

Guía de Operaciones

Ahorro de Energía Eléctrica en Edificaciones Públicas

República Bolivariana de Venezuela



Ministerio de Energía y Minas



Instituto de Desarrollo Experimental
de la Construcción • IDEC
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Central de Venezuela

2002

Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica
en Edificaciones Públicas

- Ministerio de Energía y Minas
- Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC); Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU); Universidad Central de Venezuela (UCV)

ISBN 980-00-2053-5

Depósito Legal: If17520026212047

Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida sin consentimiento de los autores.

Edición

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC)

Apartado Postal 47.169, Caracas 1041-A, Venezuela

Telefax: (58-212) 605.2046 / 2048

e-mail: idec@idec.arq.ucv.ve

Coordinación editorial

Michela Baldi

Diagramación y montaje

Mary Ruth Jiménez

Diseño de portada

Mary Ruth Jiménez

Corrección de textos

Helena González

Guía de Operaciones

Ahorro de Energía Eléctrica en Edificaciones Públicas

Esta Guía ha sido desarrollada en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) adscrito a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Central de Venezuela (UCV) a solicitud del Ministerio de Energía y Minas

Agradecimientos

La realización de esta Guía ha sido posible gracias a la contribución de numerosas personas, quienes han acumulado méritos suficientes para ser nombradas aquí. Sin embargo, por limitaciones de espacio y a riesgo de cometer algunas injustas omisiones, hemos escogido hacer un reconocimiento especial:

al Dr. Armando Meleán, por animarnos con su permanente entusiasmo y claridad de la misión;

al equipo de asesores y profesionales de la Dirección General de Energía del Ministerio de Energía y Minas, por revisar acuciosamente el texto original y ofrecernos sus importantes comentarios;

a los investigadores del Instituto de Energía (INDENE) de la Universidad Simón Bolívar, por compartir generosamente sus conocimientos y experiencias durante el I Taller de Capacitación en Ahorro de Energía Eléctrica para Funcionarios Públicos;

Los asistentes al Primer Taller de Capacitación en Ahorro de Energía Eléctrica para Funcionarios Públicos, por sus animadas intervenciones durante este evento y por el esfuerzo de poner en práctica la versión preliminar de esta Guía y enriquecerla con sus invaluables observaciones y sugerencias.

Los autores

ProRÓLOGO

Parte del éxito de un país consiste en sostener en el tiempo una visión acertada sobre el uso de sus recursos naturales pues éstos llegan a ser, junto con su gente, sus principales activos, que puestos al servicio de una estrategia de desarrollo nacional deben conducir al bienestar colectivo.

La mediación entre recursos naturales y capital humano queda a cargo de la educación y la cultura, y de aquí a la ciencia y la tecnología resta tan sólo el impulso creador y el orgullo de sentir la necesidad de construir una nación sana.

A lo largo de décadas varias generaciones de venezolanos nos hemos enterado de la existencia en nuestro territorio de ingentes recursos energéticos: petróleo, gas natural, carbón mineral, importantes fuentes hídricas y potenciales fuentes alternas de energía, que transformadas por la tecnología, el trabajo y el capital se convierten en bienes y servicios que ordinariamente usamos en nuestros comercios, industrias, transporte y hogares.

Una transformación que siempre tendrá algo de mágica es la del agua en electricidad, la de los combustibles fósiles en electricidad y hasta la del sol en electricidad. Grandes esfuerzos técnicos, económicos y humanos, tanto del sector privado como del público, son necesarios para poner a nuestro servicio esta fuente de energía indispensable en casi cualquier actividad humana.

Diversos condicionantes pueden explicar por qué el tipo de uso que se le da a una fuente energética, por ejemplo, la electricidad, es más o menos intensivo de un clima a otro, de una realidad socioeconómica a otra. Pero hay un hecho común a todas estas situaciones: es el usuario final quien decide, tal vez condicionado por actitudes, patrones culturales y hábitos de conducta, la forma en que maneja su consumo eléctrico.

Sacarle el máximo provecho a nuestros equipos eléctricos usándolos de la forma más adecuada, combinando criterios técnicos con la racionalidad individual, es hacer un eficiente uso de la electricidad, lo cual conduce a otorgar un valor intrínseco a esta fuente energética, además de reconocer un recurso poco estimado en nuestro ambiente: la conservación, y uso eficiente de la energía, de la electricidad.

Ninguna nación se ha desarrollado derrochando sus recursos ni sus activos. El desempeño y la actitud de la gente impulsa la diferencia. Los venezolanos tenemos un reto constante y a largo plazo: hacer un uso eficiente de la dotación eléctrica en todos los ámbitos del quehacer nacional, como forma de sostener y ampliar el confort que nos brinda la electricidad.

El complemento a esta visión debe expresarse en acciones orientadas para hacer un uso eficiente de la electricidad, y se encuentra en proceso de ser compartido por los principales actores del sector eléctrico: empresas eléctricas, con el legítimo derecho a exigir una contraprestación económica razonable por la prestación del servicio, y clientes, también en su derecho a exigir confiabilidad, calidad y precios convenientes por el servicio recibido y el organismo regulador, el Ministerio de Energía y Minas, en su condición de representante del interés público general. Tal es el objetivo de la presente Guía.

Esta primera edición de la "Guía de operaciones: ahorro de energía eléctrica en edificaciones públicas", tiene como objetivo servir de herramienta de trabajo a los funcionarios encargados de la atención técnica y el mantenimiento de equipos, sistemas y espacios, así como a los encargados de la administración del consumo eléctrico, para que realicen acciones concretas en materia de ahorro y uso eficiente de la electricidad, hacer un seguimiento a las mismas y alcanzar importantes reducciones en el consumo, sin afectar el confort ni las condiciones de trabajo.

Ing. Nervis Villalobos
Viceministro de Energía
Ministerio de Energía y Minas

Contenido

	pág
Presentación	13
Propósito	17
Introducción	19
Edificaciones y consumo energético	21
Mediciones del consumo	
Indices energéticos de las edificaciones	
Sistemas energéticos alternativos	
Ahorro de energía en edificaciones existentes y remodelación	
Ahorro de energía en edificaciones nuevas	
Componentes de la edificación	35
Arquitectura y equipamiento interior	
Instalaciones y equipos eléctricos	
Instalaciones y equipos mecánicos	
Instalaciones y equipos sanitarios	
Instalaciones y equipos de seguridad	
Recomendaciones para ahorrar energía	45
Recomendaciones Generales	47
Recomendaciones de Nivel 1	51
Arquitectura y equipamiento interior	
Instalaciones y equipos eléctricos	
Instalaciones y equipos mecánicos	
Instalaciones y equipos sanitarios	
Instalaciones y equipos de seguridad	



Contenido

	pag
Recomendaciones de Nivel 2	70
Arquitectura y equipamiento interior	
Instalaciones y equipos eléctricos	
Instalaciones y equipos mecánicos	
Instalaciones y equipos sanitarios	
Instalaciones y equipos de seguridad	
Recomendaciones de Nivel 3	82
Arquitectura y equipamiento interior	
Instalaciones y equipos eléctricos	
Instalaciones y equipos mecánicos	
Instalaciones y equipos sanitarios	
Instalaciones y equipos de seguridad	
Cuestionario de autoevaluación	90
Instrumentos de medición	96
Glosario	101
Referencias bibliográficas	125
Normas asociadas	127
Direcciones en INTERNET	129
Autores	131



Presentación

Esa Guía llega en su justo momento. Corresponde a una coyuntura difícil, cuando la sequía reduce la oferta hidroeléctrica y puede llevar a un período de restricciones muy drásticas. Pero también, como lo dicen los autores, porque corresponde a una necesidad de mediano y largo plazo.

¿Por qué favorecer el ahorro de energía eléctrica? ¿Por qué incentivar a los usuarios a reducir su consumo?

Durante casi un siglo se trató más bien de ampliar la demanda de electricidad, no solamente a través de nuevos clientes, sino también al desarrollar nuevos usos, propiciar la compra de máquinas más potentes, ofrecer nuevos servicios, y mejorar así la carga de las plantas. Todo el sistema eléctrico ha sido diseñado para incentivar el consumo, y esto no sólo en Venezuela sino en todas partes del mundo. Un ejemplo conocido es el incentivo al uso de la electricidad para la calefacción de las viviendas en Francia. La demanda eléctrica, a lo largo del tiempo, ha sido construida, modelada por estrategias corporativas y públicas siempre expansivas.

Pero el panorama hoy ha cambiado por completo: en todas partes del mundo se implantan políticas y prácticas de ahorro energético que tienen éxito.

Las empresas eléctricas tienen interés en implantarlas porque, para atender la nueva demanda, sale más barato ayudar a los actuales clientes a reducir su consumo que invertir en nuevas plantas. Subsidiar la compra de aparatos de aire acondicionado más eficientes, como ocurre en el estado Zulia, se vuelve un comportamiento racional para la empresa eléctrica, y varias empresas privadas norteamericanas lo han hecho sin incentivo público, solamente por cálculo racional.

El consumidor industrial, para reducir sus costos y competir en el mercado, tiene que mejorar su eficiencia energética. Los productores de cemento, por ejemplo, han logrado reducir drásticamente su factura energética.

Los consumidores de pocos recursos sufren por las alzas tarifarias y por un sistema de cobros más efectivo: los gobiernos, a través de sus políticas sociales, pero también las empresas eléctricas privadas interesadas en reducir la morosidad, han diseñado programas para ayudarlos a controlar mejor su consumo y a reducirlo con cambios de luminarias y de aparatos, mejoras en el aislamiento térmico de sus viviendas, etc.

Por primera vez, todos los actores del sistema eléctrico tienen interés en lograr tal ahorro: se vuelve posible armar un programa eficiente, porque será de tipo ganar-ganar, a través del cual todos pueden mejorar su posición.

El sector público, como consumidor, también tiene interés en reducir su gasto energético por razones presupuestarias obvias, pero es el sector con mayor dificultad para lograrlo. Y más aún en Venezuela, porque todavía son muchos los incentivos al consumo que no han sido desmontados: estructura tarifaria inadecuada, cobranza ineficiente, morosidad en el pago por parte de los entes públicos, etc. También porque muchos rasgos de la gerencia pública conspiran contra este cambio: gerentes que no tienen un control efectivo sobre su presupuesto, discontinuidad administrativa cuando se trata de programas de largo aliento, falta de tradición y de organización de un mantenimiento efectivo, políticas erráticas de compras o de construcción. Si bien al nivel global una política de ahorro energético representa un cambio de paradigma, en la administración pública se trata de una verdadera revolución.

Requiere de una política enérgica por parte del Ministerio de Energía y Minas, por parte de cada uno de los ministerios y entes descentralizados, por parte de los gobiernos locales. Pero también se hace necesario un compromiso fuerte

por parte de las empresas eléctricas. En todas partes del mundo estas empresas están transitando de una postura de productor-distribuidor de energía a una estrategia de proveedor de servicios energéticos integrados. Los contratos de concesión municipal del servicio eléctrico, por ejemplo, tendrían que incorporar la definición de la asistencia técnica que la empresa tiene que ofrecer a los municipios para mejorar la eficiencia energética de sus dependencias. Para las empresas eléctricas también se trata de un cambio muy profundo.

El actual nivel de ineficiencia energética en las instalaciones públicas es un desafío, pero representa también una oportunidad: se pueden esperar resultados espectaculares con base en acciones múltiples pero relativamente modestas, como se ve en esta Guía. El objetivo de 20% de reducción del consumo luce modesto respecto al actual nivel de consumo. Pero a la vez se ve sumamente ambicioso cuando uno observa los cambios necesarios en la administración pública y en las empresas eléctricas para lograrlo.

Por eso, la situación de emergencia que vivimos propicia una oportunidad única, porque la presión de la contingencia obliga a lograr resultados y permite iniciar un proceso que va mucho más allá de la coyuntura.

Dr. Henri Coing
Director de Investigación en
el Institut de Recherche pour le
Développement (IRD-Francia)




Propósito

Esta Guía está orientada a la puesta en práctica de procedimientos, acciones y medidas que contribuyan al uso eficiente de la energía eléctrica en edificaciones públicas. Su objetivo inmediato es dar cumplimiento al Programa de Ahorro de Energía Eléctrica (PAEE), según lo establece el Decreto Presidencial 1.629, publicado en Gaceta Oficial N° 37.377, de fecha 1º de febrero de 2002, sin embargo, también contiene un objetivo implícito de largo plazo, de mayor trascendencia, pues significa un cambio de paradigma en relación con el uso de la energía en sus variadas manifestaciones, de manera que las organizaciones e individuos que hayan participado en este Programa puedan integrarlo a su acción cotidiana, como resultado de la comprobación de sus resultados beneficiosos.

La Guía está dirigida especialmente a Directores de Servicios, Gerentes, Jefes de División, Jefes de Departamento, Jefes de Mantenimiento y otras autoridades vinculadas con la toma de decisiones que impliquen el uso de la energía eléctrica en edificaciones públicas.

Los criterios base de este documento son de carácter general tomando en consideración la estructura y el funcionamiento de una edificación típica en la cual se desarrollen actividades de oficina, quedando a cargo de los responsables de administrar esta Guía su adaptación a las particularidades de cada caso. En consecuencia, ella podría ser adaptada a edificaciones de carácter privado, con características similares a las aquí mencionadas.

Al final de esta Guía se incluye un Cuestionario de Autoevaluación que podrá ser utilizado para realizar un diagnóstico inicial de la edificación



en relación a los objetivos del PAEE y, posteriormente, para evaluar los progresos y detectar obstáculos para el cumplimiento de este programa, tales como recursos económicos, formación de personal o disponibilidad de equipos.


También, como material de apoyo y consulta para los usuarios de esta Guía, se incluye un Glosario de los términos más importantes relacionados con los tópicos tratados en la Guía.

Introducción

Venezuela tradicionalmente ha sido considerado un país con una reserva inagotable de recursos energéticos y este hecho ha influido en los hábitos de su población, hasta el punto de ser el país de mayor consumo de energía eléctrica por persona en Suramérica.

La situación coyuntural de estos momentos, debido a la merma en la capacidad de generación de electricidad como consecuencia de la disminución del nivel de la represa del Guri, obliga a tomar medidas inmediatas que permitan regular la demanda. Una de las primeras acciones se orienta a disminuir la demanda de energía eléctrica de las edificaciones debido al peso que ésta tiene sobre el consumo total, sin dejar de promover al mismo tiempo una reflexión acerca de los orígenes de los patrones del consumo en nuestro país.

Estas primeras acciones contenidas en el Programa de Ahorro de Energía Eléctrica (PAEE) deben estar acompañadas de campañas de educación y estímulo dirigidas a la población en general. Por otra parte se deben estudiar normas regulatorias que apunten a involucrar a constructores, arquitectos, ingenieros y promotores de la industria de la construcción. Como consecuencia debería producirse un cambio en los criterios de diseño, construcción y remodelación de edificaciones para adecuarlos a nuestras condiciones climáticas, geográficas y culturales, para procurar ambientes confortables y de una alta calidad de habitabilidad a la vez que eficientes desde el punto de vista energético.

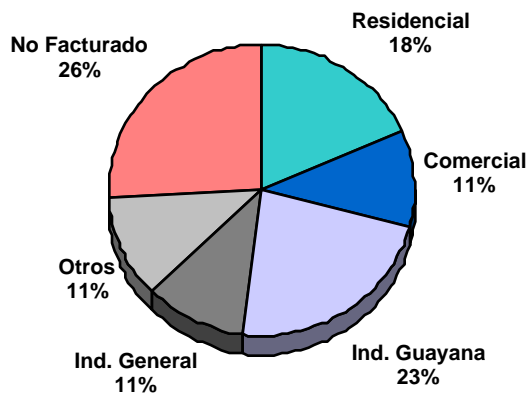


Este es el marco en el cual se insertan los objetivos de esta Guía, cuyos resultados a largo plazo podrían traducirse en un mejor uso de la energía con repercusiones en una estructura de costos más racional y por tanto en una economía más competitiva.

Edificaciones y Consumo Energético

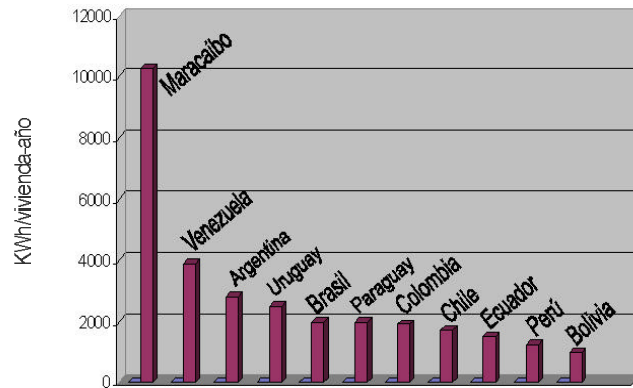
Las edificaciones consumen un importante porcentaje de la energía a escala mundial. En Venezuela, según estadísticas realizadas en el año 2000 por la Cámara Venezolana de la Industria Eléctrica (CAVEINEL), los sectores residencial y comercial representan en conjunto 40% del consumo facturado (ver gráfico 1).

Gráfico 1
CAVEINEL: consumo facturado, año 2000



Por otra parte, en general nuestras edificaciones siguen patrones de diseño que requieren sistemas de acondicionamiento mecánico de gran consumo energético. Tal como lo muestra el cuadro 1, nuestro país es el mayor consumidor por habitante en Suramérica, destacándose la ciudad de Maracaibo como la de mayor índice en Venezuela.

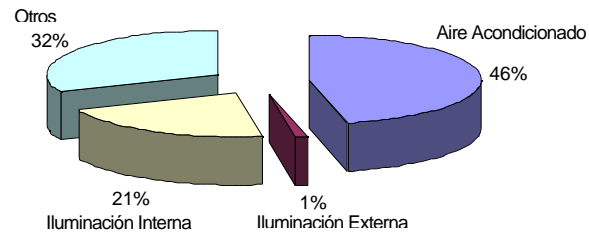
Cuadro 1
Consumo residencial del año 1999 presentado por el
Comité de Integración Energética Regional (CIER)



El mayor porcentaje de consumo energético en una edificación se produce a través de los sistemas de aire acondicionado y de iluminación (más del 60%, aunque este porcentaje varíe dependiendo con el uso: oficina, hotelero, residencial, gubernamental, educativo, etc.). Otras instalaciones y equipos también influyen en el consumo, aunque en menor proporción, tales como ascensores, motores y bombas de las instalaciones sanitarias, equipos de oficina, electrodomésticos, etc. En el caso específico de oficinas la distribución porcentual del consumo por instalaciones y equipos se muestra en el gráfico 2.

A partir del diagnóstico sobre el funcionamiento de las edificaciones en nuestro país, se han podido identificar varias causas del consumo excesivo: malos hábitos en la utilización de la energía, arquitectura inadecuada a las variables geoclimáticas, cambios de uso, aumento del número de ocupantes previstos en el diseño original, aumento de la demanda energética por cambios tecnológicos, uso de equipos e

Gráfico 2
Distribución del consumo en oficinas



instalaciones ineficientes, esquema tarifario inadecuado a la demanda real, planes de mantenimiento deficientes, falta de regulaciones técnicas y legales en la industria de la construcción, etc.

Un programa de ahorro de energía debe tomar en cuenta estas causas para aplicar las medidas correctivas necesarias, teniendo especial cuidado de no disminuir las condiciones de confort y productividad de los usuarios.

MEDICIÓN DEL CONSUMO

La FACTURACIÓN POR CONSUMO que realizan las empresas que suministran energía eléctrica a sus clientes contabiliza en kWh los consumos de todos los equipos e instalaciones, por un periodo determinado (diario, mensual, bimensual); la cantidad de kWh consumida, multiplicada por la tarifa correspondiente, da origen al monto del consumo.

Además del consumo energético en kWh, las empresas de suministro eléctrico incluyen la FACTURACIÓN POR DEMANDA. Este concepto

corresponde básicamente a las inversiones que se tienen que realizar para garantizar el suministro eléctrico de adecuada capacidad. Esta demanda en Venezuela se mide en unidades de potencia eléctrica aparente, kilovolt-amperes (kVA), y se especifica en las facturas de cobro como DEMANDA ASIGNADA (o CONTRATADA) tal como se muestra en la ilustración 1.

En nuestro país la demanda eléctrica contratada sólo se factura a edificios completos, en tanto que en el sector residencial sólo se toma en cuenta la FACTURACIÓN POR CONSUMO.

EL CARGO POR AJUSTE DE COMBUSTIBLE Y ENERGÍA en Bs/kWh es la multiplicación entre la Cantidad Medida por Consumo y un ajuste mensual por la variación de los costos de combustible para la generación de electricidad.

Ilustración 1
Factura de electricidad

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	VALOR
ELECTRICIDAD CONSUMIDA	KWH	1000	1000	1000.00
AJUSTE DE COMBUSTIBLE Y ENERGÍA	BS/KWH	1000	1000	1000.00

También se incluyen los costos correspondientes a los IMPUESTOS MUNICIPALES y el IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (IVA).

En caso de que un edificio en particular también utilice algún tipo de combustible, como por ejemplo gas natural, gasolina o diesel, se deberán tomar en cuenta sus respectivas cantidades mensuales de uso.

Para unificar las distintas fuentes de energía, las cantidades utilizadas se multiplican por su contenido calórico por unidad de medición, por ejemplo, un metro cúbico de gas contiene aproximadamente 10,3 kWh; fuel oil y gasolina aproximadamente 10,8 kWh por litro; carbón 8,4 kWh por kilo, etc. De esta manera se logra estimar en kWh el consumo energético total de la edificación en kWh para un determinado período, generalmente un año. En algunos países se utilizan frecuentemente otras unidades de medida como, por ejemplo, Btu (por las siglas en inglés de British Thermal Unit); un kWh equivale a 3.412 Btu.

