

## ECONOMIZADORES DE AIRE ACONDICIONADO: EXCELENTE OPCIÓN PARA DISMINUIR EL TIEMPO DE USO DE EQUIPOS

Por David Cedillo Hernández y Hugo Téllez Moctezuma

David Cedillo Hernández es ingeniero en Energía por la Universidad Autónoma Metropolitana y se desempeña como gerente de Evaluación Técnica Económica de Proyectos del FIDE. Hugo Téllez Moctezuma es ingeniero electricista con especialidad en Sistemas de potencia por el Instituto Politécnico Nacional, y tiene el cargo de gerente de Gestión de Proyectos, Mediciones y Evaluación de Resultados del FIDE. Se puede contactar a los autores en [david.cedillo@cfé.gob.mx](mailto:david.cedillo@cfé.gob.mx) y [hugo.tellez@cfé.gob.mx](mailto:hugo.tellez@cfé.gob.mx), respectivamente.

Gracias a la implementación de economizadores de aire acondicionado, un club deportivo en Zapopan, Jalisco, logró ahorrar más de la mitad de la energía eléctrica que consumía el equipo anterior.

**D**ebido al alto costo operativo de los equipos de acondicionamiento ambiental, la sustitución de equipos obsoletos por otros más eficientes y equipados con un sistema de control automático es una opción sumamente rentable para las empresas que requieren de estas tecnologías en su día a día.

Los economizadores son un sistema de control excelente, que consisten en un conjunto de ventilas (*dampers*)

motorizadas y sensores con su respectivo sistema de control, que juntos deciden cuándo y cuánto aire fresco proveniente del exterior es necesario introducir al ambiente a través del equipo de acondicionamiento ambiental, en lugar de recircular y enfriar el aire del ambiente.

Los ahorros que conlleva esta tecnología se dan cuando al operar el economizador deja de funcionar el compresor del equipo de aire acondicionado, disminuyendo así el consumo de energía eléctrica.

## Antecedentes

Gimnasio Vivo 47 es un club deportivo ubicado en Zapopan, Jalisco, que ofrece numerosas actividades físicas, como clases de natación, jazz, ballet, esgrima y tae kwon do. Por todo esto, la eficiencia de los sistemas de ventilación y acondicionamiento del aire es imprescindible a lo largo de todo el día.

El gimnasio tiene un contrato con la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en tarifa HM. Antes de la realización del proyecto tenía una demanda eléctrica de 183 kW, con un consumo de energía de 750 654 kWh al año, que representaba un costo de 1538 946.70 pesos anuales.

## Objetivo

Se buscó reemplazar el sistema de aire acondicionado obsoleto con más de 10 años de operación, altos costos de mantenimiento y pérdidas de aire acondicionado en los ductos, por un sistema

de alta eficiencia con equipos que utilizan refrigerante ecológico y dimensionados con base en las necesidades de enfriamiento actuales, que cuentan con economizadores para aprovechar el aire fresco del exterior.

## Situación original

Inicialmente, el gimnasio contaba con siete equipos tipo paquete de 10 TR y 12 TR, que en conjunto sumaban 76 TR, con una demanda de 95.02 kW y un consumo de 228 048 kWh/año.

Para determinar su eficiencia, se realizó un levantamiento de información técnica, así como mediciones de los principales parámetros eléctricos. Los resultados fueron los siguientes:

### SITUACIÓN PREVIA AL PROYECTO

Equipo	Cantidad	Capacidad unitaria (TR)	Capacidad total (TR)	Tensión (V)	Corriente promedio (A)	FP promedio (%)	Potencia total (kW)	Rel. ef. promedio (kW/TR)	Tiempo promedio de uso (h/año)	Consumo total (kWh/año)
Equipo tipo paquete marca Carrier mod. 50TFF014-511X	3	12	36	220	56.6	73	47.5	1.32	2 400	114 000
Equipo tipo paquete marca Comfor Star mod. BAR-60X2	4	10	40	220	60.0	90	47.52	1.19	2 400	114 048
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>		<b>76</b>				<b>95.02</b>			<b>228 048</b>

## El proyecto

Previo a la mejora de los equipos que conformaban el sistema de aire acondicionado, se realizó un análisis de cargas térmicas para determinar la necesidad real de enfriamiento de las áreas del gimnasio:

### ÁREAS DEL GIMNASIO CON CAMBIOS

Área	Dimensiones (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	No. de personas	Capacidad actual (TR)	Capacidad propuesta (TR)	Disminución de capacidad (TR)
Salón 1	12 x 12 x 2.5	360	20	12	10	2
Salón 2	12 x 12 x 2.5	360	20	12	10	2
Recepción	5 x 10 x 7	220	3	12	5	7
<b>TOTAL</b>				<b>36</b>	<b>25</b>	<b>11</b>

