

Eficiencia Energética en los edificios: Evaluación del diseño en sistemas de climatización de un edificio público en la Ciudad de Córdoba.

Alippi, Juan Arturo^(a); Carro Pérez, Magalí E.^(a,b,c); Ferreyra, Santiago^(a); Pérez Santiago^(a); Maza, Alejandro^(a).

(a) Grupo de Investigación de la Cátedra de Instalaciones en Edificios II, FCEFyN – UNC. Córdoba, Argentina. E-mail: jalippi@arnet.com.ar (b) CONICET (c) ISEA Universidad Nacional de Córdoba; Av Filloy s/n - Of. 15 - Planta Alta Edf. SECyT- ISEA

Resumen

Con este grupo de trabajo, se investigan las opciones energéticas más eficientes, para el acondicionamiento de aire en edificios públicos, incluyendo, la determinación del peso relativo de la eficiencia del cerramiento, la de los sistemas, la de los equipos, y la del funcionamiento y mantenimiento, en la eficiencia total del acondicionamiento general del aire. Las investigaciones se centran, especialmente, en la optimización del sistema, la eficiencia de los equipos disponibles, como también, la modalidad del uso y mantenimiento, tomando consideraciones y resultados de trabajos ya existentes, para el tratamiento de la envolvente y la arquitectura. Actualmente, el grupo de investigación, también, busca profundizar el estudio sobre dos de los factores de control de la eficiencia energética en la climatización; uno, es el impacto de la adecuada sectorización de los espacios a climatizar, y el otro, es de la correcta selección de los modelos y tipos de equipos, que se ajusten a esa sectorización y modalidad del uso de la climatización.

Particularmente este trabajo, permite mostrar resultados comparativos de rendimientos energéticos finales, que corresponden a las instalaciones existentes de climatización en un edificio público, en este caso, la Sede Alta Córdoba de la Dirección de Asistencia Social para el Personal Universitario (DASPU), y una alternativa posible, donde se han optimizado las variables de equipos y sectorización. Se pretende identificar además, criterios comunes de diseños, zonificaciones y selecciones de equipos y sistemas, que permitan prácticas ahorradoras de energía en los edificios públicos. Para la investigación, se ha empleado el programa de modelización energética Energy Plus y herramientas tales, como Open Studio y Google Sketch Up.

Palabras clave: Eficiencia energética. Climatización eficiente.

1 Introducción

En nuestro país, las instalaciones de aire acondicionado destinadas a la climatización de los ambientes, en el período estival, tienen un coeficiente de participación elevado en el gasto energético total de un edificio, que oscila en el orden del 20% al 40%, según información de la Secretaría de Energía de la Nación.

Son muchas y variadas las investigaciones realizadas, sobre las características de la envolvente de un edificio, que tiende a determinar la influencia de la misma, en el aumento o disminución de los costos de energía, para la calefacción y/o el aire acondicionado, (Salveti et al., 2010; Martínez, 2005), y en general, las normas de eficiencia energética, hacen hincapié, en el control de la envolvente como forma de regulación del consumo.

No obstante, para la determinación de la eficiencia energética de un edificio, son también relevantes, el diseño de las instalaciones, la tecnología y eficiencia de los equipos utilizados y la modalidad de uso y mantenimiento.

El mercado del aire acondicionado ha difundido, masivamente, la utilización de equipos individuales o separados del tipo Split ó "piso – techo", no sólo en edificios destinados a viviendas, sino también, a oficinas y comercios, y además, a edificios privados y públicos de cualquier tipo. Si bien, la flexibilidad del acondicionamiento que brindan, con la rapidez y facilidad de instalación, han hecho que se difundan rápidamente, la eficiencia de estos equipos medidos en "Kw de calor total", extraído de los ambientes sobre los KW consumidos, pero no siempre, es conveniente desde el punto de vista energético. El sistema de etiquetado energético de equipos de aire acondicionado (IRAM 62406), viene a colaborar en la selección de equipos con este objetivo. Esto cobra particular relevancia, en los edificios públicos, donde el consumo de energía es significativo, y ha llevado a la Secretaría de Energía de la Nación a incorporar en el Anexo II, de su Programa Nacional para el Uso Racional y Eficiente de la Energía, PRONUREE, pautas y medidas, de acción tendientes al aumento de la eficiencia energética de los mismos.

El presente trabajo busca determinar las opciones energéticamente más eficientes, para el acondicionamiento de aire en edificios públicos, sobre la base del análisis de dos variables, que son las correspondientes, a las características de eficiencia energética, flexibilidad y tecnología de los equipos a emplear, como también, al diseño del sistema de climatización, en base a una adecuada zonificación en función de la simultaneidad de uso previsto.