El costo energético total de una edificación comprende su consumo eléctrico en kWh, la carga conectada en kVA, y los costos de los otros combustibles utilizados. En el caso de que la facturación sea mensual el costo total será:

$$\text{Bs/mes} = (\text{kVA asignada o lectura máxima}) \times \text{Bs/kVA} + \text{kWh/mes} \times \text{Bs/kWh} + (\text{Unidades de Combustible/mes}) \times \text{Bs/Unidad.}$$

Donde generalmente se factura la cifra mayor entre la demanda asignada y la lectura máxima registrada durante el periodo de facturación.

En Venezuela los costos unitarios actuales son del orden de 40 - 50 Bs/kWh y 3.000 -5.000 Bs/kVA.

Se debe destacar que la demanda facturada debe estar ligeramente por debajo de la asignada. En caso de que ambas sean notablemente

diferentes se recomienda que la empresa realice otro inventario de las cargas eléctricas conectadas en la edificación y se modifique el contrato de suministro eléctrico.

Las condiciones que rigen la medición están contempladas en la Ley de Metrología, publicada en la Gaceta Oficial N° 2.717-extraordinario del 30/12/1980, Sección IV, Del Uso del Instrumento de Medida, artículo N° 21, el cual reza, textualmente:

“La prestación de los servicios de energía eléctrica, de agua y gas, así como de teléfonos, alquiler de vehículos y todos aquellos otros que el Ministerio de Fomento determine, deberá realizarse mediante la utilización de instrumentos medidores o contadores debidamente aferidos y sólo con base a las cifras indicadoras de consumo que acusen, se procederá a efectuar las respectivas facturaciones o cobros por la prestación del servicio. (...) En las instalaciones de los instrumentos a que se hace referencia, deberán cumplirse las condiciones y especificaciones que determinen el Servicio Nacional de Metrología. (...) Las personas que prestan tales servicios deberán facilitar gratuitamente los instrumentos de medidas pertinentes”.

INDICES ENERGÉTICOS DE LAS EDIFICACIONES

Si se divide el consumo energético anual de una edificación en particular entre su área total construida, se obtiene su índice energético unitario en kWh/(m²-año) o Btu/(ft²-año), el cual sirve en primera instancia para comparar su eficiencia energética con otras del mismo tipo y/o similares.

Al analizar el consumo de cada uno de los componentes de las edificaciones se utilizan otros índices más especializados. Por ejemplo, la eficacia de los sistemas de iluminación artificial se mide en lúmenes por vatio de consumo (lm/W). Por su parte, los proyectistas deben diseñar los sistemas de iluminación para que en cada ambiente se produzcan los adecuados lúmenes por m² (lux), mientras que los rendimientos energéticos de los sistemas de iluminación se miden en W/m². Con las modernas y eficientes luminarias de hoy en día se han logrado reducir los consumos por concepto de iluminación desde los anteriores 30 W/m² hasta 15-10 W/m².

Las capacidades de los sistemas de aire acondicionado se miden en toneladas de refrigeración (ton), equivalentes a 12.000 Btu por hora o 3,5 Kw de capacidad de enfriamiento.

Para indicar la eficiencia energética de los sistemas de aire acondicionado se utilizan varios índices. El Energy Efficiency Ratio (EER) indica la capacidad de enfriamiento de los equipos en Btu/hr por vatio de consumo (Btu/W) en condiciones estándar de 95° F de acuerdo al Conditioning and Refrigeration Institute (ARI). Mientras que el Coefficient of Performance (COP) relaciona la capacidad de enfriamiento en vatios con consumo en vatios (W/W). En la industria y literatura también es común la utilización de otros índices como, por ejemplo, hp/ton y kW/ton. Estos índices están relacionados mediante las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} \text{COP} &= 0,293 \times \text{EER} \\ \text{Hp/ ton} &= 4,71 / \text{COP} = 16,075 / \text{EER} \\ \text{Kw/ ton} &= 3,514 / \text{COP} = 12 / \text{EER} \end{aligned}$$

En cuanto a la eficiencia de uso de los sistemas de aire acondicionado en nuestro país generalmente se utiliza un índice o unidad híbrida, m²/ton, equivalente al área de construcción acondicionada por tonelada

de refrigeración instalada. En nuestro país es común conseguir edificaciones que trabajan con índices de 20 m²/ton, mientras que en otros países donde se aplican adecuadas normas energéticas se logran diseñar edificaciones con índices de aproximadamente 40 m²/ ton.

SISTEMAS ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS

En nuestro país la mayoría de las edificaciones adquieren su energía sólo a través de la red de distribución de la empresa eléctrica local pero hoy en día existen otras estrategias energéticas que deberían ser contempladas y analizadas, sobre todo durante la fase de proyecto de una nueva edificación. Por ejemplo, en los últimos años se han desarrollado tecnologías diseñadas para ahorrar energía y optimizar el uso de los sistemas de aire acondicionado. Se debe hacer notar que el aire acondicionado puede representar hasta 50% de la energía y demanda eléctrica de los edificios comerciales.

Estas alternativas deben ser estudiadas desde el punto de vista económico (costos iniciales y de operación), pero también tomando en cuenta variables ambientales y ecológicas. Por ejemplo los equipos a gas consumen más energía por unidad de frío producida, pero a su vez la energía proveniente del gas es notablemente más barata que la eléctrica.

Algunos de estos sistemas alternativos son:

Autogeneración: en este caso parte de la carga eléctrica es asumida por una planta eléctrica que convierte en electricidad la energía de algún combustible. La eficiencia energética de este proceso es relativamente baja, apenas 20% - 30%, pero aumenta considerablemente si se logra recuperar el calor residual de los gases de escape para algún uso en particular. En algunas edificaciones se han utilizado con éxito las plantas eléctricas de emergencia para alimentar parte de sus

instalaciones eléctricas. Esta técnica reduce la carga eléctrica conectada en kVA y el consumo en kWh, pero debe ser analizada desde el punto de vista técnico y económico pues aumentan los requerimientos de combustibles fósiles y se deben tomar en cuenta los costos adicionales de mantenimiento y de reparación de las plantas de emergencia con cierta frecuencia.

Cogeneración: técnica muy aplicada en industrias y en países con climas invernales, en la cual una planta de energía genera electricidad y vapor. Estos sistemas pueden ser de varios tipos, con motores de combustión interna a gas o diesel, con turbinas de gas, o con ciclo combinado de caldera, turbina de vapor y generador eléctrico.

Trigeneración: con esta tecnología la planta de energía térmica logra producir electricidad, vapor y aire acondicionado simultáneamente. El aire acondicionado se obtiene mediante el llamado ciclo de absorción, en el cual se utiliza el calor residual del proceso de combustión de la planta de energía para producir agua helada. Por ejemplo, con el calor residual de la producción de 2 kW de energía eléctrica se puede operar un equipo de aire acondicionado con ciclo de absorción de aproximadamente una tonelada de capacidad. vapor y generador eléctrico.

Máquinas térmicas para producir aire acondicionado: estas alternativas producen agua helada generalmente a partir de combustibles fósiles, pero también se pueden utilizar energías residuales e incluso energía solar. Existen dos tecnologías disponibles: a) mediante el ciclo de absorción, en el cual se recicla una solución de agua y amoníaco o agua y bromuro de litio a través de unos recipientes a presión, que al evaporar el refrigerante en un evaporador enfrían el agua del sistema de aire acondicionado; b) motores de combustión interna los cuales accionan compresores convencionales de aire acondicionado.

Acumulación térmica (LOAD SHIFTING): con esta técnica se logra desplazar parte de la carga eléctrica del sistema de aire acondicionado a las horas nocturnas. El frío producido en estas horas no-pico es acumulado en tanques de agua o en forma de hielo y luego utilizado en el día para acondicionar el edificio. Con esta alternativa no se logra en realidad ahorrar energía sino más bien ahorrar dinero al disminuir la carga diurna conectada (los kVA), y en algunos casos utilizar los posibles beneficios económicos de una menor tarifa energética nocturna (para algunas países y aplicaciones los kWh nocturnos cuestan casi la mitad de la tarifa diurna).

Control de demanda (LOAD SHEDDING): en algunos países se está popularizando esta técnica que consiste en monitorear y controlar los equipos para que no sobrepasen determinadas cargas (en kW), y así limitar los kVA contratados, para evitar posibles y notables penalizaciones que generalmente afectan los costos de facturación por un buen tiempo (varios meses). De esta manera se van apagando ciertos equipos y cargas no prioritarios a medida que la carga medida se aproxima a la demanda contratada. Esta técnica requiere de cierta inversión en Gerencia de Energía. Se estima que en nuestro país este sistema de Control de la Demanda no se justifica hasta el momento pues las penalizaciones son todavía modestas.

AHORRO DE ENERGÍA EN EDIFICACIONES EXISTENTES Y EN REMODELACIÓN

En las edificaciones ya construidas las posibilidades reales de ahorro de energía dependen en buena medida de los niveles de sobre-diseño de las distintas instalaciones. Por ejemplo, un motor eléctrico de 25 hp que opera el ventilador de una Unidad de Manejo de Aire (UMA) con

un consumo operativo de sólo 57% de su amperaje nominal, podría ser reemplazado por otro de 15 – 20 hp. Esto resultará en un ligero incremento de la eficiencia del motor, un mejor factor de potencia, y en una posible reducción de entre 5 y 7,5 kVA de la carga conectada contratada. Este redimensionamiento del motor posiblemente no ahorre mucha energía pero la disminución de la carga conectada podría resultar en un posible ahorro de dinero. Se puede estimar que el período de recuperación de la inversión en este caso sería de aproximadamente 3 o 4 años.

En otros casos se puede contemplar el reemplazo de equipos viejos y obsoletos por otros de mayor eficiencia energética. Por ejemplo, los sistemas de iluminación con tubos fluorescentes T12 con rendimientos de 30 W/m² pueden ser cambiados por los modernos de alta eficiencia, con tubos T8 y rendimientos de 10-15 W/m². Así mismo, los antiguos sistemas de aire acondicionado con rendimiento de 8 Btu/W (EER), equivalentes a COP de 2,3 (W/W) pueden ser reemplazados por equipos modernos con rendimientos de 11- 13 Btu/W (3,2-3,8 W/W).

AHORRO DE ENERGÍA EN EDIFICACIONES NUEVAS

La obra arquitectónica debe concebirse en armonía con el clima y con las características socioculturales, económicas y tecnológicas del país, pues sus efectos se reflejarán en la calidad de los espacios habitables, el uso racional de la energía y el impacto ambiental.

Las condiciones climáticas de Venezuela permiten construir edificaciones térmicamente confortables en forma natural, y en los casos de climatización activa, racionalizar el consumo energético y minimizar los costos de instalación y mantenimiento de los equipos de aire acondicionado.

Un diseño arquitectónico adecuado a nuestro clima, siempre y cuando las condiciones geofísicas lo permitan, debe seguir principalmente las siguientes estrategias:

Reducir las cargas de calor: propiciando una orientación norte y sur de las fachadas principales, y también la utilización de parasoles, aprovechamiento de las masas de vegetación y juegos de volúmenes para producir sombras.

Modular las cargas de calor: a través del adecuado uso de la inercia térmica de los componentes constructivos, vidrios reflectantes o aislantes de la radiación solar, techos protegidos con aislantes y pinturas reflectantes.

Evacuar las cargas de calor: en el caso de acondicionamiento pasivo se debe estimular la ventilación natural cruzada, utilizar bloques de ventilación, patios, dobles fachadas ventiladas, etc.

En el caso de acondicionamiento activo deben evitarse las infiltraciones o exfiltraciones y utilizar la ventilación nocturna cuando sea factible para descargar la acumulación de calor en el edificio.

En el caso particular de edificios nuevos que funcionan con acondicionamiento activo, el ahorro de energía depende en buena medida de los criterios de diseño utilizados. Por ejemplo, por cada kilovatio ahorrado en iluminación o en equipos de oficina, se podría reducir la capacidad del sistema de aire acondicionado en aproximadamente 1 kW (3.413 Btu o 0,28 toneladas de refrigeración), lo cual resulta en un ahorro adicional de otros 280 W - 430 W, totalizando unos 1,3 kW -1,4 kW ahorrados. Por lo tanto, y tal como se puede apreciar, el

verdadero ahorro de energía se produce cuando se realiza un diseño integrado entre la envoltura, los sistemas de iluminación, el aire acondicionado y sus respectivos sistemas de control.

En los nuevos proyectos de hoy se recomienda seguir algunas de las normas energéticas internacionales, como por ejemplo la ASHRAE 90.1, con la finalidad de estimar los parámetros de consumo iniciales, acordes con las actuales tendencias mundiales.



Componentes

COMPONENTES DE LA EDIFICACIÓN

Se ha adoptado el término componentes de la edificación para facilitar la asignación y supervisión de tareas que conduzcan al cumplimiento del programa de ahorro de energía.

Una de las primeras tareas a realizar por el responsable del programa es identificar los componentes, ya que las recomendaciones se especificarán de esta manera. Los componentes se clasifican en:



- Arquitectura y equipamiento interior



- Instalaciones y equipos eléctricos



- Instalaciones y equipos mecánicos



- Instalaciones y equipos sanitarios



- Instalaciones y equipos de emergencia



- Otras instalaciones y equipos



ARQUITECTURA Y EQUIPAMIENTO INTERIOR

Comprende los espacios y cerramientos que sirven al interés común de los ocupantes de las edificaciones. También se incluyen aquí el equipamiento interior necesario para el desarrollo de las actividades propias de esos espacios. Está compuesto por:

Espacios arquitectónicos

Ambientes diseñados y equipados especialmente para las funciones específicas a realizar. Los requerimientos de habitabilidad (calidad lumínica, térmica, acústica, espacial y equipamientos) deben responder a la actividad y al número de ocupantes para cada uno de los ambientes.

Los espacios arquitectónicos, según las actividades que allí se realicen, se clasifican en oficinas, salas de reuniones, áreas de circulación (horizontal y vertical), áreas de servicios (sanitarios, lavamopas, etc.), estacionamientos y áreas comunes (jardines, caminerías, patios).

Cerramientos

Comprenden todos los componentes constructivos horizontales o verticales (opacos, permeables y/o traslúcidos) que conforman la envolvente de la edificación, así como todas las divisiones internas que delimitan parcial o totalmente un área dada de una edificación. Se clasifican en:

a) Cerramientos exteriores, que comprenden todos los componentes constructivos y/o elementos que conforman la envolvente exterior de la

edificación. Estos incluyen: paredes exteriores, techos, ventanas, parasoles y aberturas.

b) Cerramientos interiores, comprenden todos los componentes constructivos que dentro de la edificación conforman el ambiente y delimitan o dividen un espacio de otro. Ej.: paredes, tabiques, puertas, ventanales y plafones.

Equipamiento interior

Está compuesto por muebles (escritorios, sillas, mesas, bibliotecas, etc), equipos de oficinas (computadoras, faxes, fotocopiadoras, destructoras de papel, etc.) y audiovisuales (retroproyectores, televisores, VHS, amplificadores, etc.) que se requieren para el desarrollo de las actividades de oficina.

Equipamiento complementario

Comprenden equipos menores y de servicios tales como bebederos de agua, cafeteras, hornos microondas y máquinas expendedoras de comida.

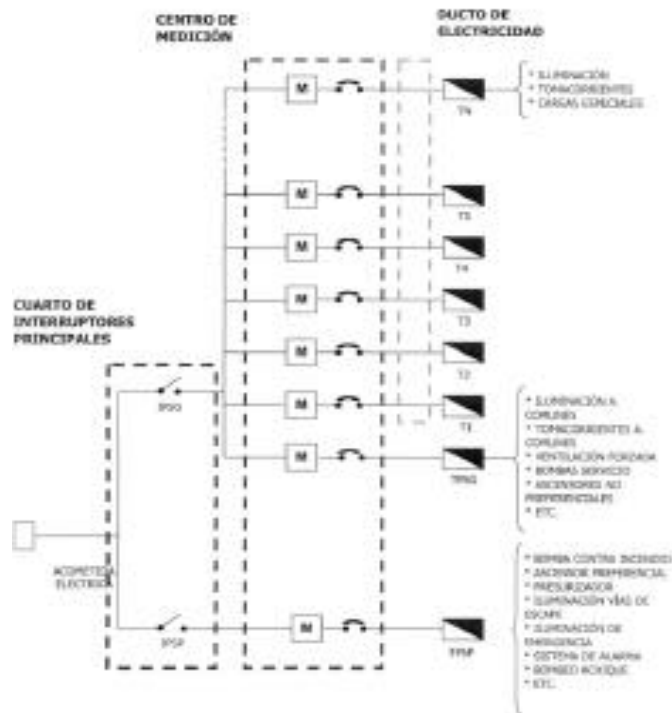


INSTALACIONES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS

Se incluyen en este punto las piezas y/o los equipos eléctricos producidos en fábrica que se incorporan a las instalaciones eléctricas de la edificación.

La energía eléctrica es suministrada por la empresa prestadora del servicio a través de la acometida eléctrica, la cual está conformada por una serie de conductores y canalizaciones suficientes para manejar la corriente de entrada a la edificación, tal como lo muestra la ilustración 2.

Ilustración 2
Esquema de Distribución Eléctrica en al Edificación



Las instalaciones principales son:

Cuarto de interruptores principales. Allí ocurre una primera división del servicio eléctrico en dos, el servicio preferencial y el servicio general de la edificación:

- Servicio preferencial: donde se conectarán todas las cargas comunes que deberán funcionar en caso de emergencia, controladas por el INTERRUPTOR PRINCIPAL DE SERVICIOS PREFERENCIALES (IPSP)
- Servicio general: donde se conectarán todos los usuarios de la edificación y el resto de las cargas comunes que son controladas por el INTERRUPTOR PRINCIPAL DE SERVICIOS GENERALES (IPSG)

En caso de ocurrir alguna emergencia, el cuerpo de bomberos desconectará el IPSG y dejará conectado el IPSP.

Centro de medición, donde se ubican los medidores de consumo de la edificación dentro de los módulos de medición, que son cajas metálicas con dos

compartimientos: uno donde se ubican los medidores (sólo accesible a la Compañía Eléctrica) y el otro donde se ubican las protecciones de cada uno de los tableros. La edificación cuenta por lo menos con un medidor para el TABLERO PRINCIPAL DE SERVICIOS PREFERENCIALES (TPSP), uno para el TABLERO PRINCIPAL DE SERVICIOS GENERALES (TPSG) y uno para cada uno de los TABLEROS DE LOS USUARIOS (T1, T2, ..., TN).

El ducto de electricidad es un espacio por el cual pasan los alimentadores eléctricos de cada uno de los tableros o subtableros que se ubican por encima y/o por debajo de la planta baja.

Tableros eléctricos

Panel diseñado para el ensamblaje de un sistema de barras, con interruptores para la protección de los circuitos eléctricos de iluminación, tomacorrientes de uso general y fuerza.

Planta eléctrica

Son generadores de electricidad que generalmente actúan como alternativa a la línea principal en caso de suspensión del servicio eléctrico, a fin de suministrar energía a áreas críticas de una edificación. En algunos casos es utilizada como fuente generadora total o parcial de la energía consumida por una edificación.

Iluminación

Son elementos para la generación de radiaciones luminosas de forma artificial. Comprende luminarias, los aparatos que distribuyen, filtran o modifican el flujo de una o varias fuentes de luz y que contienen todos los elementos necesarios para el soporte de la lámpara (bombillo) y su conexión a la red de suministro

La iluminación artificial esta conformada por:

- a) Lámparas (bombillos): elementos para la generación de radiaciones luminosas de forma artificial. Las lámparas pueden ser clasificadas en incandescentes, fluorescentes y de descarga en gas.

b) Luminarias: Los aparatos que distribuyen, filtran o modifican el Flujo de una o varias fuentes de luz y que contienen todos los elementos para soporte de la lámpara y su conexión a la red de suministro.

Tomacorrientes

Dispositivos para la conexión de equipos portátiles y cuya tensión de alimentación es de 120 voltios. Son alojados en cajetines y están compuestos por un taco que se sujeta por una lámina metálica llamada puente al cajetín, mediante tornillos.

Motores eléctricos y equipos especiales

Son equipos que convierten la energía eléctrica en energía mecánica en forma de movimiento rotativo, generalmente de velocidad constante, pero con controles pueden variar su velocidad. Los hay monofásicos, trifásicos, de corriente directa y alterna.

Los motores eléctricos y equipos especiales son conectados a través de dispositivos alimentados por circuitos exclusivos, de forma individual, directamente del tablero eléctrico, generalmente con tensión de alimentación mayor a 120 voltios.



INSTALACIONES Y EQUIPOS MECÁNICOS

Conjunto de obras, equipos y/o ducterías que se incorpora a la edificación para el traslado vertical de los usuarios, para mantener las condiciones ambientales u otros requerimientos mecánicos de la edificación. Están compuestos por:

Transporte vertical

Se emplea para movilizar personas entre los diferentes niveles de la edificación y está constituido por ascensores, montacargas y escaleras mecánicas

Equipos de aire acondicionado

Emplean equipos mecánicos para la aclimatación artificial de los espacios arquitectónicos. Hay dos tipos principales: equipos individuales y equipos centrales. Los equipos individuales o unitarios son del tipo ventana y *minisplits* para ambientes pequeños y las unidades tipo *split* (divididos) y compactos grandes para ser instalados con ducterías en ambientes de mediano tamaño.

