente y enfriado varía en un rango entre $7 \div 10$ l/kW en referencia a la potencia de refrigeración nominal. Este valor se debe verificar de acuerdo con las especificaciones técnicas precisas del fabricante. Las cantidades de agua superiores, si están presentes, podrían contribuir a reducir cualquier oscilación adicional de las temperaturas del circuito. Es esencial, sin embargo, que en el cálculo de la cantidad de agua, que constituye el volante térmico, se considere la que circula en la unidad, o el agua contenida en el circuito primario y en las derivaciones eventuales en el secundario que integra este contenido.

DIAGRAMA DE PRINCIPIO
Unidad de calentamiento-
enfriamiento con unidad
polivalente de 4 tubos.

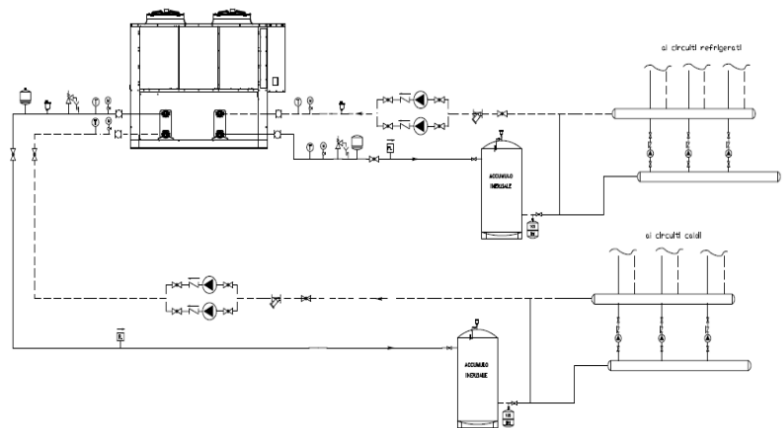
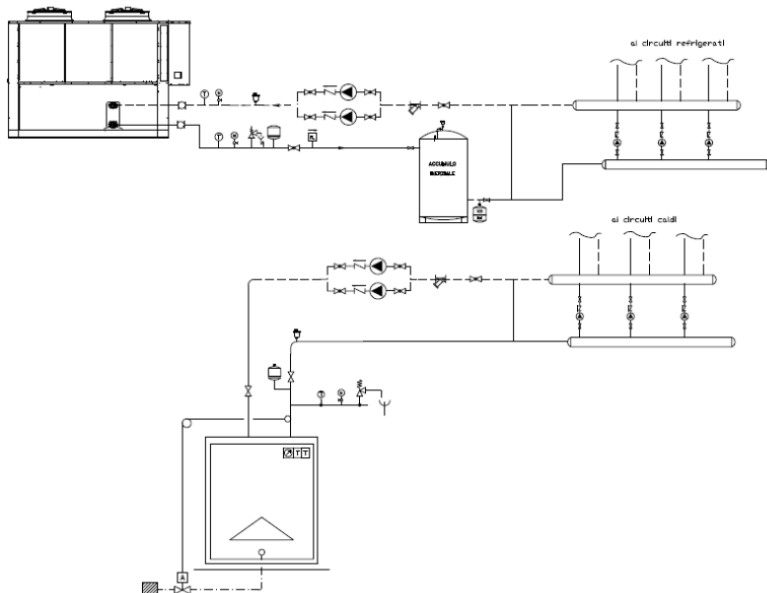


DIAGRAMA DE PRINCIPIO
Unidad de calentamiento-
enfriamiento con caldera
condensadora y enfriadora.



Universidad de Orenburg Orenburg [Federación Rusa]



Edificio Canary Wharf Londres [Gran Bretaña]



Capítulo 3 AHORROS DE COSTES Y ENERGÍA

La elección de emplear una unidad polivalente como generador de energía térmica y enfriada para dar servicio a un sistema de 4 tubos representa una inversión importante en eficiencia de energía, con el resultado de una reducción de los costes de gestión del sistema, de las emisiones de CO₂, y la demanda de energía primaria.

Ahora evaluamos la ventaja de tal inversión desde todos los puntos de vista, considerando un caso de elección de generadores de energía térmica o de enfriamiento para un sistema de 4 tubos para dar servicio a un edificio de vidrio para uso de oficinas.

