



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Ciencias e Ingeniería

**Balance energético en las oficinas de la Comisión
Federal de Electricidad Subárea de Transmisión y
Transformación Chetumal**

TESIS RECEPCIONAL

Para obtener el Grado de

Ingeniero en Sistemas de Energía

PRESENTA

ABRIL ITA NDEHUI GARCÍA RAMOS

DIRECTOR DE TESIS

DR. FERNANDO ENRIQUE FLORES MURRIETA

Chetumal, Quintana Roo 28 junio 2011

UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA
INGENIERÍA EN SISTEMAS DE ENERGÍA

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité de Asesoría y aprobada como requisito parcial, para obtener el grado de:

INGENIERO EN SISTEMAS DE ENERGÍA

COMITÉ

Director: Dr. Fernando E. Flores Murrieta

Asesor: M.C. Emmanuel Torres Montalvo

Asesor: Ing. Raúl Xilo Fuentes

Chetumal, Quintana Roo, 28 junio 2011

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amor, amistad, apoyo, ánimo, conocimiento y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en el corazón. Sin importar en donde estén o si alguna vez llegan a leer estas dedicatorias, quiero darles gracias por formar parte de mi, por todo lo que me han brindado, por todas sus bendiciones y buenos deseos.

Dedico el presente trabajo a mis padres Lidia y Hugo quienes me infundieron la ética y el rigor que guían mi transitar por la vida. Los quiero mucho. Mami por estar siempre a mi lado por tu constante muy constante apoyo, tu esfuerzo y consejos que me has dado, no me equivoco si digo que eres la mejor mamá del mundo. Papito, este es un logro que quiero compartir contigo, gracias por la confianza que depositaste en mi y por ser mi papá. Quiero que sepas que ocupas un lugar muy especial.

A mi esposo Emmanuel e hijos Elian Edahí y Bebé por su comprensión, paciencia y apoyo durante los años que le dediqué a la carrera y a este trabajo de Tesis que le ha robado un espacio a la historia familiar, los amo.

Quiero agradecer sinceramente a mi tía Mireya, mi hermano Yohuali, mi abuelita Felipa, mi prima Citlali, mis tíos Ramón y Alejandro, por su amor, cariño y comprensión además del infinito apoyo que he recibido de cada uno de ellos durante mi vida, duplicándose el día que me hice madre, sin ellos no hubiera alcanzado esta y otras metas los quiero gatitos. También agradezco a la familia Cahum Dzul por su apoyo y hospitalidad así como recibirme como parte de su familia.

A mis amigos, que siempre me han prestado un gran apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles de este trabajo y esta profesión espero no olvidar a ninguno, Sergio T, William C, Miguel T, Antonio F, Rolando C, José C, Lucely C, Liliana, Elizabeth, mil gracias por todos los momentos que hemos pasados juntos y por que han estado conmigo siempre, aunque sea para dar lata.

A todos mis profesores no solo de la carrera sino de toda la vida, mil gracias porque de alguna manera forman parte de lo que ahora soy. Especialmente a los tres que están en esto conmigo al director de Tesis Dr. Fernando E. Flores Murrieta por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por el respeto a mis sugerencias e ideas y por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas, al M.C Emmanuel Torres

Montalvo por la revisión cuidadosa que ha realizado de este texto y sus valiosas sugerencias en momentos de duda y al Ing. Raúl Xilo Fuentes por su colaboración y buena voluntad en las actividades de campo al facilitarme los espacios de la STTCH, así como en sus observaciones críticas y estímulo para seguir creciendo intelectualmente. Agradezco también a mis profesores Dr. Inocente Bojorquez, M. Lorena Puc y Dr. Omar Yam los consejos que me han ofrecido y su disposición para ayudarme en todo lo que hiciera falta.

Agradezco a la División de Ciencias e Ingenierías por el apoyo y las facilidades otorgadas para la impresión de este documento.

Sin olvidarme nunca de ti señor porque hiciste realidad este sueño, por todo el amor con el que me has rodeado siempre y porque me tienes en tus manos

Gracias a todos sin su apoyo este trabajo nunca se habría escrito y, por eso, este trabajo es también el suyo.

A todos, muchas gracias.

TANDY

CONTENIDO

Introducción	1
Capítulo I.- Panorama Energético Nacional.....	5
Hipótesis	11
Objetivo General	11
Objetivos específicos.....	11
Justificación e Importancia de la Investigación	12
Alcance	13
Capítulo II.- Antecedentes	15
2.1 Objetivo Del Cálculo De Las Cargas Térmicas	15
2.2 La Normatividad como herramienta para la determinación de las cargas Térmicas	16
2.3 Ejemplos De Normatividad En Otros Países	16
Capítulo III.- Metodología	21
3.1 Determinación de las condiciones Generales	21
3.1.1 Condiciones Exteriores	22
3.1.2 Condiciones Interiores	22
3.1.3 Condiciones de Diseño	23
3.1.4 Campo de Estudio y Recolección de Información	24
3.2 Descripción de la Norma NOM-008-ENER-2001 “Eficiencia Energética en Edificaciones, Envolvente de Edificios no Residenciales”	26
3.2.1 Cálculo de la Ganancia de Calor a través de la envolvente del edificio Proyectado	27
Ganancia de Calor por Conducción	27
Ganancia de Calor por Radiación	28
3.2.2 Cálculo de la Ganancia de Calor a través de la envolvente del edificio de Referencia	29
Ganancia de Calor por Conducción	30
Ganancia de Calor por Radiación	31
3.2.3 Determinación del Coeficiente Global de transferencia de Calor (K) de las porciones de la envolvente	31
3.2.4 Cálculo del Porcentaje de Ahorro de Energía	32
3.2.5 Orientación	32
3.3 Cálculo de cargas térmicas Internas	32
3.3.1 Cálculo de las Partidas Sensibles	33
Partida A1 Calor sensible debido al aire de infiltraciones	33

Partida A2	Calor Generado por las personas que ocupan el local	34
Partida A3	Calor Generado por la Iluminación del local	35
3.3.2	Cálculo de las Partidas Latentes	36
Partida B1	Calor Latente debido al aire de infiltraciones	36
Partida B2	Calor Latente Generado por las personas que ocupan el local	36
Partida B3	Calor Latente producido por causas diversas	37
3.4	Requisitos para una buena iluminación	37
Nivel de Iluminación		38
Distribución Espacial de la Luz		41
Deslumbramiento		44
Relaciones de Luminancia		45
3.5	Método de Cálculo para la Iluminación de interiores	46
Capítulo IV.-	Ejemplo de Cálculo de la carga Térmica e Iluminación	52
	Cálculo de las partidas de calor sensible	53
A.	Calor sensible debido a la conducción y radiación a través de los componentes de la envolvente	53
a.	Valores para el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente	54
b.	Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones de la envolvente	55
c.	Cálculo comparativo de la Ganancia de Calor	64
d.	Resumen de Cálculo	66
Partida A1	Calor sensible debido al aire de infiltraciones	68
Partida A2	Calor Generado por las personas que ocupan el local	68
Partida A3	Calor Generado por la iluminación del local	68
Partida A4 y A5	Calor Generado por máquinas y otras fuentes	69
	Calculo de las partidas de calor latente	69
Partida B1	Calor latente debido al aire de infiltraciones	69
Partida B2	Calor latente generado por las personas que ocupan el local ..	69
Partida B3	Calor latente producido por causas diversas	69
	Suma de las partidas	70
	Formato y conceptos para llenar las tablas de resumen	71
	Cálculo de Iluminación	74

Capítulo IV.- Resultados Obtenidos y Análisis	77
Ganancia de Calor por conducción	78
Tabla 5.1 Edificio “A”	78
Tabla 5.1 Edificio “B”	79
Tabla 5.1 Edificio “C”	80
Tabla 5.1 Edificio “D”	81
Tabla 5.1 Edificio “E”	82
Tabla 5.1 Edificio “Separados”	83
Ganancia de Calor por Radiación	85
Tabla 5.2 Edificio “A”	85
Tabla 5.2 Edificio “B”	85
Tabla 5.2 Edificio “C”	85
Tabla 5.2 Edificio “D”	86
Tabla 5.2 Edificio “E”	86
Tabla 5.2 Edificio “Separados”	86
Ganancia de Calor sensible por Infiltración	87
Tabla 5.3 Edificio “A”	87
Tabla 5.3 Edificio “B”	87
Tabla 5.3 Edificio “C”	87
Tabla 5.3 Edificio “D”	87
Tabla 5.3 Edificio “E”	87
Tabla 5.3 Edificio “Separados”	87
Ganancia de Calor sensible por Iluminación, Personas y Máquinas	88
Tabla 5.4 Edificio “A”	88
Tabla 5.4 Edificio “B”	88
Tabla 5.4 Edificio “C”	89
Tabla 5.4 Edificio “D”	90
Tabla 5.4 Edificio “E”	90
Tabla 5.4 Edificio “Separados”	91
Ganancia de Calor latente por Infiltración	93
Tabla 5.5 Edificio “A”	93
Tabla 5.5 Edificio “B”	93
Tabla 5.5 Edificio “C”	93
Tabla 5.5 Edificio “D”	93
Tabla 5.5 Edificio “E”	93
Tabla 5.5 Edificio “Separados”	94

Ganancia de Calor latente por personas que ocupan el local	
Tabla 5.6 Edificio “A, B, C, D, E y Separados”	94
Tabla 5.7 Resumen de Ganancias totales de Calor	95
Tabla 5.8 Ahorro en la facturación y diferencia de Btu/h de los equipos de aire acondicionado instalados comparándolos con los encontrados en el mercado.	96
Tabla 5.9 Resumen de Iluminación	97
Capítulo VI.- Marco Propuesta	98
Tablas 6.1 comparación del consumo anual en las oficinas de la STTCH con los equipos instalados del tipo ventana tabla (A) realizando el cambio de equipos de la misma capacidad por sistemas tipo minisplit sin ningún dimensionamiento, tabla (B)	99
Tabla 6.2 comparativa para la reducción de la ganancia de calor por conducción Aislante 1	100
Tabla 6.2 comparativa para la reducción de la ganancia de calor por conducción Aislante 2	101
Tabla 6.2 comparativa para la reducción de la ganancia de calor por conducción Aislante 3	102
Tabla 6.2 comparativa para la reducción de la ganancia de calor por conducción Aislante 4	103
Ajuste de capacidades de equipos de aire acondicionado para todo el conjunto de edificios de la STTCH	104
Uso de luminarias más eficientes	107
Mantenimiento de las luminarias	108
Sistema de iluminación Eficiente	108
Diseño arquitectónico eficiente	108
Balastros adecuados	109
Separación de circuitos	109
Capítulo VII.- Conclusiones y Recomendaciones	111
Conclusiones	111
Recomendaciones	112
Tabla 7. Equipos de Aire acondicionado y Lámparas a considerar para lograr el ahorro estimado por áreas	114

Capítulo I.- Bibliografía	115
Anexo 1 Plano en planta del local cuya carga térmica se calculó a lo largo del capítulo	116
Anexo 2 “ Normales Climatológicas 1971-2000”	118

Apéndices

a).- Normativo Tablas	109
b).- Normativo Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor	115
c).- Normativo. Formato para informar el cálculo del presupuesto Energético	
d).- Materiales de construcción y conductividades	

Catálogos

Carrier Alpha Plus	140
Catálogo Philips Lighting México	142

RESUMEN

La presente tesis realiza el análisis y evaluación de la ganancia de calor y la calidad de la iluminación del edificio de la CFE STTCH mediante Normatividad vigente, haciendo énfasis en la necesidad de proponer estrategias de ahorro energético que impacten directa e indirectamente en la facturación eléctrica.

Se detectaron como parte fundamental los equipos que operan de manera ineficiente con el objetivo de proponer alternativas que reduzcan el consumo de energía mediante el cambio de los equipos existentes por equipos de alta eficiencia y de capacidades adecuadas para cada área del inmueble.

De acuerdo a las características estructurales, de funcionamiento, orientación y ubicación geográfica como temperatura y humedad relativa de la región se realizaron los cálculos de dimensionamiento del sistema de A.A proponiendo capacidades de enfriamiento adecuados para las diferentes áreas de la STTCH. De igual manera se realizaron cálculos de iluminación necesaria según la utilización de los espacios y áreas de trabajo para proponer equipos de alta eficiencia con buen flujo lumínico que ayuden a la correcta visualización con menos consumo energético.

Se comparó la demanda total en A.A e iluminación existente con la demanda de los equipos propuestos verificando la posibilidad de ahorrar energía

Dentro de la etapa final se estimó el porcentaje de ahorro de la facturación eléctrica empleando los equipos recomendados y se concluye con una tabla donde se expresan los consumos anuales de iluminación y A.A por áreas.

INTRODUCCIÓN

A través del tiempo el hombre ha necesitado múltiples servicios que le han proporcionado confort a su subsistencia, tal es el caso de la energía eléctrica que ha tenido un papel preponderante en el desarrollo de las sociedades ya que permite el avance tecnológico en la vida moderna, y a su vez ésta ofrece equipos cada vez más sofisticados que brindan recreación, entretenimiento y comodidades, demandando mayor cantidad de energía, como lo son los electrodomésticos, los aires acondicionados, etc., que en el ámbito residencial e industrial representan un papel primordial, ya que cada día son más necesarios para facilitar las labores tanto en el hogar como en el trabajo.

Estos adelantos han hecho que el consumo de energía eléctrica en las grandes ciudades haya tenido un aumento paulatino en los últimos años, caracterizándose principalmente en que la sociedad moderna es creciente y altamente tecnificada y continúa en la búsqueda de la comodidad, el desarrollo y el crecimiento en todos los aspectos: La ciencia, las guerras, las medicinas, el trabajo, el hogar, etc. Lo anterior pone de manifiesto la necesidad de reflexionar y pensar en el uso y cuidado de la energía eléctrica.

En el siglo XXI el petróleo ha sido un recurso esencial para los transportes, las industrias y la producción de electricidad. En éste último rubro, a nivel mundial el 21% de los gases emitidos como el bióxido de carbono (CO₂) son producto de la combustión para la generación de energía eléctrica. A nivel nacional, el 80% de la generación eléctrica proviene de centrales que queman combustibles fósiles, por lo que nuestra aportación con los gases de efecto invernadero son de gran importancia. La organización Latinoamericana de Energía (OLADE) señala que nos corresponde el primer lugar por concepto de 114 millones de toneladas de CO₂. Si la tecnología con que se utiliza el fluido eléctrico es de procesos obsoletos o de equipos anticuados o en mal estado, el porcentaje de utilización baja al 4.13%, por otro lado si es adecuada, se convierte en trabajo útil el 26.15% de la energía que tenía el combustible al salir del pozo de producción.

Por otro lado, en México, los principales sectores consumidores de energía eléctrica son el doméstico con el 23% y el industrial con el 58% de la energía vendida. En cuanto a las principales tecnologías en que se emplea la electricidad, el 45% se destina a procesos que utilizan motores eléctricos, el 16% se destina a la iluminación y el 15% a la refrigeración [8]. Así, en nuestro país, el mayor consumo de energía en las edificaciones es por concepto de acondicionamiento de aire. La ganancia por radiación solar es la

fuerza más importante a controlar, lo cual se logra con un diseño adecuado de la envolvente.

Con base en lo anterior, se ha demostrado que los sistemas de climatización originan entre el 55 y el 65% de todo el consumo eléctrico de una instalación. De ahí que el comportamiento del consumo eléctrico esté muy vinculado con la eficiencia del tipo de sistema empleado. Este fenómeno ocurre a un grado tal que la dependencia del consumo de energía eléctrica de las instalaciones no depende básicamente de la ocupación dentro de la edificación, sino de la temperatura ambiente [1].

El ahorro de energía puede llegar a ser muy perceptible si se aíslan adecuadamente las viviendas, oficinas y edificios que necesitan aire acondicionado para mantener las condiciones de confort. Se han reportado ahorros térmicos mínimos de 37% y máximos de 67% así como ahorros eléctricos del 28% en promedio. Construir un edificio eficiente requiere de mayor inversión, pero a largo plazo es más rentable en virtud del ahorro sustancial del consumo térmico y eléctrico debido a la disminución de la capacidad de los equipos generadores de frío en las instalaciones para obtener las mismas condiciones de confort en zonas de clima cálido[2].

Por lo anterior y dada la importancia de la disminución del consumo energético y la racionalización que la energía tiene, este trabajo se ha estructurado en los siguientes capítulos:

El capítulo I, describe el panorama energético a nivel latinoamericano y nacional desde el punto de vista de la demanda y del consumo eléctrico.

El capítulo II, presenta un marco teórico, donde se plantea los antecedentes de la investigación y las bases teóricas sobre las Normas utilizadas para el cálculo del Balance energético en edificaciones así como para iluminación

El capítulo III, el marco metodológico, el cual comprende el tipo y diseño de la investigación, el levantamiento de equipos, así como la normativa y técnicas del cálculo de la ganancia térmica y los lúmenes necesarios para el inmueble.

El capítulo IV. Ejemplo de Cálculo de la Carga Térmica y Flujo lumínico total. En este capítulo estudiara un ejemplo completo del cálculo de la carga térmica necesaria para enfriar un local, de igual manera en lo que respecta a iluminación.

El capítulo V. muestra el análisis de los resultados obtenidos en el estudio particular de las oficinas de la CFE Subestación de Transmisión y Transformación Chetumal (STTCH) en cuanto a ganancia térmica e iluminación del edificio.

El capítulo VI, presenta todas las alternativas para desarrollar un programa de ahorro de energía en el edificio de la CFE y se hizo un cálculo del consumo con nuevas luminarias, aires acondicionados y aislamiento térmico, para evaluar la factibilidad de una posible sustitución.

El capítulo VII, muestra las conclusiones y recomendaciones que resultaron de esta investigación.

Referencias

- [1] FIDE, "Energía Racional", Año 13, Num. 50, Enero-Marzo 2004
- [2] FIDE, "Energía Racion", alAño 14, Num. 53, Octubre-Diciembre 2004
- [3]<http://energiaadebate.com/uso-de-energia-en-los-sectores-residencial-y-comercial-en-america-latina/>
- [4]<http://translate.google.com.mx/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://science.jrank.org/pages/2497/Energy-Efficiency-History-energy-concerns.html>
- [5] Llamas Armando." *Situación del sector eléctrico en México*". Instituto Tecnológico y de estudios superiores de Monterrey 2002
- [6] Instituto de investigaciones legislativas del Senado de la república." *Información Básica de las Tarifas eléctricas en México*". Febrero 2003.
- [7] E. Realpozo Pablo "*Programas de Eficiencia Energética y su impacto en el Mejoramiento del medio Ambiente*". FIDE. 2008

CAPÍTULO I.- PANORAMA ENERGÉTICO NACIONAL

Debemos reflexionar en relación al consumo eléctrico, sobre todo si se tiene en cuenta que en energía se gasta una importante cantidad. Hemos elevando en los últimos años la demanda a un ritmo acelerado, la cual es mayor al crecimiento económico traducido en mayores niveles de vida.

De acuerdo con la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), América Latina consumió en 2007 más de 3.9 miles de millones de barriles equivalentes de petróleo (BOE <<Barrel of oil equivalent, a unit of energy>>).

Cerca del 80% de este consumo correspondió a cinco países: Brasil (36%), México (20.5%), Argentina (9.9%), Venezuela (7.5%) y Colombia (4.3%). De este consumo, 62% proviene de derivados del petróleo [1].

También en 2007, en América Latina se generaron 1'223,092 GWh de electricidad, de los cuales 64.9% provino de plantas hidroeléctricas, 27.5% de termoeléctricas, 3.4% de nucleares y 4.1% de plantas geotérmicas. En este aspecto, resaltan Brasil y México, los cuales generaron 56% del total de la región, como también por tipo de generación, ya que Brasil genero 54% del total de hidroelectricidad, mientras que México produjo 44% del total de generación mediante plantas térmicas [1].

A su vez, el consumo de energía creció a una tasa de 2.5% por año entre 1997 y 2007, mientras que el crecimiento económico fue de 0.5% en el mismo periodo [1].

En una perspectiva de 30 años (1977-2007), resalta el hecho de que el consumo total de energía se duplico, con un crecimiento relativo mayor de los sectores de transporte e industria, los cuales representaron el 72.5% de la demanda de energía en 2007 (Figura 1.1).

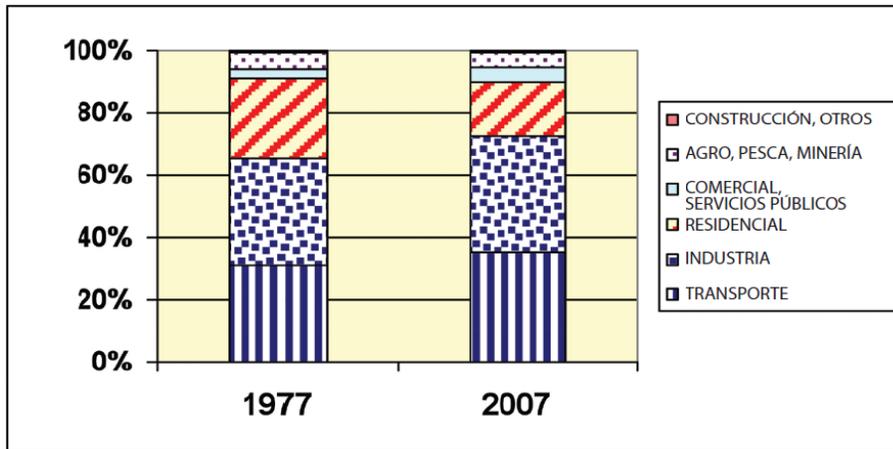


Figura 1.1 Porcentajes de consumo final de energía por sectores en América Latina, 1977-2007
 Fuente: OLADE

Al revisar el consumo de electricidad, se aprecia la importancia de los sectores residencial y comercial y de servicios como consumidores importantes de energía.

Además de que el consumo de electricidad en América Latina, ha crecido más de cuatro veces en esos treinta años (el doble del crecimiento que el consumo total final de energía), este crecimiento ha tenido un peso cada vez mayor en los sectores residencial y comercial y de servicios, que llegan a significar cerca del 50% del consumo total de energía eléctrica en 2007 (Figura 1.2).

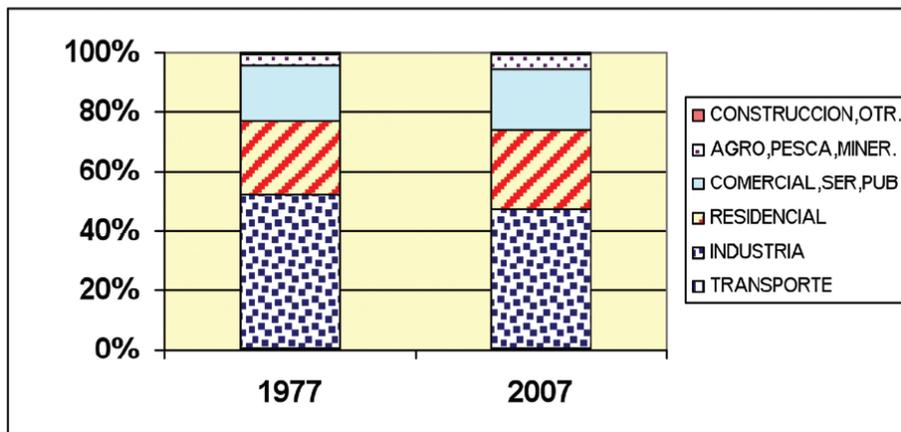


Figura 1.2 Porcentajes de consumo final de electricidad por sectores en América Latina, 1977-2007
 Fuente: OLADE

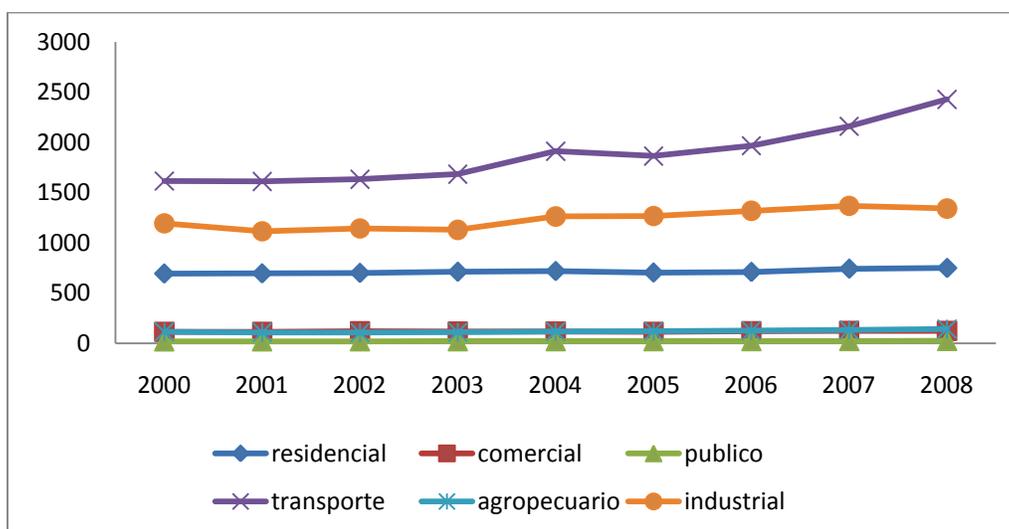
No obstante, esta creciente importancia no se refleja necesariamente en una suficiente atención a los sectores residencial, comercial y de servicios en cuanto a políticas de ahorro y uso eficiente de energía, quizá por la mayor importancia neta que tienen los sectores de transporte e industrial en los balances energéticos nacionales.