Los sistemas centrales trabajan generalmente con uno o varios equipos productores de frío, usualmente agua helada, la cual es bombeada por todo el edificio a unidades de manejo de aire *y/o fan coils* que acondicionan el aire recirculado en los distintos ambientes

Equipos de ventilación forzada

Se utilizan para renovar el aire de un ambiente. Incluyen: ventiladores, ductos, rejillas y extractores. Los principales sistemas de ventilación de los edificios son: 1) de extracción del aire viciado de los baños; 2) de inyección del aire fresco y extracción del aire viciado de los estacionamientos en los sótanos; 3) de inyección de aire fresco y extracción de aire en las áreas de oficina.

Otros equipos mecánicos

Cualquier otro dispositivo que funcione con energía eléctrica, tales como motores de puertas, bombas, compresores.



INSTALACIONES Y EQUIPOS SANITARIOS

Comprenden las piezas y/o equipos producidos en fábrica que se incorporan a las instalaciones sanitarias de la edificación. Incluyen:

Sistemas de bombeo

Son los equipos para impulsar las aguas blancas por la edificación y el sistema para expulsar las aguas negras al empotramiento de las cloacas cuando esto se requiera. Se clasifican en sistemas hidroneumáticos y de presión constante.

Para la impulsión del agua en la edificación se utiliza:

- a) Bombeo de aguas blancas, a través de un sistema hidroneumático o de uno de presión constante
- b) Bombeo de aguas servidas: para la expulsión de aguas negras y de lluvia recolectadas en niveles de la edificación, por lo general sótanos que se encuentran por debajo de la altura del empotramiento

Piezas sanitarias

Equipos sanitarios que se conectan a los puntos de aguas blancas y negras tales como: wc, lavamanos, bateas fregaderos, bebederos, etc.

Calentadores

Dispositivos que permiten calentar el agua que luego llegará a las piezas sanitarias a través de los puntos de agua caliente. Pueden ser

calentadores eléctricos y de gas, en ambos casos con tanque de agua o con circuitos de calentamiento instantáneo.

Equipos para tratamiento de aguas blancas

Dispositivos para purificar el agua a ser suministrada dentro de la edificación.

Equipos de compactación de basura

Dispositivos para comprimir los desperdicios y reducir su volumen, facilitando así su acarreo y transporte.



INSTALACIONES Y EQUIPOS DE SEGURIDAD

Conjunto de obras y redes para prevenir y/o alertar en caso de accidentes, robos o siniestros (incendios, sismos, inundaciones, etc.) que se incorpora a la edificación con el fin de proteger y facilitar el escape de las personas en situaciones de riesgo. Comprenden:

Equipos de presurización

Sistema para mantener libre de humo las vías y los medios de escape en caso de incendio. Consiste en inyectar aire fresco al medio para mantener una presión positiva y así evitar el ingreso de humo. Deben ser presurizados las escaleras, siempre que no cuenten con ventilación natural cruzada, y los ascensores preferenciales, que son los utilizados por bomberos en caso de emergencia

Detección y alarma

Sistemas y dispositivos que detectan aumentos en el nivel de humo del aire, o de temperatura dentro de los ambientes, produciendo una señal de alerta o aviso sonoro cuando se alcanza el valor de tolerancia.

Mangueras

Sistemas de seguridad para casos de incendio. El suministro de agua a través de las mangueras de emergencias debe estar conectado al sistema de bombeo de agua y éste, a su vez, debe estar conectado al tablero preferencial.

Luces de emergencia

Sistema que funciona con baterías (recargables con energía del tablero preferencial) y que se activa en caso de incendio o fallas en el suministro de la energía eléctrica.

Sistema de control de acceso

Sistemas de seguridad dispuestos para el control del acceso dentro de las áreas de las edificaciones y/o sistemas para asegurar la integridad personal y material de los ocupantes de la edificación, tales como: cámaras de video, monitores, etc.

Recomendaciones

RECOMENDACIONES PARA AHORRAR ENERGÍA

Tienen como objetivo principal el uso adecuado de los elementos estructurales y arquitectónicos, así como de las instalaciones y equipos que constituyen la edificación, de forma tal de usar eficientemente la energía necesaria para su funcionamiento.

Mencionamos en primer lugar las Recomendaciones Generales, válidas para toda la edificación, que deben acompañar el PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (PAEE) a lo largo de todas sus fases. Luego se describen las recomendaciones específicas para cada componente.

A fin de favorecer el establecimiento de un cronograma de acciones de fácil seguimiento, las recomendaciones de ahorro de energía están separadas según el costo o inversión estimados para ponerlas en práctica en tres niveles: Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3.

En cada uno de estos niveles, las recomendaciones se especificarán de manera independiente para cada componente y cada sistema de la edificación siendo éstos: arquitectura, equipos e instalaciones eléctricas, equipos e instalaciones mecánicas, equipos e instalaciones sanitarias, equipos e instalaciones de seguridad.

Nivel 1: No requiere inversiones, pero eventualmente puede exigir algunos costos menores. Implica acciones inmediatas vinculadas a cambios en los hábitos o reorganización de los recursos.

Nivel 2: Involucra costos o inversiones bajas o intermedias; está vinculado a acciones de remodelaciones sencillas, reemplazo de equipos menores e instalación de controladores de encendido y apagado de equipos.

Nivel 3: Involucra costos o inversiones importantes; está vinculado a modificaciones relevantes en los componentes arquitectónicos e instalaciones, reemplazo de equipos por otros con mayor eficiencia, uso de nuevas tecnologías de control y monitoreo de las instalaciones.

Si bien estos niveles generalmente se aplican a edificaciones ya construidas, sus conceptos también se pueden utilizar para edificaciones en fase de proyecto.

Las secciones de esta Guía dedicadas a cada nivel están identificadas con colores: anaranjado (Nivel 1), azul (Nivel 2) y verde (Nivel 3).

Las recomendaciones se especificarán para cada componente de la edificación, de acuerdo a la lista de equipos o instalaciones que lo constituyan. Para su descripción se han tomado en cuenta los siguientes aspectos:

1. Adecuación de los equipos a las tareas
2. Hábitos de los usuarios
3. Control de las operaciones
4. Mantenimiento

Recomendación

RECOMENDACIONES GENERALES

ORGANIZACIÓN

- Definir una estructura organizativa que apoye el cumplimiento del Programa de Ahorro de Energía Eléctrica (PAEE), con adecuado manejo de la información y de las relaciones con los entes vinculados a este programa en el ámbito nacional.
- Crear dentro de cada institución un Comité de Ahorro Energético conformado por representantes de diferentes direcciones o dependencias, por ejemplo: compras y adquisición de equipos, recursos humanos, servicios generales, seguridad, relaciones públicas, etc.
- Incorporar a las normas y procedimientos internos los criterios de ahorro energético, de manera que se mantenga la vigencia del PAEE como parte de la cultura organizacional.
- Extender el alcance del PAEE a filiales u organismos descentralizados.
- Realizar un diagnóstico de la edificación, sus instalaciones y equipos para su adecuación a los requerimientos de uso y ocupación de la edificación desde un punto de vista integral de eficiencia energética.
- Los institutos u organismos que tienen muchos entes a su cargo, durante el diagnóstico deben organizar los consumos en orden decreciente para definir los casos prioritarios.
- Revisar los planes de mantenimiento de los diferentes componentes de la edificación.
- Crear un Plan de Mantenimiento Integral de los componentes de la edificación y adecuarlos a los objetivos del PAEE.

- Elaborar estadísticas del consumo de energía y de la facturación de la edificación. Verificar la correspondencia entre la demanda contratada y el consumo real.
- Analizar la utilización de la tarifa más conveniente según las características de la edificación.
- Elaborar un registro periódico de los logros y dificultades en el desarrollo del Programa de Ahorro Energético.
- En el caso de organismos que compartan edificaciones, se deberán coordinar e integrar las acciones de ahorro de energía eléctrica.

RECURSOS HUMANOS Y ECONÓMICOS

- Designar a una persona con formación adecuada y autoridad efectiva, como responsable de coordinar el programa de ahorro de energía
- Asignar recursos suficientes para la ejecución del plan de ahorro de energía: personal, recursos financieros, medios de difusión.
- Reinvertir parcial o totalmente los ahorros obtenidos de la aplicación del PAEE para adquisición de equipos, mejoras de las oficinas e instalaciones o para planes de formación del personal.
- Asignar profesionales calificados a las funciones de supervisión y mantenimiento de las instalaciones y equipos (Es recomendable buscar siempre los servicios de un profesional calificado para solucionar cualquier problema relacionado con los equipos y sistemas incluidos en este programa. El mal uso de la energía eléctrica puede ocasionar consecuencias fatales).
- Disponer de equipos e instrumentos para medición y control de las variables asociadas al consumo de energía eléctrica.
- Involucrar al personal de seguridad en el control de horarios de

encendido y apagado de luminarias, sistemas de aire acondicionado, ascensores, etc.

DIFUSIÓN

- Diseñar un plan de difusión de los objetivos, alcances y beneficios del Programa de Ahorro de Energía (PAEE).
- Elaborar una lista de Instrucciones precisas orientadas al ahorro de energía, para ser difundidas entre el personal.
- Difundir a través de los diferentes medios las medidas adoptadas para reducir el consumo de energía eléctrica: folletos, carteleras de uso general, charlas, talleres de formación, mensajes por correo electrónico, carteleras, periódicos internos o locales, Intranet, logotipos, etc.

ESTÍMULOS

- Crear mecanismos de reconocimiento individual y colectivo a las acciones más destacadas en apoyo al PAEE y hacerlo conocer dentro y fuera de la institución.



Recomendaciones DE NIVEL I

No requiere inversiones, pero eventualmente puede exigir algunos costos menores. Implica acciones inmediatas vinculadas a cambios en los hábitos o reorganización de los recursos.



ARQUITECTURA Y EQUIPAMIENTO INTERIOR

Espacios Arquitectónicos

Ubicar los equipos de oficina de acuerdo con los criterios de diseño de la edificación.

Optimizar la distribución interna de los ambientes. Según la Norma ASHRAE 90.1-1999, el consumo de energía por iluminación en oficinas abiertas (tabiquería baja) es de 14 W/m², en tanto que para oficinas cerradas (tabiquería alta) es de 16,15 W/m².

Despejar de muebles u otros obstáculos las entradas de la iluminación natural al interior de los ambientes. Aprovechar los aportes de iluminación natural a través de ventanas o traslúcidos para disminuir los requerimientos de iluminación artificial.

Verificar si hay entradas de ventilación natural al interior de los ambientes con acondicionamiento mecánico. Esto disminuye la eficiencia energética del equipo, por lo cual se deben detectar y sellar con silicona las infiltraciones de aire al interior, así como también cambiar los vidrios rotos .

Arborizar las áreas exteriores adyacentes al edificio, así como

jardineras, patios interiores, etc. Las masas de vegetación producen sombras sobre los cerramientos y modifican favorablemente el microclima circundante, por lo cual mejora el comportamiento térmico de la edificación requiriendo menos consumo de energía para los sistemas de aire acondicionado.

Uso racional de los equipos para evitar la proliferación innecesaria. De ser factible, agrupar por piso o sector los equipos de oficinas (fotocopiadoras, *plotter*, etc), o equipos de servicio (cafeteras, cocinillas, etc.) que generen calor.

Cerramientos exteriores

Utilizar las protecciones solares cuando están previstas en el diseño. Si son móviles, ajustarlas a los requerimientos de insolación de las diferentes épocas del año.

Se debe minimizar la absorción de calor por radiación solar de los cerramientos exteriores

Mantener limpios los cerramientos exteriores.

Cerramientos interiores

Mantener paredes, puertas y pisos limpios.

Mantener ventanas y cristales limpios.

Equipos de Oficina

Mantener limpios y sin polvo estantes, escritorios, mesas, carpetas, libros, computadoras, etc.

Apagar los equipos de oficina cuando el edificio no esté en operación.

Computadores

Apagar la computadora durante las pausas largas en el trabajo.

Apagar el monitor cuando haga paradas de más de 15 minutos. (El

monitor, aún con protector de pantalla, sigue consumiendo energía; apagar el monitor es como apagar un bombillo de 50 W).
 Conectar la impresora sólo cuando se vaya a imprimir.
 Active la opción de apagado automático cuando exista esa posibilidad.
 Desconectar totalmente la computadora de la red al final del día.
 Desenchufar las fuentes de alimentación de las computadoras cuando éstas no trabajen.
 Usar computadoras e impresoras del tipo de bajo consumo. Algunos de estos equipos poseen la etiqueta "Energy Star".

Fotocopiadoras

Después de utilizarla pulsar el botón de ahorro de energía, cuando esto sea posible. Esta acción permite ahorrar hasta un 15% de energía..
 Hacer un horario de fotocopiado para evitar el consumo de energía cuando la máquina está encendida sin trabajar.
 Evitar utilizar la fotocopiadora para una sola copia. Cuando las características del trabajo lo permiten, es mejor juntar todos los documentos y fotocopiarlos en una sola vez, evitando así el consumo energético que se genera al calentar y enfriar la fotocopiadora.
 Desconectar la fotocopiadora cuando no se use.

Equipos de Audio y Video

Apagar los televisores, cámaras de video o equipos musicales cuando no se estén utilizando.
 Desconectar los equipos por las noches, los fines de semana y durante largos períodos de inactividad.
 Mantener limpio y apagar el retroproyector después de utilizarlo. (Los

retroproyectores utilizan una fuente de luz intensa y consumen mucha energía. Desprenden calor después de usarlos y eso calienta la oficina y aumenta la carga de las unidades de aire acondicionado. Además debe mantenerse limpia la entrada de aire para enfriar el bombillo).

Equipos de fax

Colocar la máquina de fax en modo de reposo (*standby*). Puesto que el fax está conectado las 24 horas del día, en el modo de reposo suele consumir alrededor de 75% de la energía total.

Cafetera

Apagar la cafetera cuando esté listo el café y colocarlo en una jarra-termo.

Máquinas Exendedoras

Programar la máquina para que se desconecte automáticamente durante la noche.

Añadir un interruptor programable que desconecte la máquina de acuerdo con el programa establecido, de esta forma se puede ahorrar un 60% del consumo de energía eléctrica.

Colocar las máquinas de frío en un lugar fresco, evitando la exposición directa al sol.

Microondas

Evitar la proliferación innecesaria de hornos de microondas. Hacer un inventario de los equipos y de las necesidades reales del personal para poder racionalizar su uso a fin de evitar que se sobrecargue la línea de suministro eléctrico en los momentos de demanda simultánea.



INSTALACIONES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS

Tableros Eléctricos

- Verificar que las barras, los interruptores, los conductores de circuitos, los ramales y alimentadores estén diseñados e instalados de acuerdo con las cargas conectadas. En caso de presentarse anomalías realizar la adecuación necesaria para optimizar el sistema eléctrico. Todos los componentes eléctricos–conductores, barras, interruptores, etc. están fabricados para soportar determinada cantidad de corriente eléctrica; si ésta es superior a la especificada es necesario realizar las sustituciones pertinentes.
- Evitar el control de la iluminación u otras cargas a través de los interruptores automáticos de los tableros. Estos dispositivos están diseñados para operar el circuito en condiciones anormales con el fin de evitar daños de los equipos y de la instalación. Su manipulación frecuente ocasiona daños en el mecanismo, perdiendo capacidad de respuesta para la protección.
- Reportar al encargado de mantenimiento si en algún momento se detecta sobrecalentamiento en el tablero.
- Verificar y ajustar las conexiones de las barras, alimentadores, circuitos ramales y protecciones. La frecuencia requerida para esta verificación depende de las condiciones de carga del tablero y sus circuitos, así como de su forma de manipulación; en condiciones favorables puede realizarse 1 o 2 veces al año, en

condiciones desfavorables debe hacerse cada dos o tres meses.

Balancear las cargas asignadas a los tableros para evitar las pérdidas excesivas de potencia.

Sistema de iluminación

Separar los circuitos de iluminación. La separación de circuitos permite un control más sencillo de la iluminación. Pueden existir los propios de las áreas de trabajo y los correspondientes a los pasillos de circulación, en los ambientes de trabajo abiertos y de uso poco frecuente como salas de conferencia, etc. Para las áreas de circulación puede diseñarse un circuito vigía que en horas no laborables suministre luz sólo con fines de vigilancia y control. La norma ASHRAE 90.1 especifica cuántos circuitos de control deben existir en un área determinada.

Instalar temporizadores para apagar las luminarias durante las horas nocturnas y los fines de semana.

Ajustar los niveles de iluminación de acuerdo a las tareas realizadas en diferentes áreas. La Norma COVENIN 2249-93, "Iluminancias en Tareas y Areas de Trabajo", regula los niveles de iluminación requeridos de acuerdo a la dificultad visual de las tareas, tal como se muestra en las tablas 1A y 1B, extraídas de la mencionada norma.

Tabla 1A
Tipos Generales de Actividad en Áreas Interiores

Area o Tipo de Actividad	Iluminancias			Tipo de Iluminancia	
	Bajo	Medio	Alto		
1	Áreas públicas con alrededores	20	30	50	General en toda el área (G)
2	Simple orientación para visitas cortas periódicas	50	75	100	
3	Áreas de trabajo donde las tareas visuales son ocasionales	100	150	200	
4	Realización de tareas visuales con objetos de tamaño grande o contraste elevado	200	300	500	Local en el área de la tarea (L)
5	Realización de tareas visuales con objetos de tamaño pequeño o contraste medio	500	750	1000	
6	Realización de tareas visuales con objetos de tamaño muy pequeño o contraste bajo	1000	1500	2000	
7	Realización de tareas visuales con objetos de tamaño muy pequeño y bajo contraste, por periodos prolongados	2000	3000	5000	Combinación de general y localizada sobre la tarea (G+L)
8	Realización de tareas visuales que requieren exactitud por periodos prolongados	5000	7500	10000	
9	Realización de tareas visuales muy especiales, con objetos de tamaño muy pequeño y contraste extremadamente bajo	10000	15000	20000	

Tabla 1B
Tipos Particulares de Actividad en Áreas Interiores (Extractos)

Area o Tipo de Actividad	Iluminancias			Tipo de Iluminancia	
	Bajo	Medio	Alto		
1	Área de Oficinas	500	750	1000	Localizada
2	Áreas de Reuniones	100	150	200	General
3	Sala de Conferencias	200	300	500	General
4	Áreas de Estacionamiento (Accesos)	540	S/I	S/I	S/I
5	Áreas de Estacionamiento (Rampas y Esquinas)	110	S/I	S/I	S/I
6	Áreas de Estacionamiento (Áreas Generales)	54	S/I	S/I	S/I
7	Áreas de Servicio (Sanitarios Públicos)	100	150	200	General
8	Áreas de Circulación (Pasillos y Escaleras)	100	150	200	General

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de COVENIN 2249-93, "ILUMINANCIAS EN TAREAS Y ÁREAS DE TRABAJO".

Las diferentes tablas de la norma están estructuradas de la siguiente forma:

- Área o actividad: clasifica diversas actividades de acuerdo a la dificultad visual.
- Iluminancia (Lux): se refiere a la cantidad de luz que se requiere sobre la superficie de trabajo, se clasifica en nivel bajo (A), nivel medio (B) y nivel alto (C). A fines de hacer los ajustes en los niveles de iluminación se recomienda el nivel bajo (A), a menos que existan condiciones anormales en los usuarios tales como:
 - Edad del usuario: mayor de 50 años, las exigencias lumínicas aumentan.
 - Velocidad relativa observador - objeto: aumentan los requerimientos de iluminación a altas velocidades.
 - Horas de trabajo: supone jornadas de 8 horas, para una menor o mayor duración de la tarea se debe disminuir o aumentar la iluminancia.
- Tipo de Iluminancia: se refiere a la forma en que se distribuyen las luminarias con respecto al espacio:
 - General (G): Las luminarias se disponen de forma que el nivel de iluminación sea homogéneo en todo el espacio iluminado, generalmente extenso. Se utiliza cuando en el espacio coexisten tareas diferentes pero con los mismos requerimientos lumínicos o cuando la ubicación de la tarea es variable en el tiempo.
 - Localizada (L): Las luminarias se ubican en la cercanía de los objetos que se iluminarán. Se caracteriza por ser una iluminación de alto nivel en un área reducida, debido a la precisión de la tarea, sin contribuir a la iluminación general.

Verificar periódicamente la instalación eléctrica del sistema de iluminación. (Es de gran importancia establecer cronogramas de mantenimiento que comprendan actividades preventivas y correctivas, cuyo fin es optimizar el rendimiento de las instalaciones luminosas).

Establecer cronogramas de reposición de componentes.

Incentivar al usuario para que reporte al encargado de mantenimiento anomalías detectadas tales como: calentamiento en los elementos de control de la iluminación o cualquier otro componente, lámparas quemadas, cables sueltos o casos semejantes.

Apagar la luz en horas no laborables.

Colocar etiquetas recordatorias para apagar la luz.

Asignar un responsable del encendido y apagado del alumbrado. (Para esto es necesario verificar el tiempo de realización de esta tarea, la cual debe comenzar por las plantas más altas del edificio para evitar el uso indiscriminado de los ascensores. El encendido debe terminar unos minutos antes del inicio de la jornada laboral y el apagado debe iniciarse unos minutos después de la hora de salida).

Limpia periódicamente bombillos, lámparas y demás componentes. (La suciedad reduce la cantidad y calidad de la iluminación, así como también la vida útil de los equipos).

Tomacorrientes

Conectar un solo aparato por tomacorriente. (Conectar muchos aparatos a un mismo tomacorriente, utilizando enchufes múltiples y extensiones puede provocar sobrecalentamientos, cortocircuitos y contribuye al desperdicio de energía eléctrica).

Verificar el sistema de puesta a tierra de la edificación, del cual

depende el funcionamiento adecuado de los equipos electrónicos.

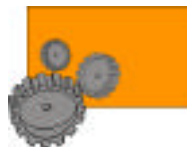
Incentivar al usuario para reportar al área de mantenimiento cualquier irregularidad que se observe: cables pelados, interruptores rotos, etc.