2 Metodología

Los estudios se realizaron sobre un edificio público, ubicado en la Ciudad de Córdoba, destinado a la prestación de "Servicios de Salud", que cuenta con las instalaciones de Quirófano, Salas de Internación, Diagnóstico por Imágenes, Consultorios Externos, Farmacia y Administración, en un edificio de 1328 m² cubiertos, distribuidos en dos (2) plantas, en un predio de 2048 m².

Se analizaron las instalaciones de climatización existentes, relevándose los equipos, sus especificaciones, marcas, modelos, capacidades, consumos y rendimientos específicos. Se determinaron las áreas que cubrían cada uno de ellos, teniendo en cuenta, las horas de uso efectivo día por día, tarea que comprendió, la observación de las actividades desarrolladas en cada zona o lugar, y cuestionarios entrevistas al personal que se desempeña en cada área.

Con la ayuda de programas gráficos como Google Sketch Up, se representó la envolvente del edificio con sus componentes, considerando tanto cerramientos opacos como traslúcidos.

Se prepararon encuestas de satisfacción sobre el servicio de climatización (calefacción, enfriamiento, humedad y filtrado) recibido y esperado.

Se parametrizó el programa Energy Plus, con los datos climatológicos físicos, térmicos y de servicios, del edificio en investigación, con el auxilio de numerosas herramientas gráficas, que permitieron modelar el edificio en formas, sombras arrojadas, resistencia térmica de los cerramientos, entre otras observaciones.

Se obtuvieron resultados que se sometieron a un análisis de validación, que sirvieron para corregir y calibrar, los datos de ingreso realizados en la primera parametrización y obtener, nuevos resultados ajustados, a la situación real del edificio para la Ciudad de Córdoba.

Seguidamente, se rediseñó el sistema de climatización, con la utilización de otro tipo de equipos y con un agrupamiento distinto, de espacios que contemplaban horarios simultáneos de usos.

Con los nuevos parámetros, se diseñó nuevamente el edificio, y se completaron, las tablas comparativas de valores relevantes, que permitieron determinar la propuesta de mejor eficiencia energética.

2.1 Parametrización

Geometría de la envolvente

La geometría de la envolvente respeta los planos de proyecto del edificio, a través de los cuales, se identificaron las zonas termal a climatizar. Para los cerramientos opacos y muros exteriores, se adoptaron bloques de hormigón con conductividad 0.89 Watt/m.K, y para las losas, 0.53 Watt/m.K. En cuanto a cerramientos transparentes, se adoptaron paneles con dos (2) vidrios de 4 mm de espesor, con conductividad 0.90 Watt/m.K. Estos valores están contemplados en la normativa ASHRAE 189.1.

Las zonas termal del modelo, poseen básicamente cinco (5) tipos de cargas, que son generadas por las personas, la iluminación, el equipamiento eléctrico, el equipamiento a gas y por los equipos abastecidos con agua.

Las cargas generadas por las personas, se ingresaron como el número de ocupantes, según la función de la zona termal, en base a entrevistas realizadas a personal administrativo y médico del edificio. En todos los casos, se consideraron trabajos livianos. Las cargas generadas por la iluminación, se ingresaron de acuerdo a estándares dados por ASHRAE, para hospitales y clínicas (2003), éstos valores, son próximos a los existentes en los espacios del edificio, según los relevamientos, durante las visitas realizadas. Las cargas generadas por el equipamiento eléctrico, también se ingresaron, de acuerdo, a estándares dados por ASHRAE, para hospitales y clínicas (2003).

Las cargas generadas por equipamientos a gas, anafe y horno, ubicados en el sector Cocina, con una carga correspondiente a 300 Watt/m². Por separado, se ingresaron los datos correspondientes al consumo de agua, mediante un calentador por acumulación; éstas se efectuaron, sobre la base de los consumos anuales reales del edificio, y los valores efectivamente pagados, para lo cual, se relevaron las facturas correspondientes al servicio público de agua potable durante todo un año. Los valores de consumos se redujeron, a

metros cúbicos por segundo, para poder ingresarse a Energy plus. En Tabla 1 se reflejan los valores de carga de distintos espacios del edificio.

Tabla 1: Cargas consideradas en espacios del edificio

Cargas	Quirófano	Oficina	Consultorio
Personas (pers.)	6	3	4
Iluminación (watt/m2)	25	12	15
Equip. Eléctrico (watt/m2)	30	8	8
Equip. A gas (watt/m2)	0	0	0
Equip. Agua (m3/seg.)	0	0	3.20E-05

Sistemas de acondicionamiento

Los sistemas de acondicionamiento instalados en el edificio, son del tipo “todo aire”. DASPU, se encuentra equipado con cuatro (4) equipos Rooftop, los de refrigeración, con energía eléctrica y los de calefacción, con gas natural. Para modelar los sistemas en Energy Plus, fue necesario considerar, el caudal de aire durante la operación de refrigeración y calefacción, la zona de control del sistema, es decir, la ubicación del termostato, la capacidad de refrigeración y de calefacción del serpentín y sus coeficientes de desempeño (COP), que expresan las unidades de energía de calor emanadas o eliminadas, por cada unidad de energía de trabajo, algunos de cuyos valores, se muestran en las Tablas 2 y 3. Los equipos seleccionados para la alternativa en el edificio funcionan todos, a saber, roof top, separados o Splits, por medio del sistema con bomba de calor para la calefacción.