En México el sector eléctrico tiene como finalidad principal satisfacer los requerimientos de energía eléctrica que demandan tanto la población como todas aquellas actividades orientadas al desarrollo económico y social del país. Para cumplir estos objetivos la empresa de este sector es la Comisión Federal de Electricidad (CFE) quien realiza todas las etapas como lo son: Generación, transformación, transmisión, distribución, y comercialización del servicio eléctrico. La Tabla 1.1 muestra las estadísticas de producción y consumo de electricidad, mientras que la Gráfica 1.1 la tendencia del consumo eléctrico en el país por sectores.

Tabla 1.1 Producción y consumo de electricidad en México.

Fuente: SENER/SIE/ INEGI Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2009

	2000	2003	2005	2007	2009
capacidad instalada (MW)	36.7	44.6	47.7	51	51.7
Producción (GWh)	194.6	210.2	228.3	243.5	246.5
Habitantes (Mil)	97.5	102	103.3	105.8	107.6
Watt / habitante	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
KWh/habitante - año	2.0	2.1	2.2	2.3	2.3



Gráfica 1.1 Tendencia en el consumo eléctrico del país por sectores.

Fuente: Sistema de Información Energética (SIE)

La capacidad instalada se integra con todas las formas de generación; las termoeléctricas representan el 44.80% de la generación, en tanto las hidroeléctricas el 22.17%, seguidas de las carboeléctricas que generan el 5.22% del total de la electricidad en el país, mientras que las nucleoeeléctricas contribuyen con el 2.74%, con menor

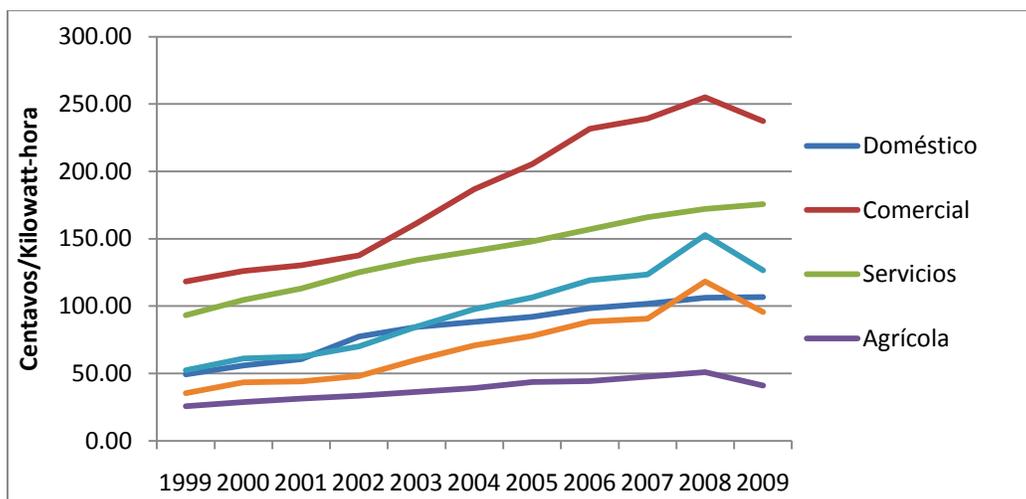
capacidad están las Geotermoeléctricas con 1.92% de generación total y las Eoloeléctricas con sólo 0.171%. Un caso especial son los productores independientes que producen un alto porcentaje en relación con las otras formas de generación, ya que aportan el 22.98% de la capacidad instalada, según la misma CFE (2010)

Como se tiene conocimiento, el petróleo continúa siendo la principal fuente de divisas del país, en los últimos años las reservas probadas del petróleo han disminuido considerablemente y son una amenaza latente de que en unos cuantos años no se produzca lo suficiente para abastecer las necesidades propias del país.

Independientemente de lo que ocurre en los pozos de Cantarell, la infraestructura actual nos hace dependientes del extranjero, tanto en tecnología como en importaciones, además de que el uso del petróleo y otros hidrocarburos de los cuales dependemos generan gases de efecto invernadero.

México se encuentra al principio de una crisis con proporciones insospechadas y requiere de inversiones cuantiosas para mejorar y aumentar las redes de transmisión y otras consideraciones que existen en su aspecto técnico.

Por otra parte, esta problemática energética que afronta el país evidencia una tendencia hacia el incremento de las tarifas eléctricas, como se muestra en la Gráfica 1.2, donde se observa la evolución histórica de los precios y tarifas del sistema eléctrico, la cual responde a la aplicación de políticas tendientes a reducir o eliminar el subsidio. Esta política consiste en incrementar las tarifas eléctricas y su efecto será la disminución o eliminación de los subsidios para la población que consuma más de 280 kilowatts/hora (KW/h) al bimestre.



Gráfica 1.2 Evolución histórica de los precios y tarifas del sistema eléctrico.

Fuente: Secretaría de Energía. Compendio estadístico del sector energía

Es por esto que los usuarios deben tomar una serie de acciones que impidan el incremento del índice de consumo energético, y para esto resulta imprescindible identificar y utilizar todas las oportunidades de ahorro energético, extendiéndose el proceso al acomodo de carga, lo que es sinónimo de eliminar todas las producciones y servicios que no están haciendo trabajo útil en el horario de máxima demanda. Aunque esto no es sencillo percibir ya que es muy fácil mantener la computadora encendida al mismo tiempo que la televisión, las luminarias y el aire acondicionado o el ventilador de cuartos que no se estén usando en ese momento.

La realidad nos muestra que la electricidad no es sólo ese enchufe donde se conectan los equipos, sino el final de la inmensa cadena que se origina en las grandes centrales de generación y para que llegue hasta un hogar debe: ser generada en grandes y costosas plantas, en el mismo instante en que se requiera; transportada hasta los centros poblados, recorriendo muchos kilómetros y utilizando inmensas torres, transformadores y cantidades de cables; distribuida en menores bloques de energía, hasta su hogar, utilizando cientos de transformadores, postes y kilómetros de cable; entregada, medida y facturada, para lo cual se requiere de equipos de medición, herramientas, personal para emitir y entregar facturas, así como para atender reclamos y solicitudes. Todo este sistema eléctrico debe mantenerse al día, lo cual requiere personal especializado y alta tecnología en materiales y equipos.

Esta problemática no sólo se refleja en el sector doméstico, sino también en las grandes corporaciones, donde la búsqueda de soluciones a los constantes aumentos de electricidad y consumo de energía eléctrica es más determinante, ya que esto representa mayor costo de facturación. En instituciones educativas, como en escuelas, colegios e institutos universitarios se presentan los problemas de derroches de energía eléctrica, en lugares públicos como es el caso de calles, avenidas y plazas públicas, donde la mayoría de los sistemas de iluminación son del tipo incandescente de más de 30 años, presentando problemas como: la vida útil de los bombillos, que es corta; la humedad, que hace que las luminarias se queman muy rápidamente; los niveles de iluminación que son muy bajos, considerando también que funcionan casi todo el día, debido a que los dispositivos de encendido automáticos (Fotoceldas) se encuentran dañadas por la falta de mantenimiento.

De igual manera en el caso de organismos gubernamentales, donde las soluciones son más complejas, porque cada día se observa mayor consumo, de los cuales podemos mencionar algunas: la despreocupación por parte de todo el personal, en cuanto al apagado de las luces y equipos que no se están utilizando; el uso de lámparas incandescentes del tipo de halógenos, de muy alto consumo de energía; el envejecimiento

y deterioro de materiales y equipos, los cuales cumplen con su período de vida útil, tras el cual deben ser reemplazados; la falta de mantenimiento; las conexiones no apropiadas ni seguras

Todo esto ocasiona interrupciones prolongadas y costosas en el servicio de electricidad, que afecta directa e indirectamente al personal que labora en dichas instituciones.

La CFE “Subárea de Transmisión y Transformación Chetumal” (STTCH) busca implementar sistemas de ahorro de energía, que resuelvan algunos de los problemas expuestos anteriormente, al igual que muchas instituciones poseen los sistemas eléctricos comúnmente utilizados, circuitos de alumbrados, tomacorrientes, etc., que permiten conectar equipos que demandan energía. En la Tabla 1.2 se muestra un estimado de la demanda que presenta dichos equipos.

Tabla 1.2 Estimado de la demanda de equipos en CFE, de Transmisión y Transformación Chetumal
Fuente: Autor

Equipos	Cantidad Pza	Demanda kW	Porcentaje %
Alumbrado	288	20075	13.5
Receptáculos	80	11896	8.0
Aire Acondicionado	34	107663	72.4
Computadoras	28	9071	6.1
Total	430	148707	100

Como se observa en la tabla anterior los aires acondicionados, la iluminación y receptáculos son los que representan mayor demanda de energía en la institución. Si se considera el tiempo de funcionamiento de estos equipos se obtiene el consumo que presentan, y es el producto directo de la energía eléctrica utilizada para la generación de trabajo mecánico o generación de calor (potencia activa) durante un tiempo determinado, multiplicado por la tarifa media que le corresponde a la empresa lo que genera el importe de la facturación eléctrica. Para esto se considera que los aires acondicionados trabajan un período de 8 horas, ya que el horario de actividades está comprendido desde las 7:00 A. M. Hasta las 3:00 P. M; pero uno de los grandes problemas que existen es en cuanto a apagar las luces igual que las computadoras, donde se puede estimar un tiempo de funcionamiento de aproximadamente 15 horas.

Ante toda esta situación energética, los aumentos globales del consumo de energía eléctrica, tarifas eléctricas, el derroche de energía en las oficinas, poco interés por ahorrar energía, la falta de mantenimiento e inversión para mejorar dicho servicio, se ha

hecho impostergable la necesidad de plantear una política de ahorro de energía a todos los niveles de las instituciones, para tomar conciencia y comenzar a optimizar el consumo de energía. En lo que respecta a la CFE STTCH se ha tomado la decisión de iniciar un proyecto para tratar de disminuir el consumo de energía eléctrica, por concepto de aire acondicionado e iluminación ya que representa el mayor impacto en el consumo de la institución y el balance energético.

En primera instancia, el proyecto tratará de mostrar aquellas estrategias que ayuden a reducir el consumo de energía, a través de un programa que contendrá los aspectos más relevantes sobre un alumbrado eficiente y la concientización acerca de la utilización de productos de bajo consumo en donde la población en general, estarían consumiendo menos, lo que resultaría en un equilibrio entre la oferta y la demanda de energía y un consecuente ahorro.

Hipótesis

¿Es posible ahorrar al menos un 10 % de energía eléctrica, implementando medidas y habiendo realizado un balance energético global (térmico - eléctrico) en la instalación de las oficinas de la CFE STTCH?

Objetivo General

Evaluar las ganancias de calor y la calidad de iluminación en el edificio de la CFE STTCH para proponer estrategias de ahorro energético.

Objetivos Particulares

- Comparar la ganancia de calor de la envolvente en el edificio de la CFE mediante la NOM-008-ENER-01 y mediante la metodología convencional de ganancia de calor internas, para determinar el dimensionamiento adecuado de los equipos de aire acondicionado a proponer.
- Realizar un diagnóstico del sistema de energía eléctrica de iluminación de acuerdo a los lineamientos de la NOM-025-STPS-2008, condiciones de iluminación en los centros de trabajo y comparar el consumo eléctrico de luminarias instaladas.

- Hacer un levantamiento de los equipos de iluminación que se deben usar para lograr un ahorro en el consumo de energía.
- Determinar el porcentaje de ahorro de energía
- Determinar el ahorro económico que se puede lograr mediante la implementación de propuestas energéticas en la edificación.
- Establecer y delimitar los alcances del programa para el ahorro de energía, en el edificio de la CFE.

Justificación e importancia de la investigación

Para la gran mayoría de la población mexicana, no están conscientes de que detrás de esos agujeros o de esos botones en la pared hay un largo camino, una gran infraestructura que puede ser afectada por factores climáticos, políticos, económicos o sociales.

Los mexicanos están muy consternados por que actualmente según los pronósticos de varios estudiosos en el tema y la declaración de la Secretaría de Energía hace unos pocos años, dentro de poco tiempo existirá un déficit de energía eléctrica, producto de la dependencia económica, pudiéndose resolver o aminorar con la ayuda de todos los consumidores. Por lo anterior, se presenta éste trabajo de investigación, que planteará algunas soluciones al constante aumento del consumo de energía eléctrica, tomando como base del estudio energético al edificio de la CFE STTCH, la cual servirá como un aporte teórico para las posibles mejoras de la infraestructura eléctrica.

Además, el deterioro de las instalaciones eléctricas del STTCH, Chetumal y la deficiencia en cuanto a la iluminación hace que la misma no cumpla con la visión que tiene planteada, ser reconocido como la mejor empresa en cuanto a los lineamientos de calidad del uso de la energía eléctrica según el Programa de Ahorro de Energía del Sector Energético (PAESE) y estar entre los mejores del país, ya que esto representa debilitamiento tanto en lo social, económico e institucional. Así mismo es de suma importancia plantear un programa de ahorro de energía, debido a que se está en un mundo cambiante donde los costos de la tarifa eléctrica van en constante aumento y si se tienen equipos más eficientes, diseñados con los esquemas de ahorro de energía, que en la actualidad es tema sumamente importante, representaría un impacto económico benéfico por concepto de electricidad y por ende en los costos de la misma.

Por otro lado, de manera general, y como resultado del ahorro energético se logra la preservación del medio ambiente.

Alcance

Para el caso específico del STTCH, Chetumal, el programa de ahorro de energía eléctrica permitirá obtener el mejor costo beneficio de los sistemas de iluminación y aire acondicionado, ya que se considerará la sustitución de todas las luminarias y equipos de A.A que presentan bajo rendimiento, también se realizará el análisis que determine el nivel de lúmenes necesarios para las distintas áreas de oficina, laboratorios, recepciones y salas de juntas acorde a las normas mexicanas, haciendo un balance total del consumo energético. De esta manera se estarían resolviendo algunos de los problemas de eficiencia energética que se presentan en la institución.

Referencias

[1] OLADE. Sistema de Información Energética. 2009 [cited 2009 July 15th]; Available from: <http://www.olade.org.ec/>.

[2] Pedraza Hinojosa Emiliano. *“Estadísticas e Indicadores de Energía como Herramienta para el Desarrollo de Políticas Públicas”*. CONAE SENER. *Seminario Internacional de Políticas Públicas y Mecanismos para el Fomento de la Eficiencia Energética en Latinoamérica*. Sept, 2008.

[3] Instituto de investigaciones legislativas del Senado de la república. *“Información Básica de las Tarifas eléctricas en México”*. Febrero 2003.

[4] <http://energiaadebate.com/uso-de-energia-en-los-sectores-residencial-y-comercial-en-america-latina/>

[5] González Broca S. *“Tarifas Eléctricas en México todo lo que deseaba saber sobre tarifa eléctrica Residencial y no sabía a quién preguntar”*. Sindicato Mexicano de Electricistas. 2009

[6] Alarco Tosoni Germán. *“Escenarios de Expansión Eléctrica para México 2005- 2015 con redistribución de Ingreso y Emisiones de CO₂”*. Agosto 2005.

[7] <http://www.inwent.org/E+Z/zeitschr/ds402-5.htm>

CAPÍTULO II.- ANTECEDENTES

2.1 OBJETIVO DEL CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS

Para refrigerar un local, de una forma o de otra, hay que extraer calor. Exactamente la misma cantidad de calor por unidad de tiempo que entra, por la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior del local, más el calor que este pueda recibir procedente del sol, más el calor por unidad de tiempo generado en el interior.

La carga térmica no es otra cosa que el calor por unidad de tiempo que entra o se genera en el local; por ello es tan importante el cálculo de la carga térmica, aunque el objetivo final sea la determinación de la potencia frigorífica necesaria de la máquina que ha de producir el enfriamiento.

El cálculo de cargas térmicas tiene como objetivo:

En primer lugar permite clarificar los conceptos de carga punta y máxima, requisito indispensable para el cálculo y selección de los diversos equipos que componen los sistemas de climatización.

La investigación de las necesidades que presenta el edificio en relación con la zonificación e inversión térmica es igualmente imprescindible para una adecuada elección del sistema de climatización, ya que unos sistemas poseen y otros no, la capacidad de zonificar y atender a una inversión térmica:

Por Carga Térmica puede entenderse en Climatización, toda perturbación capaz de alterar el contenido de energía de los espacios que se pretenden climatizar. Las perturbaciones tienen su origen en las condiciones climatológicas del espacio externo que rodea a los recintos o en las fuentes de energía, localizadas en el interior de los propios espacios.

Si tales perturbaciones alteran la temperatura de los locales se denominan Cargas Sensibles; si hace variar el contenido de vapor de agua en el aire, que a su vez modifica el contenido energético del volumen de control, la carga recibe la denominación de Latente.

2.2 LA NORMATIVIDAD COMO HERRAMIENTA PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS TÉRMICAS

Las razones para establecer una norma obligatoria para el ahorro de energía en inmuebles en México fueron muchas, presentando el importante crecimiento de consumo de electricidad en zonas con clima cálido, su impacto en la necesidad de nueva oferta de electricidad y el hecho de que en el mercado han aumentado las alternativas tecnológicas para un uso más eficiente.

El consumo de energía por uso de aire acondicionado en México se puede reducir con productos presentes en el mercado mexicano, como aislantes térmicos, vidrios con bajos coeficientes de sombreado y equipos y sistemas de aire acondicionado de alta eficiencia. Igualmente, existe paquetería de cómputo para simular el comportamiento térmico y energético de inmuebles y existe interés manifiesto de los arquitectos en mejorar sus diseños, lo cual se evidencia en la aplicación extensa de la Arquitectura Bioclimática.

Finalmente, no hay que dejar de anotar que México es participante en el Convenio Marco del Cambio Climático de las Naciones Unidas y del Protocolo de Kyoto, lo que implica un compromiso de nuestro país en ser activo en acciones de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero.

2.3 EJEMPLOS DE NORMATIVIDAD EN OTROS PAISES

Las normas son necesarias para darle un carácter de obligatoriedad al logro de la calidad en el diseño y construcción de edificaciones, ya sean viviendas, industrias e instituciones públicas y garantizar así la seguridad y confort de los ocupantes.

La normalización es la base para la certificación, entendida como la verificación, de que los procesos involucrados cumplan con los lineamientos de organismos regionales, nacionales e internacionales dedicados a la normalización.

(Francia) Normativa RT 2000

La RT 2000 es una normativa muy eficaz, se aplica desde el 1 de junio de 2001 a los edificios de nueva planta. Define las características térmicas de referencia, pero deja libertad sobre la elección de los materiales y sistemas. Impone una limitación del consumo

global de energía para calefacción, producción de agua caliente sanitaria y climatización de la vivienda y para iluminación de edificios terciarios[3].

(Alemania) Certificado de vivienda de bajo consumo energético

La vivienda de bajo consumo energético consume hasta un 80% menos de energía que una de los años setentas y alrededor de un 30% menos que una vivienda nueva convencional. En Alemania, donde los espesores de aislamiento y acristalamientos dobles de altas prestaciones son habituales desde hace varios años, se considera que la vivienda de bajo consumo energético es globalmente más económica que la vivienda convencional, ya que los sobrecostos de la inversión, que varían entre el 1 y el 5% según las soluciones adoptadas, son compensadas por la reducción de gastos de funcionamiento.[3]

(Suiza) Certificado Minergie

Creado por la Dirección de Edificaciones del cantón de Zurich. Su intención es reducir paulatinamente el uso de energías no renovables para limitar las emisiones de gases causantes del efecto invernadero. En el ámbito de la construcción su aplicación se traduce en la creación de un sello que establece unas exigencias precisas sobre el consumo energético de calefacción y electricidad durante la fase de explotación de edificios nuevos y antiguos, en los sectores de vivienda y los servicios.[3]

(España) Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios "RITE"

Para España la normativa referente a las instalaciones de calefacción y aire acondicionado se recoge en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE). En marzo del año 2006 el Estado Español aprobó mediante Real Decreto 314/2006 el Código Técnico de la Edificación (CTE), un documento de primer orden que fija y determina los criterios relacionados con la calidad, seguridad, higiene y ahorro energético de los edificios.[7]

(EUA) American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineering (ASHRAE). Entre otras normativas:

ASHRAE, ASHRAE/IESNA Standard 90.1-1999, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings, ASHRAE Inc., Atlanta, GA, 1989.- Esta Norma trata lo relacionado con el cálculo energético en edificaciones, excepto para aquellos edificios residenciales en los que la carga energética no es sustancial.

ASHRAE, ASHRAE Handbook 1997, Fundamentals, Atlanta, GA, 1997.- Esta Norma trata lo relacionado con los fundamentos de cálculo de cargas térmicas en general.[3]

(México) NOM-008- ENER-2001

En México la normatividad vigente para determinar las cargas térmicas involucradas en una edificación es la NOM-008-ENER-01, y sus tres principios son:

- Promover la participación activa de representantes de todos los sectores involucrados.
- La normalización para la eficiencia energética en edificios representa un esfuerzo encaminado a mejorar el diseño térmico de edificios
- lograr la comodidad de sus ocupantes con el mínimo consumo de energía.

En México, el mayor consumo de energía en las edificaciones es por concepto de acondicionamiento de aire, durante las épocas de mayor calor, principalmente en las zonas norte y costera del país. La ganancia por radiación solar es la fuente más importante a controlar, lo cual se logra con un diseño adecuado de la envolvente.

En este sentido, esta Norma optimiza el diseño desde el punto de vista del comportamiento térmico de la envolvente, obteniéndose como beneficios, entre otros, el ahorro de energía por la disminución de la capacidad de los equipos de enfriamiento y un mejor confort de los ocupantes.

Las unidades que se utilizan en esta Norma corresponden al Sistema General de Unidades de Medida, único legal y de uso obligatorio en los Estados Unidos Mexicanos, con las excepciones y consideraciones permitidas en su Norma NOM-008-SCFI vigente.

Por otro lado, para la correcta aplicación de esta Norma se deben consultar las siguientes Normas Vigentes:

NOM-008-SCFI-1993 Sistema General de Unidades de Medida.

NOM-018-ENER-1997 Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.

La principal razón de utilizar una NOM como instrumento para mejorar la eficiencia energética de inmuebles es el hecho de que existe separación entre el interés económico de quien diseña y construye con el de quien opera, esto en un contexto donde la necesidad de abaratar la construcción, en particular con materiales ligeros y transparentes, resulta en edificios con grandes ganancias térmicas que utilizan innecesariamente grandes

cantidades de energía. No es casual, por lo mismo, el predominio actual de la construcción ligera con grandes ventanales, lo cual se refleja en la Ciudad de México, donde, a pesar de que la temperatura ambiente no justifica sistemas de refrigeración, solo de la calidad del manejo del aire interior, abundan los edificios con grandes sistemas de refrigeración artificial.

NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

Establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores. La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo.

Referencias

[1] Diario Oficial. NORMA Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales. Miércoles 25 de abril 2001.

[2] NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

[3] Torrella Alcaráz Enrique, et. al. *"Manual de Climatización"*. 1 edición 2005. A. Madrid Vicente Ediciones. España. ISBN: 84-89922-46-2.