De esta forma, se logró disminuir 11 TR, por lo que se pasó de 76 TR a 65 TR requeridas de ser sustituidas. Tomando en cuenta lo anterior, se propusieron los siguientes equipos de aire acondicionado eficientes:

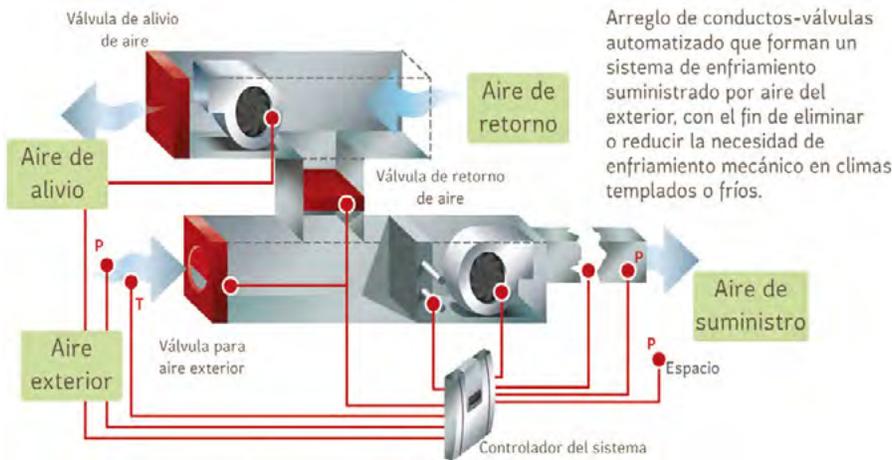
**EQUIPOS PROPUESTOS**

Equipo	Cantidad	Capacidad unitaria (TR)	Capacidad total (TR)	Potencia total (kW)	Rel. efíc. (kW/TR)	Tiempo de uso (h/año)	Consumo total (kWh/año)
Equipo tipo paquete marca Trane mod. THC120E3R	6	10	60	54.60	0.91	1664*	90 854
Equipo tipo mini-split, marca Trane, mod. 4MXW5524A1	2	2	4	2.56	0.70	2400	5 797
Equipo tipo mini-split, marca Trane, mod. 4MXW5512A1	1	1	1	0.67	0.70	2400	1 613
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>		<b>65</b>	<b>57.83</b>			<b>98 264</b>

\* Esta cifra es fruto del desglose de los tiempos de operación por horarios por día. En los siguientes párrafos se explicará más detalle su origen y consecuencias en el proyecto.

Debido a que las temperaturas exteriores durante las mañanas y noches del otoño e invierno en Guadalajara son inferiores a la temperatura de confort deseada, se propuso la instalación de economizadores de aire acondicionado a los nuevos equipos tipo paquete marca Trane.

**ECONOMIZADOR DE AIRE ACONDICIONADO**



FUENTE: Elaborado a partir del modelo encontrado en ASHRAE Standar 90.1-2004.

Con el objetivo de determinar cuántas horas operarían los economizadores, se consideró la información climatológica de diseño de Guadalajara,<sup>1</sup> donde se constató que 839 horas al año —dentro del horario de 8 a 16 horas— tienen temperaturas de 55 °F (12.7 °C) a 69 °F (20.5 °C). Si se parte de que la temperatura del setpoint del gimnasio es de 74 °F (24 °C), sería posible reducir 839 h/año de las 2 400 h/año de operación del economizador.

Con base en este potencial de reducción, se realizó el desglose de tiempos de operación por día. Al tomar en cuenta la temperatura promedio de cada temporada, se decidió reducir la operación de los aires acondicionado una hora en la mañana y una hora en la noche durante las épocas de otoño e invierno, reduciendo 748 horas de uso del aire acondicionado, esto es, de 2 400 a 1 664 horas por año.

<sup>1</sup> Revisado en ASHRAE. (2013). *Hand Book Fundamentals*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.