Motores Eléctricos

Verificar que los circuitos de alimentación de motores eléctricos y equipos especiales estén diseñados e instalados de acuerdo con los requerimientos de la carga conectada, de no ser así realizar las correcciones necesarias.

Verificar periódicamente las condiciones de funcionamiento de los circuitos: conductores, interruptor termo-magnético del tablero, cajetín, etc.

Incentivar al usuario para que reporte situaciones irregulares tales como calentamientos, cables pelados, interruptores rotos, etc.



INSTALACIONES Y EQUIPOS MECÁNICOS

Equipos de aire acondicionado


Separar los circuitos eléctricos de los equipos que funcionen con diferentes horarios para permitir un uso más racional de acuerdo con las tareas, los volúmenes de aire y la cantidad de personas.

Balancear los flujos de agua y aire para adecuarlos a las cargas térmicas reales de los distintos ambientes. (Por balanceo se

entiende la actividad de medir, ajustar y documentar las condiciones de operación de los sistemas de flujo de aire y agua helada del sistema de aire acondicionado, para verificar que trabaja según las especificaciones del proyectista. En algunos países existen especialistas y empresas de “pruebas y balanceo” (*testing and balancing*) que trabajan en forma independiente del proyectista y de los contratistas de las obras mecánicas, y así certifican la calidad de los componentes y el adecuado funcionamiento del sistema).

Medir los caudales de aire fresco en las oficinas y adecuarlos a las verdaderas necesidades de acuerdo al número promedio de personas. El ajuste de este caudal de aire fresco es necesario pues representa una importante fracción de la carga térmica del sistema de aire acondicionado. La Norma Sanitaria para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones. Mindur, MSAS, Gaceta Oficial N° 4.044 contempla los valores recomendados para cada caso.

Determinar posibles sobre-diseños de los distintos equipos de aire acondicionado. Esto se puede hacer generalmente midiendo las temperaturas de los distintos ambientes, a distintas horas del día, en las épocas más calurosas. Si las temperaturas observadas son generalmente más bajas que las temperaturas de confort, se puede suponer que los equipos son de mayor capacidad que los realmente requeridos. En algunas ocasiones los edificios han cambiado de uso y los proyectos originales de aire acondicionado no se adecúan a las actuales condiciones. Otras veces los equipos de aire acondicionado fueron instalados para trabajar en forma alterna, disponiendo así de equipos adicionales en casos de avería de algunos de ellos. Por



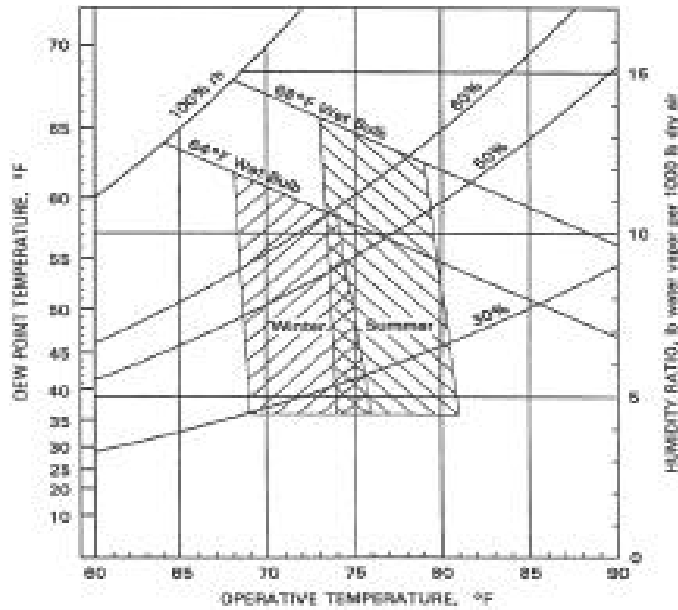
lo tanto, en esos casos se recomienda revisar el proyecto original del sistema de aire acondicionado y su compatibilidad con el uso actual.

Regular la temperatura y humedad internas a los rangos de Índices de Confort. En Venezuela las temperaturas internas de confort recomendadas para edificios cerrados con sistemas de aire acondicionado se sitúan entre 23°C y 25°C. Se debe recordar que por cada grado centígrado por debajo de estas temperaturas, el sistema de aire acondicionado consume aproximadamente 3% más energía, por lo tanto, se deberán mantener los termostatos entre los límites indicados. En caso de que los usuarios manipulen directamente los termostatos, se recomienda ubicarlos dentro de adecuadas cajas protectoras con llaves de seguridad. Existen diferentes criterios para establecer los Índices de Confort. ASHRAE, que es una importante referencia internacional, propone límites de temperatura y humedad diferentes según se trate de verano o invierno, tal como podemos apreciar en la ilustración 3, lo cual permite adecuar los índices a diferentes regiones climáticas.

Asignar un responsable del encendido y apagado.

Verificar los horarios de operación. Se recomienda apagar los equipos de aire acondicionado cuando el edificio no esté en operación, especialmente durante las horas nocturnas y fines de semana. Se deberá determinar el horario de encendido óptimo de los distintos equipos. Por ejemplo, algunos edificios requieren que el sistema de aire acondicionado arranque una o dos horas antes de la llegada del personal, mientras que después de los fines de semana, este período de pre-encendido puede ser ligeramente mayor. Otros sistemas con ligeros sobre-diseños de capacidad permiten eliminar la carga térmica nocturna

Ilustración 3
Zona de Confort en verano e invierno según ASHRAE



- remanente durante las primeras horas de la mañana.
- Cerrar las puertas y ventanas durante las horas en las cuales esté el sistema de aire acondicionado en operación. Las pérdidas de aire disminuyen la eficiencia del equipo de aire acondicionado.
- En los edificios altos, y con la finalidad de evitar el efecto chimenea, también se deberán cerrar las puertas de las escaleras de emergencia con el fin de evitar la infiltración incontrolada del aire externo (caliente) y/o la exfiltración del aire interno (frío).
- Reducir en lo posible las cargas térmicas producidas por la iluminación y los equipos de oficinas: por cada kW menos del sistema de iluminación, se reduce la capacidad del sistema de aire acondicionado en aproximadamente 0,28 toneladas de refrigeración, lo cual resulta en un total de 1,3 kW a 1,4 kW

ahorrados.

Reducir los flujos de aire acondicionado en ambientes de tránsito como, por ejemplo, pasillos de circulación, hall de ascensores, depósitos, etc. Esto se puede realizar cerrando total o parcialmente las rejillas de suministro o apagando algunos equipos individuales.

Los equipos que acondicionan ambientes con poco uso relativo, como por ejemplo anfiteatros y algunas salas de conferencia, sólo deberán ser operados cuando estén en uso. Estos equipos podrán ser encendidos una o dos horas antes de los eventos con la finalidad de pre-enfriar los ambientes respectivos.

Verificar que las rejillas de suministro y retorno de aire no estén obstruidas.

Prohibir fumar dentro de las edificaciones para reducir la demanda de aire fresco; de ser necesario, crear “zonas de fumadores” cuyos sistemas de ventilación del aire acondicionado deben ser independientes del principal del edificio.

En equipos individuales verificar con cierta frecuencia la carga de refrigerante, presiones de funcionamiento y amperajes de consumo. Se supone que el sistema debe poseer un adecuado contrato de mantenimiento. Se debe destacar que en un equipo con serpentines sucios no se transfiere el calor adecuadamente y por lo tanto consume más energía.

Limpiar los serpentines o superficies de intercambio de calor de los condensadores, evaporadores y filtros de aire de los equipos unitarios o individuales según el uso. Por ejemplo, equipos en zonas de poca contaminación requieren que esto se haga una o dos veces al año.

Desincrustar los condensadores de las unidades enfriadoras de agua (*chillers*) con la frecuencia requerida en equipos centrales. Para

desincrustar los condensadores se debe abrir parcialmente el *chiller* y mediante métodos mecánicos y/o químicos se procede a eliminar la pequeña capa de carbonato de calcio o “incrustaciones” adheridas en la parte interna de los tubos del intercambiador de calor. Estas Incrustaciones se deben a las sales y otras sustancias disueltas en el agua, llamadas también “durezas del agua”, las cuales al depositarse en los tubos internos del equipo reducen notablemente su transferencia de calor. Para reducir estas incrustaciones, cuando el agua es muy “dura”, se requiere de una planta de tratamiento.

Mantener adecuadamente las plantas de tratamiento de agua y las torres de enfriamiento del sistema.

Verificar el buen funcionamiento de bombas, válvulas de control y otros elementos del sistema.

Comprobar las conexiones eléctricas, cada año.

Controlar el aislamiento de los conductores de agua fría cada año.


Controlar el aislamiento de los conductos refrigerantes cada año.

Verificar la carga de refrigerante, presiones de funcionamiento y amperajes de consumo con cierta frecuencia. Es recomendable que el sistema posea un adecuado contrato de mantenimiento.

Equipos de ventilación forzada

Medir los caudales de extracción de aire de los baños y, en caso de ser necesario, ajustarlos de acuerdo a la Norma Sanitaria para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones. Mindur, MSAS, Gaceta Oficial N° 4.044.

Medir los caudales de ventilación de los estacionamientos en los sótanos y ajustarlos de acuerdo al número de vehículos y a la Norma Sanitaria vigente.



Establecer los horarios de operación de los ventiladores, de acuerdo al funcionamiento del edificio. En ciertos edificios algunos ventiladores permanecen innecesariamente en funcionamiento las 24 horas diarias. Por ello se deben fijar horarios de apagado y encendido, por ejemplo, ventilación de baños: 7am –7pm; en caso de existir baños para ejecutivos estas horas se podrán alargar un poco, de acuerdo con sus respectivos horarios de trabajo. Ventilación de sótanos: 7am –7pm.

Medir y ajustar los caudales de inyección del aire fresco de acuerdo al actual uso de la edificación, al número promedio de personas y a la Norma Sanitaria vigente, en caso de que el sistema de aire fresco sea autónomo del sistema de aire acondicionado. El sistema de ventilación generalmente se diseña para un determinado nivel de ocupación máximo que en general sólo ocurre un pequeña parte del tiempo. Esta posible sobreestimación del número de ocupantes conduce al sobrediseño del sistema de inyección de aire fresco y esto afecta notablemente la capacidad y el consumo energético del sistema de aire acondicionado. Se debe hacer notar que generalmente se recomienda que la extracción sea inferior a la inyección, para que la edificación sea presurizada positivamente reduciendo así posibles infiltraciones.

Ascensores

Apagar completamente parte de los equipos durante las horas nocturnas y fines de semana. Los ascensores del tipo motor-generator consumen energía al estar encendidos, aun cuando no estén en funcionamiento. Esta medida no debe aplicarse al ascensor independiente, llamado “ascensor preferencial”, el cual está conectado al tablero de servicios preferenciales, que

- los bomberos pueden utilizar en caso de incendio.
- Verificar que no haya arranques simultáneos para evitar los picos de demanda y mantener así un nivel adecuado de la demanda contratada de energía eléctrica.
- Hacer el estudio del tráfico vertical, para determinar la adecuación del diseño a las necesidades de uso. Esto es importante pues en muchos casos los edificios se diseñan suponiendo un nivel de ocupación notablemente superior al uso real. En caso de sobre-diseño algunos ascensores podrán ser apagados total o parcialmente. Se recomienda instrumentar un sistema de rotación de las distintas unidades para mantenerlas siempre operativas. En términos generales los ascensores deben poder manejar alrededor de 12% de la población del edificio en sólo 5 minutos.
- Comprobar periódicamente el buen estado de las conexiones eléctricas.



INSTALACIONES Y EQUIPOS SANITARIOS

- Ajustar las presiones de los presostatos del sistema de bombeo de agua (hidroneumáticos o presión constante). Esto evitará la sobre-presurización del sistema de aguas blancas.
- Verificar que los sistemas de bombeo tipo hidroneumático estén regulados de acuerdo a las necesidades reales del edificio. En condiciones normales de funcionamiento estos equipos deben arrancar unas 6 veces por hora.

Revisar el contrato e inventario con la empresa de suministro eléctrico y verificar que sólo se esté facturando en la demanda contratada (kVA) el consumo de las bombas de agua que funcionan efectivamente. Todo sistema de bombeo de aguas blancas y servidas posee bombas adicionales (redundantes) que trabajan en forma alterna o cuando están en reparación las principales. En caso de inconformidad se deberá solicitar una inspección por parte de la empresa de energía y un nuevo inventario de equipos para así eliminar del contrato parte de los posibles equipos redundantes.

Corregir fugas de agua debidas a fallas de mantenimiento o a uso indebido de piezas sanitarias, herrajes y tuberías. Esto origina un funcionamiento innecesario del sistema de bombeo. Se deben determinar las cantidades adecuadas de agua requeridas para regar jardines y zonas verdes.

Corregir posibles fugas de agua producidas en los sellos vencidos de las bombas de circulación.

Comprobar periódicamente el buen estado de las conexiones eléctricas.



INSTALACIONES Y EQUIPOS DE SEGURIDAD

Revisar el contrato con la respectiva empresa de suministro eléctrico y verificar que no estén incluidas en la demanda contratada (en kVA) las bombas contra incendio y los presurizadores de

emergencia. En caso contrario se deberá solicitar una inspección y un nuevo inventario de equipos para adecuar el contrato eléctrico.

Se deberán realizar las pruebas periódicas de funcionamiento de los distintos equipos de seguridad del edificio en horas de baja demanda eléctrica para no afectar los kVA del edificio. Por lo tanto las bombas contra incendio y los presurizadores deberán probarse preferiblemente durante las primeras horas de la mañana o después de las horas pico de la tarde.

Reco**R**ecomendaciones DE NIVEL II

Involucra costos o inversiones bajas o intermedias; está vinculado a acciones de remodelaciones sencillas, reemplazo de equipos menores, e instalación de controladores de encendido y apagado de equipos.



ARQUITECTURA Y EQUIPAMIENTO INTERIOR

Espacios Arquitectónicos

Revisar el diseño interno de las oficinas, de manera de aprovechar mejor la iluminación natural y la distribución de las rejillas del aire acondicionado y de los equipos de oficina.

Centralizar las áreas destinadas a equipamiento complementario.

Racionalizar el uso de la tabiquería interior. En las oficinas abiertas o con cerramientos translúcidos se consume menos energía en iluminación que en aquellas con tabiquerías altas y opacas. Cuando se requiera tabiques cerrados se recomienda combinar la parte superior de vidrio con la parte inferior opaca de color claro. De ser factible utilizar puertas de vidrio.

Utilizar la iluminación monumental nocturna para destacar el valor arquitectónico de edificaciones consideradas hitos del contexto urbano. El uso de reflectores exteriores resalta las fachadas del edificio y al mismo tiempo elimina la práctica muy extendida de dejar encendido el sistema de

iluminación interior durante las noches.

Cerramientos Exteriores

Pintar de colores claros las paredes exteriores.

Reducir o impedir las infiltraciones y exfiltraciones de aire a través de las fachadas de vidrio aplicando algún material sellante adecuado al uso. Una referencia importante puede encontrarse en la norma ASHRAE 90.1-1999, la cual recomienda que los sistemas de ventanas no deben permitir flujos de aire de más de 0,12 metros cúbicos de aire por minuto por m² de área, al ser sometidas a ciertas pruebas en condiciones pre-establecidas.

Instalar papel ahumado del tipo reflectivo, por fuera preferiblemente, en los vidrios externos y fachadas de vidrio (*curtain wall*). Esto es importante sobre todo en los ambientes con fachadas este y oeste, y en los casos en los cuales los vidrios se calientan por encima de 35°C a 40°C durante ciertas horas y en ciertas épocas del año, provocando mayor consumo de energía en los sistemas de aire acondicionado que en ambientes similares con otra orientación.

Tratar los techos translúcidos para reducir el efecto invernadero colocando papel ahumado en el exterior. La radiación solar que penetra directamente a los ambientes interiores exige más consumo de energía al sistema de aire acondicionado.

Pintar exteriormente el techo con pintura reflectante, en especial si se trata de una superficie horizontal.

Instalar aislantes térmicos en los techos y paredes externas de las edificaciones. Estos elementos pueden producir notables beneficios como, por ejemplo: reducción de la capacidad del sistema de aire acondicionado, mayor confort debido a menores oscilaciones de las temperaturas internas, y utilización

de las potencialidades de las técnicas de ventilación y acumulación térmica nocturna en la masa de las edificaciones.

Cerramientos Interiores

Pintar las paredes y los techos interiores con colores claros (preferiblemente blanco) y cambiar el acabado final del piso por material de color claro. Al llevar las reflectividades de paredes-techos-pisos desde 50%-30%-20% (común) a 80%-60%-40% se logra elevar el llamado "Coeficiente de Utilización" del sistema de iluminación de 0,53 a 0,63. Estos datos indican que con colores claros se puede ahorrar cerca de un 15% de la energía consumida en sistemas de iluminación.

Equipamiento Interior

Cambiar el mobiliario o la fórmica de los escritorios, bibliotecas, estantes por colores claros.

Reponer computadoras, fax, fotocopiadoras, *plotter*, etc. por equipos eficientes desde el punto de vista energético. En algunos casos estos equipos poseen la etiqueta "Energy Star".

Colocar temporizadores de apagado automático para equipo de oficina común: fotocopiadora, fax, destructoras de papel.

Equipamiento complementario

Adquirir equipos energéticamente eficientes cuando se reemplacen cafeteras, cocinillas, microondas u otros equipos complementarios.

Colocar un temporizador que apague automáticamente la cafetera y otros equipos similares cuando no estén en uso.



INSTALACIONES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS

Sistema de Iluminación

Instalar sensores de presencia para apagar las luces cuando las personas se retiren de los distintos ambientes. Los sensores de presencia son principalmente de dos tipos: rayos infrarrojos y ultrasonido. Ambos sirven para detectar la presencia de personas en los ambientes donde están instalados y se pueden aplicar, de acuerdo a las características, en áreas de trabajo, pasillos de circulación, baños, etc.

Separar los circuitos de iluminación. La separación de circuitos permite un control más sencillo de la iluminación. Pueden existir los propios de las áreas de trabajo, y los correspondientes a los pasillos de circulación en los ambientes de trabajo abiertos y de uso poco frecuente (salas de conferencia, etc.). Para las áreas de circulación puede diseñarse un circuito vigía que en horas no laborables suministre luz sólo con fines de vigilancia y control. La norma ASHRAE 90.1 especifica cuántos circuitos de control deben existir en un área determinada.

Instalar temporizadores para apagar las luminarias durante las horas nocturnas y los fines de semana.

Pintar las superficies que conforman los espacios en blanco o tonos grisáceos muy claros. El nivel de iluminación sobre la superficie de trabajo proviene directamente de las fuentes luminosas y de

múltiples reflexiones en techo y paredes. Por ello, la utilización de colores claros, cuyo índice de reflexión sea cercano a 1, permite una mayor porción de la luz incidente en estas superficies.


Sustituir las lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes convencionales o compactas (LFC), cuando las características de las actividades lo permitan. Con las lámparas fluorescentes compactas pueden lograrse los mismos niveles de iluminación que con las lámparas incandescentes, pero con un consumo eléctrico menor. Para determinar la potencia necesaria de las lámparas fluorescentes compactas se requiere conocer el flujo luminoso emitido dado en las especificaciones del fabricante. Esta recomendación puede ser aplicada en áreas donde la fidelidad de los colores y las consideraciones estéticas sean secundarias. A modo de ilustración se muestra una tabla comparativa de diferentes tipos de lámparas fluorescentes y su rendimiento en relación con las lámparas incandescentes (tabla 2).


Sustituir las lámparas fluorescentes tubulares convencionales por las de ahorro energético. Las lámparas fluorescentes tubulares de ahorro energético, con la misma emisión de flujo luminoso de una convencional, consumen 10 % menos de energía, tal como se ilustra en el cuadro siguiente:


Utilizar elementos reflectores especulares para incrementar la eficiencia de la iluminación. Los reflectores especulares son elementos


Lámpara Tubular Convencional	Lámpara de Ahorro Energético
28 watts	18 watts
48 watts	38 watts
88 watts	72 watts


Tabla 2
Lámparas fluorescentes y su rendimiento

LF CONVENCIONAL ELECTRÓNICA CIRCULAR	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficiencia (lm/W)	Incandescente sustituta (W)	Ahorro de energía
	18W	1000	55	75W	76%
	24W	1450	60	100W	76%
	32W	2000	63	150W	78,6%

LF CONVENCIONAL ELECTRÓNICA DE TUBO A LA VISTA	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficiencia (lm/W)	Incandescente sustituta (W)	Ahorro de energía
	5W	200	40	25W	80%
	7W	400	57	40W	82,9%
	9W	400	44	40W	77,9%
	11W	600	55	50W	82%
	15W	900	60	60 y 75W	75 y 80%
	20W	1200	60	100W	80%
	27W	1500	65	100W	77%

LFC CONVENCIONAL	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficiencia (lm/W)	Incandescente sustituta (W)	Ahorro de energía
	9 W	450	50	40 W	77,9%
	12 W	650	50	60 W	79%
	18 W	900	50	75 W	76%
	25 W	1200	48	100 W	77%

LFC CONVENCIONAL ELECTRÓNICA GLOBOS	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficiencia (lm/W)	Incandescente sustituta (W)	Ahorro de energía
	11W	500	45	60W	83,0%
	15W	800	53	60W	75%
	20W	1000	55	100W	80%
	25W	1350	59	100W	77%

LFC CONVENCIONAL SIN BALASTO NI CREADOR INCORPORADO	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficiencia (lm/W)	Eficiencia con balastro convencional (lm/W)	Eficiencia con balastro electrónico (lm/W)
	18W	1260	67	47	60
	24W	1860	75	55	67
	36W	2960	81	58	73
	48W	3560	87	--	77
	55W	4860	87	--	79

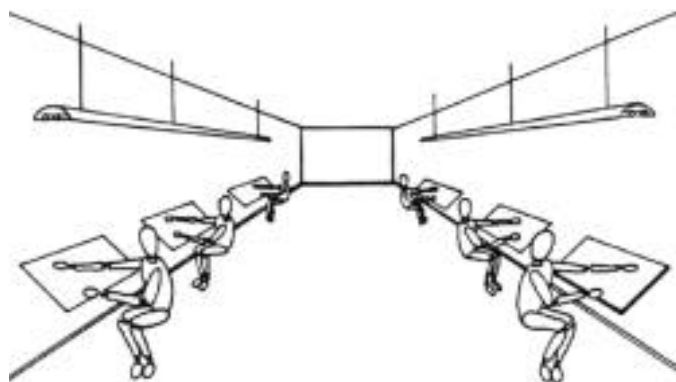
que redirigen el haz luminoso. Generalmente se construyen de metal pulido alcanzando reflectancias de hasta 99%, por lo que se logran niveles de iluminación apropiados con un menor consumo energético. A continuación indicamos los tipos de reflectores según el ángulo bajo el cual se encuentra el valor máximo del flujo luminoso. Para evitar el deslumbramiento, sólo deben utilizarse reflectores semi-extensivos, extensivos o hiperextensivos.