[4] Wang Shan K. *"Handbook of air conditioning and refrigeration"*. 2nd edition 2000. Ed. McGraw Hill. USA. ISBN: 0-07-068167-8.

[5] García Pérez Gustavo. *"Trabajo de Proyecto Final titulado: Implementación de la NOM-008 ENER- 2001 eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales"*. DCI, Universidad de Quintana Roo, Diciembre 2004.

[6] Mora García Hector. *"Normalización Energética en México"*. 2009

CAPÍTULO III.- METODOLOGÍA

En virtud del alto consumo en la facturación eléctrica en las instalaciones de la STTCH de CFE, surge la necesidad de implementar medidas sustanciales que impacten directa e indirectamente dicho consumo, por ejemplo: minimizando la ganancia de calor por radiación solar y conducción térmica que afectan a la envolvente del edificio; el cambio de equipos de acondicionamiento de aire y luminarias existentes, por unas más eficientes respectivamente.

De acuerdo al problema planteado con respecto al ahorro de energía en aires acondicionados e iluminación se propone implementar los métodos indicados en la NOM-025-STPS-2008[1], Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, según Vittorio [2], para la metodología de cálculo en la iluminación de interiores y la NOM-008-ENER-01 [3], para la determinación de las cargas térmicas en la envolvente, así como la metodología de Miranda [4], para determinar las demás cargas térmicas derivadas por otros conceptos, tales como cargas térmicas por infiltración, por personas, por iluminación, por equipo eléctrico que genera calor, etc. De esta manera, se podrá resolver y satisfacer las necesidades de la institución, garantizando un servicio óptimo y minimizando costos.

3.1 DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES GENERALES

EDIFICIO:

Comisión Federal de Electricidad Subárea de Transmisión y Transformación Chetumal.

Se trata de un conjunto de edificios destinados a oficinas, laboratorios y talleres. En el Anexo 1 se presenta un plano esquemático del mismo.

LOCALIZACIÓN

Las oficinas se encuentran ubicadas en la prolongación Aarón Merino Fernández esquina Tabí s/n colonia Km. 5 en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo. CP: 77028. Con las siguientes referencias expresadas en la Tabla 3:

Tabla 3. Condiciones y referencias iniciales.

Dato	Referencia	Dato	Referencia
<i>Latitud</i>	18° 30'	<i>Velocidad del viento</i>	0.3 m/s
<i>Longitud</i>	88° 18'	<i>Dirección del viento</i>	SE
<i>Altitud</i>	1.5 MSNM	<i>Clima</i>	Cálido - húmedo

Se considera una ocupación media de 50 personas en todo el edificio.

La iluminación en los locales a acondicionar es fluorescente con una potencia eléctrica como se muestra en la Tabla 3.1.

3.1.1 CONDICIONES EXTERIORES

Las temperaturas de diseño exterior varían de acuerdo a la ubicación del muro o ventana según la nomenclatura y tablas del Apéndice A de la NOM-008-ENER-2001.

Los datos relativos a la temperatura exterior, humedad relativa exterior e intercambio térmico diario, deben obtenerse consultando datos de la pág. web del servicio meteorológico nacional para la ciudad de Chetumal Q. Roo; la temperatura exterior es la media de las máximas diarias, lo mismo que la humedad relativa exterior.

No se considerarán las partidas sobre aire de ventilación ya que el equipo propuesto (minisplit) no requiere cálculo de renovación de aire, ya que únicamente extrae el aire del local.

3.1.2 CONDICIONES INTERIORES

Las condiciones recomendadas de diseño, son las que contempla la NOM-008-ENER-2001, de 25°C, pero por políticas de la Institución CFE STTCH y de acuerdo al PAESE (Programa de ahorro de Energía del Sector Eléctrico) se considera que la temperatura interior en éste tipo de edificaciones es de 23°C. Dicha temperatura se toma como referencia para el cálculo de la ganancia de calor por conducción y radiación. Se recomienda una humedad relativa de diseño en un rango del 50 al 60%, para fines de cálculo para encontrar la ganancia de calor por infiltraciones [4].

3.1.3 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

DATOS DEL EDIFICIO

Dimensiones:

Altura total del edificio = 2.92 m

Aulas = 3.65 m

MATERIALES DEL MURO

	l	λ
Materiales	Espesor (m)	Conductividad T. (W/m °K)
Mortero de grava, polvo y cemento	0.005	0.5
block	0.145	0.49
Tablaroca	0.12	0.16

VENTANAS (TIPO REMETIDAS, CON VOLADOS O PARTESOLES)

VENTANAS

	l	λ
Materiales	Espesor (m)	Conductividad T. (W/m °K)
Vidrio (Polarizado)	0.005	0.93

PUERTAS

	l	λ
Materiales	Espesor (m)	Conductividad T. (W/m °K)
Madera	0.04	0.13
Vidrio (Polarizado)	0.005	0.93

MATERIALES DEL TECHO

	l	λ
Materiales	Espesor (m)	Conductividad T. (W/m °K)
Concreto armado	0.05	0.63
Vigüeta y Bovedilla (losa azotea)	0.25	0.99
Aplanado interior de mortero	0.015	0.721

3.1.4 CAMPO DE ESTUDIO Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tomándose en cuenta los objetivos propuestos para este proyecto se consideró una investigación de campo, ya que permite no sólo observar, sino recolectar los datos “in situ”, tal como se muestra en las Tablas 3.1 y 3.2.

Para el diseño de un programa de ahorro de energía eléctrica por iluminación y A.A enmarcado dentro de la modalidad de los llamados Proyectos Factible, y considerando los objetivos propuestos para tal fin, se usaron una serie de instrumentos y técnicas de recolección de la información, orientada hacia el alcance de los mismos. Para tal efecto se consideró en tres partes fundamentales.

La primera parte está referida a la delimitación de los aspectos teóricos de la investigación, donde se incluyen la formulación y delimitación de la investigación, definición de los objetivos propuestos, elaboración del marco teórico, entre otros. Esta parte está basada en la revisión bibliográfica de libros, revistas, folletos, informes, tesis, periódicos, entre otros, que permitieron darle mayor definición al trabajo, y donde se usaron técnicas documentales.

La segunda parte está referida a la revisión completa y detallada de todas las instalaciones eléctricas de iluminación y aire acondicionado de la institución, a través de la técnica de observación directa, para así tener una idea de la situación presentada. Usando el instrumento de la lista de cotejo. Se recopiló información técnica de los diferentes equipos de iluminación, tubos fluorescentes, balastos electrónicos, aireas acondicionados y demás equipos conectados a la red eléctrica suministrados por empresas como Phillips, Westinghouse, General Electric, York etc.

Y por última etapa, basándose en el consumo por luminarias se hizo una propuesta para la sustitución de equipos y así poder establecer las posibles mejoras, finalizando con la presentación de presente proyecto.

Tabla 3.1. Censo de equipos y número de luminarias instaladas dentro del recinto (W)

Lugar	Nº	Watts c/u	total Watts
Depto de Subestaciones	1	20	20
	8	39	312
Depto de Lineas	2	39	78
	4	75	300
Depto de Comunicaciones	6	39	234
Depto de M.P.S.	4	39	156
	2	20	40
Oficinista y sala de espera	10	39	390
Depto. De SACPACI	6	39	234
Taller de computacion	8	39	312
Depto. De Control	6	39	234
	1	20	20
Depto. De Protecciones	6	39	234
Oficinista y sala de espera	10	39	390
Jefatura Auxiliar	6	39	234
Jefatura	8	32	256
	3	25	75
Sala de Juntas	17	39	663
auxiliares administrativos	12	39	468
Oficinista	8	39	312
Oficina contador	6	39	234
Departamento de GyC	8	32	256
Taller de Informatica	8	32	256
Sala Audio Visual	48	32	1536
Copiado	6	39	234
Oficina Almacen	4	39	156
Oficina Taller SE's	4	39	156
Taller de Lineas	8	39	312
Estación de Comunicaciones	12	39	468
Lab. De Comunicaciones	24	39	936
Lab. De Control	12	39	468
Lab. De Protecciones	20	39	780

Tabla 3.2 Censo de equipos de aires acondicionados instalados dentro de la institución

Lugar	CAP. EQ INST (Btu/h)
Depto. SE'S	18000
Depto. LT	24000
Depto. comunica	18000
Depto. MYPs	18000
Oficinista	18000
Depto. SACPASI	12000
Centro de computo	12000
Depto. control	18000
Depto. protecciones	18000
Oficinista	18000
Aux. administración	(1)24000 y (1)18000
Oficinista	24000
Administrador	18000
Depto. ges y control	12000
Taller de informática	12000
Aux. jefatura	12000
Jefatura	18000
Sala de juntas	(2) 24000
Aulas	(3)35500 y (1)32000
Centro de copias	12000
Almacén	12000
Taller de SE'S	18000
Taller de LT	18000
Estación de comunicación	18000
Lab. protecciones	18000
Lab. de control	(2)18000
Lab. comunicación	36000

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-008-ENER-2001 “Eficiencia Energética en Edificaciones, Envolvente de Edificios no Residenciales”

Esta norma fue publicada por la Secretaria de Energía, la cual se encarga de expedir normas oficiales mexicanas que promuevan la eficiencia del sector energético.

La presente Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de marzo de 2001 y entró en vigor en agosto del mismo año, la finalidad de esta es la preservación y uso racional de los recursos energético.

El objetivo de esta Norma es limitar la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente con objetivo de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento.

Esta norma aplica a todos los edificios nuevos y las aplicaciones de edificios existentes. Quedan excluidos edificios cuyo uso primordial sea industrial o habitacional. Si el uso de un edificio dentro del campo de aplicación de esta Norma constituye el 90% o más del área construida, esta Norma aplica a la totalidad del edificio.

Esta Norma solo se limita a la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, entendiendo por envolvente: techo, paredes, vanos, pisos y superficies inferiores que conforman el espacio interior de un edificio. Las demás cargas térmicas como: alumbrado, personas, equipo eléctrico, infiltración, etc., hay que hacerlas de forma manual.

La NOM-008 hace el cálculo comparativo de la ganancia de calor entre el edificio de referencia y el edificio proyectado, entendiendo por edificio de referencia aquel que conserva la misma orientación, las mismas condiciones de colindancia y las mismas dimensiones en planta y elevación del edificio proyectado, el edificio de referencia es utilizado para determinar un presupuesto energético máximo. En el edificio de referencia utiliza las fracciones de las componentes según están definidas en la Norma (techo 95%, traga luz y domo 5%, muro 60% y ventanas 40%).

La ganancia de calor (ϕ_p) a través de la envolvente del edificio proyectado debe ser menor o igual a la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia (ϕ_r) es decir:

$$\phi_p \leq \phi_r \quad (3)$$

Para el cálculo de ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia no se toma en cuenta la ganancia de calor a través del piso, debido a que se supone que se encuentra sobre el suelo. Sin embargo, en el caso de que el edificio proyectado tenga uno o más pisos de estacionamiento por encima del suelo, se debe sumar la ganancia de calor a través del piso o entrepiso del primer nivel habitable del mismo.

A continuación se describe el método de cálculo de ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado y del edificio de referencia.

3.2.1 CÁLCULO DE LA GANANCIA DE CALOR A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO PROYECTADO

La ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, se determina de acuerdo a la NOM-008-ENER-2001 como la suma de la ganancia de calor por conducción, más la ganancia de calor por radiación solar, es decir:

$$\phi_p = \phi_{pc} + \phi_{ps} \quad (3.1)$$

donde:

ϕ_p es la ganancia de calor del edificio proyectado, en W;

ϕ_{pc} es la ganancia de calor por conducción a través de las partes opacas y transparentes de la envolvente del edificio proyectado, en W;

ϕ_{ps} es la ganancia de calor por radiación solar a través de las partes transparentes de la envolvente del edificio proyectado, en W.

Ganancia de Calor por Conducción

Es la suma de la ganancia por conducción a través de cada una de las componentes, de acuerdo con su orientación, y utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{pc} = \sum_{i=1}^6 \phi_{pci} \quad (3.1.1)$$

en donde:

i son las diferentes orientaciones: 1 es techo, 2 es norte, 3 es este, 4 es sur, 5 es oeste y 6 es superficie inferior.

La ganancia de calor por conducción a través de la componente con orientación i , se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{pci} = \sum_{j=1}^n [K_j \times A_{ij} \times (t_{ei} - t)] \quad (3.1.2)$$

en donde:

ϕ_{pci} es la ganancia de calor por conducción a través de la componente con orientación i , en W;

J son las diferentes porciones que forman la parte de la componente de la envolvente. Cada porción tendrá un coeficiente global de transferencia de calor.

K es el coeficiente global de transferencia de calor de cada porción, determinado según el Apéndice B, en W/m²K;

A_{ij} es el área de la porción j con orientación i , en m²;

t_{ei} es el valor de la temperatura equivalente promedio, para la orientación i , determinada según la Tabla 1 del Apéndice A (Anexo 1), en °C;

t es el valor de la temperatura interior del edificio, que se considera igual a 25 °C.

Nota: este valor de temperatura interior de 25° C, es solo una referencia para el cálculo de la ganancia de calor (presupuesto energético).

Ganancia de Calor por Radiación

Es la suma de la ganancia por radiación solar a través de cada una de las partes transparentes, la cual se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{ps} = \sum_{i=1}^5 \phi_{psi} \quad (3.2)$$

en donde:

i son las diferentes orientaciones: 1 es techo, 2 es norte, 3 es este, 4 es sur, 5 es oeste.

La ganancia de calor por radiación solar a través de la componente con orientación i , se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{psi} = \sum_{j=1}^m [A_{ij} \times CS_j \times FG_i \times SE_{ij}] \quad (3.2.1)$$

en donde:

- ϕ_{psi} es la ganancia de calor por radiación solar a través de las porciones transparentes de la envolvente del edificio proyectado, en W;
- j son las diferentes porciones transparentes que forman la parte de la componente de la envolvente. Cada porción tendrá un coeficiente de sombreado, un factor de ganancia de calor solar y un factor de corrección por sombreado exterior.
- A_{ij} es el área de la porción transparente j con orientación i , en m²;
- CS_j es el coeficiente de sombreado del vidrio de cada porción transparente, según la especificación del fabricante, con valor adimensional entre cero y uno;
- FG_j es la ganancia de calor solar por orientación, determinada según la Tabla 1 del Apéndice A de la NOM-008-ENER-2001 (Anexo 1), en W/m²;
- SE_{ij} es el factor de corrección por sombreado exterior para cada porción transparente, determinado de acuerdo a las tablas 2,3, 4 y 5 según corresponda, localizadas en el Apéndice A de la NOM-008-ENER-2001 (Anexo 1), con valor adimensional entre cero y uno.

3.2.2 CÁLCULO DE LA GANANCIA DE CALOR A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO DE REFERENCIA

Para que el edificio de referencia corresponda al edificio proyectado, el área total de cada una de las componentes para cada orientación debe ser igual para ambos. Las paredes del edificio de referencia se consideran con 60% de parte opaca (muro), y 40% de parte no opaca (transparente), el techo con 95% de parte opaca y 5% de parte no opaca.

La ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia, es la suma de la ganancia de calor por conducción, más la ganancia de calor por radiación solar, es decir:

$$\phi_r = \phi_{rc} + \phi_{rs} \quad (3.3)$$

En donde:

- ϕ_r es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia, en W;

ϕ_{rc} es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia por conducción, en W;

ϕ_{rs} es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia por radiación solar, en W.

Ganancia de Calor por conducción

Es la suma de la ganancia por conducción a través de cada una de las componentes, de acuerdo con su orientación, y utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{rc} = \sum_{i=1}^5 \phi_{rci} \quad (3.3.1)$$

en donde:

i son las diferentes orientaciones: 1 es techo, 2 es norte, 3 es este, 4 es sur y 5 es oeste.

La ganancia de calor por conducción a través de la componente con orientación i, se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{rci} = \sum_{j=1}^n [K_j \cdot x A_{ij} \cdot x (t_{ei} - t)] \quad (3.1.2)$$

en donde:

ϕ_{rci} es la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente del edificio de referencia, en W.

j son las diferentes partes de la componente de la envoltura del edificio de referencia;

K_j es el coeficiente global de transferencia de calor de la envolvente del edificio de referencia j. Para las partes opacas se determina según la Tabla 1 del Apéndice A, y para las partes transparentes de los techos es 5.952 W/m² K;

A_{ij} es el área de cada parte de la envolvente j, con orientación i, en m²;

t_{ei} es el valor de la temperatura equivalente promedio, para la orientación i, determinado según la Tabla 1 del Apéndice A, en °C;

t es el valor de la temperatura interior de 25°C, es solo una referencia para el cálculo de ganancia de calor (presupuesto energético).

Ganancia de Calor por Radiación

Es la suma de la ganancia por radiación solar a través de cada una de las partes transparentes, la cual se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{rs} = \sum_{i=1}^5 \phi_{rsi} \quad (3.4)$$

En donde:

i son las diferentes orientaciones: 1 es techo, 2 es norte, 3 es este, 4 es sur y 5 es oeste.

La ganancia de calor por radiación solar a través de la componente con orientación i , se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{rsi} = \sum_{j=1}^m [A_{ri} \cdot CS_{ri} \cdot FG_i] \quad (3.4.1)$$

En donde:

ϕ_{rsi} es la ganancia de calor por radiación solar a través de las porciones transparentes de la envolvente del edificio de referencia, con orientación i , en W;

A_{ri} es el área de la parte transparente de la envolvente del edificio de referencia con orientación i , en m^2 ;

CS_j es el coeficiente de sombreado del vidrio empleado en edificio de referencia, con orientación i , con valor adimensional de 0.85 para el techo y 1.0 para las paredes;

FG_i es la ganancia de calor solar por orientación, determinada según la Tabla 1 del Apéndice A, en W/m^2 ;

Nota: Para las paredes opacas de las paredes del edificio de referencia se deben utilizar las temperaturas correspondientes a muro masivo, según se determina en la Tabla 1 del Apéndice A.

3.2.3 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (K) DE LAS PORCIONES DE LA ENVOLVENTE.

Los valores del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones de la envolvente proyectada, se determinarán de acuerdo al método de cálculo establecido en el Apéndice B.

3.2.4 CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGÍA.

$$\text{Ahorro de energía} = \left[1 - \frac{\text{Ganancia de Calor del edificio Proyectado}}{\text{Ganancia de Calor del edificio de Referencia}} \right] \times 100$$

3.2.5 ORIENTACIÓN

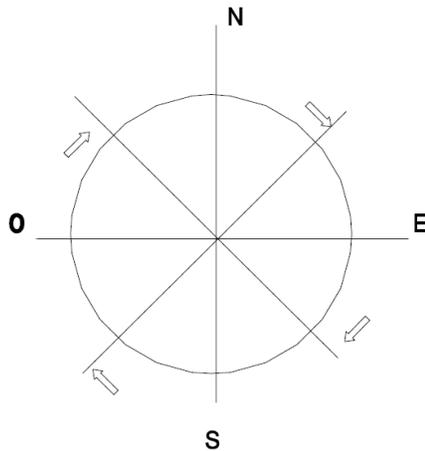
Debido a que la ganancia de calor a través de las paredes varía con la orientación, se establecen en la Norma las siguientes convenciones:

Norte: cuyo plano normal está orientado desde 45° al oeste y menos de 45° al este del norte verdadero.

Este: cuyo plano normal está orientado desde 45° al norte y menos de 45° al sur del este verdadero.

Sur: cuyo plano normal está orientado desde 45° al este y menos de 45° al oeste del sur verdadero.

Oeste: cuyo plano normal está orientado desde 45° al sur y menos de 45° al norte del oeste verdadero.



Las tablas 5.1 y 5.2 muestran los resultados correspondientes a esta metodología en lo que respecta a ganancias de calor por conducción y radiación.

3.3 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS INTERNAS.

El calor que entra como consecuencia de la diferencia de temperaturas se llama calor sensible y el que entra como consecuencia de la diferencia de humedades se llama calor latente. Ambos dependen de una serie de factores que se explican a continuación. Tanto la carga sensible como la latente se deben a distintos conceptos, que

deben calcularse separadamente, estos conceptos diferentes (llamados también “partidas”) son los siguientes:

a) Carga sensible

- A1. Calor sensible debido al aire de infiltraciones.
- A2. Calor sensible generado por las personas que ocupan el local.
- A3. Calor generado por la iluminación del local.
- A4. Calor generado por máquinas (si existen) en el interior del local.
- A5. Cualquier otro que pueda producirse.

b) Carga latente

- B1. Calor latente debido al aire de infiltraciones
- B2. Calor latente generado por las personas que ocupan el local
- B3. Calor latente producido por cualquier otra causa.

3.3.1 *Cálculo de las Partidas Sensibles*

Las partidas que la integran se calculan de la manera siguiente:

Partida A1. Calor sensible debido al aire de infiltraciones

El local que se acondiciona debe estar exento de entradas de aire caliente del exterior. Sin embargo cuando se abren las puertas o ventanas, o bien a través de las fisuras, es inevitable que algo de aire exterior entre en el local.

Para valorar la cantidad de aire que entra por las puertas puede utilizarse la tabla 3.3, teniendo entendido que el dato obtenido en esta tabla es por puerta y por persona.

Una vez calculado el valor del caudal total de infiltraciones, \dot{V}_i , que es igual a

\dot{V}_i = Valor de la Tabla 3.3 x número de puertas x número de personas.

Aplicamos la fórmula:

$$\dot{Q}_{si} = 0.34 \dot{V}_i \Delta t \quad (3.5)$$

Siendo: \dot{V}_i volumen de infiltración en m³/h, Δt = salto térmico en °C, \dot{Q}_{si} = calor sensible debido a las infiltraciones; viene dado en W.

En el SI, la fórmula sería:

$$\dot{Q}_{si} = \dot{m}_i c_{pm} \Delta t = \rho \dot{V}_i c_{pm} \Delta t \quad (3.5.1)$$

Siendo \dot{m}_i el caudal másico, c_{pm} el calor específico del aire, \dot{V}_i el caudal volumétrico y ρ la densidad del aire. Aceptando valores medios:

$$\dot{Q}_{si} = 1.2 \times \frac{\dot{V}_i}{3600} \times 1.025 \Delta t \approx 0.34 \dot{V}_i \Delta t \quad (3.5.2)$$

que es la fórmula anterior, con \dot{V}_i en m^3/h . El c_{pm} del aire es $1.025 \frac{J}{Kg K}$

Tabla 3.3 Aire de infiltraciones en metros cúbicos por hora (m^3/h), por persona y por puerta. Ventilación mínima y ocupación máxima estimada en diversos locales (ASHRAE 62)

Tipo de local		ASHRAE 62-2001		
		Ocupación Personas/m ²	Caudal mínimo [m ³ /h/ persona]	Caudal mínimo [m ³ /h/m ²]
Restaurantes y locales de ocio	Comedor	0.75	34	-
	Cafetería	1.10	34	-
	Bar/Pub	1.10	51	-
	Cocina	0.22	25	-
	Disco	1.08	42	-
Oficinas	Oficina	0.08	34	-
	Recepción	0.65	25	-
	Sala Conferencia	0.54	34	-
Grandes Almacenes	Planta Baja	0.32	-	5.5
	Plantas Superiores	0.22	-	3.7
Teatro	Recepción	1.60	34	-
	Auditorio	1.60	25	-
Zonas Deportivas	Zona Deportiva	0.75	42	-
Centros Docentes	Aulas	0.54	25	-
	Biblioteca	0.22	25	-
Hoteles	Habitaciones	-	50/habitación	-
	Recepción	0.32	25	-

Partida A2. Calor Generado por las personas que ocupan el local

Las personas que ocupan el recinto generan calor sensible y calor latente debido a la actividad que realizan y a que su temperatura (unos 37° C) es mayor que la que debe mantenerse en el local. Cuando se habla de las personas que ocupan el local, nos referimos al número medio de personas que lo ocupan, no a las personas que pueda haber en un instante determinado.

En la Tabla 3.4 se muestra la información que necesitamos, según la temperatura del local y el tipo de actividad que realice la gente del local.

El valor obtenido en la Tabla 3.4 bastará multiplicarlo por el número de personas del local. Esta partida se denomina \dot{Q}_{SP}

Tabla 3.4 Calor emitido por las personas en W.