**DESGLOSE DE LOS HORARIOS DE OPERACIÓN DEL EQUIPO ORIGINAL**

MESES	DÍAS	HORARIO	HORAS DÍA	HORAS SEMANA
Abril a septiembre	Lunes a jueves	10 – 20 h	10	40
	Viernes a sábado	10 – 15 h	5	10
	Domingo	10 – 15 h	4	4
<b>Horas semana</b>				54
<b>Horas semestre</b>				54 x 26 = 1404

Octubre a marzo	Lunes a jueves	12 – 20 h	8	32
	Viernes a sábado	12 – 15 h	3	6
<b>Horas semana</b>				38
<b>Horas semestre</b>				54 x 26 = 988

<b>TOTAL HORAS AÑO</b>	2392
<b>PROMEDIO HORAS MES</b>	199.33

**DESGLOSE DE LOS HORARIOS DE REFRIGERACIÓN MECÁNICA CON ECONOMIZADOR**

MESES	DÍAS	HORARIO	HORAS DÍA	HORAS SEMANA
Abril a septiembre	Lunes a jueves	11 – 19 h	8	32
	Viernes a sábado	11 – 15 h	4	8
	Domingo	12 – 14 h	2	2
<b>Horas semana</b>				42
<b>Horas semestre</b>				54 x 26 = 1092

Octubre a marzo	Lunes a jueves	13 – 18 h	5	20
	Viernes a sábado	13 – 14 h	1	2
<b>Horas semana</b>				22
<b>Horas semestre</b>				22 x 26 = 572

<b>TOTAL HORAS AÑO</b>	1664
<b>PROMEDIO HORAS MES</b>	138.67

Con este análisis se determinó la reducción de 35% del tiempo de operación de los equipos de aire acondicionado.

## Ahorros

Al comparar la situación original y la situación propuesta se obtuvieron los siguientes resultados:

### COMPARACIÓN DE AHORROS ENTRE LAS SITUACIONES ACTUAL Y PROPUESTA

CONCEPTO	SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO	AHORRO
Demanda (kW)	95.02	57.83	37.19
Consumo anual (kW/h)	228 048	98 264	129 784
Precio promedio (\$/kW/h)	2.0515	2.0515	-
Importe anual (\$), incluye IVA	467 840.47	201588.60	266 251.87
Inversión (\$)	995 701.31	<b>Recuperación</b>	<b>3.74 años</b>

CONCEPTO	FACTURACIÓN ACTUAL	AHORROS ESTIMADOS	
		UNITARIO	%
Demanda facturable (kW)	183	37.19	20.32
Consumo anual (kW/h)	750 654	129 784	17.29
Importe anual (\$), incluye IVA	1 538 946.70	266 251.87	17.30

### LA EFICIENCIA ENERGÉTICA SE TRADUCE EN AHORROS

El gimnasio Viva 47 es un club deportivo ubicado en Zapopan, Jalisco, que da servicio a 4 500 miembros aproximadamente. En sus 4 800 metros de instalaciones ofrece un sinfín de actividades para el acondicionamiento físico y el bienestar de toda la familia, como clases de natación, yoga, tae kwon do, entre muchas otras.

Por la naturaleza del servicio, la ventilación y la climatización de los diferentes salones del club deportivo son necesidades en las que no se puede escatimar costos. En las áreas de fuerza (área orientada al desarrollo muscular) y de cardio (espacio de ejercicios que fortalecen el corazón), por ejemplo, es necesario mantener la temperatura entre los 22° y 23 °C para no afectar la comodidad de los socios.

Sin embargo, debido a la antigüedad del sistema de aire acondicionado, el personal experimentaba dificultades para mantener la temperatura deseada. Por ejemplo, los equipos debían ser encendidos con mayor antelación a los horarios de mayor demanda, aumentando así el consumo de energía eléctrica y, por lo tanto, el monto de la factura.

Los ingenieros César Aguirre, gerente corporativo de mantenimiento, y Miguel Ríos, coordinador corporativo del área de mantenimiento, buscaron la forma de evitar gastos innecesarios. Por ello, presentaron un proyecto de eficiencia energética que contemplaba reemplazar los equipos viejos con otros más eficientes, además de verificar la necesidad real de enfriamiento.

Gracias a esta verificación, se determinó reducir la potencia de los equipos a sustituir. Asimismo, más allá de sólo reemplazarlos, se decidió instalar economizadores. Tras comparar las características de los créditos comerciales, decidieron acercarse al FIDE, tanto por las tasas de interés como por el tiempo de recuperación de la inversión. El proceso, desde los cálculos para verificar la necesidad de enfriamiento real hasta la instalación de los nuevos equipos, duró poco más de seis meses.

Las acciones realizadas devinieron en ahorros significativos que fueron evidentes en la factura del servicio de energía desde el primer mes. Fue tal el éxito obtenido, que actualmente se encuentran en planes de cambiar la iluminación a focos LED en otras sucursales.