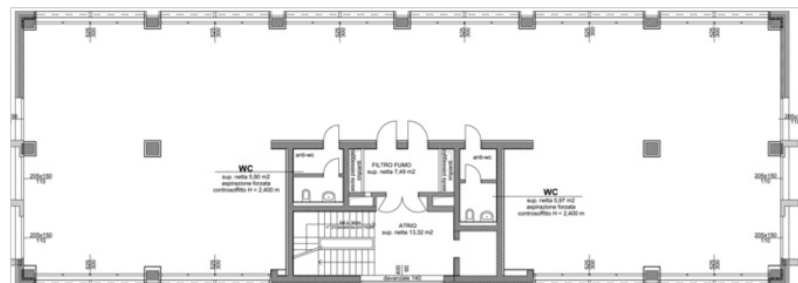
El siguiente análisis compara la solución más tradicional que proporciona una planta de energía térmica con caldera condensadora y una enfriadora y la solución de una unidad polivalente para sistemas de 4 tubos.

El sistema considerado consta de una instalación típica para unidades termoventilador de 4 tubos y una planta de suministro de aire fresco que da servicio a un edificio de oficinas vidriado por fuera. Para proporcionar una perspectiva completa, el análisis se ha realizado con el mismo tipo de diseño (edificio/sistema), simulado en tres diferentes ubicaciones de Europa:

- Estocolmo (zona climática **Más fría**)
- Londres (zona climática **Promedio**)
- Roma (zona climática **Más cálida**)

Las tres ubicaciones de referencia nos permiten analizar el edificio/sistema utilizando tres zonas climáticas diferentes, como se sugiere en la norma EN 14825:2011:

- Más fría
- Promedio
- Más cálida



Las características del edificio son las siguientes:

- Cada área de piso tiene 576m² (16x36m²)
- Cada piso tiene 3 metros de altura
- Hay 4 pisos
- El volumen total de aire acondicionado del edificio es 7000m³
- El área total del edificio es 2300m²
- Cada piso está construido con 2 filas de oficinas
- Todos los espacios están climatizados.

Enfoque técnico Vol. 1

"La nueva manera de proporcionar confort en aplicaciones de sistema de 4 tubos"



El sistema que da servicio a todo el edificio es del tipo de aire fresco, y en función de las cargas máximas en las oficinas, se seleccionaron los tamaños de las unidades termoventilador con batería doble (batería principal con tres filas, conectada al circuito refrigerado con temperatura del agua del proyecto de 7°C / 12°C, y una batería adicional con 1 fila, conectada al circuito de calor con temperatura del agua del proyecto de 45°C / 40°C); las mismas temperaturas alimentan la batería de calentamiento, enfriamiento y poscalentamiento de la unidad de manejo del aire fresco apropiadamente dimensionada, por lo cual coinciden con las temperaturas del conjunto de generadores.

Le recordamos que junto a esta solución, más tradicional y, por lo tanto, más extendida, ahora es posible utilizar termoventiladores equipados con una batería simple (3 o 4 filas) y con una válvula de salida doble, que conecta la batería antes mencionada alternativamente con los circuitos tanto de calor como de frío (Enfoque técnico Vol. 1: "La nueva manera de proporcionar confort en aplicaciones de sistema de 4 tubos"); la disponibilidad de una mayor superficie caliente de intercambio de calor permite en este caso, con un ventilador del mismo tamaño, alimentar los terminales de calentamiento con baja temperatura de agua, y alcanzar ventajas en términos de ahorros de energía y costes, tanto con generadores tradicionales (calderas condensadoras) como, en una manera más destacada, con bombas de calor y unidades polivalentes. El uso de agua caliente a baja temperatura y de agua enfriada con mayor temperatura para dar potencia a la unidad de manejo del aire fresco, hará necesario crear, en ella, baterías con un mayor número de filas.

Esta modificación insignificamente afecta a los costes generales y no implica cambios técnicos sustanciales en el sistema.