Cuadro de Actividad	28 °C		27 °C		26 °C		24 °C	
	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentado en Reposo	52	52	58	47	64	41	70	30
Sentado trabajo ligero	52	64	58	58	64	52	70	47
Oficinista activi. moderada	52	81	58	76	64	70	70	58
Persona de pie	52	81	58	87	64	81	76	70
Persona que pasea	52	93	58	87	64	81	76	70
Trabajo sedentario	58	105	64	99	70	93	81	81
Trabajo ligero taller	58	163	64	157	70	151	87	134
Persona que camina	64	186	70	180	81	169	99	151
Persona que baila	81	215	87	204	99	198	110	180
Persona en trabajo penoso	134	291	140	291	145	285	151	268

Partida A3. Calor generado por la iluminación del local

La iluminación produce calor que hay que tener en cuenta. Si la iluminación es incandescente, se toma directamente la potencia eléctrica de iluminación, I , en W.

Si la iluminación es fluorescente, además hay que multiplicar por el factor 1.25. Llamaremos \dot{Q}_{SIL} a esta partida; así pues:

- a) Incandescente $\dot{Q}_{SIL} = I$
- b) Fluorescente $\dot{Q}_{SIL} = 1.25 I$

En la mayor parte de climatizaciones de viviendas, oficinas o locales similares no se encuentran las partidas **A4** (calor generado por máquinas) ni las **A5** (cualquier otra fuente de calor no considerada). En el caso que hubiese una máquina, la partida **A4** se calcula a partir de la potencia nominal de la máquina, en W, multiplicada por $1-\eta$, siendo η el rendimiento de la máquina en tanto por uno. Si la máquina se refrigera con agua que entra y sale del recinto esta partida se ignora.

3.3.2 *Calculo de las Partidas Latentes*

Estas partidas se calculan de la manera siguiente:

Partida B1. Calor latente debido al aire de infiltraciones.

Con el mismo caudal de infiltraciones, \dot{V}_i , obtenido a partir de la Tabla 3.3, se aplica la siguiente fórmula:

$$\dot{Q}_{LI} = 0.83 \dot{V}_i \Delta W \quad (3.6)$$

Siendo: \dot{V}_i = caudal de infiltraciones en m^3/h , \dot{Q}_{LI} = calor latente de infiltraciones en W, ΔW = diferencia de las humedades absolutas, en gW/kg, del aire exterior del local menos la del interior del local. Estas humedades absolutas se obtienen mediante un diagrama psicométrico.

En el SI, la fórmula sería:

$$\dot{Q}_{LI} = \dot{m}_i L_m \Delta W = \rho \dot{V}_i L_m \Delta W \quad (3.6.1)$$

Siendo \dot{m}_i el caudal másico, ρ la densidad del aire, \dot{V}_i el caudal volumétrico, L_m el calor latente medio y ΔW la diferencia de humedades en kgw/kg.

Tomando valores medios:

$$\dot{Q}_{LI} = 1.2 \frac{\dot{V}_i}{3600} 2'478,000 \frac{\Delta W}{1000} = 0.83 \dot{V}_i \Delta W \quad (3.6.2)$$

que la fórmula anterior, con \dot{V}_i en m^3/h y ΔW en gw/kg.

Partida B2. Calor latente generado por las personas que ocupan el local

Esta partida es muy similar a la A2. En la Tabla 3.4 aparece el dato del calor latente generado por persona. Bastará con multiplicar por el número de personas. Esta partida se denomina \dot{Q}_{LP} , en W.

Partida B3. Calor latente producido por causas diversas

La partida B3, calor latente producido por causas diversas, tiene el mismo significado que la A5.

La carga sensible total, \dot{Q}_S , será:

$$\dot{Q}_S = \dot{Q}_{SR} + \dot{Q}_{STR} + \dot{Q}_{ST} + \dot{Q}_{SI} + \dot{Q}_{SP} + \dot{Q}_{SIL} \quad (3.7)$$

La carga latente total, \dot{Q}_L , será: $\dot{Q}_L = \dot{Q}_{LI} + \dot{Q}_{LP}$ (3.8)

3.4 REQUISITOS PARA UNA BUENA ILUMINACIÓN

Hay tres factores fundamentales que hay que tomar en consideración para obtener una iluminación racional:

- 1°** - Nivel de iluminación respecto de las características y destino del local (actividad desarrollada);
- 2°** - Tipo de iluminación (directa, semidirecta, semi-indirecta, indirecta);
- 3°** - Tipo de lámpara (tomando en consideración la eficiencia luminosa y el rendimiento cromático) y tipo de luminaria que conviene adoptar en relación a las exigencias fotométricas, coste de la instalación, condiciones de funcionamiento y posibilidad de llevar a cabo un mantenimiento racional [11].

NIVEL DE ILUMINACIÓN

Cuando se trata de una iluminación general se toma como referencia el nivel de iluminación en un plano horizontal situado a una altura de 0.80 a 0.90 m sobre el suelo (altura de las mesas de trabajo).

La elección del nivel de iluminación es fundamental para obtener una buena visión. En base de estudios y experiencias llevados a cabo, se han definido los niveles de iluminación aconsejables según la NOM-025-STPS-1999[17], en la Tabla 3.5 se relacionan los casos principales que deben presentarse en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o área de trabajo.

Al establecerse los niveles de iluminación, debe tenerse en cuenta que el flujo luminoso emitido por las lámparas decrece con el tiempo, no solo en función de su promedio de vida, sino también a causa del depósito de polvo y suciedad que tienen lugar sobre ellas. Lo mismo puede decirse de las luminarias (por ejemplo: pérdida de refulgencia o alteraciones del color de las superficies reflectantes, pérdidas de transparencia de las pantallas, etc.)

Recuérdese, además, que la visión es un hecho subjetivo.

Así, por ejemplo, el nivel de iluminación necesario para un hombre de 60 años es unas 5 veces superior al adecuado para un hombre de 40 años y 10 veces al de un niño de 10 años. Desde luego esto es válido para niveles bajos de iluminación; a niveles elevados las diferencias se atenúan sensiblemente.

Actualmente se tiende a elevar los niveles de iluminación. Por otro lado, no está permitido descender por debajo de determinados límites so pena de incurrir en una infracción de las disposiciones legales acerca de la higiene y seguridad en el trabajo.

Una buena iluminación permite reducir los accidentes de trabajo y facilita la concentración. Por ejemplo, al pasar de una iluminación de 90 a 500 lux, se puede aumentar la capacidad de atención en un 15% y la seguridad y velocidad en el cálculo en un 5%.

Sin embargo, no basta con establecer un buen nivel de iluminación de acuerdo con las exigencias del local, sino que se debe también tratar de obtener una buena distribución de la luz como lo muestra la figura 3.3; esto depende de la relación entre la altura a que se hallan situado los centros luminosos y las distancias que los separan.

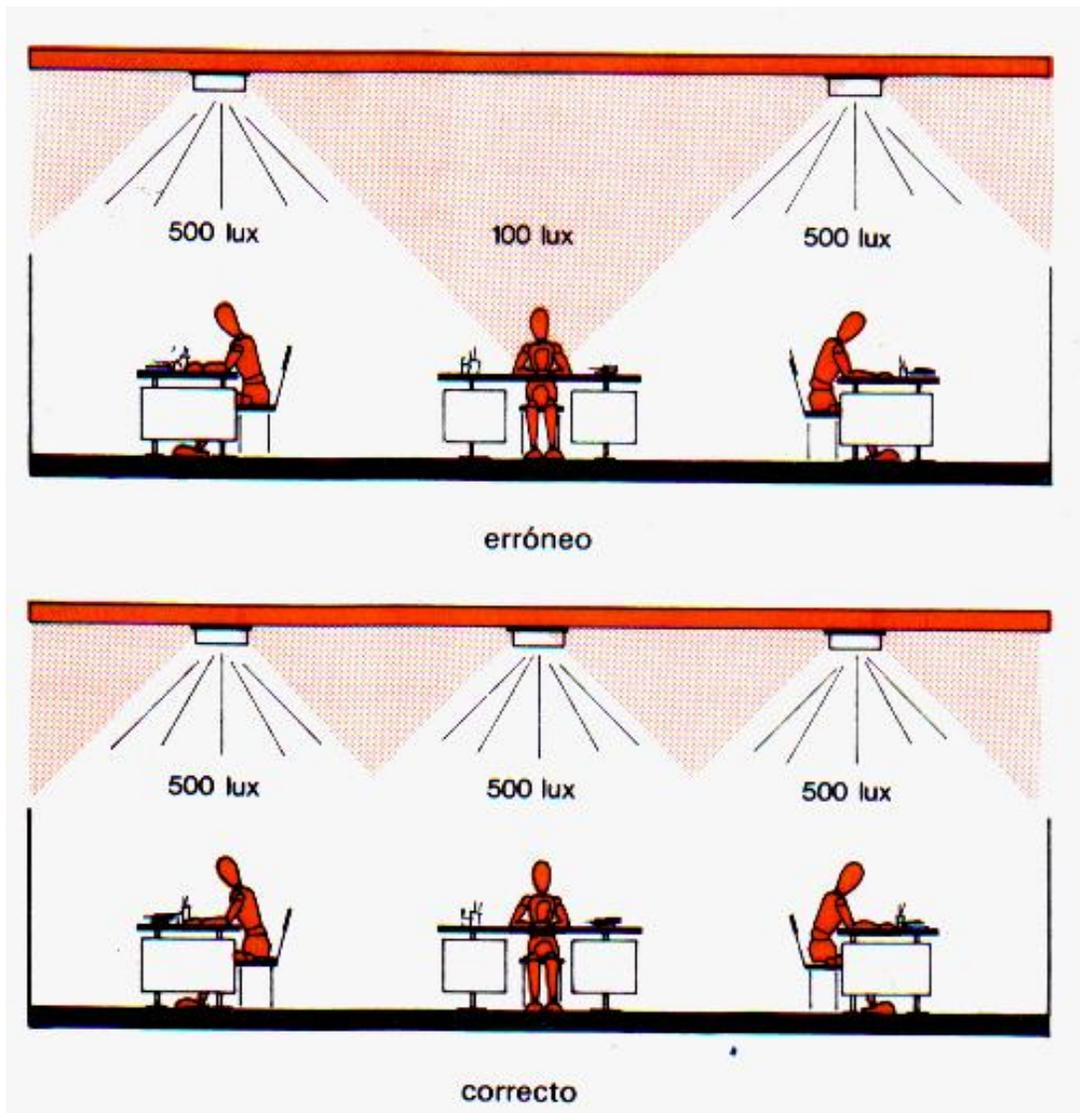


Figura 3.3 Ejemplo de una mala y buena distribución de la iluminación

Tabla 3.5 Niveles mínimos de iluminación.

TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO	ÁREA DE TRABAJO	NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN (LUX)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos	Áreas generales exteriores: patios y estacionamientos	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimientos de vehículos	Áreas generales interiores: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina	Áreas de servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia , cuartos de compresores y pailería	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble e inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies, y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas y acabado con pulidos finos	Áreas de proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulido fino	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Áreas de proceso de gran exactitud.	2,000

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA LUZ

La ausencia de sombras, como consecuencia de una iluminación demasiado uniforme, dificulta el reconocimiento de los objetos, la valoración de sus dimensiones y de la distancia a que se encuentran del sujeto que los observa.

Por el contrario, confiando la iluminación del ambiente exclusivamente a fuentes de luz direccionales se crean contrastes de sombras demasiados violentos que fatigan la vista.

Por lo tanto, la correcta elección de la fuente luminosa y de la luminaria tiene una importancia decisiva a los efectos de una buena y confortable visión. Si, por ejemplo, se ha realizado la iluminación general con lámparas fluorescentes tubulares, la distribución de la luz resulta bastante uniforme. Las sombras son suaves y las manchas de luz poco pronunciadas. Ahora bien, esta iluminación puede producir una sensación de monotonía a quien tenga que permanecer largo tiempo en el local. Tal vez sea conveniente integrar la iluminación general con lámparas que proporcionen luz direccional (lámparas de incandescencia provistas de reflector o de cúpula plateada). Soluciones de este tipo se adoptan en los grandes almacenes, tiendas, etc.

Cuando se trate de ambientes de trabajo (talleres, escuelas, laboratorios, etc.) evítese la colocación de las fuentes luminosas de modo que den lugar a sombras sobre el plano de trabajo (Figura 3.4).

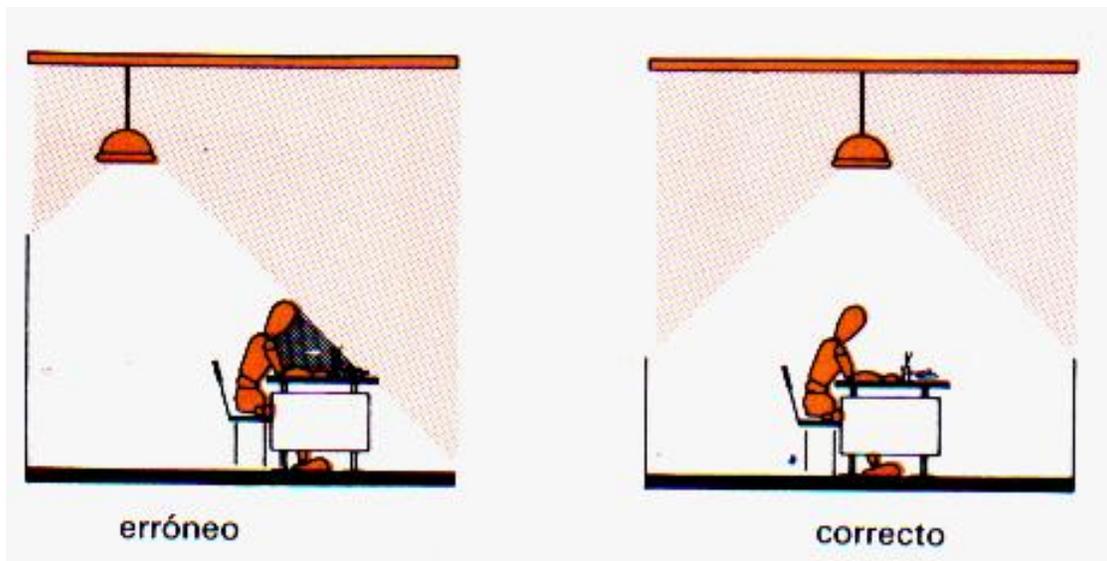


Figura 3.4 Ejemplo de colocación de luminarias sobre el plano de trabajo

Con el empleo de lámparas fluorescentes tubulares y disponiendo los objetos o planos paralelos al eje de las fuentes de luz se obtienen sombras bien definidas; ello no sucede si se colocan perpendiculares al eje de dichas lámparas.

Las fuentes de luz deben apantallarse para evitar el deslumbramiento, en particular cuando se encuentren dentro de la zona comprendida por un arco de 30° respecto al eje visual (Figura 3.4). Esto se consigue con luminarias provistas de pantalla (Figura 3.5).

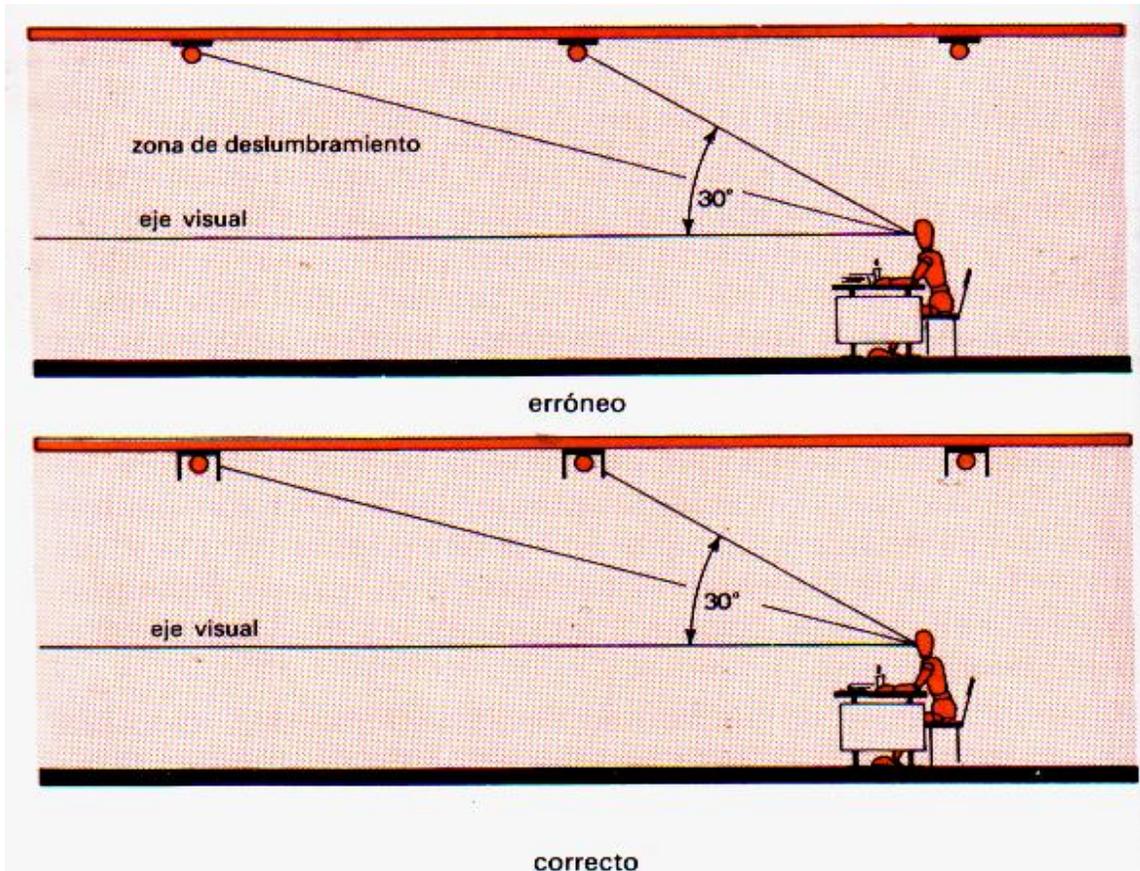


Figura 3.4 Ejemplo para colocación de luminarias fuera y dentro de la zona de deslumbramiento.

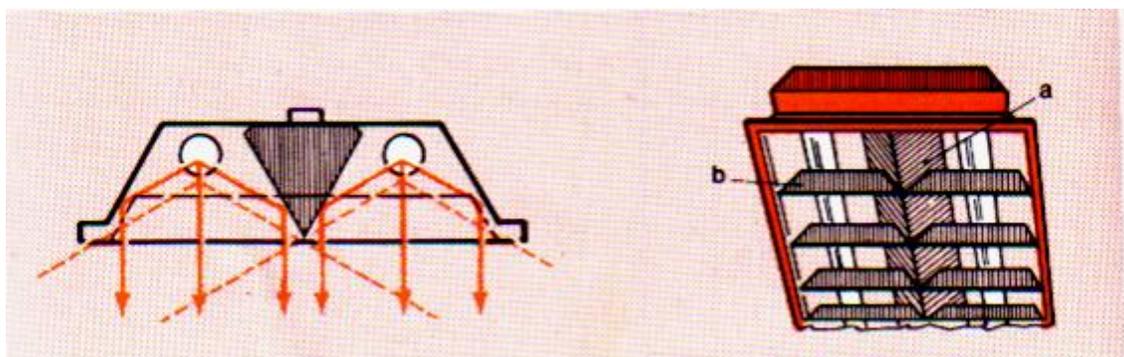
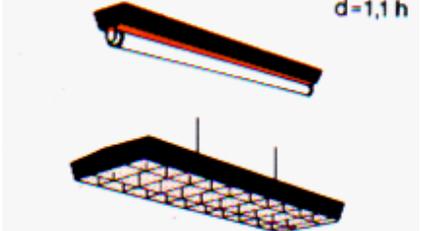


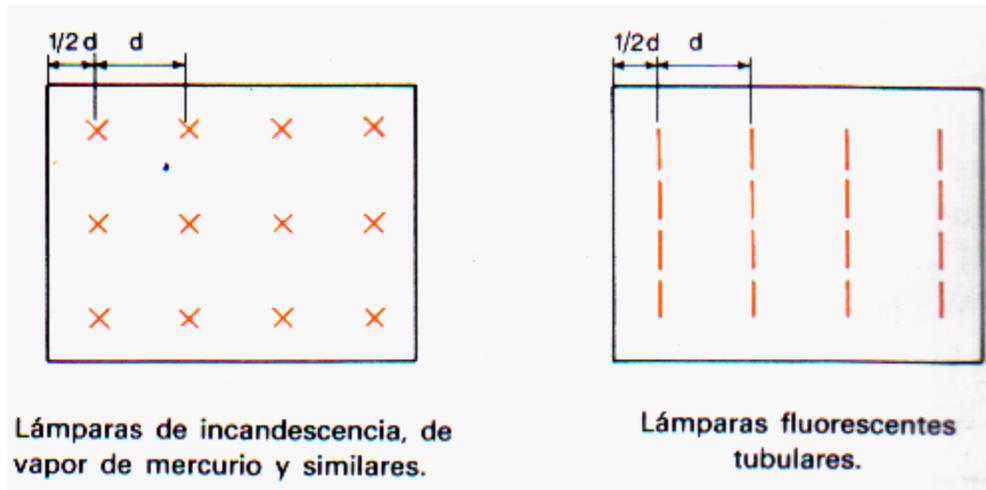
Figura 3.5 Ejemplo de luminaria provista de pantalla longitudinal (a) y transversal (b)

En iluminaciones de tipo general es conveniente que entre las zonas bien iluminadas y las que no lo están tanto exista una relación de nivel no superior a 1:3. Este resultado se puede obtener con una adecuada selección de las características de las luminarias (obsérvense las curvas fotométricas facilitadas por el constructor) y prestando atención a las distancias entre las fuentes de luz así como entre éstas y las paredes según fórmulas de la Tabla 3.6 y las Figuras 3.6.

Tabla 3.6 Distancia y altura para la distribución de distintos tipos de luminarias

Tipo de luminaria	Esquematación de la distancia y altura
Regleta de techo sola o con difusor, o bien rejillas difusoras	 $d=1,1 h$
Reflectores de haz amplio	 $d=h$
Reflectores de haz medio	 $d=0,9 h$

Referente a las luminarias colocadas, en la proximidad de las paredes adóptese una distancia de $d/2$.



Figuras 3.6 Ejemplo para colocar lámparas distribuidas por proximidad de paredes y entre ellas.

DESLUMBRAMIENTO

Puede ser:

-*Directo*: provocado al observar directamente la fuente de luz. Es el más molesto porque produce fatiga y reduce la percepción (ver fig. 3.6);

-*Reflejado*: provocado por la incidencia de los rayos luminosos sobre el objeto observado; aquellos dan lugar a rayos reflejados cuyos ángulos de reflexión son iguales y simétricos a los de los rayos incidentes. Si el fenómeno es acentuado (por la elevada reflexión del objeto) se produce pérdida de contraste y fatiga visual (ver fig.3.7).