Angulo del Máximo Flujo Luminoso	Tipo de Reflector
De 0° a 10°	Hiperintensivo
De 10° a 20°	Superintensivo
De 20° a 30°	Intensivo
De 30° a 40°	Semi-intensivo
De 40° a 50°	Dispersivo
De 50° a 60°	Semi-extensivo
De 60° a 70°	Extensivo
De 70° a 90°	Hiperextensivo

Utilizar sistemas de iluminación general localizado cuando la tarea así lo requiera. Se utiliza cuando no se requiere un nivel de iluminación homogéneo para todo el espacio. Las luminarias se ubican sobre un área destinada a alguna tarea específica, manteniendo un nivel de iluminación menor en las áreas de circulación y las zonas circundantes, tal como se muestra en la ilustración 4.

Utilizar elementos adecuados de control de la iluminación Es una costumbre bastante generalizada en edificios de oficina y comercio encender y apagar la iluminación directamente en las

Ilustración 4



protecciones del tablero. Esto ocasiona que las protecciones pierdan su capacidad de respuesta en caso de producirse sobrecorriente o sobrecarga. Existen diversos tipos de elementos que pueden ser seleccionados a partir de necesidades específicas; entre ellos podemos mencionar:

Interruptor: elemento conformado por contactos móviles que interrumpen el paso de corriente y por consiguiente el apagado de las luminarias. Pueden ser simples, dobles o triples.

Temporizador: también llamado interruptor horario, es un reloj graduable que conecta y desconecta el circuito de iluminación que controla a las horas preestablecidas. Puede ser utilizado en áreas de circulación, áreas libres, etc.

Detector de presencia: controla el encendido de la iluminación con la presencia de las personas. Puede ser utilizado en áreas de circulación, exteriores y áreas libres.

Interruptor automatizado con célula fotosensible: este interruptor enciende el circuito de iluminación que controla cuando la célula fotosensible detecta que el nivel de iluminación producido por la luz

natural es insuficiente. Puede ser utilizado para alumbrado exterior. Incluir en los planes de mantenimiento criterios de racionalización energética para el reemplazo de luminarias de manera sistemática.



INSTALACIONES Y EQUIPOS MECÁNICOS

Equipos de aire acondicionado

Acondicionar con equipos independientes del sistema central los ambientes especiales de poco uso como, por ejemplo, anfiteatros, salas de conferencia y ciertas oficinas gerenciales. De esta manera el sistema central trabajaría más eficientemente al verse aliviado de estas cargas térmicas temporales.

Colocar brazos hidráulicos en las puertas que limitan ambientes con aire acondicionado. Estos accesorios permiten mantener estables las condiciones ambientales de diseño.

Utilizar intercambiadores de calor del tipo aire-aire generalmente asistidos por sistemas evaporativos indirectos (SEI), ruedas de entalpía, o tubos de calor también con SEI, para recuperar la energía fría del aire de extracción y utilizarla para pre-enfriar el aire fresco inyectado en el edificio. Mediante estos sistemas de recuperación de energía se logra obtener hasta 50% -70% de la energía fría del aire de extracción, lo cual puede reducir la capacidad del sistema de aire acondicionado hasta en 20%.

Utilizar ventilación nocturna cuando las temperaturas externas sean inferiores a 20 ° C. Esto permite eliminar de manera económica la carga térmica remanente en la estructura, paredes y muebles internos de la edificación durante parte de las horas nocturnas. Esta fuente residual de calor se debe a las energías radiantes de los sistemas de iluminación, equipos, personas y vidrios externos, las cuales se acumulan durante el día en la parte interna del edificio. Para eliminar este calor remanente, generalmente se debe pre-enfriar el edificio antes de que lleguen los usuarios, o se debe sobre-dimensionar el sistema de aire acondicionado en 5% - 10% para absorber con cierta velocidad esta carga térmica adicional durante las primeras horas de la mañana.

Equipos de Ventilación Forzada

- Instalar sensores de presencia u otro sistema de control de encendido y apagado de extractores individuales en los baños (no centralizados).
- Estudiar la demanda de ventilación de los estacionamientos en los sótanos y adecuar los caudales de aire a los promedios de tráfico durante las distintas horas de día. Esto se hace mediante temporizadores o controladores digitales, lo cual permitirá apagar ciertos ventiladores en las horas no-pico.

Ascensores

- Instalar sistemas automáticos que controlen el funcionamiento de los ascensores de acuerdo a los requerimientos de servicio. La automatización permitirá establecer programas de funcionamiento de acuerdo a las necesidades de uso y evitar los picos de demanda.

También permite el control durante los períodos de baja demanda (horas nocturnas, fines de semana y días de asueto).



INSTALACIONES Y EQUIPOS SANITARIOS

Cambiar la grifería normal a grifería especial de ahorro energético.

Entre los tipos de grifería para ahorrar energía, encontramos:

- a) Grifos con sensores infrarrojos: cuando se colocan las manos bajo el grifo sale el agua. Con este sistema se consiguen ahorros de agua entre 70% y 80%.
- b) Grifos con pulsador temporizador: se cierran después de un tiempo establecido.

Considerar la posibilidad de reducir el diámetro del impelente de las bombas de circulación con el fin de adecuar el caudal y las presiones de funcionamiento, en el caso de sobre-diseños del sistema de bombeo. Esta operación, que favorece el ahorro de energía eléctrica, se realizará mediante el maquinado o torneado del impelente o impulsor, pero sólo se efectuará después de un adecuado diagnóstico.



INSTALACIONES Y EQUIPOS DE SEGURIDAD

Establecer conexión con el sistema electrónico de detección de incendios, para que encienda y apague los distintos equipos electromecánicos y de iluminación de la edificación de acuerdo al horario de trabajo. Esto es particularmente aplicable en ciertos sistemas de detección de incendios muy sofisticados, los cuales tienen básicamente una función de control.

Recomendaciones DE NIVEL III

Involucra costos o inversiones importantes y está vinculado a modificaciones relevantes en los componentes arquitectónicos e instalaciones, reemplazo de equipos por otros con mayor eficiencia, uso de nuevas tecnologías de control y monitoreo de las instalaciones.



ARQUITECTURA Y EQUIPAMIENTO INTERIOR

Colocar vidrios de diseño especial para reducir la entrada de la radiación solar en ciertas horas del día. Esto es particularmente recomendable en las fachadas este y oeste, las cuales reciben alta radiación solar. Las opciones más comunes incluyen: vidrios aislantes formados por dos láminas separadas por una cámara de aire; vidrios reflectantes, los cuales devuelven gran parte de la radiación; vidrios espectralmente selectivos: transparentes a la luz solar visible y parcialmente opacos a la luz infrarroja y ultravioleta.

El índice de enfriamiento (*CI-Coolness Index*) ha sido utilizado para justificar los vidrios espectralmente selectivos, y representa numéricamente la relación entre la luz solar transmitida y el calor solar transmitido. En estos vidrios selectivos el CI varía entre 1,3 y 1,5, lo cual indica que aproximadamente transmiten entre 30% y 50% más luz que

calor solar. Mientras que en vidrios más convencionales, como los absorbentes y reflectivos, el CI normal varía entre 0,6 y 1,0 (para evitar la transmisión del calor solar también se impide la entrada de luz natural visible y por lo tanto distorsionan los colores externos). El uso adecuado de estos vidrios selectivos debe ser combinado con técnicas de máximo uso de luz solar, como por ejemplo los estantes solares y el uso de iluminación artificial de alta eficiencia controlada mediante *dimmers* electrónicos y sistemas de control inteligentes.

Instalar protecciones solares externas, en especial en las fachadas este y oeste. Estas estrategias permiten reducir las cargas térmicas solares de 200 - 300 Btu/ft² (630-945 W/m²), a 30-50 Btu/ft², (95-142 W/m²) por cada área unitaria de la fachada acristalada de la edificación. Esto es fácilmente realizable en edificios de poca altura pero en otros casos se deberá evaluar si la arquitectura lo permite.

Considerar la posibilidad de instalar bandejas solares (*light shelves*), mediante los cuales se logra que la luz solar se refleje desde las protecciones solares horizontales hacia la parte interna de la edificación. Si se integra este concepto de diseño con el sistema de iluminación y sus controles, se lograrán reducir parcialmente el consumo de la iluminación artificial y el aire acondicionado de la edificación.

Modificar los techos translúcidos para reducir el efecto invernadero con técnicas apropiadas (protecciones solares, vidrios espectralmente selectivos, doble techo ventilado, etc.). La radiación solar que penetra directamente a los ambientes interiores, exige más consumo de energía al sistema de aire acondicionado.



INSTALACIONES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS

Sistema de Iluminación

Reemplazar los balastos magnéticos por unidades electrónicas.

Instalar *dimmers* (atenuadores de luz) electrónicos y controladores con la finalidad de complementar la luz natural con la luz artificial en edificaciones con buena iluminación solar. Esto permite ahorrar en el uso de luz artificial, cuando se dispone de fuentes importantes de luz natural. Sin embargo deben tenerse en cuenta las recomendaciones de iluminancias por actividad contenidas en las Normas COVENIN.

Motores Eléctricos

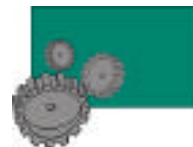
Cambiar los motores eléctricos que consuman menos de 60% de su potencial nominal por otros de menor capacidad, pues tal como lo muestra el gráfico de F.T. Andrews, a menor carga del motor, menor factor de potencia y, por tanto, menor eficiencia energética (ver gráfico 2). Estos motores se requieren generalmente en los sistemas de ventilación, de aire acondicionado, de bombeo de agua, etc. Se debe realizar un estudio técnico económico para garantizar que la recuperación de la inversión sea razonable, menos de 3 o 4 años.

Gráfico 2
Relación entre Factor de Potencia y Fracción de carga del motor.



Según Andrews, F.T. Building Mechanical Systems. McGraw-Hill Book Company. USA, 1977

Evaluar la conveniencia de instalar bancos de condensadores para mejorar el factor de potencia del sistema eléctrico del edificio.



INSTALACIONES Y EQUIPOS MECÁNICOS

Equipos de aire acondicionado

Automatizar estos equipos mediante controladores digitales. Con estos sistemas se podrán encender y apagar los distintos equipos, de acuerdo a los horarios de trabajo, días de fiesta y vacaciones colectivas; temperaturas internas, calidad del aire, etc. y a la

vez monitorear su funcionamiento.

Rediseñar los sistemas de flujo de aire y agua para que trabajen a velocidad variable. Se obtiene un mejor control del flujo de aire mediante la instalación de variadores de frecuencia (VFD) accionados con controladores digitales. Éstos sistemas permiten ahorrar energía en condiciones de funcionamiento a carga parcial, lo cual generalmente ocurre entre 80 % y 90 % del tiempo.

Reemplazar los equipos convencionales de aire acondicionado con rendimientos de entre 6 y 8 Btu/W, por unidades de alta eficiencia con rendimientos entre 10 y 13 Btu/W es conveniente cuando el sistema de aire acondicionado llegue a su límite de vida (entre 15 y 20 años). En caso de que también se modifique el sistema de iluminación por otro moderno (de 30 o 40 W/m² a 15 W/m²), se deberá recalcular la capacidad del sistema de aire acondicionado. En estas condiciones se puede esperar una mejora de los rendimientos del sistema de 20-25 m²/ton a 30-40 m²/ton.

Cambiar los motores eléctricos de las unidades de manejo de aire y bombas de circulación de agua que consuman menos de 60% de su consumo nominal por otros de menor potencia y mejor eficiencia. En relación al diseño la norma ASHRAE 90.1-1999 recomienda los siguientes índices para sistemas de flujo constante: ventiladores de aire 1,2 hp/(1000 PCM), 0,34 hp / (m³-min), bombas de agua helada 22 W/GPM, bombas de agua de condensación 19 W/GPM

Instalar sistemas de control digital para monitorear y operar óptimamente el sistema óptimamente. Estos sistemas

inteligentes, llamados en inglés *Energy Management Systems* (Sistemas de Gerencia de Energía), también sirven para controlar los sistemas de iluminación, sistemas de ventilación, bombeo de agua, etc.

Rediseñar el sistema de aire acondicionado para que trabaje bajo el principio de acumulación térmica y reducir notablemente la carga eléctrica conectada (en kVA). En estos sistemas, el aire acondicionado trabaja total o parcialmente durante las horas nocturnas acumulando el frío en tanques de agua o hielo. Luego, durante el día, el frío acumulado es utilizado en forma convencional para vencer la carga térmica del edificio. Estos sistemas son económicamente muy atractivos cuando los kWh nocturnos son más económicos que los diurnos, y por lo tanto, además de reducir los kVA conectados, permiten un ahorro, no en la energía consumida, sino en su costo. Por ahora las tarifas diferenciales, sólo son aplicables en nuestro país a ciertas actividades industriales.

Utilizar energías térmicas provenientes del gas y otros combustibles en aquellas regiones y ubicaciones en las cuales estén disponibles y sean económicamente atractivas. En estos casos se utilizan equipos que producen el frío requerido en los sistemas de aire acondicionado mediante el ciclo de absorción o mediante motores de combustión y compresores convencionales.

Evaluar la conveniencia de instalar sistemas híbridos de aire acondicionado. Estos sistemas desacoplan las cargas sensibles y latentes internas mediante el uso de ruedas de entalpía (*Energy recovery wheels*) y serpentines enfriadores de aire fresco, ambos diseñados para absorber la totalidad de las cargas latentes y parte de las sensibles. Para absorber el resto

de la cargas sensibles internas se instalan paneles radiantes, por los cuales se hace circular agua a 16 ° C, con lo cual se logra una mejor eficiencia del sistema de refrigeración. Con estos sistemas, muy populares en el norte de Europa, se han logrado reducir los consumos de los sistemas de aire acondicionado hasta en un 40%.

Ascensores

Reemplazar las unidades basadas en sistemas de motores-generadores por unidades modernas basadas en sistemas con velocidad variable y controles mediante tiristores (SCR). Esto es particularmente conveniente y atractivo en el caso de sistemas antiguos y depreciados, es decir, con más de 20 años de uso.

Equipos de Ventilación Forzada

Cambiar los motores-ventiladores que presenten notables sobrediseños, sobre todo aquellos que consuman menos del 60% de su capacidad nominal. Esto se debe a factores de seguridad que generalmente se aplican durante los proyectos de estas instalaciones. En estos casos los motores trabajan con bajas eficiencias eléctricas y presentan, además, bajos factores de potencia. Este nivel de acción es recomendable en instalaciones depreciadas y/o en las cuales se puede lograr algún beneficio económico de la posible reducción de la demanda eléctrica (kVA) y consumo energético (kWh) con un razonable período de retorno de la inversión requerida.

Instalar controladores digitales para automatizar el funcionamiento de los distintos ventiladores de los sistemas de inyección y

extracción de aire del edificio.

Cambiar los sistemas de ventilación, de flujo constante a flujo variable, mediante la instalación de variadores de frecuencia. Mediante el uso de sensores de gases, por ejemplo de dióxido de carbono (CO₂) para los ambientes de oficina, y de monóxido de carbono (CO) para los sótanos del edificio, se podrá controlar el funcionamiento de estos equipos de acuerdo a la calidad del aire de sus respectivos ambientes. De esta manera los sistemas de ventilación de estas zonas serán controlados adecuándolos directamente al número de personas en las oficinas y a la cantidad de vehículos en funcionamiento en los sótanos; esta estrategia de ahorro se llama ventilación por demanda.



INSTALACIONES Y EQUIPOS SANITARIOS

Convertir los sistemas de bombeo de presión constante a sistemas de velocidad variable, mediante variadores de frecuencia y controladores digitales.

Cambiar los motores eléctricos de las bombas que presenten bajos niveles de consumo por unidades de adecuada potencia y de mejor eficiencia, mediante un diagnóstico previo.

Cuestionario

QUESTIONARIO DE AUTOEVALUACIÓN

Este instrumento contiene preguntas sobre aspectos generales de la organización y aspectos específicos de los componentes de la edificación que permiten evaluar las estrategias diseñadas para llevar a cabo el PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA (PAEE). Esta estimación se hará en función del nivel de cumplimiento por medio de una escala de 1 a 5, considerando la siguiente valoración:

1 = muy bajo

2 = bajo

3 = regular

4 = bueno

5 = excelente

Se puede aplicar a una edificación de manera global o parcialmente en un área determinada, dependiendo de las necesidades de cada organización.

Es recomendable emplear este cuestionario al inicio del PAEE, para trazar un perfil de referencia de la edificación que sea útil para comparar los progresos alcanzados e identificar los obstáculos más importantes.

ASPECTOS GENERALES

Tópico		Nivel de Cumplimiento				
		1	2	3	4	5
1	¿Existe un responsable del Programa de Ahorro de Energía Eléctrica (PAEE), con formación adecuada y autoridad efectiva?					
2	¿Existe un comité de ahorro de energía donde estén representadas las diferentes dependencias de la organización: compras, recursos humanos, seguridad, servicios generales, etc.?					
3	¿Existe un plan de difusión del PAEE?					
4	¿Existe un responsable del plan de difusión con formación adecuada y autoridad efectiva?					
5	¿Existen recursos para el ejecución del plan de difusión: personal, apoyo financieros, medios de información, etc?					
6	¿Existe un plan de mantenimiento general de la edificación?					
7	¿Existe un responsable del plan de mantenimiento general con formación adecuada y autoridad efectiva?					
8	¿Existen recursos para la ejecución del plan de mantenimiento general: personal, instrumentos de medición y control, etc.?					
9	¿Existe un plan de mantenimiento específico para cada componente de la edificación?					
10	¿Son adecuados los espacios, instalaciones y equipos a la función actual de la edificación y el número de usuarios?					
11	¿Existencia de estadísticas del consumo de energía o de la facturación correspondiente?					
12	¿Hay correspondencia entre la demanda contratada y el consumo real?					

ARQUITECTURA Y EQUIPAMIENTO INTERIOR

Tópico	Nivel de Cumplimiento				
	1	2	3	4	5
1 ¿Existe un plan de mantenimiento de los cerramientos y del equipamiento interior?					
2 ¿Existe un responsable del plan de mantenimiento de los cerramientos y del equipamiento interior con formación adecuada y autoridad efectiva?					
3 ¿Hay suficientes recursos asignados para la ejecución del plan de mantenimiento de los cerramientos y del equipamiento interior?					
4 ¿Se utilizan racionalmente los equipos de oficina en cantidad y función?					
5 ¿Existen instrucciones para el uso eficiente de la energía en los equipos de oficina?					
6 ¿La disposición del mobiliario permite aprovechar las entradas de iluminación natural?					
7 ¿Permiten las rejillas de aire acondicionado una distribución adecuada del aire acondicionado en relación con la división interna de los ambientes y el número de usuarios?					
8 ¿Existen entradas de aire exterior en ambientes que funcionen con aire acondicionado a través de vidrios rotos, ventanas y puertas abiertas, infiltraciones, etc.?					
9 ¿Se utiliza la vegetación para favorecer el microclima?					
10 ¿Se utilizan adecuadamente las protecciones solares?					
11 ¿Se utilizan colores claros en plafones, paredes y pisos?					
12 ¿Se utilizan colores claros en muebles?					
13 ¿Se utilizan colores claros en techos y paredes exteriores?					
14 ¿Están centralizados los servicios de equipos complementarios: micro-ondas, cafeteras, neveras, etc.?					
15 ¿Existen instrucciones para evitar el uso simultáneo de los equipos complementarios a fin de evitar los picos en la demanda de energía eléctrica?					

EQUIPOS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Tópico		Nivel de Cumplimiento				
		1	2	3	4	5
1	¿Existe un plan de mantenimiento de equipos e instalaciones eléctricas?					
2	¿Existe un responsable del plan de mantenimiento de equipos e instalaciones eléctricas con formación adecuada y autoridad efectiva?					
3	¿Hay suficientes recursos asignados para la ejecución del plan de mantenimiento de equipos e instalaciones eléctricas?					
4	¿Está diseñado el sistema eléctrico de los tableros para las cargas conectadas actualmente?					
5	¿Están balanceadas las cargas en el tablero?					
6	¿Están separados los circuitos eléctricos de ambientes que funcionan en horarios diferentes: auditorios, sala de reuniones, sala de informática, etc.?					
7	¿Existen instrucciones visibles sobre uso racional de la iluminación?					
8	¿Existe un persona responsable del encendido y apagado de equipos e instalaciones?					
9	¿Existe un plan de control de la iluminación según el horario de trabajo?					
10	¿Se utilizan bombillos ahorradores de energía?					
11	¿Existen elementos de control automático del sistema de iluminación?					
12	¿Es adecuada la iluminación en las áreas de oficinas?					
13	¿Es adecuada la iluminación en las áreas de circulación y de servicios?					
14	¿Es adecuada la iluminación en las áreas de reunión?					
15	¿Es adecuada la iluminación en las áreas de estacionamiento?					
16	¿Se utilizan bombillos ahorradores de energía?					
17	¿Existe un plan de reemplazo con equipos de alta eficiencia energética?					