Continuando con el análisis técnico, definimos los tamaños de los generadores utilizados en simulaciones dimensionándolos en función de las cargas máximas del edificio, ubicado en tres los tres lugares analizados:

FUENTES DE ENERGÍA CALENTAMIENTO-ENFRIAMIENTO

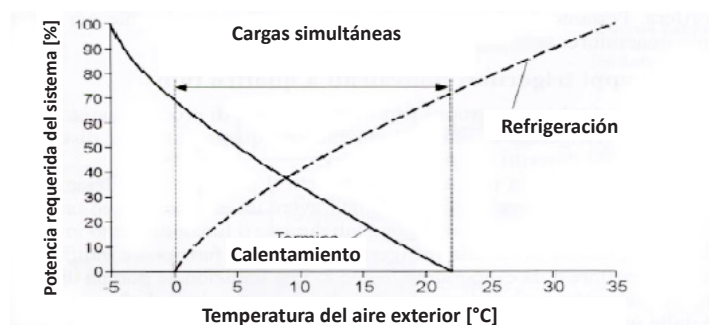
Ciudad	P enfriamiento kW	P calentamiento kW	Solución tradicional	Solución de alta eficiencia
Estocolmo	161	191	NRL 0650 A + caldera	NRP 0650 A4
Londres	168	116	NRL 0700 A + caldera	NRP 0700 A4
Roma	209	93	NRL 0800 A + caldera	NRP 0800 A4

El supuesto cálculo adicional y las referencias en base a las simulaciones realizadas se informan a continuación:

- 14 horas de encendido, 5 días por semana
- Coste unitario del gas natural: ver a continuación la "tabla de costes operativos"
- Coste unitario del kWh eléctrico: ver a continuación la "tabla de costes operativos"
- 1,968 kg CO₂ emitidos para la combustión de 1 Nm³ de gas natural (fuente AIE "Agencia Internacional de la Energía")
- 0,442 kg CO₂ emitidos para 1 kWh eléctrico consumido (fuente AIE "Agencia Internacional de la Energía")

Destacamos que en el cálculo de las cargas térmicas máximas y en las diversas condiciones intermedias también se ha calculado la potencia de la unidad de manejo del aire fresco, y las baterías utilizadas para el último se han dimensionado con el mismo kit de temperatura utilizado para los fan coils.

El coste de energía, la emisión de CO₂ y la demanda de energía primaria, de las tres soluciones comparadas, se estimaron mediante la evaluación de la carga térmica y de enfriamiento variable, contra las cargas máximas, en cierta manera en función de la temperatura, como se informa en el siguiente gráfico.



Nota:

El gráfico es de "Aire acondicionado con sistema radiante" - Autor "M. Vio"

A continuación se enumera los resultados de las simulaciones realizadas, en donde la comparación se llevó a cabo en dos condiciones de trabajo:

- con una unidad termoventilador tradicional con doble batería, alimentada con agua a 7°C / 12 °C y 45°C / 40°C
- con una unidad termoventilador con una batería simple más potente, con 4 filas y temperatura del agua de 9°C / 14 °C y 35°C / 30°C

COSTES OPERATIVOS (FUENTE EUROSTAT)

Para el cálculo de los costes operativos anuales se ha considerado principalmente los costes de energía. En el cálculo se utilizaron los siguientes valores:

	€/Nm ³	€/kWh
Estocolmo	0.598	0.083
Londres	0.299	0.104
Roma	0.374	0.167

Nota:

En el caso de Estocolmo, dada la posibilidad de alcanzar temperaturas externas extremadamente bajas (-20°C), para la solución de alta eficiencia es necesario proporcionar una caldera, que se utilizará en sustitución de la unidad polivalente en el circuito de calentamiento. Dicho sistema "HÍBRIDO" se utiliza para optimizar la eficiencia, operando la caldera en lugar de la unidad polivalente con temperaturas externas por debajo de los 0°C (a cuyos valores no existe carga de enfriamiento).

Síntesis de los resultados

A continuación resumimos gráficamente los resultados principales de las simulaciones realizadas. La solución polivalente, en términos económicos, implica una reducción de los costes relacionados con el consumo de energía media anual de hasta un 33%, en comparación con la solución tradicional de enfriadora/caldera. Estos ahorros son más consistentes en correspondencia con las condiciones climáticas que promueven la presencia simultánea de las cargas térmicas de señal opuesta (índice TER). Destacamos que los ahorros más consistentes se alcanzan en Londres, zona climática promedio, mientras que los más restringidos se alcanzan en Roma, zona climática más cálida, sin embargo tales ahorros son del mismo orden de magnitud en las tres ubicaciones analizadas.