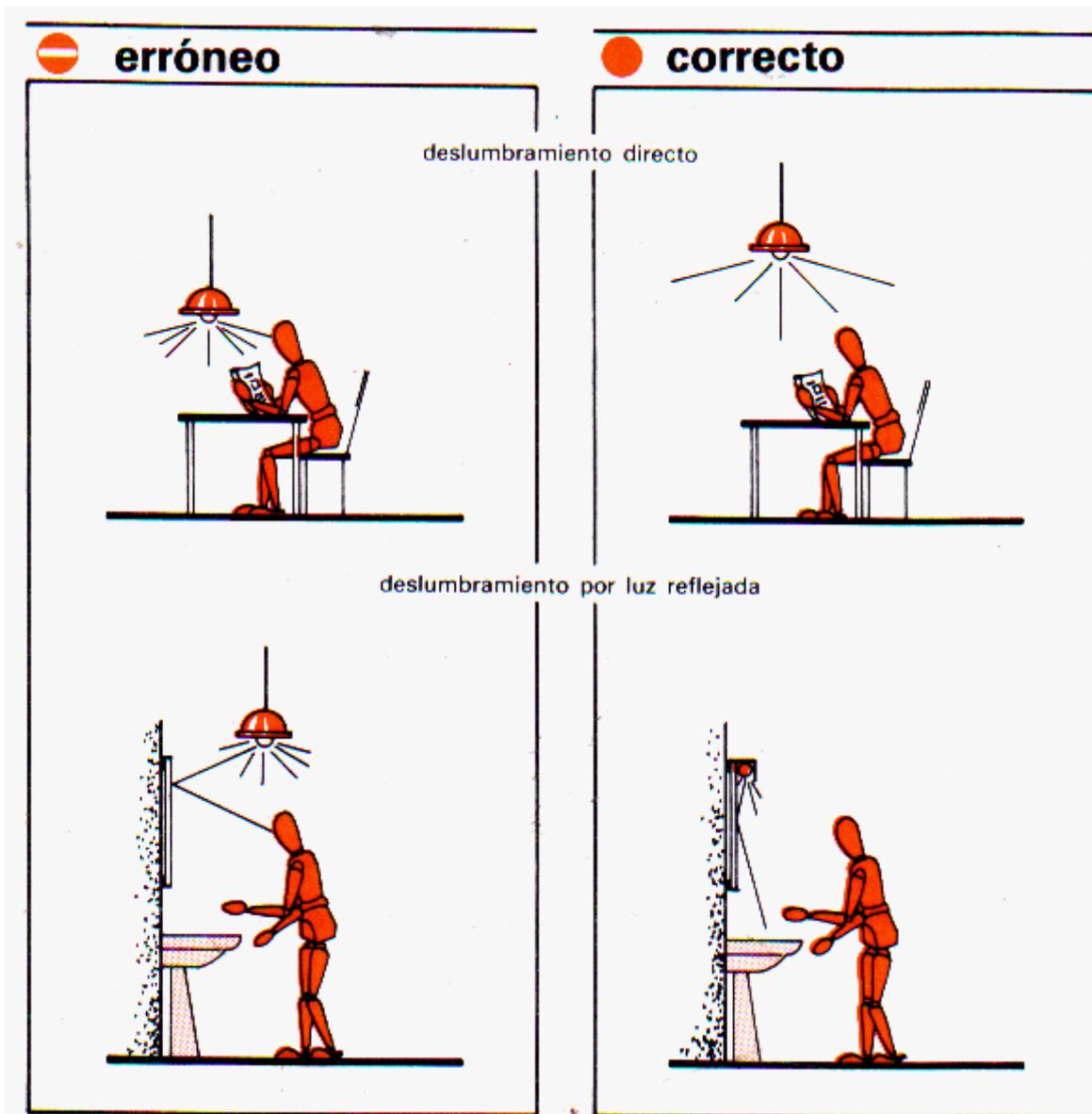


Figura 3.7 Ejemplo de deslumbramiento directo y por luz reflejada

RELACIONES DE LUMINANCIA

Cuanto más elevada sea la relación entre los valores de la luminancia del objeto y la del fondo, tanto mayor será el contraste y tanto más el objeto se destacará del fondo en favor de una visión nítida. Ahora bien un contraste excesivo fatiga la vista; por lo tanto es necesario buscar un compromiso entre buena visibilidad y visión confortable evitando los fenómenos de deslumbramiento directo y/o reflejado.

Dichos fenómenos se pueden eliminar –como ya se ha dicho – enmascarando adecuadamente las fuentes luminosas y evitando que en los locales se coloquen superficies muy reflectantes como, por ejemplo, cristales sobre las mesas de trabajo, teclas u otras partes brillantes en las máquinas de escribir o calcular. Son preferibles, pues, las superficies “mate”.

Para evitar contrastes de luminancia excesivos se requiere la colaboración entre el arquitecto (o el decorador) y el técnico en iluminación, particularmente en lo que concierne a la elección de las pinturas a emplear en las paredes. Precisamente, por ejemplo, en este caso también son preferibles las pinturas mate a las brillantes, aún cuando estas últimas se conserven limpias más fácilmente.

El color de las paredes y de los muebles tiene, asimismo, su importancia.

De hecho, cuanto más elevado es el nivel de iluminación tanto más elevada es la luminancia media. Por ejemplo, unas paredes y muebles blancos pueden dar lugar a valores de luminancia aceptables si la iluminación es de unos 100 lux, pero a 500 lux la luminancia podría ser excesiva respecto de la existente en el campo visual, resultando de ello unas condiciones ambientales no satisfactorias.

Finalmente el empleo de luminarias de gran extensión permite reducir la luminancia de las fuentes de luz. Por ejemplo, a igualdad de flujo emitido, la luminancia de un aparato en el que se han montado varias lámparas fluorescentes tubulares es inferior a la de un aparato previsto para una lámpara de vapor de mercurio (no es sin motivo que la luminancia se mide en candelas por metro cuadrado).

3.5 METODO DE CÁLCULO PARA LA ILUMINACIÓN DE INTERIORES

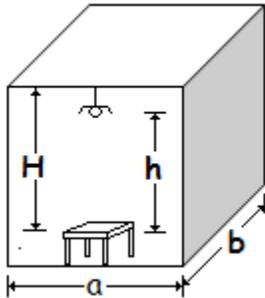
Para el proyecto de las instalaciones de iluminación de interiores se adopta el método del *flujo total*.

Llamando:

- E** *iluminación Media* que se proyecta realizar (en lux);
- Φ (Léase F_i), *flujo luminoso total* emitido exclusivamente por las lámparas para obtener la *iluminación deseada* (en lúmenes);
- S** *superficie total* del local que se proyecta iluminar (en m^2);
- u** *factor de utilización*, obtenido experimentalmente en locales normalizados, utilizando luminarias de características fotométricas similares a las que se piensa emplear.

Dicho factor depende: del sistema de iluminación, de las características de la luminaria, del índice K del local, del factor de reflexión de techo y paredes (*). El factor de utilización lo proporcionan unas tablas destinadas al efecto como se muestra en la tabla 3.6. Consúltense los fabricantes.

K *índice del local*: toma en consideración en ancho (a) y la profundidad (b) del local en cuestión, así como la altura de las lámparas respecto al plano de trabajo (h). Los valores se expresan en metros.



Para distribuciones con luz directa, semidirecta y mixta, el índice del local se calcula con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{a \cdot b}{h(a + b)}$$

Para distribuciones con luz semiindirecta o indirecta es necesario tener en cuenta la altura del local (H) respecto al plano de trabajo:

$$K = \frac{3 a \cdot b}{2 H (a + b)}$$

m *factor de mantenimiento*: tiene en cuenta la depreciación de las características fotométricas de las luminarias y el envejecimiento de las lámparas. Varía según las condiciones ambientales y la forma como se efectúa el mantenimiento. La tabla 3.7 indica los valores apropiados para aparatos de uso corriente.

Tabla 3.7 Factor de mantenimiento para cada tipo de luminaria

Tipo de mantenimiento	Factores de mantenimiento con relación al tipo de luminaria			
bueno	0,80	0,75	0,75	0,75
medio	0,70	0,65	0,70	0,65
pésimo	0,60	0,55	0,65	0,55

La fórmula básica para el cálculo del flujo luminoso total necesario para la iluminación de un local, teniendo en cuenta todos los factores que acabamos de describir, es la siguiente:

$$\Phi = \frac{E \cdot S}{u \cdot m}$$

Llamando Φ_L al flujo luminoso emitido por cada una de las lámparas, se puede deducir el número de lámparas (n) necesarias para obtener el nivel de iluminación deseado:

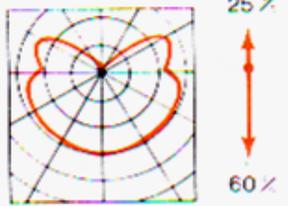
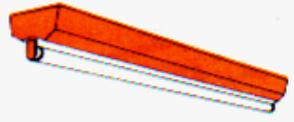
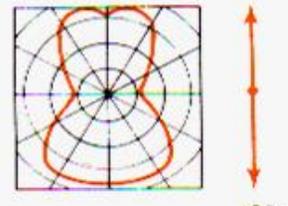
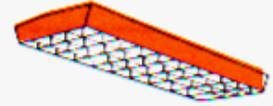
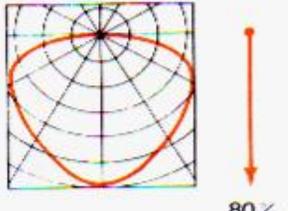
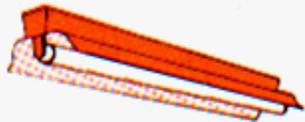
$$n = \frac{\Phi}{\Phi_L}$$

Como proceder

Orden secuencial de las magnitudes o elementos a definir	Símbolo	Unidad de medida
1. Definir las características del local que se quiere iluminar : objeto y disposición de las mesas, bancos, máquinas, etc.	-	-
2. Nivel de iluminación.	E	Lux
3. Superficie del local.	S	m ²
4. Índice del local.	K	-
5. Coeficiente de reflexión del techo y de las paredes.		-
6. Tipo de lámpara: potencia y rendimiento cromático de la misma.	-	-
7. Tipo de luminaria.	-	-
8. Factor de utilización.	u	-
9. Tipo de mantenimiento	m	-
10. Cálculo del flujo total.	Φ	lumen
11. Cálculo de número de lámparas necesario con relación al flujo emitido por cada fuente luminosa (Φ_L).	n	-
12. Cálculo de la potencia absorbida por la instalación.	P	vatio

(*) En la tabla 3.8 se toman en consideración los siguientes factores de reflexión, con relación a los colores utilizados para pintar el techo y las paredes: 75% - superficies blancas; 50% - superficies claras (grises o de color); 30% - superficies de tinte medio; 10% superficies oscuras

Tabla 3.8 Factor de utilización (u) de algunas luminarias

Tipo de iluminación	Luminarias	Índice del local K	Techo							
			75 %			50 %			30 %	
			Paredes							
			50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
semidirecta 	zócalo solo o con cubierta difusora 	0.5 ÷ 0.7	0.28	0.22	0.18	0.26	0.21	0.18	0.20	0.17
		0.7 ÷ 0.9	0.35	0.29	0.25	0.33	0.27	0.24	0.26	0.24
		0.9 ÷ 1.10	0.39	0.33	0.30	0.37	0.32	0.28	0.30	0.27
		1.10 ÷ 1.40	0.45	0.38	0.33	0.40	0.36	0.32	0.33	0.30
		1.40 ÷ 1.75	0.49	0.42	0.37	0.43	0.39	0.34	0.37	0.33
		1.75 ÷ 2.25	0.56	0.50	0.44	0.49	0.44	0.40	0.42	0.38
		2.25 ÷ 2.75	0.60	0.55	0.50	0.53	0.48	0.44	0.47	0.44
		2.75 ÷ 3.50	0.64	0.59	0.54	0.56	0.51	0.47	0.50	0.47
		3.50 ÷ 4.50	0.68	0.62	0.59	0.61	0.56	0.53	0.54	0.52
4.50 ÷ 6.50	0.70	0.65	0.62	0.65	0.62	0.60	0.58	0.57		
mixta 	difusores 	0.5 ÷ 0.7	0.26	0.23	0.21	0.23	0.21	0.19	0.19	0.17
		0.7 ÷ 0.9	0.32	0.29	0.27	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21
		0.9 ÷ 1.10	0.37	0.33	0.31	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24
		1.10 ÷ 1.40	0.40	0.36	0.34	0.34	0.31	0.30	0.28	0.26
		1.40 ÷ 1.75	0.42	0.39	0.36	0.36	0.33	0.32	0.30	0.28
		1.75 ÷ 2.25	0.46	0.43	0.40	0.41	0.38	0.35	0.32	0.30
		2.25 ÷ 2.75	0.50	0.46	0.43	0.44	0.40	0.39	0.34	0.33
		2.75 ÷ 3.50	0.52	0.48	0.45	0.46	0.44	0.41	0.37	0.36
		3.50 ÷ 4.50	0.55	0.52	0.49	0.48	0.46	0.45	0.39	0.38
4.50 ÷ 6.50	0.57	0.54	0.51	0.49	0.47	0.46	0.42	0.41		
directa 	reflectores de haz amplio 	0.5 ÷ 0.7	0.38	0.32	0.28	0.37	0.32	0.28	0.31	0.28
		0.7 ÷ 0.9	0.46	0.42	0.38	0.46	0.41	0.38	0.41	0.38
		0.9 ÷ 1.10	0.50	0.46	0.53	0.50	0.46	0.43	0.46	0.43
		1.10 ÷ 1.40	0.54	0.50	0.48	0.53	0.50	0.47	0.49	0.47
		1.40 ÷ 1.75	0.58	0.54	0.51	0.56	0.53	0.50	0.52	0.50
		1.75 ÷ 2.25	0.62	0.59	0.56	0.60	0.58	0.56	0.58	0.56
		2.25 ÷ 2.75	0.67	0.64	0.61	0.65	0.63	0.61	0.62	0.61
		2.75 ÷ 3.50	0.69	0.66	0.63	0.67	0.65	0.63	0.64	0.62
		3.50 ÷ 4.50	0.72	0.70	0.67	0.70	0.68	0.66	0.67	0.66
4.50 ÷ 6.50	0.74	0.71	0.69	0.72	0.70	0.68	0.69	0.67		

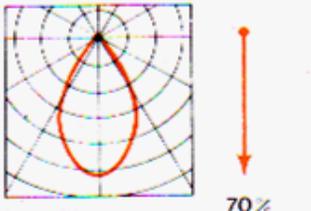
directa	reflectores de haz medio	0.5 ÷ 0.7	0.35	0.32	0.30	0.35	0.32	0.30	0.32	0.30
		0.7 ÷ 0.9	0.43	0.39	0.37	0.42	0.39	0.37	0.39	0.37
		0.9 ÷ 1.10	0.48	0.45	0.42	0.47	0.44	0.42	0.43	0.41
		1.10 ÷ 1.40	0.53	0.50	0.47	0.52	0.49	0.47	0.48	0.46
		1.40 ÷ 1.75	0.57	0.53	0.50	0.55	0.52	0.50	0.52	0.50
		1.75 ÷ 2.25	0.61	0.57	0.55	0.59	0.57	0.54	0.56	0.54
		2.25 ÷ 2.75	0.64	0.61	0.59	0.62	0.60	0.58	0.59	0.57
		2.75 ÷ 3.50	0.66	0.63	0.61	0.63	0.61	0.60	0.61	0.59
		3.50 ÷ 4.50	0.68	0.66	0.63	0.66	0.64	0.63	0.63	0.62
		4.50 ÷ 6.50	0.69	0.67	0.66	0.67	0.66	0.64	0.65	0.63

Tabla 3.9 Poder reflectante de los materiales y de las superficies

Tipo de Reflexión	Materiales	Luz reflejada %
Regular	Vidrio plateado	80 - 90
	Aluminio abrigantado	75 - 85
	Aluminio pulido y cromo	60 - 70
Difusa	Encalado con yeso	80 - 90
	Arce y maderas similares	60
	Hormigón	15 - 40
	Nogal y maderas similares	15 - 20
	ladrillos	5 - 25
Mixta	Esmalte blanco - aluminio satinado	70 - 90
	Aluminio cepillado - cromo satinado	55 - 58

Tonalidad	Color de las paredes y techos	Luz reflejada %
Clara	Blanco	75 - 90
	Crema - claro	70 - 80
	Amarillo - claro	55 - 65
	Verde claro y rosa	45 - 50
	Azul y gris claro	40 - 45
Media	Beige	25 - 35
	Ocre, marrón claro, verde oliva	20 - 25
Oscura	Verde, azul, rojo, gris (todos oscuros)	10 - 15
	negro	4

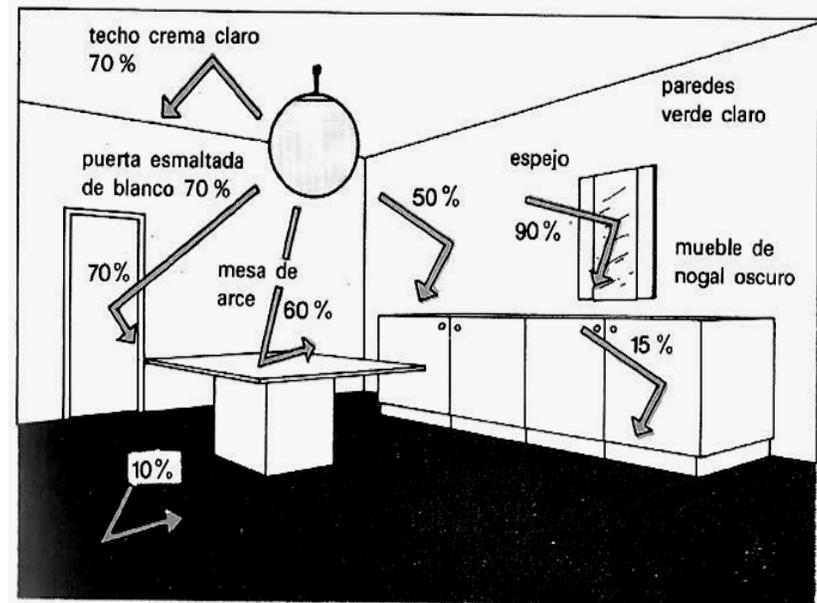


Figura 3.8 Ejemplo de reflexión de materiales y superficies

Referencias

[1] NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo

[2] Re Vittorio. *"Iluminación Interna"*.1989. Ed. marcombo Boixareu Editores. España. ISBN: 84-267-0362-3.

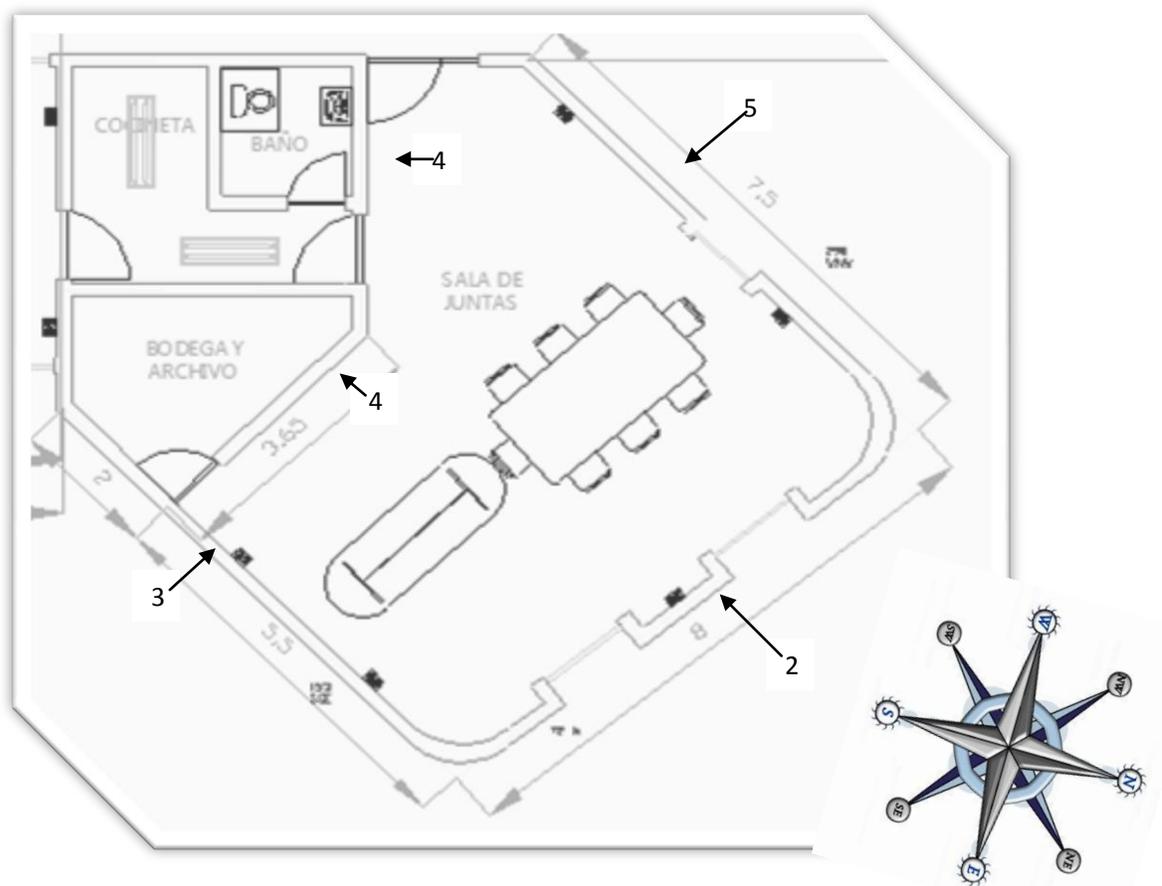
[3] Diario Oficial. NORMA Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales. Miércoles 25 de abril 2001.

[4] Miranda Barreras Ángel L. "aire acondicionado".5ta edición 2004. Ed. CEAC. España. ISBN: 84-329-6542-1.Z

[5] García Pérez Gustavo. *"Trabajo de Proyecto Final titulado: Implementación de la NOM-008 ENER-2001 eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales"*. DCI, Universidad de Quintana Roo, Diciembre 2004.

CAPÍTULO IV.- EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA E ILUMINACIÓN

En este capítulo se implementará la metodología mencionada en el capítulo III para determinar la capacidad de los equipos de aire acondicionado e iluminación propuesta y así mejorar la eficiencia en el consumo eléctrico. Se inicia definiendo un área o espacio a acondicionar específico para ejemplo de cálculo; en este caso, se eligió la *sala de juntas* cuya orientación es la siguiente.



Altura de muros= 2.92 m

Figura 4.1: plano arquitectónico en planta del local utilizado como ejemplo de cálculo y su orientación.

Se debe definir la ubicación geográfica y dimensiones del lugar a estudiar, por lo que la obtención de los planos del local (Figura 4.1), y de su cimentación. Así mismo, es de suma importancia conocer los materiales y espesores de estos dentro de la construcción, así como la orientación de cada uno de sus muros, puertas y ventanas (componentes de la estructura), además de las condiciones exteriores e interiores del local a acondicionar.

Cálculo de las partidas de calor sensible

A. Calor sensible debido a la Conducción y Radiación a través de las componentes de la envolvente.

Para determinar la ganancia total de calor por conducción y radiación se deben utilizar las ecuaciones de la NOM-008-ENER-2001.

Los muros están constituidos de la forma siguiente (figura 4.2): block, cemento, grava y polvo; en este caso particular se considera que la capa de grava, cemento y polvo es el material 1 y el block, el material 2.