EQUIPOS E INSTALACIONES MECÁNICAS

Tópico	Nivel de Cumplimiento				
	1	2	3	4	5
1 ¿Existe un plan de mantenimiento de equipos e instalaciones mecánicas?					
2 ¿Existe un responsable del plan de mantenimiento de equipos e instalaciones mecánicas con formación adecuada y autoridad efectiva?					
3 ¿Hay suficientes recursos asignados para la ejecución del plan de mantenimiento de equipos e instalaciones mecánicas?					
4 ¿Están ajustados los equipos de aire acondicionado a los índices de confort recomendados?					
5 ¿Están balanceados los flujos de aire y agua en los equipos de aire acondicionado?					
6 ¿Están establecidos los caudales de aire acondicionado de acuerdo a los requerimientos de uso?					
7 ¿Están establecidos los horarios de operación de los equipos de aire acondicionado de acuerdo a las actividades específicas?					
8 ¿Existen circuitos independientes para equipos de aire acondicionado que tienen requerimientos especiales de horario o de actividad?					
9 ¿Se aplican procedimientos de detección y control de fugas de aire acondicionado?					
10 ¿Corresponde el diseño de los ascensores a las necesidades del servicio: carga, frecuencia de uso, cantidad de usuarios?					
11 ¿Están establecidos los horarios de operación de ascensores de acuerdo a los requerimientos de servicio?					
12 ¿Existen equipos de automatización de encendido y apagado de los ventiladores de acuerdo a los requerimientos?					
13 ¿Están establecidos los caudales de ventilación de acuerdo a las normas?					

EQUIPOS E INSTALACIONES SANITARIAS

Tópico		Nivel de Cumplimiento				
		1	2	3	4	5
1	¿Existe un plan de mantenimiento de equipos e instalaciones sanitarias?					
2	¿Existe un responsable del plan de mantenimiento de equipos e instalaciones sanitarias con formación adecuada y autoridad efectiva?					
3	¿Hay suficientes recursos asignados para la ejecución del plan de mantenimiento de equipos e instalaciones sanitarias?					
4	¿Están los niveles de presión de las bombas ajustados a los requerimientos?					
5	¿Existen fugas de agua en el sistema?					
6	¿Existen mecanismos de uso eficiente de flujo de la grifería?					

EQUIPOS E INSTALACIONES DE SEGURIDAD

Tópico		Nivel de Cumplimiento				
		1	2	3	4	5
1	¿Existe un plan de mantenimiento de equipos e instalaciones de seguridad?					
2	¿Existe un responsable del plan de mantenimiento de equipos e instalaciones de seguridad con formación adecuada y autoridad efectiva?					
3	¿Hay suficientes recursos asignados para la ejecución del plan de mantenimiento de equipos e instalaciones de seguridad?					
4	¿En el inventario de equipos de la demanda contratada están excluidas las bombas contra incendio y los presurizadores de emergencia?					
5	¿Se realizan las pruebas de las bombas contra incendio y presurizadores durante las tempranas horas de la mañana o después de las horas pico de la tarde?					

Instrumentos DE MEDICIÓN



Registrador de datos

Sensores incorporados de humedad, temperatura,

iluminación y una toma para sensor externo.

Rango de temperatura: - 20 °C a + 70 °C

Precisión: ± 0,7 °C

Rango de humedad relativa: 25% a 95%

Precisión: ± 5%

Rango de intensidad de luz: 2 a 600 footcandles (lumens/ft²)

Precisión: ± 2 footcandles

Descripción en inglés:

Data logger RH / Temp /Light / External



Registrador de datos

Sensores incorporados de humedad y temperatura y dos

tomas para sensores externos.

Rango de temperatura: - 20 °C a +70 °C

Precisión: ± 0,7°C

Rango de humedad relativa: 25% a 95%

Precisión: ± 5%

Descripción en inglés: Data logger RH / Temp / 2x External



Registrador de datos

Cuatro tomas para sensores externos. Para medir las temperaturas superficiales de los cerramientos, específicamente los techos.

Rango de temperatura: -20°C a +70°C

Precisión: ± 0,7 °C

Descripción en inglés: Data logger 4-Channel External



Registrador de datos

Sensores de humedad y temperatura, especialmente diseñado para exteriores.

Rango de temperatura: - 30°C a +50°C

Precisión: $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$

Rango de humedad relativa: 0% a 100%

Precisión: $\pm 3\%$

Descripción en inglés: Data logger Pro RH/Temp



Registrador de datos

Sensor incorporado para iluminación, diseñado para los rangos en que varía la luz solar.

Rango: 0,01 lumens/ft² a 10.000 lumens/ft²

Precisión: depende del producto

Descripción en inglés: Data logger Light Intensity



Termo-anemómetro de hilo caliente portátil

Registro de la velocidad del aire, haciendo mediciones puntuales y precisas de baja velocidades, con variaciones continuas

Resolución: 0,1 m/s

Precisión: $\pm 3\%$

Descripción en inglés: Heavy Duty Hot Wire Thermo-Anemometer



Termómetro digital

Instrumento que sirve para medir la temperatura



Medidor de temperatura superficial

Termómetro que no requiere de contacto, el cual permite tomar la temperatura superficial de cualquier superficie u objeto rápidamente y con facilidad

Rango de temperatura: - 18 a 260 °C

Precisión: - 1 a 260 °C



Termógrafo

Instrumentos registradores que transcriben continuamente la temperatura del aire; se fundamentan en que los coeficientes de dilatación y contracción de los metales varían con la naturaleza de éstos.



Anemómetro

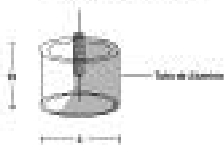
Aparato utilizado para medir la dirección, velocidad o fuerza del viento.



Anemógrafos

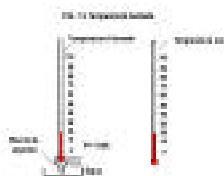
Instrumento que permite el registro continuo (en bandas) de la velocidad y dirección del viento en el ambiente.

FIG. 4.4 Sistema de protección contra las radiaciones para medir la temperatura.



Termómetro de mercurio (bulbo seco)

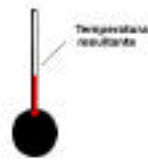
Instrumento de registro inmediato, permite registrar la temperatura del aire, sin capacidad de almacenar información obtenida. Se requiere de un termómetro de mercurio ordinario el cual se debe proteger de las radiaciones de las paredes colocándolo en un tubo de aluminio de 3 cm de diámetro por 10 cm de altura.



Termómetro de mercurio (bulbo húmedo)

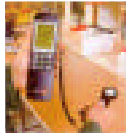
Para determinar la humedad del aire se requiere de un termómetro de mercurio ordinario, que registre la temperatura del aire, y de otro termómetro de mercurio, cuyo bulbo se mantiene humedecido con una gasa impregnada en agua.

Este procedimiento permite el registro de la temperatura húmeda para posteriormente determinar los niveles de humedad.



Termómetro de globo negro

Sirve para medir la temperatura radiante. El bulbo del termómetro deberá ser colocado dentro de una esfera metálica de 10 cm de diámetro, pintada de color negro. El termómetro intercambia calor directamente con el aire por la circulación de éste (convección) e indirectamente con las superficies de las paredes (radiación). Determina la temperatura resultante, para posteriormente calcular analíticamente la temperatura radiante.



Luxómetro

Instrumento digital portátil que permite medir la intensidad de la luz. Existen diferentes opciones con las cuales además se puede medir los niveles de iluminación en el exterior e interior, los niveles de lux, UV, y el contenido de UV en la luz.



Brújula

Instrumento para determinar cualquier dirección en la superficie terrestre por medio de una aguja imantada que siempre marca los polos magnéticos norte-sur.



Voltímetro

Aparato que se emplea para medir potenciales eléctricos.



Amperímetro

Aparato para medir la intensidad de una corriente eléctrica; consiste en un galvanómetro que se conecta en serie con el circuito.

UNIDADES DE MEDIDA SISTEMA INTERNACIONAL

Magnitud	Unidad SI	Múltiplos y submúltiplos decimales recomendados de la unidad SI
Presión	Pa (pascal)	Gpa, Mpa, kPa, hPa, mPa, μ Pa
Energía, trabajo	J (joule)	EJ, PJ, TJ, GJ, MJ, kJ, mJ
Potencia	W (watt)	GW, MW, kW, mW, μ W
Temperatura Termodinámica	K (kelvin)	
Temperatura Celsius	$^{\circ}$ C (grado Celsius)	
Calor	J	EJ, PJ, TJ, GJ, MJ, kJ, mJ
Flujo térmico o calorífico	W	kW
Conductividad térmica	W/(m $^{\circ}$ K)	
Coefficiente de transmisión térmica	m 2 * K/W	
Aislante térmico	m 2 * K/W	
Capacidad térmica	J/K	kJ/K
Capacidad térmica másica	J/(kg * K)	kJ (kg * K)
Entropía	J/KkJ/K	
Entropía másica	J/(kg * K)	kJ/(kg * K)
Energía termodinámica másica	J/kg	MJ/kg kJ/kg
Corriente eléctrica	A (ampere)	kA, mA, μ A, nA, pA
Carga eléctrica, cantidad de electricidad	C (coulomb)	kC, μ C, nC, pC
Tensión eléctrica. Diferencia de potencial. Fuerza electromotriz	V (volt)	MV, kV mV μ V
Densidad de corriente eléctrica	A/m 2	MA/m 2 o A/mm 2 , A/cm 2 , kA/m 2
Energía radiante	J	
Intensidad luminosa	Cd (candela)	
Flujo luminoso	lm (lumen)	
Luminancia	cd/m 2	
Iluminancia	lx(lux)	
Eficacia luminosa	Lm/W	

A

Absorción: es la transformación de la energía radiante a una forma diferente por interacción con la materia.

Absortividad: es la razón entre la radiación térmica absorbida por una superficie y la que incide sobre ella (es también conocida como absorbancia).

Admitancia: la proporción de energía calórica por unidad de superficie, producida por la diferencia de la temperatura entre el aire (temperatura envolvente) y la superficie. Es la medida de la capacidad que tiene una superficie para reducir la temperatura.

Aire fresco: aire exterior que se debe inyectar al interior del edificio para controlar los niveles de CO₂ y otros gases contaminantes por debajo de ciertos niveles máximos. Este aire está reglamentado mediante la aplicación obligatoria de la Norma Sanitaria.

Aire húmedo: mezcla de aire seco y vapor de agua.

Aire interior: el aire que las personas respiran en el interior de las edificaciones.

Aire seco: aire atmosférico una vez eliminados tanto el vapor de agua como los contaminantes presentes.

Aislamiento térmico: material que presenta una resistencia térmica relativamente alta al paso del calor.

Albedo: flujo radiactivo que se origina de la reflexión del suelo.

Almacenamiento de calor: proceso mediante el cual un material almacena calor aumentando su temperatura. Para una cantidad de calor suministrada, el grado de calentamiento de un material depende de su calor específico y su densidad.

Ambiente: el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y el desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que

interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Amortiguamiento térmico: cociente entre la amplitud de la onda de temperatura que llega a un lado de un cerramiento y la amplitud de la onda de temperatura en el lado antepuesto. Por extensión, cociente entre la amplitud de la temperatura interior y la temperatura exterior de una edificación. El amortiguamiento (junto con el desfase) traduce la influencia de la inercia térmica del cerramiento o de la edificación.

Angulo de incidencia: ángulo que forma un rayo luminoso con la perpendicular a un plano; sirve para determinar la iluminancia de una superficie.

Áreas de oficinas: son los espacios de uso restringido dispuestos como áreas de trabajo colectivas o individuales.

Áreas de reuniones: son espacios de uso eventual; incluye salas de reuniones, de usos múltiples y conferencias.

Áreas de circulación: es la superficie de una edificación destinada al uso de los ocupantes para la circulación tanto vertical como horizontal, así como para el acceso a oficinas o servicios (áreas de distribución, pasillos, escaleras, ascensores, etc.).

Áreas de estacionamiento: corresponden a las áreas del edificio, techadas o al descubierto, donde se guardan vehículos automotores destinados al transporte de personas o de carga que pertenecen a los usuarios de los edificios.

Áreas exteriores y jardines: patios, caminerías y áreas verdes de terreno generalmente abierto, cuyo uso está destinado a la recreación o a la ventilación e iluminación natural de otros espacios en la edificación.

Áreas de servicios: corresponden a los espacios destinados a servicios de apoyo de los ocupantes, tales como: sanitarios, lavamopas, cocinas, etc.

ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

Azimut: ángulo horizontal entre uno de los ejes cardinales (generalmente el sur) y la proyección horizontal de una recta dada (que pudiera ser la proyección horizontal de la normal a una superficie o la proyección horizontal de la recta que une a un observador con el disco solar).

B

Balance térmico: balance de las entradas y salidas de calor de un cerramiento o una edificación. El resultado es positivo si el cerramiento o la edificación se calienta, y negativo si se enfría.

Barrera radiante: sistema que restringe la transferencia de radiación infrarroja de onda larga a través de un espacio de aire con uno de sus límites funcionando como barrera radiante, al reflejar la radiación que le llega y al mismo tiempo al no irradiar energía.

Bienestar térmico: rango de condiciones bioclimáticas consideradas aceptables en el interior de una edificación. Implica una ausencia de cualquier sensación de incomodidad o malestar térmico producido por exceso de frío o calor (ver Confort térmico).

C

Calentamiento: transferencia de energía calórica hacia un cuerpo o hacia el aire, producto de un gradiente térmico entre la fuente de calor y el cuerpo o el aire. La transferencia se lleva a cabo mediante conducción y/o convección y/o radiación.

Calidad ambiental: capacidad relativa de un medio ambiente para satisfacer las necesidades o los deseos de un individuo o sociedad.

Calor: es una forma de energía que aparece como movimiento molecular en las sustancias o como calor radiante; una banda de longitudes de onda de radiación electromagnética en el espacio, se mide en unidades de energía julios (J).

Calor basal: cantidad de calor que produce el ser humano en estado de reposo, cuyo promedio en el adulto es de 88 W/h.

Calor latente: cantidad de energía calorífica absorbida, por unidad de masa de una sustancia, durante un cambio de estado (de sólido a líquido, de líquido a gas) sin que haya un cambio de temperatura. Para el caso específico del aire, se refiere a la cantidad de energía debido al vapor de agua presente.

Calor específico: cantidad de calor que se requiere para aumentar

en una unidad de temperatura una unidad de masa de un material.

Calor radiante: cantidad de calorías que lleva una radiación de una cierta longitud de onda y es transmitida de un material a uno receptor.

Calor sensible: cantidad de energía calorífica que absorbe una sustancia, por ejemplo un fluido, al elevar su temperatura sin cambiar su estado físico.

Caloría: unidad que se emplea para evaluar las cantidades de calor. Una caloría permite elevar un grado centígrado la temperatura de un gramo de agua, de 14,5 °C a 15,5 °C a una presión atmosférica normal.

Cámara de aire: son espacios de aire delimitados por dos planos, los cuales pueden estar ventilados o no.

Cambio de estado: cambio de una fase (sólido, líquido o gas) a otra.

Cambio de aire: forma de expresar la cantidad de aire que se desaloja o entra en un recinto, en términos de las renovaciones del volumen de aire de dicho recinto.

Candela: es la unidad básica reconocida en el Sistema Internacional a partir de la cual se originan las demás unidades fotométricas. Se define como la intensidad de un cuerpo negro emisor uniforme de 1/60 cm² a la temperatura de fusión del platino.

Capacidad calorífica (Ca): cantidad de calor que se debe suministrar a un cerramiento o a la envolvente en su conjunto (de manera uniformemente repartida) para aumentar su temperatura la cantidad de 1° C. Se mide en J / ° C.

Carga de enfriamiento: Es la cantidad de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicación específica

Carta bioclimática: instrumento gráfico que, al conocer las condiciones climáticas, permite proporcionar los principios básicos para el diseño de edificaciones térmicamente confortables, esto es, ubicados dentro de la zona de bienestar térmico.

Caudal másico (Qm): cantidad de aire renovado por ventilación; se expresa en unidad de peso por unidad de tiempo (kg/s o kg/h).

Caudal volumétrico (Qv): cantidad de aire renovado por ventilación; se expresa en unidad de volumen por unidad de tiempo (m³/s o m³/h).

Cerramiento: delimitación o cubrimiento perimetral, parcial o total de un área dada de una edificación, originalmente abierta, para

que deje de estarlo. División hecha con tabique en una estancia o pieza.

CFM: Cubic feet per minute (pies cúbicos por minuto).

Ciencias del ambiente: estudio de los procesos naturales que conforman los sistemas del aire, de la tierra, del agua, de la energía y de la vida en su interacción, entre sí y con el ser humano.

Circulación horizontal: desplazamiento entre ambientes de un mismo nivel a través de pasillos, corredores, etc.

Circulación vertical: desplazamiento entre dos planos situados a diferente alturas, a través de escaleras, ascensores, montacargas, etc.

Claraboya: panel transparente o traslúcido situado sobre una cubierta para que penetre la luz solar dentro de una edificación.

Clima: condiciones meteorológicas prevaletientes y hasta cierto punto predecibles de un área geográfica. Los principales elementos que lo identifican son la temperatura del aire, la humedad, la radiación solar, el viento, la nubosidad y las precipitaciones.

Climatización: proceso fisiológico mediante el cual un organismo se adapta a su nuevo ambiente.

Climatización pasiva: procedimientos de diseño o de técnicas suplementarias que den como resultado edificaciones en las que el consumo de electricidad o de carburantes o de cualquier otro tipo de energía no renovable a los efectos de climatizar los espacios sea nulo (o casi) y cuya finalidad es que las edificaciones cumplan con los requerimientos de confort térmico.

Climatización activa: procedimiento de diseño o técnica que utiliza equipamiento electro-mecánico para climatizar los espacios como, por ejemplo, el aire acondicionado.

Coefficiente de absorción: es el cociente entre el flujo radiante absorbido por un cuerpo y el flujo que incide sobre él.

Coefficiente de transmitancia térmica: es la transmisión de calor en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de un material y capa de aire en contacto, inducido por la unidad de diferencia de temperatura entre los contornos de cada lado.

Coefficiente superficial: es la relación de intercambio de calor en estado estacionario entre la superficie y su medio externo o la diferencia de temperatura entre la superficie y su medio circundante.

Condiciones ambientales interiores: síntesis de todas las variables ambientales que al interior de las edificaciones afectan la salud o el confort de los ocupantes (temperatura, humedad,

radiación, velocidad de aire, etc.).

Conducción: transferencia de calor desde una molécula a otra a modo de impacto inelástico en el caso de los fluidos, a modo de oscilaciones en el caso de los sólidos no conductores de electricidad, y a modo de movimiento de electrones en el caso de los sólidos conductores de electricidad (caso de los metales). Es el único mecanismo de transporte de calor en el interior de los sólidos opacos.

Conductividad térmica (I): es la cantidad de calor que pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de extensión infinita y caras plano-paralelas y de espesor unidad, cuando se establece una diferencia de un grado de temperatura entre sus caras.

La conductividad térmica es una propiedad característica de cada material; su valor puede depender de la temperatura y de una serie de factores tales como la densidad, porosidad, contenido de humedad, diámetro de fibra, tamaño de los poros y tipo de gas que encierre el material. Se expresa en Unidades: kcal / m h ° C (W/m ° C)

Conductancia térmica (C): es la cantidad de calor transmitida a través de la unidad de área de una muestra de material o de una estructura de espesor L, dividida por la diferencia de temperatura entre las caras caliente y fría, en condiciones estacionarias.

$$C = \frac{\lambda}{L}$$

Cuando las caras caliente y fría no constituyan dos superficies planas paralelas es necesario aclarar en qué condiciones se da la conductancia térmica. La conductancia térmica depende del espesor L del material, mientras la conductividad se refiere a la unidad de espesor del material. Se expresa en kcal/h m² °C (W/m² °C).

Confort en edificaciones: grado de aceptación de un ambiente con referencia a diversos parámetros ambientales relativos a la temperatura, la velocidad del aire, la iluminación, el ruido, etc.

Confort térmico: se define generalmente como la situación en la cual los individuos expresan estar complacidos con las condiciones climáticas que los rodean. En vista de que ello involucra cierta subjetividad, los diseñadores se plantean como meta satisfacer al mayor número de personas (generalmente más de 80%). El malestar puede resultar de ambientes fríos o calientes o puede expresarse como molestia en alguna parte específica del cuerpo (inconfort local).

Contaminación: presencia en el ambiente de uno o más

contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrios ecológicos, o discontinuidad de los procesos naturales.

Convección: transferencia de calor entre un fluido en movimiento y una superficie en contacto con él. El movimiento del fluido puede generarse por diferencias de temperatura (convección natural) o puede inducirse en forma mecánica (convección forzada).

COP (Coefficient of Performance): es una medida de la eficiencia instantánea de un equipo de calentamiento o enfriamiento. Representa el cociente de la energía de salida sobre la energía de entrada en estado estacionario, expresada en unidades consistentes (watts/watts o Btu/hr / Btu/hr), por lo cual el resultado es adimensional.