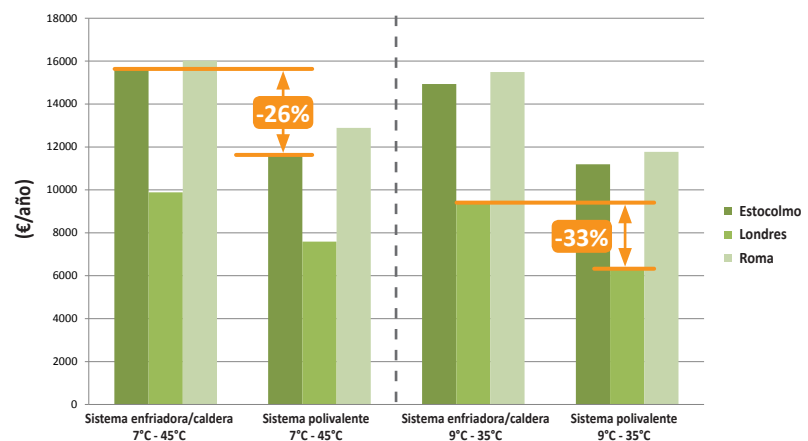
Si analizamos los costes relacionados con el uso de generadores con puntos de ajuste modificados, por lo tanto aumentando el ajuste frío de 7 a 9°C y reduciendo el ajuste caliente de 45 a 35°C como se muestra en el siguiente gráfico, se obtiene un aumento adicional de eficiencia y por lo tanto una disminución del coste de energía.

La eficiencia energética que deriva de la elección de utilizar una unidad polivalente se destaca también por una reducción significativa de emisiones de CO₂ cuyas estimaciones se informan.

Con la NRP el coste energético anual promedio se reduce en hasta un 33% en comparación con la solución tradicional.

COSTE DE ENERGÍA EURO/AÑO
Para los servicios de aire acondicionado de habitación.

ESTIMACIÓN DE LOS COSTES OPERATIVOS (€/AÑO)



Nota:

En el ejemplo se analizaron las unidades polivalentes NRP para un sistema de 4 tubos de alta eficiencia y enfriadoras de alta eficiencia de la serie NRL con calderas condensadoras. Las condiciones de trabajo en las cuales se compararon los rendimientos son:

- agua enfriada 7°C / agua calentada 45°C, unidad termoventilador con válvula doble y batería doble (comparación lado izquierdo del gráfico).
- agua enfriada 9°C / agua calentada 35°C, unidad termoventilador con batería simple de 4 filas y válvula VCF_X4 (comparación lado derecho del gráfico).

EMISIONES Kg CO₂/AÑO

Gráfico relacionado a las diversas soluciones analizadas.



**EMISIONES CONTAMINANTES
MÁS BAJAS SIGNIFICAN
PROTECCIÓN DEL MEDIO
AMBIENTE.**

RESULTADOS:

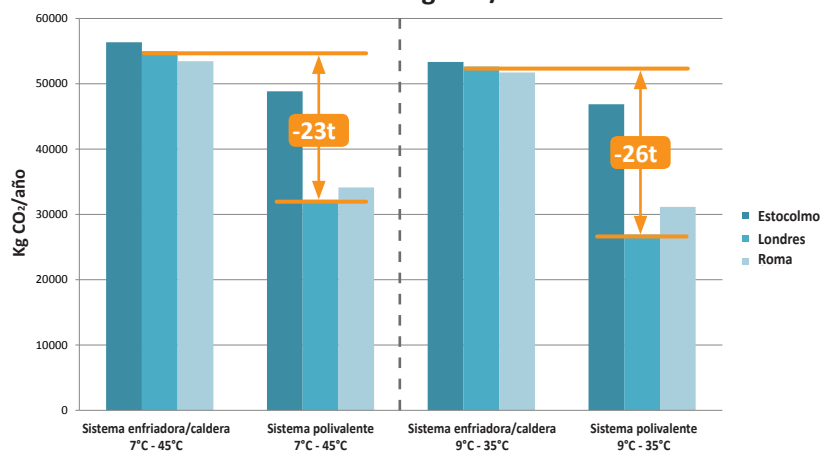
El porcentaje de reducción de la energía primaria se puede considerar para definir una mejora hipotética de la clase de energía del edificio.