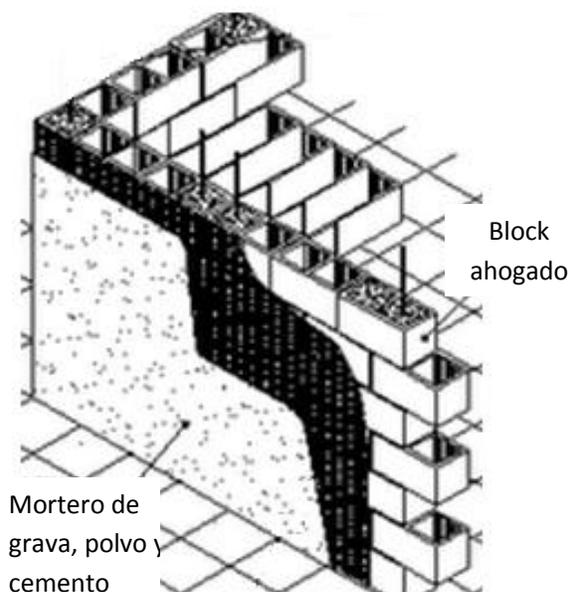


Figura 4.2 Materiales del muro

Datos requeridos para el cálculo:

- $h_e = 13 \text{ W/m K}$
- Mortero de grava, polvo y cemento de 5mm

$$\lambda_1 = 0.5 \text{ W/m } ^\circ\text{K}; l_1 = 0.005 \text{ m}$$

- Block de 14.5 cm

$$\lambda_2 = 0.49 \text{ W/m } ^\circ\text{K}; l_2 = 0.145 \text{ m}$$

- $h_i = 8.1 \text{ W/m K}$

En el local a acondicionar se encuentran ventanas y puertas de vidrio con película polarizada y puertas de madera de las siguientes características requeridas para el cálculo;

- Vidrio polarizado en puertas y ventanas

$$\lambda_1 = 0.93 \text{ W/m } ^\circ\text{K}; l_1 = 0.005 \text{ m}$$

- Madera en puertas

$$\lambda_2 = 0.13 \text{ W/m } ^\circ\text{K}; l_2 = 0.04 \text{ m}$$

Con las fórmulas B.1 y B.2 del Apéndice B de la NOM-008-ENER-01, se determinó el Coeficiente Global de Transferencia de Calor (K) de las porciones de la envolvente, como se muestra dentro el cálculo;

a. Valores para el Cálculo de la Ganancia de Calor a través de la Envolvente (*)

a.1 Ciudad: Chetumal Q. Roo, México Latitud: 18° 30´

a.2 Temperaturas equivalentes Promedio “te” (°C)

	a) Techo: 45	b) Superficie Inferior: 31
	c) Muros:	d) Partes Transparentes:
	Masivo Ligero	Tragaluz y domo: 26
Norte:	31 36	Norte: 27
Este:	34 40	Este: 28
Sur:	32 38	Sur: 29
Oeste:	32 39	Oeste: 29

a.3 Coeficiente de Transferencia de Calor “K” del edificio de referencia (W/m² K)

Techo: 0.358	Muro: 0.679
Tragaluz y ventana: 5.952	Ventana: 5.319

a.4 Factor de Ganancia de Calor Solar “FG” (W/m²)

Tragaluz y domo: 284
Norte: 95
Este: 152
Sur: 119
Oeste: 133

a.5 Barrera de vapor

✓ Si

a.6 Corrección del Factor de Sombreado exterior e interpolación

	Orie	L	H	W	P	E	W/E	P/E	Xn	Xn+1	Yn	Yn+1	Fx	Fy	a	b	c	d	SE
Ventana (Remetida)	2			1.3	0.38	2.15	0.60	0.18	0.5	1	0.1	0.2	0.21	0.77	0.71	0.82	0.57	0.64	0.62
Ventana	5	No tiene factor de sombreado exterior																	
Puerta vidrio (Volado)	5	1.65	2.92	-	-	-	0.56	-	-	-	0.5	0.6	-	-	0.90	0.89	-	-	0.89

Los valores se obtienen del Apéndice A Tabla 1 para los incisos a.2, a.3, a.4 y a.5

b. Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envoltente (*)

b.1 Descripción de la porción No homogénea(a): Techo Número (**): 1__
 Componentes de la envoltente X Horizontal Vertical

- Área de la componente en m² (A) = de geometría irregular se puede seccionar en un rectángulo de 5.5 x 8 y dos triángulos, el primero de 2 x 4.35 y el segundo de 3.9 x 2

5.5 x 8 = 44 m² → área del rectángulo $\frac{2 \times 4.35}{2} = 4.35 \text{ m}^2$ → área del primer triángulo

$$\frac{3.9 \times 2}{2} = 3.9 \text{ m}^2 \rightarrow \text{área del segundo triángulo}$$

Entonces el área total del techo es: 44 + 4.35 + 3.9 = **52.25 m²**

Material (**)	Espesor (m) "l"	Conductividad Térmica (W/m K) "λ" (****)	M Aislamiento Térmico (m ² K/W) [l / λ]
Convección exterior (****)	1.0	13	0.0769
Concreto armado	0.05	0.63	0.0793
Vigueta y Bovedilla (losa azotea)	0.25	0.99	0.2525
Aplanado interior de mortero	0.015	0.721	0.0208
Convección Interior (****)	1.0	6.6	0.1515

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos los materiales más la convección exterior e interior.

[Fórmula **M = ∑ M**] **M = 0.5811 m² K/W**

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (K)

[Fórmula **K = 1/M**] **K = 1.7208 W/m² K**

Descripción de la porción: Muro Norte Número (**): 2

Componentes de la envolvente Horizontal Si Vertical

- Área de la componente en m^2 (A) = de 8 m de largo y 2.92 m de alto, de los que hay que descontar 2 ventanas.

$$8 \times 2.92 = \mathbf{23.36 \text{ m}^2} \rightarrow \text{área del muro con ventanas}$$

por lo que tenemos entonces que el área total del muro = área de la pared con ventanas – área total de la ventana

$$23.36 - 5.22 = \mathbf{18.14 \text{ m}^2}$$

Material (**)	Espesor (m) "l"	Conductividad Térmica (W/m K) "λ" (***)	M Aislamiento Térmico (m ² K/W) [l/λ]
Convección exterior (****)	1.0	13	0.0769
Mortero de grava, polvo y cemento	0.005	0.5	0.0100
Block	0.145	0.49	0.2959
Convección Interior (****)	1.0	8.1	0.1234

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la (M) de todos los materiales más la convección exterior e interior.

[Fórmula $\mathbf{M = \sum M}$] $\mathbf{M = 0.5063 \text{ m}^2 \text{ K/W}}$

Coefficiente global de transferencia de calor de la porción (K)

[Fórmula $\mathbf{K = 1/M}$] $\mathbf{K = 1.9752 \text{ W/m}^2 \text{ K}}$

Descripción de la porción: **Muro Este** Número (**): 4

Componentes de la envolvente Horizontal Si Vertical

- Área de la componente en m² (A) = de 5.5 m de largo y 2.92 de alto, se calcula de la siguiente manera:

$$5.5 \times 2.92 = \mathbf{16.06 \text{ m}^2} \rightarrow \text{área de la pared}$$

Material (**)	Espesor (m) "l"	Conductividad Térmica (W/m K) "λ" (***)	M Aislamiento Térmico (m ² K/W) [l/λ]
Convección exterior (****)	1.0	13	0.0769
Mortero de grava, polvo y cemento	0.005	0.5	0.0100
Block	0.145	0.49	0.2959
Convección Interior (****)	1.0	8.1	0.1234

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la (M) de todos los materiales más la convección exterior e interior.

[Fórmula $\mathbf{M = \sum M}$] $\mathbf{M = 0.5063 \text{ m}^2 \text{ K/W}}$

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (K)

[Fórmula $\mathbf{K = 1/M}$] $\mathbf{K = 1.9752 \text{ W/m}^2 \text{ K}}$

Descripción de la porción: Muro Sur Número (**): 5

Componentes de la envolvente Horizontal Si Vertical

- Área de la componente en m² (A) = Hay dos muros de orientación sur, la primera de 3.65 m de largo y 2.92 de alto, la segunda de 3.9 de largo y 2.92 de alto, de los que hay que descontar 2 puertas,

$$\left. \begin{array}{l} 3.65 \times 2.92 = 10.65 \text{ m}^2 \\ 3.9 \times 2.92 = 11.38 \text{ m}^2 \end{array} \right\} 10.65 + 11.38 = 22.03 \quad \rightarrow \text{Área de la pared con puertas}$$

$$22.03 - (5.12 \text{ "puertas"}) = \mathbf{16.91 \text{ m}^2}$$

→ Área real Total de la pared

Material (***)	Espesor (m) "l"	Conductividad Térmica (W/m K) "λ" (***)	M Aislamiento Térmico (m ² K/W) [l/λ]
Convección exterior (****)	1.0	13	0.0769
Mortero de grava, polvo y cemento	0.005	0.5	0.0100
Block	0.145	0.49	0.2959
Convección Interior (****)	1.0	8.1	0.1234

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la (M) de todos los materiales más la convección exterior e interior.

[Fórmula $M = \sum M$] $M = 0.5063 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

Coefficiente global de transferencia de calor de la porción (K)

[Fórmula $K = 1/M$] $K = 1.9752 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Descripción de la porción: Puerta Sur Número (**): 6

Componentes de la envolvente Horizontal Si Vertical

- Área de la componente en m^2 (A) = son dos puertas de 0.8 x 2.75 m y 1 x 2.92 m; con lo cual tenemos que el área total de ellas se calcula de la siguiente manera:

$$\left. \begin{array}{l} 0.8 \times 2.75 = 2.2 \text{ m}^2 \\ 1 \times 2.92 = 2.92 \text{ m}^2 \end{array} \right\} 2.2 + 2.92 = \mathbf{5.12} \quad \rightarrow \text{Área de las puertas}$$

Material (**)	Espesor (m) "l"	Conductividad Térmica (W/m K) "λ" (****)	M Aislamiento Térmico (m ² K/W) [l/λ]
Convección exterior (****)	1.0	13	0.0769
Madera	0.04	0.13	0.3077
Convección Interior (****)	1.0	8.1	0.1234

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la (M) de todos los materiales más la convección exterior e interior.

[Fórmula $\mathbf{M} = \sum M$] $\mathbf{M} = 0.5080 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

Coefficiente global de transferencia de calor de la porción (K)

[Fórmula $\mathbf{K} = 1/M$] $\mathbf{K} = 1.9683 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Descripción de la porción: **Muro Oeste** Número (**): 7

Componentes de la envolvente Horizontal Si Vertical

- Área de la componente en m² (A) = se tienen 2 muros de orientación Oeste, de 7.5 m de largo por 2.92 de alto y de 2 de largo por 2.92 de alto, de los que hay que descontar la ventana y una puerta de cristal; la pared se calcula de la siguiente manera:

$$\left. \begin{array}{l} 7.5 \times 2.92 = 21.9 \text{ m}^2 \\ 2 \times 2.92 = 5.84 \text{ m}^2 \end{array} \right\} 21.9 + 5.84 = 27.74 \text{ m}^2 \rightarrow \text{área de la pared con ventana y puerta}$$

por lo que tenemos entonces que el área real de la pared es = área de la pared sin ventana y puerta – área total de la ventana – área de la puerta de cristal;

$$27.74 - 2.16 - 4.03 = \mathbf{21.55 \text{ m}^2}$$

Material (***)	Espesor (m) "l"	Conductividad Térmica (W/m K) "λ" (***)	M Aislamiento Térmico (m ² K/W) [l/λ]
Convección exterior (****)	1.0	13	0.0769
Mortero de grava, polvo y cemento	0.005	0.5	0.0100
Block	0.145	0.49	0.2959
Convección Interior (****)	1.0	8.1	0.1234

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la (M) de todos los materiales más la convección exterior e interior.

[Fórmula $\mathbf{M = \sum M}$] $\mathbf{M = 0.5063 \quad \text{m}^2 \text{ K/W}}$

Coefficiente global de transferencia de calor de la porción (K)

[Fórmula $\mathbf{K = 1/M}$] $\mathbf{K = 1.9752 \quad \text{W/m}^2 \text{ K}}$

Descripción de la porción: Puerta Oeste Número (**): 8

Componentes de la envolvente Horizontal Si Vertical

Área de la componente en m² (A) = de 1.58 de ancho x 2.55 de alto con lo cual tenemos que el área total se calcula como se muestra a continuación:

$$1.58 \times 2.55 = 4.03 \text{ m}^2 \rightarrow \text{área de la puerta de cristal}$$

Material (**)	Espesor (m) "l"	Conductividad Térmica (W/m K) "λ" (****)	M Aislamiento Térmico (m ² K/W) [l/λ]
Convección exterior (****)	1.0	13	0.0769
Vidrio Polarizado	0.005	0.93	0.0054
Convección Interior (****)	1.0	8.1	0.1234

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos los materiales más la convección exterior e interior.

[Fórmula $M = \sum M$] $M = 0.2057 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

Coefficiente global de transferencia de calor de la porción (K)

[Fórmula $K = 1/M$] $K = 4.8605 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Descripción de la porción: Ventana Oeste Número (**): 9

Componentes de la envolvente Horizontal Si Vertical

Área de la componente en m² (A) = de 1.5 de alto y 1 de ancho más un medio círculo de radio = 0.65 con lo cual tenemos que el área total de las ventanas es la siguiente:

$$1 \times 1.5 = 1.5 \text{ m}^2 \rightarrow \text{área del rectángulo de la ventana}$$
$$\frac{\pi r^2}{2} = \text{Área del medio círculo} \rightarrow \frac{\pi \times 0.65^2}{2} = 0.66 \text{ m}^2 \rightarrow \text{área del medio círculo de la ventana}$$

Así que; el área total de la ventana = área del rectángulo + área del medio círculo

$$1.5 + 0.66 = \mathbf{2.16 \text{ m}^2}$$

Material (***)	Espesor (m) "l"	Conductividad Térmica (W/m K) "λ" (****)	M Aislamiento Térmico (m ² K/W) [l/λ]
Convección exterior (****)	1.0	13	0.0769
Vidrio Polarizado	0.005	0.93	0.0054
Convección Interior (****)	1.0	8.1	0.1234

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos los materiales más la convección exterior e interior.

[Fórmula $\mathbf{M = \sum M}$] $\mathbf{M = 0.2057 \text{ m}^2 \text{ K/W}}$

Coefficiente global de transferencia de calor de la porción (K)

[Fórmula $\mathbf{K = 1/M}$] $\mathbf{K = 4.8605 \text{ W/m}^2 \text{ K}}$

* Estos valores se obtienen del Apéndice D o tablas de conductividad térmica.

** Dar un número consecutivo (1,2... N) el cual será indicado en el inciso c.3

*** Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular el muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales.

**** Para los materiales se utilizan los valores k del Apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes.

***** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de k, calculados de acuerdo al Apéndice "B"

c. Cálculo comparativo de la Ganancia de Calor

c.1 Datos Generales

Temperatura Interior (t) = 23 °C

c.2 Edificio de Referencia

$$Q_{rci} = \sum_{j=1}^n [K_j \times A_{ij} \times (t_{ei} - t)]$$

c.2.1 Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coficiente Global de Transferencia de Calor (W/m ² K) [K]	Área del edificio proyectado (m ²) [A]	Fracción de la componente [F]	Temperatura equivalente (°C) [te]	Ganancia por Conducción ϕ_{rci} (*) [KxAxFx(te-t)]
Techo	1.7208	52.25	0.95	45	1879.16
Muro Norte	1.9752	23.36	0.6	31	221.47
Ventana Norte	4.8605		0.4	27	181.67
Muro Este	1.9752	16.06	0.6	34	209.36
Muro Sur	1.9752	22.03	0.6	28	130.54
Puerta Sur	1.9683		0.6	31	208.13
Muro Oeste	1.9752	27.74	0.6	32	295.87
Puerta y ventana Oeste	4.8605		0.4	29	323.59

* Nota: si los valores son negativos significa una bonificación Por lo que deben sumarse algebraicamente

SUBTOTAL = **3,449.8 W**

c.2.2 Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$Q_{rsi} = \sum_{j=1}^m [A_{ri} \times CS_{ri} \times FG_i]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coficiente de Sombreado (CS)	Área del edificio proyectado (m ²) [A]	Fracción de la componente [F]	Ganancia de Calor (W/m ²) [FG]	Ganancia por Radiación ϕ_{rs} (*) [CSxAxFxFG]
Ventana Norte	1.0	23.36	0.4	95	887.68
Ventana y puerta Oeste	1.0	27.74	0.4	133	1475.76

SUBTOTAL = **2,363.5 W**

Cálculo comparativo de la Ganancia de Calor (continuación)

$$Q_{pci} = \sum_{j=1}^n [K_j \cdot A_{ij} \cdot (t_{ei} - t)]$$

c.3 Edificio Proyectado

c.3.1 Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente (*)	Coeficiente Global de Transferencia de Calor [k]		Área (m ²) [A]	Temperatura equivalente (°C) [te]	Ganancia por Conducción Φ_{pc} (****) [KxAx(te-t)]
	Número de la porción (**)	Valor calculado (W/m ² K) (***)			
1.1	1	1.7208	52.25	45	1978.17
4.2	2	1.9752	18.14	31	286.64
5.2	3	4.8605	5.22	27	101.49
4.3	4	1.9752	16.06	34	348.94
4.4	5	1.9752	16.91	(32+23)/2	150.30
4.4	6	1.9683	5.12	(38+23)/2	75.58
4.5	7	1.9752	21.55	32	383.09
5.5	8	4.8605	4.03	29	117.53
5.5	9	4.8605	2.16	29	62.99

Total (Sumar todas las Φ_{pc}) = **3,504.7 W**

* Abreviar considerando tipo: 1 techo, 2 tragaluz, 3 domo, 4 muro y 5 ventana; y como orientación: 1 techo, 2 norte, 3 este, 4 sur, 5 oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo "4.2" corresponde a un muro en la orientación norte.

** Número consecutivo asignado en el inciso b.1

*** Valor obtenido en el inciso b.1

**** Si valores son negativos significa una bonificación, por lo que deben sumarse algebraicamente.

c.3.2 Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$Q_{psi} = \sum_{j=1}^m [A_{ij} \times CS_j \times FG_i \times SE_{ij}]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Material (**)	Coeficiente de Sombreado (CS)	Área (m ²) [A]	Ganancia de Calor (W/m ²) [FG]	Factor de sombreado exterior [SE] (****)		Ganancia por Radiación $\Phi_{rs} (*)$ [CSxAxFGxSE]	Factor de corrección únicamente por persianas en el interior 0.56
					Número	Valor		
3.2	polarizado	0.7	5.22	95	3	0.62	215	120.4
3.5	polarizado	0.7	4.03	133	3	0.89	334	334
3.5	polarizado	0.7	2.16	133	1	1.00	201	112.6

Total (Sumar todas las Φ_{ps}) = **567 W**

- * Abreviar considerando tipo: 1 tragaluz, 2 domo, 3 ventana; y como orientación: 1 techo, 2 norte, 3 este, 4 sur y 5 oeste. Por ejemplo "5.3" corresponde a una ventana en la orientación oeste.
- ** Especifique la característica del material, por ejemplo claro, entintado, etc.
- *** Dato proporcionado por el fabricante
- **** Si la ventana tiene sombreado el número y el "SE" se obtienen del inciso a.6, y si la ventana no tiene sombreado se deja en blanco el espacio para el número y el "SE" es 1.0

d. Resumen de cálculo

d.1 Presupuesto energético

	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\left(\begin{array}{l} \Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs} \\ \Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps} \end{array} \right)$ (W)
Referencia	3,449.8	2,363.5	5,813.3
Proyectado	3,504.7	567	4,071.7

d.2 Cumplimiento

✓ SI ($\Phi_r > \Phi_p$)

NO ($\Phi_r < \Phi_p$)

Para realizar el cálculo de las partidas de ganancia de calor internas que no se consideran en la NOM-008 [1], se utilizó la metodología de Miranda [7].

Datos del Proyecto

De acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional se obtuvieron las condiciones exteriores máximas promedio anual siguientes:

Temperatura exterior: 31.4 °C
 Humedad Relativa exterior 87 %

En primer lugar se ubicarán en el diagrama psicrométrico los estados que corresponden a las condiciones exteriores e interiores. (Figura 4.3)

Punto	Temperatura	Humedad Relativa
A (exterior)	$T_1 = 31.4 \text{ °C}$	$\phi_1 = 87 \%$
B (interior)	$T_2 = 23 \text{ °C}$	$\phi_2 = 50 \%$

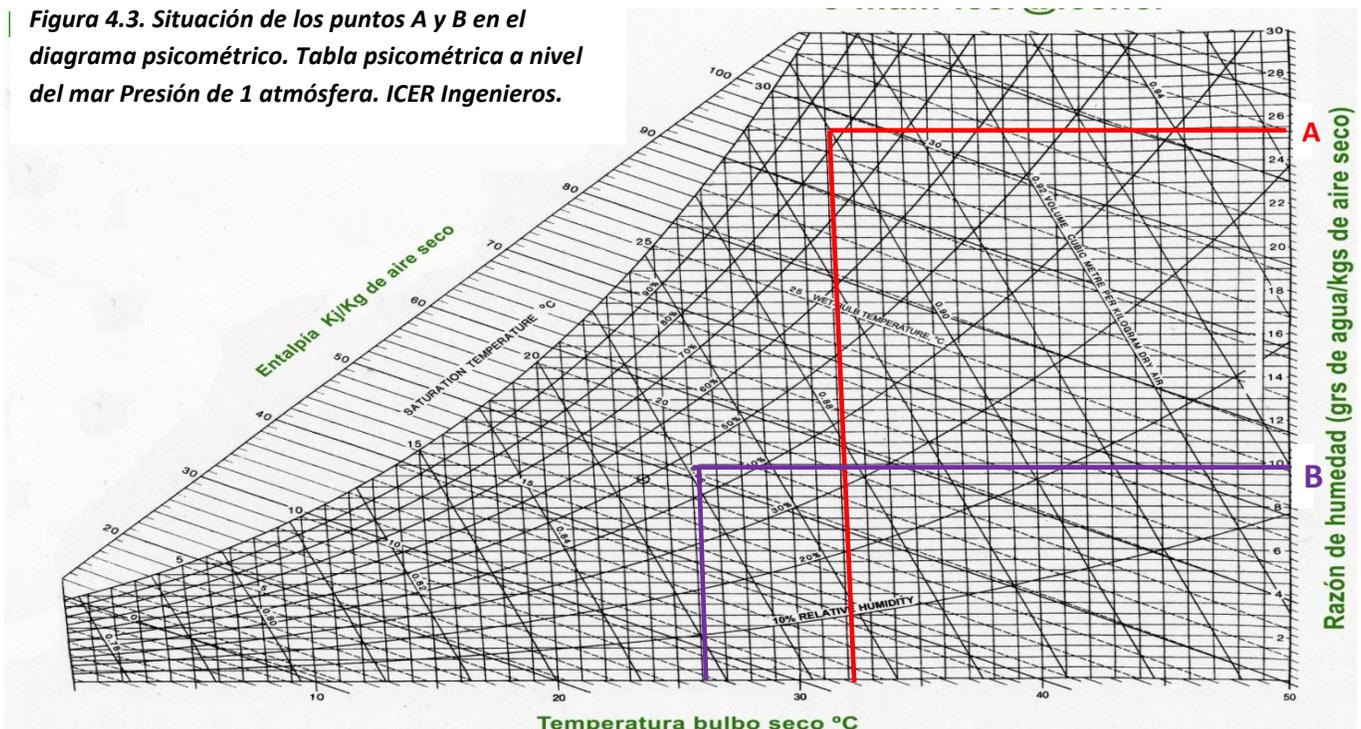
Y con esto se obtienen las humedades $W_A = 25.5 \text{ gw/kga}$, y $W_B = 8.75 \text{ gw/kga}$.

La diferencia térmica es: $\Delta t = 31.4 - 23 = 8.4 \text{ °C}$, porque no hay corrección de la temperatura exterior.

La diferencia de humedades: $\Delta W = 25.5 - 8.75 = 16.75 \text{ gw/kga}$.

La diferencia térmica es: $\Delta t = 31.4 - 23 = 8.4 \text{ °C}$, porque no hay corrección de la temperatura exterior.

Figura 4.3. Situación de los puntos A y B en el diagrama psicrométrico. Tabla psicrométrica a nivel del mar Presión de 1 atmósfera. ICER Ingenieros.



Partida A1. Calor Sensible debido al aire de infiltraciones

En este problema se utilizará la tabla 3.3 para valorar la cantidad de aire que entra por las puertas, en la columna de Caudal mínimo [m^3/h / persona] y la fila de Oficina <<Sala de Conferencias>>, obtendremos $34 \text{ m}^3/\text{h}$ x persona que será el caudal del aire de infiltraciones utilizado en el cálculo siguiente:

$$\dot{Q}_{si} = 0.34 \dot{V}_I \Delta t \quad (a)$$

Donde:

Dato de la tabla 3.3 = $34 \text{ m}^3/\text{h}$ x persona

N° de personas = 10

N° de puertas = 1 (acceso principal del exterior)

$\dot{V}_1 = (34 \times 10 \times 1) = 340 \text{ m}^3/\text{h}$

$\Delta t = 8.4 \text{ }^\circ\text{C}$ (especificado en <<datos del proyecto>>)

Sustituyendo los datos en (a) tenemos:

$$\dot{Q}_{si} = 0.34 \times 340 \times 8.4$$

$$\dot{Q}_{si} = \mathbf{971.04 \text{ W}}$$

Partida A2. Calor Generado por las personas que ocupan el local

Se consultó la Tabla 3.4 en la columna de $24 \text{ }^\circ\text{C}$; si seguimos la fila correspondiente a <<Oficinista con actividad moderada>> obtenemos 70 W por persona de calor sensible, así que:

$$\dot{Q}_{SP} = 70 \times 10 = 700 \text{ W}$$

Partida A3. Calor Generado por la Iluminación del Local

Se considera que el local cuenta con 17 luminarias fluorescentes de 39 W cada una por lo que $17 \times 39 = 663 \text{ W}$ de iluminación fluorescente, sustituyendo en la fórmula correspondiente tenemos:

$$\dot{Q}_{SIL} = 663 \times 1.25 = \mathbf{828.75 \text{ W}}$$

Partida A4 y A5. Calor Generado por Máquinas y otras fuentes

No se tendrá en cuenta la partida A4 y A5 (máquinas y otras fuentes), ya que el local no cuenta con ellas.