Cuerpo negro: es un cuerpo emisor y absorbedor ideal de la radiación térmica. Emite y absorbe energía radiante en cada longitud de onda a la máxima razón posible como una consecuencia de su temperatura y absorbe toda la radiación incidente.

Curtain wall: pared exterior que no soporta cargas. Puede estar fija a columnas, piso u otras paredes pero no necesariamente construidas entre elementos estructurales. Las fachadas de vidrio son representativas de este componente.

D

Deflectores: son planos, generalmente metálicos, situados dentro de la luminaria, con acabados absorbentes de la luz. Se utilizan para reducir o eliminar el deslumbramiento directo o para recortar la porción del haz luminoso.

Demanda eléctrica: requerimiento de electricidad de un usuario, área o sistema.

Densidad de flujo energético: cantidad de energía (ej: calor) que pasa a través de una superficie por unidad de área y de tiempo ($J/s.m^2 = W/m^2$).

Densidad superficial: peso por metro cuadrado de un cerramiento (Kg/m^2).

Desarrollo sustentable: proceso evaluable mediante criterios

e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Desfase térmico: diferencia horaria entre los valores pico de las ondas de temperatura en ambas caras de un cerramiento o entre las temperaturas exterior e interior de una edificación. Junto con el amortiguamiento, traduce el efecto de la inercia térmica del cerramiento o de la edificación.

Deshumidificación: proceso mediante el cual se disminuye la humedad de una masa de aire con la finalidad de aumentar su capacidad evaporativa.

Diferencia de presión: diferencia de presión (en el aire) entre dos zonas de una edificación o el interior de la edificación y el exterior. Es la fuerza motriz de los movimientos de aire.

Diferencia de temperatura: diferencia entre las temperaturas del espacio exterior y el interior.

Difusión térmica: es el cociente entre la conductividad térmica y la capacidad calórica. Capacidad calórica es el producto de la densidad por el calor específico.

Difusores: actúan sobre el flujo luminoso de la fuente de luz, ampliando la superficie y por consiguiente reduciendo la luminancia. Para ello se utilizan superficies translúcidas que presenten una superficie luminosa homogénea. También se denominan así las rejillas de suministro de aire acondicionado.

Difusividad: parámetro que rige la propagación del calor al interior de los materiales (conducción + almacenamiento). Relaciona la variación de la temperatura en el tiempo con la variación de la temperatura en el espacio en el interior de un material. La difusividad es directamente proporcional a la conductividad e inversamente proporcional al calor específico y a la densidad. Se mide en m²/s.

DISC: del inglés "discomfort", índice de confort que toma como referencia el grado de sudoración de la persona y el potencial evaporativo del ambiente.

E

Ecología: ciencia que estudia las relaciones existentes entre los organismos y el medio; se define como el estudio de la estructura y función de la naturaleza.

EER (Energy Efficiency Ratio): es la capacidad de enfriamiento (en Btu/hr) dividida por la potencia eléctrica (en vatios) de una unidad de aire acondicionado a 95° de acuerdo al Conditioning and Refrigeration Institute's (ARI).

Efecto de chimenea: la ventilación natural y la infiltración son producidas por diferencia de presión causadas por el viento o las diferencias de temperaturas entre el aire del interior y el aire del exterior.

Efecto invernadero: se origina porque la energía que llega del sol, al proceder de un cuerpo de muy elevada temperatura, está formada por ondas de frecuencias altas que traspasan la atmósfera con gran facilidad. La energía remitida hacia el exterior, desde la Tierra, al proceder de un cuerpo mucho más frío, está en forma de ondas de frecuencias más bajas y es absorbida por los gases resultando en una elevación de la temperatura del aire. Se aplica esta expresión para las edificaciones con techos o paredes de materiales translúcidos que no tienen un adecuado sistema de expulsión del calor.

Eficiencia energética: obtener el mayor rendimiento con el menor consumo de energía. Por ejemplo, bombillos que producen el mismo nivel de iluminación con menor consumo de electricidad.

Eficiencia luminosa: es la relación entre el flujo luminoso emitido por la fuente luminosa y la potencia absorbida por la lámpara. Se expresa en Lm/W.

Emitancia: es el cociente entre el flujo radiante emitido por una muestra y el medio por un cuerpo negro a la misma temperatura y bajo las mismas condiciones.

Emisividad: capacidad de un material para emitir energía radiante. Se expresa como la relación del flujo de energía que emite un cuerpo con respecto al que emite un cuerpo negro ideal a la misma temperatura.

Energía eléctrica: es la potencia eléctrica producida, transmitida o consumida en un periodo de tiempo. Se mide y se expresa en Kilovatio hora (Kwh), Megavatio hora (Mwh), Gigavatio hora (Gwh) o Teravatio hora (Twh).

Energía neta generada: es la energía generada una vez

descontado el monto consumido por los equipos auxiliares y otras pérdidas en las centrales de generación.

Enfriamiento: transferencia de energía desde un sólido, líquido o gas, generada por un gradiente de temperatura que va desde ese sólido, líquido o gas hacia su entorno o hacia un sumidero de calor, el cual se encuentra a menor temperatura.

Enfriamiento convectivo: enfriamiento producido por el cambio de aire interior por aire exterior, si este último está a una temperatura más baja que la del aire interior.

Enfriamiento de aire: reducción de la temperatura del aire causada por la extracción del calor, como resultado de su contacto con un medio que se mantiene a una temperatura menor que el aire. El enfriamiento puede estar acompañado por adición de humedad (evaporación) o reducción de la misma (deshumidificación), o bien puede realizarse sin cambio de humedad.

Enfriamiento evaporativo: proceso que involucra el intercambio adiabático entre el aire y una superficie húmeda o agua esparcida (pulverizada). El agua adquiere la temperatura de bulbo húmedo del aire, la cual permanece constante a lo largo del intercambiador.

Energía: capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etc.

Energía radiante: aquella que a partir del punto de origen se manifiesta en todas direcciones.

Energía renovable: energía obtenida de fuentes naturales inagotables como el sol, el viento, etc.

Energía solar: energía producida por el sol y captada por un dispositivo receptor que concentra los rayos solares, convirtiéndolos en flujo constante de electricidad.

Energía alternativa: sistema de generación de energía con base en el aprovechamiento de luz solar, de la energía de las mareas, del viento o de la incineración de basura.

Entalpía: propiedad termodinámica de una sustancia definida como la suma de sus energía interna más la cantidad Pv/J , donde:

P = presión,

v = volumen,

J = equivalente mecánico del calor.

Envolvente de la edificación: conjunto de componentes que representan la frontera entre la edificación y su entorno y a través del cual se transfiere el calor, la luz, la humedad, el aire y los sonidos.

Equipamiento: componente de la estructura de un asentamiento humano que está formado por el conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones, mobiliario, edificios y espacios en los que se realizan actividades complementarias a las de habitación y trabajo, o bien, en los que se proporcionan a la población servicios de bienestar social y de apoyo a las actividades económicas, culturales y recreativas.

Equilibrio ecológico: es la relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, la transformación y el desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Espectro visible: parte de la energía radiante que puede ser detectada por el ojo humano. Es una franja de radiaciones comprendida entre 380 nm y 780 nm. de longitud de onda, pasando por el azul, verde, amarillo y rojo. Por debajo de los 380 nm. se ubica la radiación ultravioleta y por encima de los 780 nm. la radiación infrarroja, ambas invisibles para el ojo humano.

Estratificación de la temperatura: tendencia de los fluidos, como aire y agua para formar capas cuando se calientan uniformemente. El fluido más caliente se eleva a la parte alta del recinto y el fluido frío baja al fondo.

Espacio abierto: es el espacio o área no techado de una edificación de carácter público o privado.

Espacio techado: es el espacio o parte de una edificación cubierta con un techo construido con cualquier clase de material.

Espacios de almacenaje: áreas destinadas a guardar cosas u objetos de cualquier índole.

Estacionamiento descubierto: espacio que permite dejar inmóviles los vehículos y que se encuentran en lotes sin ningún tipo de cubierta.

Estacionamiento techado: lugar o área que dispone de una estructura techada donde se estacionan los vehículos.

Estar: sala de estar o sector de estar cuando la misma habitación cumple dos o más cometidos .

Estructura: conjunto de elementos convenientemente dispuestos para soportar distintas cargas de una construcción. Forma y manera en que han sido distribuidos los apoyos de un edificio para soportar el peso.

Evaporación: es el proceso, a presión y temperatura constante, mediante el cual una sustancia pasa de la fase líquida a la fase gaseosa.

Evapotranspiración: la suma total del agua que se evapora del suelo y la transpiración de las plantas que en él crecen.

F

Factor de potencia: es un indicador de la eficiencia con la que se está utilizando la energía eléctrica para producir un trabajo útil. Es la relación entre la potencia activa (kW) usada en un sistema y la potencia aparente (KVA) que se obtiene de la compañía eléctrica. Varía entre 0 y 1.

Fenómeno hidrometeorológico: fenómeno natural relacionado con la presencia de vientos muy fuertes que se mueven en rotación como un torbellino, describiendo grandes círculos; su diámetro aumenta a medida que avanza apartándose de la zona tropical donde tienen su origen (huracanes, trombas, chubascos, etc.).

Flujo de ventilación: movimiento de aire natural o artificial.

Flujo de aire: desplazamiento de un volumen de aire entre dos puntos, dos superficies o dos ambientes.

Flujo de aire inter-zona: flujo de aire que se genera entre diferentes ambientes de una edificación.

Flujo de calor: cantidad de calor que pasa por un determinado perímetro en una unidad de tiempo ($J/s=W$).

Flujo luminoso: es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en una unidad de tiempo (segundo). Su unidad de medida es el Lumen (lm). Se denota con la letra griega ϕ . El lumen, se definió en la IX Conferencia de Pesas y Medidas en el año 1948 como: "Flujo Luminoso emitido dentro del ángulo sólido unidad (un estereorradián), por una fuente luminosa puntual uniforme que tiene una intensidad luminosa de una candela".

G

Grifos con sensores infrarrojos: son aquellos donde sale el agua al colocar las manos bajo el grifo.

Grifos con pulsador temporizador: los que cierran después de un tiempo establecido.

H

Habitación: cada una de las piezas o estancias en que se divide un departamento habitable, excluyendo la cocina, los pasillos y los servicios higiénicos.

Hábitat: el sitio específico, en un medio ambiente físico, ocupado por un organismo, por una población, por una especie o por comunidades de especies en un tiempo determinado.

Hp: caballos de fuerza (medida de potencia).. Un hp equivale a 746 W.

Humedad: la medida del grado de vapor de agua contenido en el aire.

Humedad absoluta: cantidad de agua presente en la unidad de masa o de volumen de aire expresada en gramos por kilogramos (g/kg) o gramos por metro cúbico (g/m³).

Humedad relativa: relación entre la cantidad de vapor de agua contenida en el aire y la cantidad máxima que es capaz de contener a la misma temperatura y a la misma presión atmosférica. Se expresa en porcentaje.

Humidificación: proceso en el que se aumenta el vapor de agua contenido en el aire.

Impacto ambiental: modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Indices de confort: parámetros que valoran la conjunción de las variables que intervienen en los intercambios térmicos entre el cuerpo humano y el ambiente ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas. Se determinan generalmente por medio de encuestas basadas en una escala de valores que las personas deben contestar mientras se someten a diversas combinaciones de dichas variables.

Inercia o masa térmica: concepto que expresa la capacidad de un cerramiento o de la envolvente de una edificación de almacenar calor y transmitirlo con retardo. Dependiendo de qué tan grande

sea la inercia térmica, se habla de edificaciones o componentes livianos, medianos o pesados.

Infraestructura: conjunto de obras mayores de ingeniería y fuentes de energía que dan soporte a la movilidad y el funcionamiento de las actividades productivas, haciendo posible el uso del suelo, la accesibilidad, el transporte, el saneamiento, el encauzamiento y la distribución de agua y energía, las comunicaciones telefónicas, etc. fuera de asentamientos humanos.

Infiltración: es flujo de aire no controlado a través de grietas, intersticios y otras aberturas no intencionales. Infiltración, exfiltración y flujo de ventilación natural son causados por diferencias de presión debido al viento, diferencia de temperatura interior-exterior y operaciones de aplicaciones o dispositivos.

Infrarrojo: gama de radiaciones invisibles con unas longitudes de onda que van de 0,7 a 2,5 micras para el infrarrojo próximo y de 2,5 micras a 1 mm para el infrarrojo lejano.

Insolación diaria: cantidad de horas de un día en que la radiación solar directa alcanza el suelo.

Insolación: magnitud de energía solar que incide sobre un componente de la edificación (W/m^2). Se incluye tanto la radiación solar directa como la difusa.

Instalaciones eólicas: son las que producen electricidad a partir de la energía del viento.

Intensidad luminosa: es la intensidad del flujo luminoso proyectada en una determinada dirección. Se expresa en candelas (cd), se designa con la letra I. Es una cantidad fotométrica de referencia. Las curvas fotométricas expresan la distribución de las intensidades luminosas en los distintos planos del espacio y según las diferentes direcciones en que cada uno de estos planos pasan por el centro fotométrico de la fuente luminosa.

Interruptor mecánico de caudal: es un sencillo dispositivo que se cierra o abre al pulsar una palanca con las manos o por los objetos que se sitúan debajo del grifo.

J

Joule (J): Medida de trabajo o de energía (Fuerza x distancia). $1J = 1N.m.$ ($1J = 0,24cal$).

K

kW: kilovatios ($1 kw = 1000$ vatios).

kWh: kilovatios hora (Medida de energía).

Kilocalorías: cantidad de calor necesaria para elevar un kilogramo masa de agua a $1^{\circ} C$ de temperatura.

L

Lámparas de descarga: son aquellas que producen luz mediante el proceso de electroluminiscencia, que consiste en la emisión de radiaciones electromagnéticas por electrones previamente excitados. Las lámparas de descarga de alta intensidad generan luz por electroluminiscencia, átomos de un vapor metálico, como vapor de mercurio y sodio, excitados por el paso de una corriente eléctrica.

Lámparas de halógeno: son lámparas dicroicas que reducen el consumo de energía en 30%, debido a una capa de material reflejante de radiaciones infrarrojas en el interior de la cápsula de halógeno.

Lámparas de inducción: lámpara de inducción fluorescente sin cátodos, con distribución puntual o de forma cuadrada.

Lámparas fluorescentes: las lámparas fluorescentes generan la luz por fotoluminiscencia, sustancias fluorescentes excitadas por radiaciones electromagnéticas.

Lámparas fluorescentes compactas: son lámparas con dos niveles de intensidad luminosa, o con capacidad de atenuación. Con balastos mucho más reducidos en tamaño y con características muy deseables de calidad de energía.

Lámparas incandescentes: producen luz mediante un mecanismo llamado termo radiación, que consiste en la generación de radiaciones por elevación de la temperatura de un cuerpo, la incandescencia de un filamento contenido en una ampolla de vidrio al vacío o llena de algún gas. Incluyen las lámparas halógenas.

Ley de Fourier de la conducción de calor: establece que la rapidez de flujo por conducción en un sentido dado es proporcional al gradiente de temperatura en ese sentido y al área normal a la dirección del flujo de calor.

Lumen (lm): unidad de flujo luminoso equivalente al flujo emitido por una fuente luminosa de una candela de intensidad e interceptado por una superficie esférica de un centímetro de radio.

Luminancia (L): es la intensidad luminosa emitida en una dirección determinada por una superficie luminosa (fuente primaria de luz) o reflejada por una superficie iluminada (fuente secundaria). Su unidad de medida es la Candela/m (cd/m) o Candela/cm (cd/cm).

Luminaria: aparato de iluminación fijo o móvil que incluye una o más fuentes de luz y que sirve para orientar el flujo luminoso, reducir o eliminar el deslumbramiento y dar terminaciones estéticas del conjunto. La luminaria comprende también todos los elementos para fijar y proteger las lámparas para conectarlas con una red de alimentación.

Lux: unidad de intensidad luminosa, equivale a lumen/m².

Luz visible: angosta franja del espectro completo de radiación, constituido por longitudes de onda entre 0,4 u y 0,7 u.

M

Materiales aislantes: son materiales que poseen baja conductividad, por lo que son malos conductores de calor.

Modos de ocupación: patrón de actividad de los ocupantes de las edificaciones, incluyendo el número de personas, su distribución, las actividades que realizan, el tiempo que permanecen adentro, así como la forma en que interactúan con los componentes, servicios y funciones como la ventilación, las ventanas, etc.

O

Ocupación: tiempo en el que una edificación está ocupada (horas/día).

Opaco: que impide el paso de los rayos luminosos. Oscuro, sombrío.

P

Pared de ladrillo hueco: pared conformada por ladrillo macizo o perforado; posee mejor aislamiento térmico y acústico, menor peso propio, su costo es menor pero tiene como inconveniente menor resistencia a la compresión y el hecho de que facilita la entrada de humedad al interior de la obra.

Pared opaca: elemento estructural o divisor que sirve para cerrar un espacio que no deja paso de luz.

Pared traslúcida: división que permite el paso de la luz pero no deja ver lo que hay detrás.

PMV: del inglés "predicted mean vote". Índice de confort que consiste en una ecuación estadística basada en encuestas realizadas a un gran número de personas variando los parámetros básicos que afectan el confort y cuyo resultado, que varía de -3 a $+3$, se coteja con una tabla que indica la sensación térmica correspondiente.

Polución lumínica: la podemos definir como la luz que no se aprovecha con la finalidad de iluminar distintas zonas de la ciudad como calles, edificios, rutas, carteles, etc., y se difunde en la atmósfera, generando una iluminación deficiente y un gasto energético inútil.

Potencia de la ventilación: cantidad de calor evacuado con el aire interior de un local mediante ventilación natural. Se mide en W o en W/m³.

Potencia: cantidad de trabajo o de energía desplegada por unidad de tiempo. Se mide en Vatios (W).

Potencia eléctrica: es la capacidad de producir, transmitir o consumir electricidad en forma instantánea; se mide

generalmente en Kilovatios (Kw) o Megavatios (Mw).

Potencia de arranque: potencia eléctrica disponible en unidades de generación que tienen como característica común la de poder efectuar un arranque independiente para dar inicio al proceso de restablecimiento del servicio eléctrico de un área o sistema.

Potencia reactiva: parte de la potencia aparente que no produce trabajo y corresponde al intercambio de energía entre los campos eléctricos y magnéticos de un circuito. Se expresa en Voltio amperio reactivo (Var), Kilo voltio amperio reactivo (KVAr) o Mega voltio amperio reactivo (MVAr).

Precipitación: término colectivo que se utiliza para lluvia, nieve, rocío y escarcha, esto es, para todo tipo de agua que se deposita (precipita) de la atmósfera.

Presión de aire (P): fuerza por unidad de área que el aire ejerce sobre cualquier superficie en contacto con él. Se mide en N/m² (Newton por metro cuadrado) o en Pa (Pascal).

Principio de conservación de energía: la energía no puede crearse o destruirse, sólo transformarse (por ejemplo, pasar de energía electromagnética a calor).

Propiedades termodinámicas: propiedades básicas que definen el estado de una sustancia (presión, temperatura, volumen, entalpía, entropía).

Puente térmico: elemento o parte de la pared que por su naturaleza o su aplicación, se revela como punto débil del aislamiento no ofreciendo el mismo coeficiente de resistencia térmica.

R

Radiación: transmisión de calor de una superficie a otra mediante la propagación de ondas electromagnéticas. Esta transferencia no necesariamente calienta el espacio que separa las dos superficies. La radiación no requiere de un medio de transporte, se puede efectuar en el vacío.

Radiación difusa: radiación solar difundida por la atmósfera (por lo que no llega directamente del sol).

Radiación directa: radiación solar que llega directamente del disco solar.

Radiación solar: principal fuente de calentamiento de las edificaciones en regiones de clima tropical. La radiación emitida por el sol es parcialmente absorbida por los cerramientos expuestos, calentándose y transmitiendo al interior el calor absorbido. La radiación solar puede así mismo penetrar directamente por las aberturas. La cantidad de radiación solar que llega a la edificación depende sobre todo de la latitud, la época del año, la orientación, el ángulo de la superficie receptora y las condiciones de la atmósfera.

Radiación térmica: ondas caloríficas emanadas por los cuerpos, que se diferencian de las ondas luminosas por su mayor longitud y menor frecuencia.

Reflectores: son elementos que redirigen el haz luminoso. Entre los reflectores podemos mencionar dos tipos: los reflectores especulares y los reflectores difusores.

Reflexión: fenómeno físico en el cual una onda electromagnética que incide sobre una superficie que separa dos medios es devuelta total o parcialmente hacia el medio de donde provino.

Reflectividad: es la propiedad del material que indica su habilidad de resistir el flujo calórico.

Régimen tarifario: conjunto de normas y reglas aplicables para la fijación o modificación de las tarifas.

Rendija: intersticio en los alrededores de las puertas, las ventanas u otro componente de la edificación y a través del cual se produce una transferencia de aire.

Resistencia térmica: medida del grado de oposición que ofrece un cerramiento al paso de calor por convección, radiación y conducción. Resulta de sumar todas las resistencias térmicas parciales superficiales y conductivas. Se mide en $m^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$.

Retardo: desfase de la onda de calor entrante y saliente de un cerramiento con inercia térmica (horas).

Rueda de entalpia (*Energy recovery wheel*): sistema que permite aprovechar la energía del aire acondicionado de salida de un ambiente para enfriar o deshumidificar el aire de entrada. Una rueda entálpica está dividida en dos semicírculos. El primero recibe aire fresco del exterior el cual se acondiciona a medida que pasa a través de la rueda por disminución de la temperatura o por deshumidificación. El segundo semicírculo recibe aire de retorno, creando un contraflujo. Al mismo tiempo la rueda rota lentamente (aprox. 20 RPM).