FUNCIONAMIENTO CON SISTEMA POLIVALENTE:

El efecto práctico que se obtiene en la transición desde:
7°C a 9°C (lado frío del sistema)
45°C a 35°C (lado caliente del sistema) permite reducir hasta en un 17% la demanda de energía primaria.

Con NRP las emisiones de CO₂ se reducen hasta un 45% comparado con las soluciones tradicionales.

EMISIONES Kg CO₂/AÑO



Nota:

Los cálculos se obtuvieron considerando:

1,968 kg CO₂ emitidos para la combustión de 1 Nm³ de gas natural;

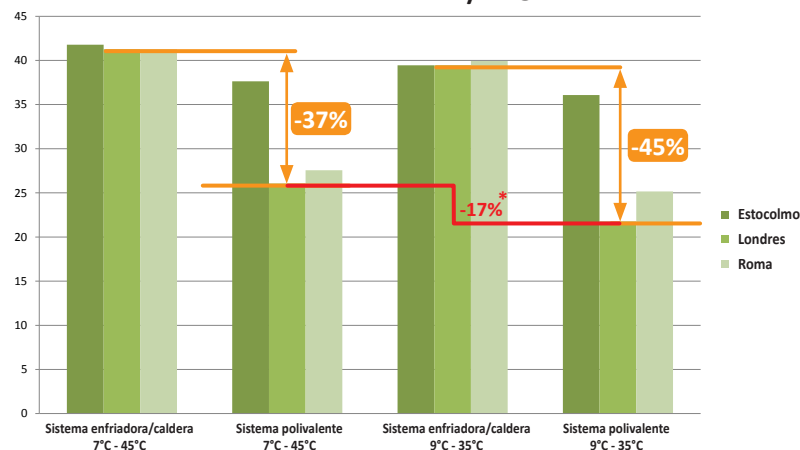
0,442 kg CO₂ emitidos para 1 kWh eléctrico absorbido.

Fuente AIE "Agencia Internacional de la Energía"



Con las NRP los requerimientos primarios de energía se reducen hasta en un 45%

ESTIMACIÓN DEL USO DE ENERGÍA PRIMARIA kWh/AÑO



Nota:

Factores de conversión de los vectores de energía considerados: 1kWh eléctrico = 2,5kWh de la energía primaria; 1Nm³ de metano = 9,943kWh de la energía primaria.

* Se enfatiza que la variación de temperatura de los vectores de energía es posible utilizando una batería de la unidad termoventilador con mayor superficie de intercambio y el accesorio de válvula correspondiente (VCF_X4 - con referencia al Enfoque técnico Vol. 1), permite reducir hasta en un 17% la demanda de energía primaria. Este resultado se obtuvo manteniendo siempre como base de referencia la misma unidad polivalente NRP y evaluando el aumento de eficiencia ocasionado por la variación de temperatura.

Capítulo 4

ANÁLISIS DEL CCV DE LAS DOS SOLUCIONES COMPARADAS

Para obtener una evaluación de la conveniencia económica en general de la elección de una solución con una unidad polivalente comparada con la solución más tradicional, consideramos no solo el coste de la energía, sino también todos los elementos principales que contribuyen a determinar el coste de una solución, a través del método de CCV (Coste del Ciclo de Vida).

Realizando este análisis consideramos, además del coste de energía, los costes de compra, instalación y los costes estimados de mantenimiento de las unidades y de los componentes, que diferencian a las dos soluciones; no consideramos, en otras palabras, los costes de compra, instalación y mantenimiento de tales y de aquellas partes del sistema que son comunes a ambos casos (y que obviamente no influyen de ninguna manera sobre la conveniencia de una solución comparada con la otra).