Cálculo de las partidas de calor latente

Las partidas que debemos calcular son las siguientes:

Partida B1. Calor Latente debido al aire de infiltraciones.

Con el mismo dato del caudal encontrado en la tabla 3.3 para la partida A1; sustituimos en la fórmula los datos siguientes:

$$\dot{Q}_{LI} = 0.83 \dot{V}_i \Delta W \quad (b)$$

Donde:

$$\dot{V}_i = 340 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta W = 16.75 \text{ gw/kga (especificado en <<datos del proyecto>>)}$$

Sustituyendo los datos en (b) tenemos:

$$\dot{Q}_{LI} = 0.83 \times 340 \times 16.75$$

$$\dot{Q}_{LI} = \mathbf{4,726.85 \text{ W}}$$

Partida B2. Calor Latente generado por las personas que ocupan el local

En la tabla 3.4 se ha obtenido, precedentemente, el calor sensible por persona. En la misma tabla al lado aparece el calor latente que es de 58 W por persona, de manera que:

$$\dot{Q}_{LP} = 58 \times 10 = \mathbf{580 \text{ W}}$$

Partida B3. Calor Latente producido por causas diversas

No se toma en cuenta la partida B3 ya que el local no cuenta con otra fuente de calor.

Suma de las partidas

La carga sensible efectiva parcial será la suma de lo que se ha ido obteniendo en cada apartado:

Carga sensible efectiva total

- Conducción.....	3,504.73	W
- Radiación.....	567	W
- Infiltración.....	971.04	W
- Personas.....	700	W
- Iluminación.....	828.75	W

TOTAL.....	6,962.461	W

Carga latente efectiva total

- Infiltración.....	4,726.85	W
- Personas.....	580	W

TOTAL.....	5,306.85	W

A la carga sensible hay que añadir un 10% en concepto de factor de seguridad.

Así, la carga sensible efectiva vale:

$$6,962.461 + 6,96.246 = \mathbf{7,658.70\ W}$$

A la carga latente hay que añadir también un 10%. Luego la *carga latente efectiva total* vale:

$$5,306.85 + 530.685 = \mathbf{5,837.53\ W}$$

Para determinar la *carga efectiva total* se suma la sensible y la latente:

$$7,658.70 + 5,837.535 = \mathbf{13,496.23\ W}$$

Para facilitar el manejo de los datos obtenidos se llenaron las Tablas 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 y 4.7 de la siguiente manera.

Formato y conceptos para llenar las tablas de resumen.

Tabla 4.1 Ganancia de calor por conducción

Nombre del local a acondicionar	No. del punto cardinal al que este dirigido el muro según NOM	$1/h_e$ = conductancia superficial exterior es igual a 13 W/m^2 según NOM		L = espesor de cada uno de los materiales que componen la porción de la envoltura del edificio en (m) K = coeficiente de conductividad térmica de cada uno de los materiales que componen la porción de la envoltura del edificio en W/m K							Área de la superficie		Ti = temp. Interna propuesta		
SALA DE JUNTAS	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	(5.5 X 8)+6.909	0.5811	1.7209	52.25	45	23	1978.16	Ganancia de calor total por conducción en cada local a acondicionar
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(8 x 2.92) - ventana	0.5062	1.9754	18.14	31	23	286.67	
		3	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	5.5 x 2.92	0.5062	1.9754	16.06	34	23	348.98	
		4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(7.55 x 2.92) - 5.12	0.5062	1.9754	16.91	28	23	150.32	
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(0.65 x 2.92-vent)	0.5062	1.9754	21.55	32	23	383.14	
		Ventana	2	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	(1.3 x 1.5 r=0.65) x 2	0.2057	4.8620	5.22	27	23	
	5		0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1 x 1.5 r=0.65	0.2057	4.8620	2.16	29	23	63.01	
	Puerta	4 mad	0.1234	0.0769	0.3077	0.0000	0.0000	(1 x 2.92) + (0.8 x 2.75)	0.5080	1.9685	5.12	31	23	75.59	
		5 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.58 x 2.55	0.2057	4.8620	4.03	29	23	117.53	

Componente de la superficie a estudiar

$1/h_i$ = Conductancia superficial interior en $\text{W/m}^2 \text{ K}$, 6.6 para superficies horizontales y 8.1 para superficies verticales según NOM.

Área de las superficies desglosada

M = aislamiento térmico total de la superficie ensayada

K = coefi. global de trans. de calor de una porción de la envoltura, en $\text{W/m}^2 \text{ K}$. ($K=1/M$)

Te = temp. exterior según Apéndice Normativo tabla 1

Ganancia de calor por conducción por cada superficie de la envoltura

Tabla 4.2 Ganancia de calor por radiación

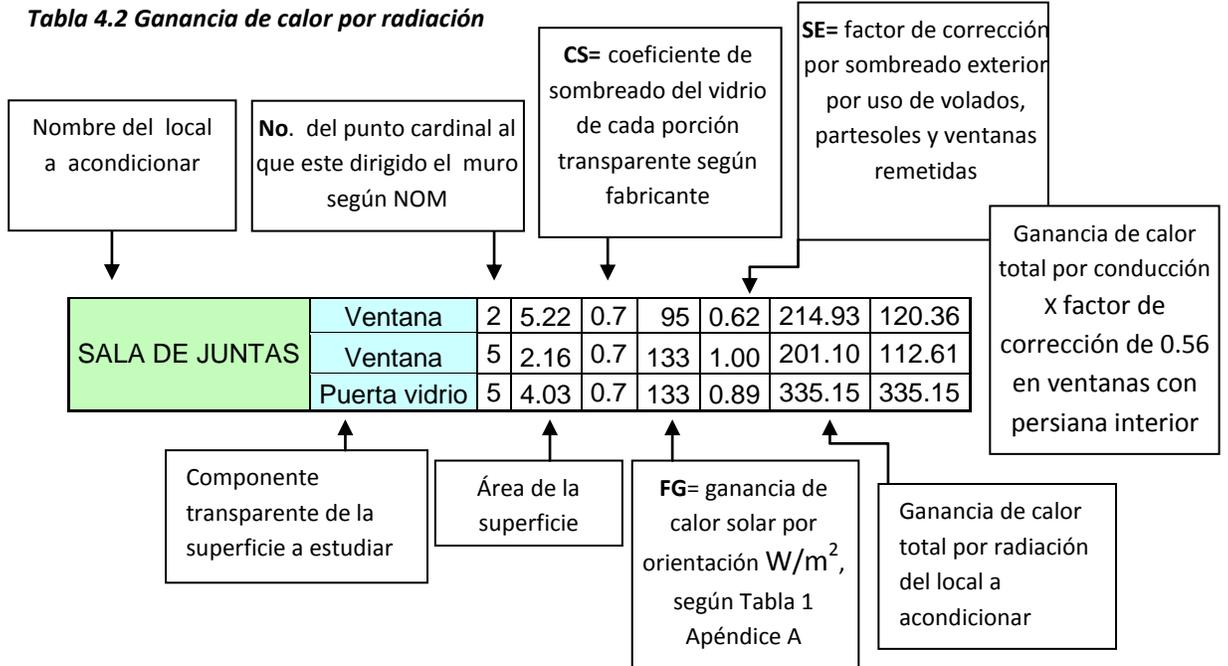


Tabla 4.3 Ganancia de calor Sensible por Personas, Iluminación y Máquinas

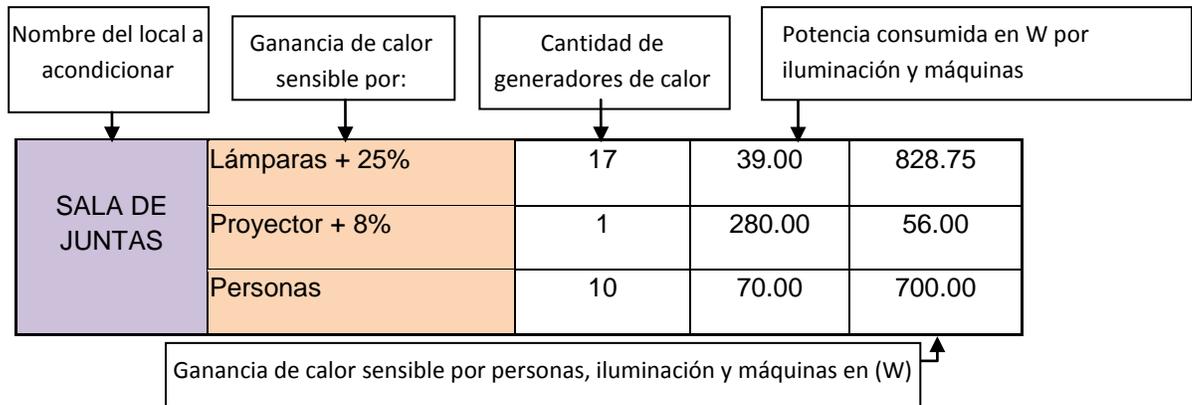


Tabla 4.4 Ganancia de calor sensible por infiltración

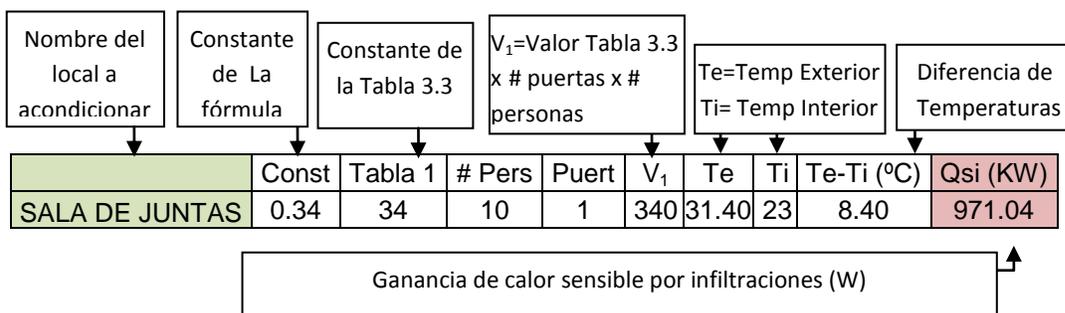


Tabla 4.5 Ganancia de calor latente por infiltración

Nombre del local a acondicionar	Constante de La fórmula	Constante de la Tabla 3.3	$V_1 =$ Caudal de Infiltraciones	$W_e =$ Humedad exterior $W_i =$ Humedad interior	Diferencia de Humedades				
Lugar	Constante	Tabla 3.3	Personas	Puertas	V_1	W_e (g/kg)	W_i (g/kg)	$W_e - W_i$ (g/kg)	QI (kW)
SALA DE JUNTAS	0.83	34	10	1	340	25.50	8.75	16.75	4726.85

Tabla 4.6 Ganancia de calor latente por personas que ocupan el local

Nombre del local a acondicionar	Constante de La Tabla 3.4 calor latente x persona		
Lugar	DATO DE TABLA	No. PERSONAS	QLP (W)
SALA DE JUNTAS	30	10	300

Ganancia de calor latente por personas que ocupan el local (W)

Tabla 4.7 Resumen de iluminación

Dato de la Tabla 3.5	Datos del local			$K = \frac{a \cdot b}{h(a + b)}$	Dato de Tabla 3.7	$\phi = \frac{E \cdot S}{u \cdot m}$	División flujo total/ flujo luminoso de las lámparas propuestas					
Nivel de Ilum. (E)	Area superficie (S)			altura (h)	índice del local (K)	coef. De reflexión			Tipo de manto.	flujo total ϕ	Número de Lámparas (n)	
	a	b	S			techo	pared	u			T12 ϕ L = 2200	T8 ϕ L = 2950
350	4	4.15	16.6	2.12	0.96	80	50	0.37	0.7	22432	10.2	7.6

Dato de Tabla 3.9 según colores

Coeficiente de Reflexión y K localizar en Tabla 3.8

CÁLCULO DE ILUMINACIÓN

De igual manera utilizaremos la <<sala de juntas>> para ejemplo de cálculo por iluminación

Datos de partida

Definición de las características del local.

Dimensiones: en planta de geometría irregular se puede seccionar en un rectángulo de 5.5 x 8 m y dos triángulos, de 2 x 4.35 m y de 3.9 x 2 m

Altura del techo: 2.02 m

Colores: pared verde claro; techo blanco.

Sistema de iluminación: semidirecta

Datos a determinar o calcular

1. Nivel de Iluminación: $E=350$ lux

2. Superficie del local

$5.5 \times 8 = 44 \text{ m}^2 \rightarrow$ área del rectángulo $\frac{2 \times 4.35}{2} = 4.35 \text{ m}^2 \rightarrow$ área del primer triángulo
 $\frac{3.9 \times 2}{2} = 3.9 \text{ m}^2 \rightarrow$ área del segundo triángulo

Entonces el área total de la superficie es: $44 + 4.35 + 3.9 = 52.25 \text{ m}^2$

Para fines de cálculo $S = a \times b$ donde $a = 8 \text{ m}$ y $b = 6.53 \text{ m}$

3. Índice del local: asumiendo que se va a utilizar una luminaria suspendida del techo, y que el plano de trabajo está a 0.90m del suelo, la altura h a considerar será de 2.02 m. por consiguiente tratándose de una iluminación semidirecta, tendremos:

$$K = \frac{a \cdot b}{h(a+b)} = \frac{8 \times 6.53}{2.02(8+6.53)} = 1.78 \text{ 1.4}$$

4. Coeficientes de reflexión (figura 3.8): techo 75%, paredes 50% (ver Tabla 3.9)

5. Tipo de lámpara: fluorescente

6. Tipo de luminaria: Rejillas difusoras

7. Factor de utilización: $u = 0.46$ obtenido de la tabla 3.8 con relación al tipo de luminaria elegido, al índice del local (1.78, o sea, comprendido entre 1.75 y 2.25), y el coeficiente de reflexión del techo (75%) y de las paredes (50%).
8. Tipo de mantenimiento previsto: medio = 0.70 (ver tabla 3.7)
9. Flujo total:

$$\Phi = \frac{E \cdot S}{u \cdot m} = \frac{350 \cdot 52.25}{0.46 \cdot 0.70} = 56522 \text{ lumen}$$

10. Para el siguiente paso se tomaron los datos de flujo luminoso, tipo de lámpara y demás características de las mismas del catálogo Philips Lámparas Fluorescentes Tubulares 2009. www.luz.philips.com

$$\Phi_L = 2950 \text{ lumen}$$

$$n = \frac{\Phi}{\Phi_L} = \frac{56522}{2950} = 18 \text{ lámparas}$$

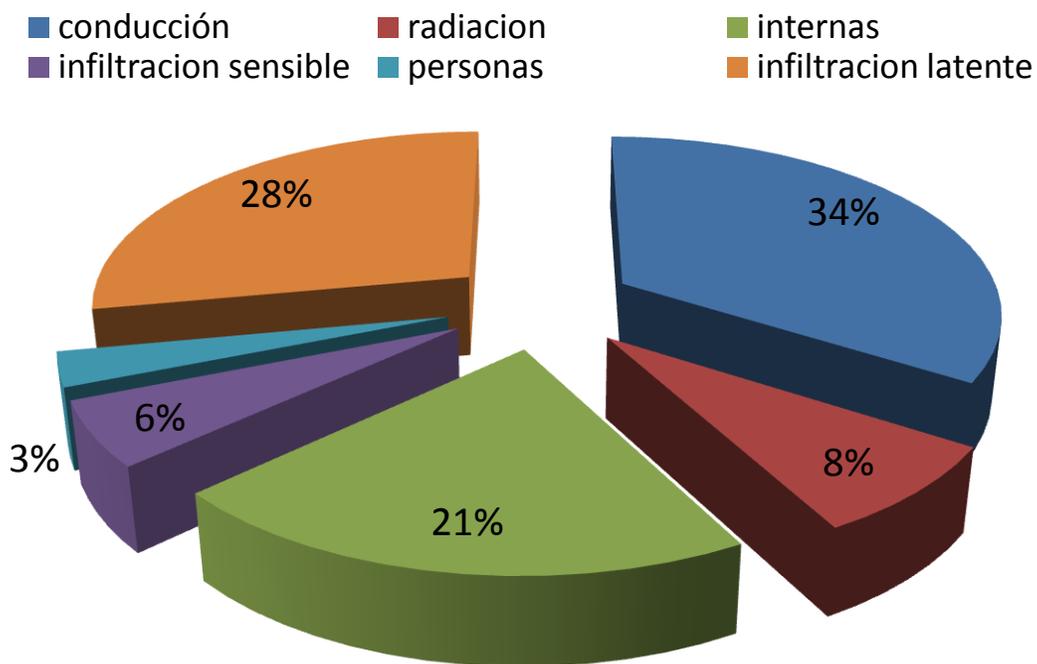
Referencias

- [1] García Pérez Gustavo. *“Trabajo de Proyecto Final titulado: Implementación de la NOM-008 ENER- 2001 eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales”*. DCI, Universidad de Quintana Roo, Diciembre 2004.
- [2] Diario Oficial. NORMA Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales. Miércoles 25 de abril 2001.
- [3] Re Vittorio. *“Iluminación Interna”*.1989. Ed. marcombo Boixareu Editores. España. ISBN: 84-267-0362-3.
- [4] Miranda Barreras Ángel L. *“aire acondicionado”*.5ta edición 2004. Ed. CEAC. España. ISBN: 84-329-6542-1.Z
- [5] NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo

CAPÍTULO V. - RESULTADOS OBTENIDOS Y ANÁLISIS

Utilizando las fórmulas antes mencionadas en el capítulo 3 <<metodología>> y aplicadas como se muestra en el capítulo 4 <<ejemplo de cálculo de la carga térmica>> se obtuvieron los datos de las siguientes tablas donde se expresan los resultados de las ganancias térmicas.

En la gráfica 5.1 podemos observar que la mayor ganancia de calor en el edificio de la STTCH es por la partida de conducción con 34%, seguida por la de infiltración latente con 28%. En tercer término están las ganancias internas con 21%. Es precisamente en estas aportaciones de calor en donde se deben canalizar las medidas que permitan minimizarlas.



Gráfica 5.1 Porcentaje de la ganancia térmica por partida

GANANCIA DE CALOR POR CONDUCCIÓN

TABLA 5. 1 Edificio A

DEPTO SE'S		Orient.	1/hi	1/he	L1/k1	L2/k2	L3/k3	L X L	M	K	A	te	t	Qpc (W)	
DEPTO SE'S	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	4.15 x 4	0.5811	1.72089	16.60	45	23	628.47	1007.21
	Muro	4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	4.15 x 2.92 - ventana	0.5062	1.97543	9.51	32	23	169.04	
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	2 x 2.92 - ventana	0.5062	1.97543	3.23	32	23	57.43	
	Ventana	4	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.5 x 1.3 r=0.65	0.2057	4.86201	2.61	29	23	76.14	
		5	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.5 x 1.3 r=0.65	0.2057	4.86201	2.61	29	23	76.14	
DEPTO. LT'S	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	4 X 5	0.5811	1.72089	20.00	45	23	757.19	1413.39
	Muro	3	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	4 X 2.92 - ventana	0.5062	1.97543	9.07	34	23	197.09	
		4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	5 X 2.92	0.5062	1.97543	14.60	28	23	129.79	
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	4 X 2.92 - ventana - puerta	0.5062	1.97543	6.57	32	23	116.81	
	Ventana	3	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.5 x 1.3 r=0.65	0.2057	4.86201	2.61	28	23	63.45	
		5	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.5 x 1.3 r=0.65	0.2057	4.86201	2.61	29	23	76.14	
Puerta	5 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1 x 2.5	0.2056	4.86201	2.5	29	23	72.93		
DEPTO. COMUNICACIONES	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	5 X 4.5	0.5811	1.72089	22.50	45	23	851.84	1661.96
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	4.5 x 2.92 - ventanas	0.5062	1.97543	7.62	31	23	120.42	
		3	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	5 x 2.92	0.5062	1.97543	14.60	34	23	317.25	
		4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	4.5 x 2.92 - ventana	0.5062	1.97543	10.38	32	23	184.49	
	Ventana	2	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.5 X 1.4 r=0.65 x 2	0.2057	4.86201	5.52	27	23	107.35	
4		0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.5 X 1.4 r=0.65	0.2057	4.86201	2.76	29	23	80.60		
DEPTO. MOD Y PUESTA EN SERV	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	(4 x 4)-1.5	0.5811	1.7209	14.50	45	23	548.96	1018.45
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(3 X 2.92)- ventana	0.5062	1.9754	5.85	31	23	92.45	
		2 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.05 x 2.92	0.2057	4.8620	3.07	25	23	29.81	
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(4 X 2.92)- ventana	0.5062	1.9754	9.07	32	23	161.25	
		3 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.5 X 2.92	0.2057	4.8620	4.38	26	23	53.24	
	Ventana	2	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.5 X 1.5 r=0.65	0.2057	4.8620	2.91	27	23	56.59	
5		0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.5 x 1.3 r=0.65	0.2057	4.8620	2.61	29	23	76.14		
RECEPCIÓN 1	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	(6.5 x 4.6) - 1.28	0.5811	1.7209	28.62	45	23	1083.54	1498.38
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	3.16 X 2.92 - ventana	0.5062	1.9754	6.47	31	23	102.20	
	Puerta	2 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.5 x 2.92	0.2057	4.8620	4.38	25	23	42.59	
		3 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	2.54 X 2.92	0.2057	4.8620	7.42	29	23	216.36	
	Ventana	2	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.4 x 1.5 r=65	0.2057	4.8620	2.76	27	23	53.68	

TABLA 5.1 Edificio B

DEPTO	Orient.	1/hi	1/he	L1/k1	L2/k2	L3/k3	L X h	M	K	A	te	ti	Qpc	
													(W)	
DEPTO SACPACI	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	4 x 3.5	0.5811	1.7209	14.00	45	23	530.03
	Muro	4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(3.5 x 2.92)- ventana	0.5062	1.9754	7.61	34	23	165.36
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(4 x 2.92) - ventana	0.5062	1.9754	9.07	32	23	161.25
	Ventana	3 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.23 x 2.92	0.2057	4.8620	3.59	26	23	43.66
		4	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.3 x 1.5 r=0.65	0.2057	4.8620	2.61	29	23	76.14
5		0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.3 x 1.5 r=0.65	0.2057	4.8620	2.61	29	23	76.14	
1052.59														
TALLER DE COMPU	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	4.15 X 3.5	0.5811	1.7209	14.53	45	23	549.91
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(2 x 2.92) - ventana	0.5062	1.9754	3.23	31	23	51.05
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(4.15 x 2.92) - ventana	0.5062	1.9754	9.51	32	23	169.04
	Ventana	2	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.3 x 1.5 r=0.65	0.2057	4.8620	2.61	27	23	50.76
		5	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.3 x 1.5 r=0.65	0.2057	4.8620	2.61	29	23	76.14
896.90														
DEPTO. CONTROL	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	4 X 5	0.5811	1.7209	20.00	45	23	757.19
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	5 X 2.92	0.5062	1.9754	14.60	27	23	115.37
		3	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(4 x 2.92)- ventana	0.5062	1.9754	9.07	34	23	197.09
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(4 x 2.92)-ventanas	0.5062	1.9754	6.83	32	23	121.43
	Ventana	3	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.3 x 1.5 r=0.65	0.2057	4.8620	2.61	28	23	63.45
1396.01														
DEPTO PROTEC	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	5 X 4.5	0.5811	1.7209	22.50	45	23	851.84
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(4.5 x 2.92) - ventanas	0.5062	1.9754	10.38	31	23	43.62
		3	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	5 X 2.92	0.5062	1.9754	14.60	29	23	158.63
		4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(4.5 x 2.92) - ventanas	0.5062	1.9754	7.62	32	23	135.48
	Ventana	2	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.4 x 1.5 r=0.65	0.2057	4.8620	2.76	27	23	53.68
1404.27														
RECEPCIÓN 2	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	(6.58 x 5.2) - 1.12	0.5811	1.7209	33.10	45	23	1253.00
	Muro	4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(3.24 x 2.92) - ventana	0.5062	1.9754	6.70	32	23	119.13
	Ventana	4	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.4 x 1.5 r=0.65	0.2057	4.8620	2.76	29	23	80.51
	Puerta	2 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	(0.55 x 2.92)+(1.34 x 2.92)+(0.5 x 2.92)	0.2057	4.8620	6.98	27	23	135.72
4 vid		0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.85 x 2.92	0.2057	4.8620	5.40	26	23	78.79	
1667.17														