Tabla 2: Parámetros de los equipos actuales del edificio.

		Farmacia	Quirófano	PB	PB Y PA
COP	Refrigeración	2,6	2,7	2,5	2,5
	Calefacción	2,3	2,4	2,3	2,3
Caudal ventilador (l/seg)		1888	943	2830	4719

Tabla 3: Parámetros de los equipos propuestos para el edificio.

		Farma.	Quiróf.	PA	Habitac.	PB Oeste	PB Este	PB
COP	Refrig.	3	3	3,3	3,01	3	3	3
	Calefac.	5	2,85	3,62	3,41	5	5	3,12
Caudal ventil. (l/seg)		900	1334	3167	130	1134	1384	2667

Otras de las variables de más peso en los resultados, son las referentes al clima en la Ciudad de Córdoba, el cual incluye, variables mensuales como la temperatura de bulbo seco, la humedad relativa, la velocidad del viento, entre otras. Para la Ciudad Córdoba, se seleccionaron valores medios anuales, de datos meteorológicos disponibles de la estación Aeropuerto Córdoba: Máxima temperatura de bulbo seco anual: 37.8°C.; Mínima temperatura de bulbo seco anual: -3.9°C.; Velocidad del viento 6.7 m/s para verano, y 3.35 m/s para invierno. En cada zona termal, se especifica el setpoint, para la operación de calefacción y de refrigeración.

2.2 Configuración actual y alternativa

En la Figura 1(a) se presenta la configuración inicial, indicándose, el tipo de equipo y su capacidad para la zonificación existente. El equipo que sirve a Farmacia, es un Rooftop Carrier con capacidad de 35.71 watt y un COP, valor 1 para refrigeración; en Planta Baja (consultorios, sanitarios, administración y recepción), un Rooftop York de 53.57 watt y un COP, valor 2.5 para refrigeración. El equipo que sirve a Planta Alta y el resto de Planta Baja, principalmente a la Administración, es un Rooftop Carrier con una capacidad de 88 watt y un COP, valor 1 para refrigeración. El equipo que sirve a Quirófano, ubicado en Planta Alta, habitaciones de internación y administración, es un Rooftop York con una capacidad de 17.85 watt y un COP, valor 2.7 para refrigeración.

En la Figura 1(b) se presenta, la nueva configuración con optimización de equipos, por espacios, capacidades y zonificación optimizada en función de: mayor flexibilidad, usos simultáneos y en lo posible, mejor desempeño energético y tecnológico. El equipo que sirve a Farmacia, es un Separado Daikin con una capacidad de 22 watt y un COP, valor 3.5 para refrigeración; en el ala Oeste de la Planta Baja, Diagnóstico por Imágenes, es un Separado Daikin con capacidad de 22 watt y un COP valor 2.9 para refrigeración. El equipo que sirve el ala Este de la Planta Baja, consultorios externos, es un Separado Daikin con una capacidad de 27 watt y un COP, valor 3.1 para refrigeración. El equipo que sirve al resto de la Planta Baja, administración, pasillos y sanitarios, es un Separado Daikin con una capacidad de 43.6 watt y un COP, valor 3.1 para refrigeración. El equipo que sirve a Planta Alta, administración, es un Rooftop Carrier con una capacidad de 55.6 watt y un COP, valor 3.3 para refrigeración. El equipo que sirve a Quirófano, es un Rooftop Daikin con una capacidad de 22 watt y un COP, valor 2.9 para refrigeración; se mantuvo además, la capacidad instalada, la cual resulta menor a la obtenida del cálculo, por falta de normativa nacional.

El equipo que sirve a cada una de las habitaciones de internación, en Planta Alta, es un split Electra, con una capacidad de 2.6 watt y un COP, valor 3 para refrigeración.



Figura 1 (a) Configuración de equipos existentes (b) Configuración de equipos propuestos.

3 Resultados

En la Figura 2, se presentan los consumos comparativos de gas para ambas configuraciones. Se puede observar, la gran incidencia que tiene en el consumo energético total del edificio; el gasto correspondiente, al calentamiento del agua de consumo sanitario, que es del orden del 95%. En la Figura 3, se observa la comparativa de consumos eléctricos. Es importante destacar, la disminución de los consumos eléctricos en la climatización en todos los meses del año, en especial, en los correspondientes al período estival, que van en el orden de un 32%. En la Figura 4, se muestran los ahorros totales de electricidad y gas, obtenidos con la configuración alternativa en relación a la existente. Con la optimización, se ahorra entre el 20 % y el 35% de energía, según el mes del año que se tome.