Tasa de interés del mercado $r = 5\%$

Tasa de inflación real $i = 3,3\%$

Tasa de interés real $r_i = (r-i)/(1+i) = 1,64\%$

Duración del ciclo de vida del sistema $n = 15$ años

Costes anuales descontando el factor de actualización

$f_{pv} = (1-(1+r_i)^{-n})/r_i = 13,2$

$CCV = \text{Coste del Ciclo de Vida} = I + f_{pv} (Co+Cm)$

I = coste inicial

Co = coste anual de la energía

Cm = coste de mantenimiento anual

ESTOCOLMO

SOLUCIÓN 1: ENFRIADORA + CALDERA

Suministro de la enfriadora NRL0650***A***00 incluyendo los cargos y los honorarios medios del instalador	25654 €
Unidad térmica condensadora con una potencia térmica de 189 kW, junto con los dispositivos de escape de humo, suministro de gas y dispositivos de seguridad para la planta de energía térmica	18680 €
Coste de mantenimiento anual estimado	1295 €

SOLUCIÓN 2: UNIDAD POLIVALENTE PARA SISTEMA DE 4 TUBOS

Suministro unidad polivalente NRP0650A4***0000 incluyendo los cargos y honorarios medios del instalador	40619 €
Unidad térmica condensadora con una potencia térmica de 189 kW, junto con los dispositivos de escape de humo, suministro de gas y dispositivos de seguridad para la planta de energía térmica (utilizados para el sistema híbrido)	18680 €
Coste de mantenimiento anual estimado	1670 €

	Enfriadora+cal- dera 7°C 45°C	Unidad poliva- lente 7°C 45°C	Enfriadora+cal- dera 9°C 35°C	Unidad poliva- lente 9°C 35°C
I €	44334	59299	44334	59299
Co € / año	15641	11634	14932	11190
Cm € / año	1295	1670	1295	1670
CCV €	267889	234911	258530	229051





COSTE DEL CICLO DE VIDA

Comparación de la prueba de la solución.

**AHORRO DE ENERGÍA =
AHORROS DE COSTE**

- Costes de gestión más bajos.
- CCV más bajo (Coste del Ciclo de Vida).

LONDRES

SOLUCIÓN 1: ENFRIADORA + CALDERA

Suministro enfriadora NRL0700***A***00 incluyendo cargos y honorarios medios del instalador	29288 €
Unidad térmica condensadora con una potencia térmica de 112 kW, junto con los dispositivos de escape de humo, suministro de gas y dispositivos de seguridad para la planta de energía térmica	12182 €
Coste de mantenimiento anual estimado	1159 €

SOLUCIÓN 2: UNIDAD POLIVALENTE PARA SISTEMA DE 4 TUBOS

Suministro unidad polivalente NRP0700A4***0000 incluyen- do los cargos y honorarios medios del instalador	48101 €
Coste de mantenimiento anual estimado	1005 €

	Enfriadora+cal- dera 7°C 45°C	Unidad poliva- lente 7°C 45°C	Enfriadora+cal- dera 9°C 35°C	Unidad poliva- lente 9°C 35°C
I €	41470	48101	41470	48101
Co € / año	9884	7587	9414	6335
Cm € / año	1159	1005	1159	1005
CCV €	187238	161515	181034	144989

ROMA

SOLUCIÓN 1: ENFRIADORA + CALDERA

Suministro enfriadora NRL0800***A***00 incluyendo cargos y honorarios medios del instalador	39123 €
Unidad térmica condensadora con una potencia térmica de 88 kW, junto con los dispositivos de escape de humo, suministro de gas y dispositivos de seguridad para la planta de energía térmica	12180 €
Coste de mantenimiento anual estimado	1536 €