Rugosidad: coeficiente entre el área real y la aparente de una superficie, que influye en la convección.

S

Sala: área o ambiente principal de dimensiones relativamente grandes, limitada por cuatro paredes. La sala puede tener carácter social, administrativo o recreativo, público o privado.

Síndrome de edificio enfermo: conjunto de patologías o defectos ambientales de un edificio que perjudica la salud o la comodidad de sus ocupantes.

Sistema de enfriamiento pasivo: es aquel en el cual la edificación misma funciona como moderadora del clima exterior, así como las técnicas destinadas a evacuar por medios pasivos el sobrante de calor que pudiera presentarse al interior de una edificación. La evacuación del calor se realiza hacia sumideros de calor como el aire exterior, la bóveda celeste, el suelo, etc.

Sistema eléctrico nacional: conjunto de instalaciones para la generación, transmisión y distribución de electricidad en el territorio nacional y sus equipos y bienes asociados, destinadas a realizar intercambios de potencia y energía eléctrica dirigidos a la prestación del servicio eléctrico.

Sistema independiente: parte del sistema eléctrico nacional conformada por una o más centrales de generación e instalaciones para transporte y consumo de energía eléctrica, que opera aislada del Sistema Interconectado Nacional.

Sistema Interconectado Nacional: parte del sistema eléctrico nacional constituida por las instalaciones eléctricamente conectadas, directa o indirectamente, a las líneas de transmisión de mayor nivel de tensión ubicadas en el territorio nacional.

Soleamiento: cantidad de luz y calor que percibe una edificación determinada o un elemento configurativo de la misma (paredes, techos y ventanas) en un espacio de tiempo dado, teniendo en cuenta la sombra eventual proyectada por obstáculos naturales y/o construidos.

T

Tabique: es el elemento clásico de distribución interior de los espacios de cualquier tipo de edificación. Normalmente se elaboran con ladrillo hueco, su campo de aplicación se extiende a naves industriales, despachos, oficinas, locales de negocios, etc. El empleo de baldosas de vidrio se hace necesario cuando se quiere obtener una buena luminosidad del espacio.

Tarea visual: la selección del tipo y el nivel de iluminación está relacionado con el aseguramiento de la realización de un trabajo específico para evitar errores que pueden ser catastróficos, y no solamente tomando en consideración la seguridad del entorno. En otras palabras, es importante que el diseñador considere la cantidad de luz requerida, y cómo ésta debe de ser proporcionada.

Techo: cubierta de una casa, tejado, casa, morada, habitación, de Togo, etc. Parte superior de una edificación, lo que cubre o cierra. Vivienda o domicilio. Acabado o revestimiento superior interno de una habitación que, a menudo, oculta la cara inferior del forjado o cubierta superior

Temperatura: propiedad de los cuerpos que determina la cantidad de calor que tienen y la dirección de los flujos de calor. Se mide bien sea mediante una escala empírica basada en una propiedad conveniente de un material o instrumento (caso de los grados Celsius [$^{\circ}$ C], basados en la dilatación del mercurio con respecto a los estados del agua) o mediante la escala absoluta (grados Kelvin [$^{\circ}$ K= $^{\circ}$ C+273]).

Temperatura de bulbo húmedo (TBH): temperatura que se mide con un termómetro envuelto en material saturado (generalmente algodón). La evaporación del agua produce un enfriamiento que depende de la capacidad evaporativa del aire, lo que da una medida de la humedad.

Temperatura de bulbo negro (TBN): Temperatura que comprende los efectos combinados de la temperatura radiante media y la temperatura de bulbo seco. Se mide mediante un termómetro inserto en una bola negra y opaca, de modo de que a la temperatura del aire registrada se agrega el efecto de calentamiento de la radiación del entorno.

Temperatura del aire o temperatura de bulbo seco (TBS): temperatura que se mide mediante un termómetro protegido del

viento y la radiación electromagnética del entorno.

Temperatura efectiva (TE): índice de confort que toma en cuenta únicamente los intercambios de calor radiativos y latentes.

Temperatura efectiva estándar: índice de confort que toma en cuenta los efectos de la radiación electromagnética y las transferencias de calor latentes.

Temperatura máxima media mensual: es un promedio aritmético de las temperaturas máximas diurnas registradas durante un mes por un lapso de varios años.

Temperatura mínima media mensual: es un promedio aritmético de las temperaturas mínimas diurnas registradas durante un mes por un lapso de varios años.

Temperatura radiante media (TRM): Temperatura que traduce el efecto promedio de calentamiento de la radiación electromagnética de un entorno. Se obtiene indirectamente al medir la temperatura de bulbo negro $TBN = (TBS + TRM) / 2$.

Temporizador: es un dispositivo eléctrico o electrónico que sirve para encender y apagar equipos eléctricos y electromecánicos, de acuerdo a un horario determinado previamente.

Termografía: fotografía en la que por medio de colores se visualiza el calor que una superficie emite bajo la forma de energía electromagnética. Se usa para estudiar la distribución de la temperatura a lo largo y ancho de una superficie.

Trabajo o energía: producto de una fuerza por la distancia recorrida en dirección de esa fuerza. Se mide en Joules (J).

Transferencia de calor: cantidad de calor que se transfiere de un cuerpo a otro siguiendo las siguientes modalidades: conducción, convección o radiación. El calor sólo puede transferirse si existe una diferencia de temperatura y únicamente se transfiere en el sentido de caliente a frío.

Transferencia de calor latente: calor que se gana o se pierde durante un cambio de fase de una sustancia, sin que haya cambio de temperatura en esa sustancia (de sólido a líquido o gaseoso, o viceversa).

Transferencia de calor sensible: cantidad de calor que absorbe o transfiere una sustancia produciendo un cambio de temperatura y sin que se produzca un cambio de fase.

Transferencia de calor radiativa: transferencia de calor que se genera por emisión de ondas electromagnéticas entre dos superficies que se encuentran a diferente temperatura y están expuestas la una a la otra, pero sin tocarse.

Transferencia térmica: es el flujo de calor por conducción, convección y/o radiación en estado estacionario desde o hacia un

cuerpo a través de un aislante térmico con los medios circundantes externos. Es expresado como la relación de tiempo de flujo de calor por unidad de área de la superficie del cuerpo entre la diferencia de temperatura unitaria de la superficie del cuerpo con su medio circundante.

Transmisión de calor: es la cantidad de calor que fluye a través de la unidad de área debido a cualquier modo de transferencia de calor inducida por las condiciones prevalecientes.

Transmisión: proceso mediante el cual la radiación atraviesa un medio material traslúcido.

Trópico: son las regiones situadas entre las latitudes 23° 27' Norte (trópico de Cáncer) y 23° 27' Sur (trópico de Capricornio). Aquí se ubican las regiones donde el calor es dominante. Venezuela se encuentra entre los paralelos 1 y 12 de latitud Norte. Su clima se caracteriza por temperaturas medias elevadas. Valores máximos de temperatura no muy altos. Poca oscilación de temperatura entre el día y la noche. Humedad relativa elevada. Brisas limitadas a la zona costera. Elevada intensidad de radiación solar

U

UMA: unidad de manejo de aire en determinados sistemas activos de acondicionamiento ambiental.

Unidad de generación: conjunto de equipos capaz de producir potencia y energía eléctrica y de entregarlas de manera individual a un sistema eléctrico para su transporte o consumo.

Usuario: persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio, bien como titular de un contrato de servicio o como receptor directo del mismo, sujeto a los derechos y obligaciones que establece la ley y sus reglamentos.

V

Válvulas antirretorno: son las válvulas que evitan que el agua utilizada vuelva al circuito de agua potable. También conocidas con el nombre de válvulas check.

Velocidad de aire: velocidad del aire relativa a los objetos de su entorno.

Ventilación forzada: es un intercambio intencional de aire propulsado por un ventilador y con ventanillas de toma y descarga o escapes que son especialmente designadas e instaladas para ventilación.

Ventilación natural: es la que se obtiene mediante fenómenos naturales, sin necesidad de ningún dispositivo mecánico. Es activada por presiones de viento, diferencias de temperatura y densidad entre el interior y el exterior de un recinto.

Volumen de local por hora (Vol/h) o cambios de aire por hora (CAH): caudal de aire renovado mediante ventilación y referido al volumen del local.

W

Watt o vatio (W): medida de potencia. Trabajo o energía desplegada por unidad de tiempo. $1W=1J/s$.

Z

Zona de confort: rango de condiciones ambientales y (eventualmente) condiciones relativas al individuo definidas por determinados parámetros y con respecto al cual la mayoría de las personas manifiestan agrado o conveniencia en concordancia con la actividad que llevan a cabo.

Referencias

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allard F.; Belarbi, R. 1998. «Metodología de evaluación de técnicas pasivas de enfriamiento». Ponencia Cotedi'98. Primer Simposio de Confort y Comportamiento térmico de edificaciones. Caracas.
- Allard, F. 1980. Introducción a la acústica en edificios. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, Francia.
- Allard, F. 1980. Introducción a luminotecnia. Notas docentes. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, Francia.
- Allard, F., et al. 1998. Natural Ventilation in Buildings. James & James. London, UK.
- Andrews, F.T. 1977. Building Mechanical Systems. McGraw-Hill Book Company. USA.
- Belarbi, R. 1988. «Développement d'outils méthodologiques d'évaluation et d'intégration des systèmes évaporatifs pour le rafraîchissement passif du bâtiment». Thèse de Doctorat, Université de la Rochelle. Francia.
- Centre Scientifique et Technique du Bâtiment - CSTB. 2000. Service ENEA/CVA. 2000. Guide d'installation et d'utilisation du logiciel COMET-CE Version 1.0. Confort d'été en résidentiel et non résidentiel. Paris. Francia.
- Centre Scientifique et Technique du Bâtiment -CSTB. 1992. Guide sur la climatisation naturelle de l'habitat en climat tropical humide. Tome 1: Methodologie de prise en compte des paramètres climatiques dans l'habitat et conseils pratiques. Paris. Francia.
- Documentos de Apoyo al Taller de Capacitación en Ahorro de Energía Eléctrica para Funcionarios Públicos; Caracas, abril 2002.
- Dubin, F.S.; Long, C.G. 1978 Energy Conservation Standards for Building Design, Construction and Operation, McGraw-Hill.
- Energy Efficiency Manual. ASHRAE.
- Energy Systems Analysis and Management Manual. ASHRAE.
- Givoni, B. 1978. L'homme, l'architecture et le climat. Editions du Moniteur, Paris.
- Givoni, B. 1994. Passive and Low Energy Cooling of Building. Van Nostrand Reinhold edition, New York.
- González, E.M. 1997. «Etude des matériaux et des techniques du bâtiment pour la conception architecturale bioclimatique en climat chaud et humide». Thèse de Doctorat. Ecole de Mines de Paris.
- Hobaica, M.E. 1991. «Validation expérimentale d'un modèle de thermique du bâtiment en climat tropical humide». Thèse de Docteur de l'Université Paris VI, Pierre et Marie Curie.
- Krenz, J. 1976. Energy Conservation and Utilization. Allyn and Bacon, Inc.
- Limam, K.; Inard, C.; Allard, F. 1991. «Etude expérimentale des transferts de masse et de chaleur à travers les grandes ouvertures verticales». Conférence Groupe d'Etude de la Ventilation et du Renouvellement d'air. INSA, Lyon. Francia.
- Nediani, G.; Sosa, M.E.; Siem, G. 2000. «Las normativas energéticas para edificaciones y sus posibles aplicaciones en Venezuela», Conferencia Internacional sobre Confort y Comportamiento Térmico, COTEDI 2000; Maracaibo, 21 a 23 de

- junio de 2000.
- Siem, G. 2000. «Diagnóstico de la normativa venezolana vigente en relación a las exigencias térmicas, acústicas y de iluminación», Conferencia Internacional sobre Confort y Comportamiento Térmico, COTEDI 2000; Maracaibo, 21 a 23 de junio de 2000.
- Siem, G.; Sosa, M.E. 1999. «La búsqueda de un confort térmico adecuado en las edificaciones», I Jornadas Venezolanas de Impacto Ambiental; Maturín, 2 al 5 de marzo de 1999.
- Siem, G.; Sosa, M.E. 2001. «Revisión de las normas venezolanas sobre exigencias térmicas, acústicas y de iluminación bajo una perspectiva de sostenibilidad». Tecnología y Construcción, Volumen 17, Número II, IDEC-UCV, Caracas.
- Siem, G.; Sosa, M.E. 2001. «Revisión de las normas venezolanas sobre exigencias térmicas, acústicas y de iluminación bajo una perspectiva de sostenibilidad», III Encuentro Latinoamericano sobre Confort en el Ambiente Construido, São Paulo, Brasil, noviembre 2001.
- Sosa, M.E. 1999. Arquitectura y urbanismo. Ventilación natural efectiva y cuantificable. Confort térmico en climas cálidos-húmedos. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Colección Monografías. N° 62. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Sosa, M.E.; Siem, G. 2001. «Reflexiones sobre la arquitectura venezolana contemporánea», III Encuentro Latinoamericano sobre Confort en el Ambiente Construido, São Paulo, Brasil, noviembre 2001.
- Steadman, Philip 1978. Energía, medio ambiente y edificación. Blume Ediciones.
- Stein, B.; Reynolds, J. 1992. Mechanical and Electrical Equipment for Buildings. 8th Edition. Jhon Wiley and Sons.
- Tuluca, Adrian 1997. Energy-Efficient Design and Construction for Commercial Buildings, McGraw-Hill.

NORMAS NACIONALES

- Gaceta Oficial N° 4.044; 09-08-1988. Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones. Mindur, MSAS.
- Gaceta Oficial N° 40103E. Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de las Instalaciones Sanitarias para Desarrollos Urbanísticos.
- Gaceta Oficial 31.004, 07-06-1976. Ley Orgánica del Ambiente.
- COVENIN 3298:97 - Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Señalización.
- COVENIN 3160:95 - Calidad del aire. Aspectos generales. Vocabulario.
- COVENIN 2000:80 - Criterios y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones.
- COVENIN TA/75/N6C6 - Normas de construcción.
- COVENIN 9114050 - Sistema de suministro de electricidad.
- COVENIN 200:99 - Código eléctrico nacional (6ª revisión).
- COVENIN 2025: 83 - Tablero central de control de seguridad.
- COVENIN 9116010 - Iluminación interior.
- COVENIN 0389-91 - Bombillos (lámparas) de filamento de tungsteno para alumbrado general.
- COVENIN 2249:93 - Iluminancias en tareas y áreas de trabajo.
- COVENIN 3064:93 - Luminarias decorativas. Requisitos y métodos de ensayo.
- COVENIN 0041:61 - Magnitudes y unidades de medida.
- COVENIN0065:61 - Tablas de conversión de unidades.
- COVENIN 2000:80 - Criterios y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones.
- COVENIN 1750:80 - Especificaciones generales para edificaciones.
- COVENIN 2245:90 - Escaleras, rampas y pasarelas. Requisitos de seguridad.
- COVENIN 206:97 - Protección contra incendios. Medios de extinción contra incendios.
- COVENIN 27.220 - Recuperación del calor. Aislante térmico.
- COVENIN 0221:65 - Materiales de construcción terminología y definiciones.
- COVENIN 2354:89 - Cobre y sus aleaciones. Tubo de cobre sin costura para equipos de aire acondicionado y servicios de refrigeración. Determinación de la expansión.
- COVENIN 1299:00 - Acondicionadores de aire tipo ventana. Requisitos.
- COVENIN 3049:93 - Mantenimiento. Definiciones.
- Gaceta Oficial N° 3850 E - Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo.
- COVENIN 2250:90 - Ventilación de los lugares de trabajo.
- COVENIN 0622:89 - Norma de seguridad para la instalación y mantenimiento de ascensores.

COVENIN 2265:97 - Guía general para la inspección de ascensores de pasajeros de cargas.
COVENIN 0621 - Código nacional para ascensores de pasajeros.

NORMAS INTERNACIONALES

Energy code for Commercial and High-Rise Residential Building Based on ASHRAE/IES 90.1-1989.
Energy code for New Low-Rise Residential Building Based on ASHRAE/IES 90.2-1992.
Energy Efficient Design of New Low-Rise Residential Buildings and User's Manual. Standard 90.2-1993. ASHRAE.
Energy Conservation in Existing Buildings. Standard 100-1995. ASHRAE.
Standard Methods of Measuring and Expressing Building Energy Performance. Standard 105-1984 (RA99). ASHRAE.
Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Building. ASHRAE/ IESNASTANDARD 90.1-1999.
Energy Management control Systems Instrumentation. Standard 114-1986.
Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. ASHRAE 62-1999-ASHRAE STANDARD

DIRECCIONES DE INTERNET

INSTITUCIONES DE PLANIFICACIÓN

Ministerio de Energía y Minas. <http://www.mem.gov.ve>

Fundación para el Desarrollo del Servicio Eléctrico. <http://www.fundelec.org.ve>

Cámara Venezolana de la Industria Eléctrica. <http://www.caveinel.org.ve>

Comisión de Integración Energética Regional. <http://www.cier.org.uy>

INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción - Universidad Central de Venezuela. <http://www.ucv.ve>

Instituto de Energía - Universidad Simón Bolívar. <http://funindes.usb.ve>

RECOMENDACIONES DE AHORRO DE ENERGÍA

Chile: <http://ambiente.cl/bioclimatica/>

<http://www.inet.cl/electricidad/images/consejos.htm>

Colombia: http://www.isagen.com.co/publicaciones/encontacto_public/

Ecuador: <http://www.eeq.com.ec/nuevo/energia.htm>

España: <http://www.ecodes.org/agua/informe.html>

http://www.otis.com/otis/1,1352,CL115_RES1,FF.html

México: <http://www.conae.gob.mx/>

Perú: http://www.mem.gob.pe/pae/lcdg/CAP_1_1.HTM

<http://www.rcp.net.pe/PAE/A6.HTM>

Unión Europea: <http://www.energyoffice.org/>

Venezuela: <http://www.electriahorro.com/>

MATERIALES, INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

<http://www.balastos-adle.com/>

<http://www.camsco.net>

<http://www.residential.carrier.com/spanish/>

<http://www.carrier.es/>



<http://www.edison.upc.es>
<http://www.energuia.com>
<http://www.galeon.com/ahorroenergia/>
<http://www.ge.com>
<http://www.geocities.com>
<http://www.giroflex.com>
<http://www.iluminacion.net>
<http://www.lumilux.com/welcome.htm>
<http://www.luminariapress.com>
<http://www.luminex.com>
<http://www.luminotecnia.cl>
<http://www.luz.philips.com>
<http://www.osram.com>
<http://www.superferreteria.com>
<http://www.tehsa.com>
<http://www.intrave.com>
<http://www.onsetcomp.com>
<http://www.extech.com>

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

Geovanni Siem; Coordinador

Ingeniero Mecánico, UCV; Post-grado en el Institut Supérieur des Matériaux et de la Construction Mécanique (ISMCM), Paris, Francia; Profesor Asistente, Investigador en el Área de Requerimientos de Habitabilidad y Profesor de la Maestría en Desarrollo Tecnológico del IDEC.

María Elena Hobaica; Asesora

Arquitecta, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela; Postgrado: Diploma de Estudios de Profundización (DEA) en Ciencias y Técnicas de la Construcción, Escuela Nacional de Puentes y Caminos (ENPC); Doctora en Ciencias y Técnicas de la Construcción, Universidad de París VI, Francia; Profesora Agregada, Investigadora en el Área de Requerimientos de Habitabilidad y Profesora de la Maestría en Desarrollo Tecnológico del IDEC.

Giuseppe Nediani; Asesor

Ingeniero Mecánico, Master of Science, Management Engineering, Master of Engineering, Engineering Rensselaer Polytechnic, USA; Doctor of Philosophy (Ph.D.), Mechanical Engineering, University of Birmingham, U.K.; Profesor en la Escuela de Ingeniería Mecánica de la UCV; Consultor en Sistemas Energéticos de Edificaciones.

María Eugenia Sosa Griffin; Investigadora

Arquitecta, UCV; Aspirante al Doctorado de la FAU-UCV; Profesora Agregada, Investigadora en el Área de Requerimientos de Habitabilidad y Profesora de la Maestría en Desarrollo Tecnológico del IDEC.

Eugenia Villalobos; Investigadora

Arquitecta, UCV; Postgrado en Gerencia de Proyectos de Ingeniería, Universidad Católica Andrés Bello; Profesora Instructora en la Cátedra de Instalaciones Eléctricas en Edificaciones, de la FAU-UCV.

María Andreína Abreu; Auxiliar de Investigación. Estudiante de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Los Andes.

Anny Montoya; Auxiliar de Investigación. Estudiante de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Experimental del Táchira.

Edwin Acacio; Auxiliar de Investigación. Estudiante de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela.

PRESENTACIÓN

Dr. Henri Coing; Director de Investigación en el Institut de Recherche pour le Développement (IRD) en Francia. Doctorat d'Etat ès Lettres et Sciences Humaines, Director del Postgrado en Urbanismo del Instituto de Urbanismo de París (Université Paris Val de Marne, 1989-1998). Experto de Naciones Unidas en Venezuela (1970-1971), en los últimos años ha sido profesor invitado en la Universidad Central de Venezuela (UCV), en el Instituto de Estudios Superiores de Administración (IESA), y asesor del Ministerio de Energía y Minas para la elaboración de la Ley Eléctrica y su Reglamento. Es autor de Privatización y fiscalización del sector eléctrico: ¿luz al final del túnel?, Porlamar (estado Nueva Esparta, Venezuela), 2001.