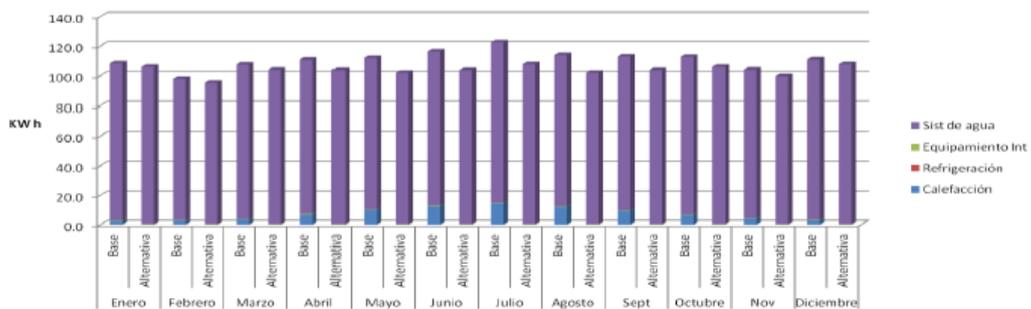


Figura 2. Consumos comparativos de gas natural para ambas configuraciones.

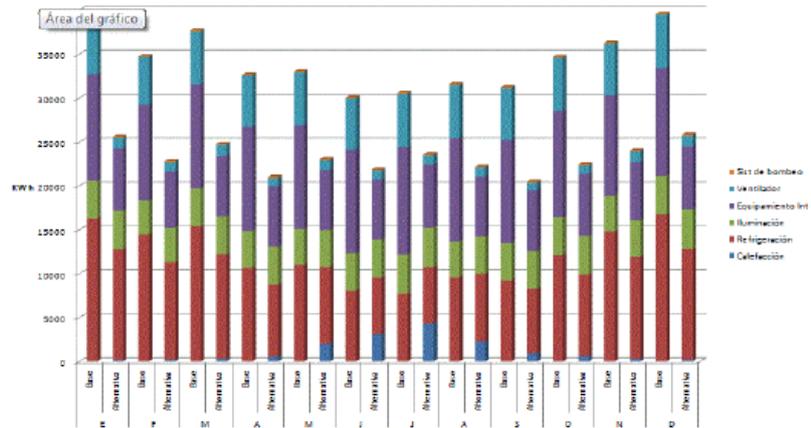


Figura 3. Consumos comparativos de electricidad para ambas configuraciones.

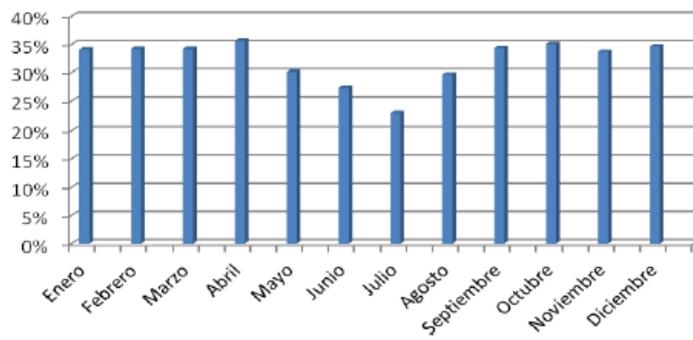


Figura 4. Ahorros totales aplicando la configuración optimizada.

4 Referencias

- ASADES - Anales de publicaciones vol. 1 a 14.
ASHRAE 189.IP, ASHRAE 90.1.
Cámara Argentina de la Construcción. Eficiencia energética en Argentina, viviendas. Cavado-Galilea.
FEHGRA Manual de uso eficiente de la energía, 2da. Edic. 2009.
Cámara Argentina de la Construcción. Hacia la eficiencia energética. Una inversión necesaria, Lagos 2008.
Czajkowski J. D. y Corredera (ASADES - 2007). Valores admisibles de carga térmica en aire acondicionado para Argentina. Caso viviendas y edificios para vivienda.
Energy Plus. Departamento de Energía de los EEUU.
INTI Construcciones. Uso racional de la energía, Volantino-Bilbao 2007.
IRAM, Instituto Argentino de Normalización (2004). Norma 11659-1 - Aislamiento térmico de edificios.
Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración.www.iram.org.ar
Autores: Li Gambi, Alippi, Gallo y Maza. Libros y Publicaciones Edit. FCEFYN – Años 2006 y 2007.
Secretaría de Energía de la Nación. Guía de eficiencia energética, GEE, programa PRONUREE.
Daikin Argentina SA y Carrier Argentina SA. Manuales técnicos.