SOLUCIÓN 2: UNIDAD POLIVALENTE PARA SISTEMA DE 4 TUBOS

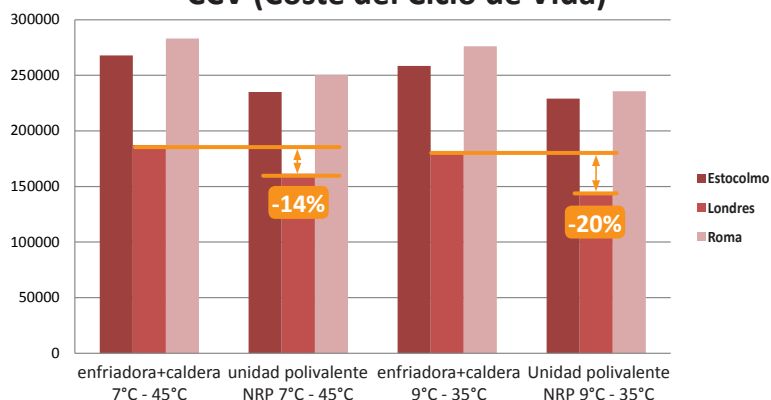
Suministro unidad polivalente NRP0800A4***0000 incluyen- do los cargos y honorarios medios del instalador	61998 €
Coste de mantenimiento anual estimado	1369 €

	Enfriadora+cal- dera 7°C 45°C	Unidad poliva- lente 7°C 45°C	Enfriadora+cal- dera 9°C 35°C	Unidad poliva- lente 9°C 35°C
I €	51303	61998	51303	61998
Co € / año	16023	12890	15491	11790
Cm € / año	1536	1369	1536	1369
CCV €	283082	250217	276059	235697

No se ha considerado el coste de instalación, dependiendo cada variable en las circunstancias; las diferencias en el coste de instalación entre una enfriadora y una unidad polivalente, sobre términos iguales, son, sin embargo, limitadas y no modifican significativamente los resultados de la comparación.

Con la NRP el CCV se reduce hasta en un 20% en comparación con la solución tradicional.

CCV (Coste del Ciclo de Vida)



Capítulo 5 CONCLUSIONES



Reducción del coste del ciclo de vida (CCV) del sistema

Los análisis realizados permitieron observar que la solución con una unidad polivalente de 4 tubos permite ahorros de hasta un **20%** en el ciclo de vida de la planta en comparación con la solución tradicional de enfriadora/caldera. Para la comparación de las plantas comparadas realizamos las mismas consideraciones: en la solución tradicional se decidió por una caldera condensadora y una unidad enfriadora de alta eficiencia (grupo de refrigeración); la misma consideración se realizó en la propuesta de planta alternativa, eligiendo la unidad polivalente NRP de alta eficiencia.

Por lo tanto, el verdadero ahorro está esencialmente unido a la reducción de costes de energía determinada por la recuperación de calor, que solo se puede obtener con la unidad polivalente NRP.



Reducciones del coste operativo

La reducción de los costes operativos, relacionados con el ahorro de energía, de la solución con NRP polivalente alcanza hasta un **33%** en comparación con la solución tradicional de enfriadora/caldera. Se destaca también que este resultado es mucho más alto, cuando el índice TER, que caracteriza la eficiencia en la recuperación de unidades polivalentes, es alto, por lo tanto, en correspondencia con las condiciones climáticas que promueven la simultaneidad de las cargas de señal opuesta. La influencia de la irradiación en los edificios analizados es también significativa en correspondencia con las zonas climáticas con inviernos bastante duros, haciendo que la solución sea extremadamente ventajosa en toda Europa.



Mejora de la clase de energía del edificio

La solución con unidad polivalente permite obtener un ahorro de energía primaria de hasta un **45%** en comparación con la aplicación tradicional de enfriadora/caldera.

Este aspecto podría resultar en una demanda de energía primaria más baja en todo el año para el edificio considerado para el uso de oficinas.



Reducción de emisiones de CO₂

En términos del impacto medio ambiental la solución con unidad polivalente NRP, implica una reducción de CO₂ que se ubica en un **45%** en comparación con la solución tradicional de enfriadora/caldera.



Menos espacio en el piso

La posibilidad de utilizar unidades polivalentes para toda la producción de energía térmica permite evitar la realización de una planta de energía térmica y dejar espacios disponibles (dentro del edificio, o en sus dispositivos) que pudieran ser empleados útilmente de otra manera (p.ej. construcción de un estacionamiento).

Aermec S.p.A. Via Roma, 996 - 37040 Bevilacqua (VR) Italy
T. +39 0442 633111 F. +39 0442 93577
sales@aermec.com
www.aermec.com