TABLA 5.1 Edificio C

		Orient.	1/hi	1/he	L1/k1	L2/k2	L3/k3	L X L	M	K	A	te	t	Qpc (W)	
AUX. JEFATURA	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	5x2.59 +(0.46*1.88)+(3.12*0.98)	0.5811	1.7209	18.12	45	23	686.02	
	Muro	3	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(2.52 x 2.92)+(1.38x2.92) -vent	0.5062	1.9754	9.08	34	23	197.26	
		4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(3.12 x 2.92)-vent + (1.28 x 2.92)	0.5062	1.9754	9.69	28	23	86.12	
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(2.59x 2.92)-puerta	0.5062	1.9754	1.95	32	23	34.72	
	Ventana	3	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.1 x 1.5 r=0.65	0.2057	4.8620	2.31	28	23	56.16	
		4	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.6 x 1.35 r=0.8	0.2057	4.8620	3.16	29	23	92.18	
Puerta	5 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	2.2 x 2.55	0.2057	4.8620	5.61	29	23	163.66	1316.11	
JEFATURA	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	(6.5 X 5)-(1.88 x 0.46)-(0.6 x 1.4) x 2)	0.5811	1.7209	29.96	45	23	1134.09	
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(4.4 x 2.92) - puerta madera	0.5062	1.9754	10.59	27	23	83.68	
		3	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(1 X 2.92)+(2.25 X 2.92)	0.5062	1.9754	9.49	34	23	206.22	
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(5 X 2.92)+(0.2 X 2.92)	0.5062	1.9754	15.18	28	23	134.98	
	Puerta	2 mad	0.1234	0.0769	0.3077	0.0000	0.0000	1 x 2.55	0.5080	1.9685	2.55	30	23	32.63	
	Ventana	3	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	(1.4 x 1.5 r=0.65) x 2	0.2057	4.8620	5.52	28	23	134.19	
5		0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.3 x 1.5 r=0.65	0.2057	4.8620	2.61	29	23	76.14	1801.92	
SALA DE JUNTAS	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	(5.5 X 8)+6.909	0.5811	1.7209	52.25	45	23	1978.16	
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(8 x 2.92) - ventana	0.5062	1.9754	18.14	31	23	286.67	
		3	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	5.5 x 2.92	0.5062	1.9754	16.06	34	23	348.98	
		4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(7.55 x 2.92) - 5.12	0.5062	1.9754	16.91	28	23	150.32	
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(0.65 x 2.92)+ {(7.5 x 2.92)-vent}	0.5062	1.9754	21.55	32	23	383.14	
		2	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	(1.3 x 1.5 r=0.65) x 2	0.2057	4.8620	5.22	27	23	101.52	
	Ventana	5	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1 x 1.5 r=0.65	0.2057	4.8620	2.16	29	23	63.01	
		4 mad	0.1234	0.0769	0.3077	0.0000	0.0000	(1 x 2.92) + (0.8 x 2.75)	0.5080	1.9685	5.12	31	23	75.59	
Puerta	5 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.58 x 2.55	0.2057	4.8620	4.03	29	23	117.53	3504.93	

TABLA 5.1 Edificio D

		Orient.	1/hi	1/he	L1/k1	L2/k2	L3/k3	L X L	M	K	A	te	t	Qpc (W)	
AUXILIARES ADMINISTRATIVOS	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	(5 x 8) - (0.6 x 1.4)x 2	0.5811	1.7209	38.32	45	23	1450.78	
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	5 x 2.92	0.5062	1.9754	14.60	27	23	115.37	
		3	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(8 x 2.92)- ventana	0.5062	1.9754	17.84	34	23	387.66	
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(8 x 2.92)- puerta - ventanas	0.5062	1.9754	15.61	28	23	138.78	
	Puerta	5 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.3 x 2.545	0.2057	4.8620	3.31	26	23	48.26	
	Ventana	3	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	(1.4 x 1.5 r=0.65) x 2	0.2057	4.8620	5.52	28	23	134.19	
5		0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	(1.4 x 1.5 r=0.65) +(1.4 x 1.2)	0.2057	4.8620	4.44	29	23	129.52	2404.55	
OFICINA	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	4.4 X 4.53	0.5811	1.7209	19.93	45	23	754.62	
	Muro	5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(4.53 x 2.92)- ventana	0.5062	1.9754	9.42	32	23	167.43	
	Ventana	5	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	2 x 1.2 r=0.95	0.2057	4.8620	3.81	29	23	111.15	1033.20
ADMINISTRADOR	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	4.53 x 3.8	0.5811	1.7209	17.21	45	23	651.71	
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	3.8 x 2.92	0.5062	1.9754	11.10	31	23	175.36	
		3	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(4.53 x 2.92)- ventana	0.5062	1.9754	9.51	34	23	206.60	
Ventana	3	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.6 x 1.7 r=0.8	0.2057	4.8620	3.72	28	23	90.43	1124.10	
DEPTO DE GESTION Y CONTROL	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	3.5 X 3.8	0.5811	1.7209	13.30	45	23	503.53	
	Muro	4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(3.8 x 2.92)-ventana	0.5062	1.9754	9.90	28	23	87.97	
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(3.5 x 2.92)-(vent + puerta)	0.5062	1.9754	5.54	28	23	49.25	
	Ventana	4	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1 x 1.2	0.2057	4.8620	1.20	26	23	17.50	
		5	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.5 x 1.8	0.2057	4.8620	2.70	26	23	39.38	
Puerta	5 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	0.9 x 2.2	0.2057	4.8620	1.98	26	23	28.88	726.52	
TALLER DE INFORMATICA	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	4.4 x 3.5	0.5811	1.7209	15.40	45	23	583.04	
	Muro	3	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(3.5 x 2.92) - ventanas	0.5062	1.9754	5.83	34	23	126.68	
		4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(4.4 x 2.92)- ventana	0.5062	1.9754	10.87	28	23	96.61	
	Ventana	3	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.8 x 1.5 r=85 +(0.7 x 0.8)	0.2057	4.8620	4.39	28	23	106.72	
Puerta	4 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	0.9 x 2.2	0.2057	4.8620	1.98	26	23	28.88	941.93	

TABLA 5.1 Edificio E

		Orient.	1/hi	1/he	L1/k1	L2/k2	L3/k3	L X L	M	K	A	te	t	Qpc (W)	
LABORATORIO DE PROTECCIONES	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	6.8 x 6.9	0.5811	1.7209	46.92	45	23	1776.37	
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(6.8 x 2.96) - venta - puerta	0.5062	1.9754	10.51	31	23	166.06	
		3	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	6.9 x 2.96	0.5062	1.9754	20.42	34	23	443.81	
	Puerta	4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(6.8 x 2.96) - ventana	0.5062	1.9754	17.47	32	23	310.52	
		2 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.35 x 2.55	0.2057	4.8620	3.44	27	23	66.95	
	Ventana	2	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	(1.78 x 1.75) + (1.75 x 1.75)	0.2057	4.8620	6.18	27	23	120.14	
4		0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	(1.8 x 0.75) + (1.75 x 0.75)	0.2057	4.8620	2.66	29	23	77.67	2961.52	
LABORATORIO DE CONTROL	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	6.82 x 6.75	0.5811	1.7209	46.04	45	23	1742.87	
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(6.82 x 2.96) - puerta -vent	0.5062	1.9754	9.68	31	23	152.91	
		4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(6.82 x 2.96) - ventana	0.5062	1.9754	17.37	32	23	308.77	
	Puerta	2 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.7 x 2.57	0.2057	4.8620	4.37	27	23	84.97	
	Ventana	2	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	(1.76 x 1.75) + (1.75 x 1.75)	0.2057	4.8620	6.14	27	23	119.46	
4		0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	3.76 x 0.75	0.2057	4.8620	2.82	29	23	82.27	2491.24	
LABORATORIO DE COMUNICACIONES	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	7 X 6.9	0.5811	1.7209	48.30	45	23	1828.62	
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(7 x 2.96) - puerta-vent	0.5062	1.9754	8.29	31	23	131.06	
		4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(7 x 2.96) - puerta-vent	0.5062	1.9754	14.96	32	23	266.04	
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	6.9 x 2.96	0.5062	1.9754	20.42	32	23	363.12	
	Puerta	2 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.8 x 2.57	0.2057	4.8620	4.63	27	23	89.97	
		4 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.21 x 2.56	0.2057	4.8620	3.10	29	23	90.36	
	Ventana	2	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	(2.7 x 1.755)+(1.75 x 1.75)	0.2057	4.8620	7.80	27	23	151.71	
4		0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	(1.8 x 0.75) + (1.745 x 0.75)	0.2057	4.8620	2.66	29	23	77.56	2998.43	

TABLA 5.1 Edificios Separados

		Orient.	1/hi	1/he	L1/k1	L2/k2	L3/k3	L X L	M	K	A	te	t	Qpc (W)	
AULAS	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	14.5 x 8	0.5811	1.7209	116.00	45	23	4391.71	6966.74
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(14.5 x 3.69)-vent - puerta	0.5062	1.9754	42.11	31	23	665.40	
		3	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(8 x 3.69)-puerta	0.5062	1.9754	27.54	29	23	299.22	
		4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(14.5 x 3.69)- ventanas	0.5062	1.9754	38.63	32	23	686.71	
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(8 x 3.69)-ventanas	0.5062	1.9754	26.61	28	23	236.59	
		Ventana	2	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	(1.6 X 1.7 r= 0.8) x 2	0.2057	4.8620	7.44	27	23	
	4		0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	(1.6 X 1.7 r= 0.8) x 4	0.2057	4.8620	14.88	29	23	434.08	
	Puerta	2 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	(0.9 x 2.2) x 2	0.2057	4.8620	3.96	25	23	38.51	
		3 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	0.9 x 2.2	0.2057	4.8620	1.98	26	23	24.07	
		5 mad	0.1234	0.0769	0.3077	0.0000	0.0000	1.3 x 2.235	0.5080	1.9685	2.91	31	23	45.76	
CENTRO DE COPIADO	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	(3 x 4.5) - (1.4 x 0.68)	0.5811	1.7209	12.55	45	23	475.06	1066.96
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	4.5 x 2.92	0.5062	1.9754	13.14	27	23	103.83	
		3	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	2.23 x 2.92	0.5062	1.9754	6.51	29	23	70.75	
		4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(4.5 x 2.92)- 5.31	0.5062	1.9754	10.38	32	23	184.54	
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	3 x 2.92	0.5062	1.9754	8.76	28	23	77.87	
		Puerta	4 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	2.55 x 1	0.2057	4.8620	2.55	29	23	
Ventana	4	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.4 x 1.5 r=0.65	0.2057	4.8620	2.76	29	23	80.51		
ALMACEN	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	4.6 x 3.365	0.5811	1.7209	15.48	34	23	293.01	659.41
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.7500	0.0000	0.0000	3.365 x 2.55	0.9503	1.0523	8.58	30	23	58.69	
		3	0.1234	0.0769	0.7500	0.0000	0.0000	4.6 x 2.55	0.9503	1.0523	11.73	32	23	104.92	
		4	0.1234	0.0769	0.7500	0.0000	0.0000	(3.365 x 2.55)-2.4	0.9503	1.0523	6.18	31	23	48.78	
		5	0.1234	0.0769	0.7500	0.0000	0.0000	(4.6 x 2.55) - (1.1 + 2.4)	0.9503	1.0523	8.23	31	23	69.25	
		Puerta	2 mad	0.1234	0.0769	0.7500	0.0000	0.0000	0.76 x 2.17	0.9503	1.0523	1.65	30	23	
	5 mad		0.1234	0.0769	0.7500	0.0000	0.0000	0.96 x 1.15	0.9503	1.0523	1.10	31	23	9.29	
	Ventana	4	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	2 x 1.2	0.2057	4.8620	2.40	26	23	29.17	
5		0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	2 x 1.2	0.2057	4.8620	2.40	26	23	35.01		
TALLER DE SE's	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	3.84 x 2.92	0.5811	1.7209	11.21	45	23	424.51	882.65
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	2.92 x 2.96	0.5062	1.9754	8.64	31	23	136.59	
		3	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(3.84 x 2.96) - 8.26	0.5062	1.9754	3.11	29	23	33.77	
		4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	2.92 x 2.96	0.5062	1.9754	8.64	28	23	76.83	
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(3.84 x 2.96) - 1.67	0.5062	1.9754	9.69	28	23	86.18	
		Puerta	3 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	3.33 x 2.48	0.2057	4.8620	8.26	26	23	
	Ventana	5	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	2.2 x 0.76	0.2057	4.8620	1.67	26	23	24.39	

TALLER DE LT	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	3.16 x 4.06	0.5811	1.7209	12.83	45	23	485.72	848.63	
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(4.06 x 2.95) - 2.72	0.5062	1.9754	9.26	27	23	73.15		
		3	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	3.16 x 2.95	0.5062	1.9754	9.32	27	23	64.45		
		4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	4.06 x 2.95	0.5062	1.9754	11.98	28	23	106.47		
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(3.16 x 2.95) - 1.67	0.5062	1.9754	7.65	28	23	68.00		
		Puerta	2 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1 x 2.72	0.2057	4.8620	2.72	25	23		26.45
Ventana	5	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	2.2 x 0.76	0.2057	4.8620	1.67	26	23	24.39			
ESTACIÓN DE COMUNICACIONES	Techo	1	0.1515	0.0769	0.0794	0.2525	0.0208	4 x 6	0.5811	1.7209	24.00	45	23	908.63		1848.43
	Muro	2	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	(6 x 2.94) - 2.9	0.5062	1.9754	14.74	31	23	232.97		
		3	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	4 x 2.94	0.5062	1.9754	11.76	29	23	127.77		
		4	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	6 x 2.94	0.5062	1.9754	17.64	32	23	313.62		
		5	0.1234	0.0769	0.0100	0.2959	0.0000	4 x 2.94	0.5062	1.9754	11.76	32	23	209.08		
		Puerta	2 vid	0.1234	0.0769	0.0054	0.0000	0.0000	1.05 x 2.76	0.2057	4.8620	2.90	27	23	56.36	

GANANCIA DE CALOR POR RADIACIÓN

TABLA 5.2 Edificio A

		Orient.	A	CS	FG	SE	Q (W)	Qc (W)
DEPTO. SE'S	Ventana	4	2.61	0.7	119	1.00	217.41	217.41
	Ventana	5	2.61	0.7	133	0.84	203.96	114.22
DEPTO. LT	Ventana	3	2.61	0.7	152	0.87	240.92	134.92
	Ventana	5	2.61	0.7	133	1.00	242.99	136.07
	Puerta	5	2.50	0.7	133	1.00	232.75	232.75
DEPTO.COMUN	Ventana	2	5.53	0.7	95	0.84	307.00	171.92
	Ventana	4	2.76	0.7	119	0.80	183.23	102.61
DEPTO. DE MOD Y PUEST EN SERV	Ventana	2	5.83	0.7	95	1.00	387.70	217.11
	Ventana	5	2.61	0.7	133	0.87	210.69	117.99
RECEPCIÓN	Ventana	2	2.76	0.7	95	0.84	153.33	85.87
	Puerta	3	7.42	0.7	152	0.88	691.41	691.41

TABLA 5.2 Edificio B

		Orient.	A	CS	FG	SE	Q (W)	Qc (W)
DEPTO. SACPASI	Ventana	4	2.61	0.7	119	0.83	180.62	101.15
	Ventana	5	2.61	0.7	133	0.86	209.35	117.23
TALLER DE COMP	Ventana	2	2.61	0.7	95	0.71	123.03	68.90
	Ventana	5	2.61	0.7	133	0.86	209.35	117.23
DEPTO. CONTROL	Ventana	3	2.61	0.7	152	0.87	240.76	134.83
	Ventana	5	4.85	0.7	133	1.00	451.54	252.86
DEPTO. PROTECCIONES	Ventana	2	2.76	0.7	95	1.00	183.54	102.78
	Ventana	4	5.52	0.7	119	0.87	402.01	225.13
RECEPCIÓN	Puerta vidrio	2	6.98	0.7	95	1.00	464.09	464.09
	Ventana	4	2.76	0.7	119	0.86	196.67	110.14

TABLA 5.2 Edificio C

		Orient.	A	CS	FG	SE	Q (W)	Qc (W)
AUXILIAR DE JEFATURA	Ventana	3	2.31	0.7	152	1.00	245.78	137.64
	Ventana	4	3.16	0.7	119	0.76	199.10	111.50
	Puerta vidrio	5	5.61	0.7	133	0.89	466.66	466.66
JEFATURA	Ventana	3	5.52	0.7	152	0.57	332.74	186.34
	Ventana	5	2.61	0.7	133	0.84	204.59	114.57
SALA DE JUNTAS	Ventana	2	5.22	0.7	95	0.62	214.93	120.36
	Ventana	5	2.16	0.7	133	1.00	201.10	112.61
	Puerta vidrio	5	4.03	0.7	133	0.89	335.15	335.15

TABLA 5.2 Edificio D

		Orient.	A	CS	FG	SE	Q (W)	Qc (W)
AUX. ADMON	Ventana	3	5.52	0.7	152	0.57	332.74	186.34
	Ventana	5	2.76	0.7	133	0.88	225.88	126.49
	Ventana	5	1.69	0.7	133	0.85	133.40	74.70
	Puerta vidrio	5	3.31	0.7	133	0.40	123.26	123.26
OFICINISTA	Ventana	5	3.81	0.7	133	0.88	311.62	174.51
ADMINISTRADOR	Ventana	3	3.72	0.7	152	1.00	395.81	221.65
DEPTO.GEST Y CONTROL	Ventana	4	1.2	0.7	119	0.77	76.56	42.87
	Ventana	5	2.7	0.7	133	0.88	220.84	123.67
	Puerta vidrio	5	1.98	0.7	133	1.00	184.34	184.34
TALLER DE INFORMA.	Ventana	3	4.39	0.7	152	1.00	467.10	261.57
	Puerta vidrio	4	1.98	0.7	119	0.79	131.04	131.04

TABLA 5.2 Edificio E

		Orient.	A	CS	FG	SE	Q (W)	Qc (W)
LABORATORIO DE PROTECCIONES	Ventana	2	6.18	0.7	95	1.00	410.80	230.05
	Ventana	4	2.66	0.7	119	0.88	194.68	109.02
	Puerta vidrio	2	3.44	0.7	95	1.00	228.93	228.93
LABORATORIO DE CONTROL	Ventana	2	6.14	0.7	95	1.00	408.48	228.747
	Ventana	4	2.82	0.7	119	0.82	193.67	108.457
	Puerta vidrio	2	4.37	0.7	95	1.00	290.54	290.54
LABORATORIO DE COMUNICACIONES	Ventana	2	7.80	0.7	95	1.00	518.77	290.509
	Puerta vidrio	2	4.63	0.7	95	1.00	307.63	307.63
	Ventana	4	2.66	0.7	119	0.88	194.40	108.867
	Puerta vidrio	4	3.10	0.7	119	0.66	169.73	169.73

TABLA 5.2 Edificios separados

		Orient.	A	CS	FG	SE	Q (W)	Qc (W)
AULAS	Ventana	2	7.44	0.7	95	1.00	494.76	277.07
	Ventana	4	14.88	0.7	119	1.00	1239.50	694.12
	Puerta vidrio	2	3.96	0.7	95	1.00	263.34	147.47
CENTRO DE COPIADO	Ventana	4	2.76	0.7	119	0.81	186.47	104.42
	Puerta vidrio	4	2.55	0.7	119	0.83	175.66	175.66
EST. DE COMU	Puerta vidrio	2	2.90	0.7	119	1.00	241.40	241.40
TALLER DE SE's	Ventana	5	1.67	0.7	133	1.00	155.66	87.17

GANANCIAS DE CALOR SENSIBLE POR INFILTRACIÓN

Tabla 5.3 Edificio "A"

Lugar	Constante	Tabla 1	Personas	Puertas	V ₁	Te	Ti	Te-Ti (°C)	Qsi (KW)
DEPTO. LT	0.34	34	1	1	34	31.40	23	8.40	97.10
RECEPCIÓN	0.34	25	3	1	75	31.40	23	8.40	214.20

Tabla 5.3 Edificio "B"

Lugar	Constante	Tabla 1	Personas	Puertas	V ₁	Te	Ti	Te-Ti (°C)	Qs (KW)
RECEPCIÓN	0.34	25	3	1	75	31.40	23	8.40	214.20

Tabla 5.3 Edificio "C"

Lugar	Constante	Tabla 1	Personas	Puertas	V ₁	Te	Ti	Te-Ti (°C)	Qs (KW)
AUXILIAR JEFATURA	0.34	25	2	1	50	31.40	23	8.40	142.80
SALA DE JUNTAS	0.34	34	10	1	340	31.40	23	8.40	971.04

Tabla 5.3 Edificio "D"

Lugar	Constante	Tabla 1	Personas	Puertas	V ₁	Te	Ti	Te-Ti (°C)	Qs (KW)
AUX. ADMINISTRATIVOS	0.34	34	4	1	136	31.40	23	8.40	388.42
DEPTO. GEST Y CONTR	0.34	34	1	1	34	31.40	23	8.40	97.10
TALLER DE INFORMATI	0.34	34	1	1	34	31.40	23	8.40	97.10

Tabla 5.3 Edificio "E"

Lugar	Constante	Tabla 1	Personas	Puertas	V ₁	Te	Ti	Te-Ti (°C)	Qs (KW)
LAB. DE PROTEC	0.34	25	3	1	75	31.40	23	8.40	214.20
LAB. DE CONTROL	0.34	25	3	1	75	31.40	23	8.40	214.20
LAB. DE COMUNICA	0.34	25	3	1	75	31.40	23	8.40	214.20

Tabla 5.3 Edificios Aislados

Lugar	Constante	Tabla 1	Personas	Puertas	V ₁	Te	Ti	Te-Ti (°C)	Qs (KW)
AULAS	0.34	34	50	2	3400	31.40	23	8.40	9710.40
CENTRO DE COPIADO	0.34	25	2	1	50	31.40	23	8.40	142.80
TALLER DE SE's	0.34	34	4	1	136	31.40	23	8.40	388.42
TALLER DE LT	0.34	34	4	1	136	31.40	23	8.40	388.42
OFICINA DEL ALMACEN	0.34	34	1	1	34	31.40	23	8.40	97.10
ESTACIÓN DE COMUNICACIO	0.34	25	0	1	0	31.40	23	8.40	0.00

GANANCIA DE CALOR SENSIBLE POR ILUMINACIÓN, PERSONAS Y MAQUINAS

TABLA 5.4 Edificio A

Lugar	Ganancia por	Nº	Watts c/u	Qtot	
DEPTO. SE's	Lámparas + 25%	1	20	25	
		8	39.00	390	
	Modem	1	16.00	3.20	
	laptop	1	65.00	13.00	
	Monitor	1	35.00	7.00	
	CPU	1	450.00	90.00	
	Personas	2	70.00	140.00	668.20
DEPTO. LT	Lámparas + 25%	2	39.00	97.5	
		4	75.00	375	
	CPU	1	450.00	90.00	
	Monitor	1	35.00	7.00	
	Regulador	1	800.00	160.00	
	Personas	2	70.00	140.00	869.50
DEPTO. COMUNICACIONES	Lámparas + 25%	6	39.00	292.5	
	laptop	2	65.00	26.00	
	Regulador	1	800.00	160.00	
	Personas	2	70.00	140.00	618.50
DEPTO. MOD Y PUEST EN SERV	Lámparas + 25%	4	39.00	195	
		2	20.00	50	
	Laptop	1	65.00	13.00	
	Personas	1	70.00	70.00	328.00
RECEPCIÓN	Lámparas + 25%	10	39.00	487.5	
	Regulador	2	800.00	320.00	
	Monitor	2	35.00	14.00	
	Cafetera	1	600.00	120.00	
	Impresora	1	330.00	66.00	
	CPU	2	450.00	180.00	
	Personas	4	70.00	280.00	1467.50

TABLA 5.4 Edificio B

Lugar	Ganancia por	Nº	Watts c/u	Qtot	
DEPTO. SACPASI	Lámparas + 25%	6	39.00	292.5	
	Monitor	1	35.00	7.00	
	Frigobar	1	130.00	26.00	
	Regulador	1	500.00	100.00	
	CPU	1	450.00	90.00	
	Personas	1	70.00	70.00	585.50
CENTRO DE COMPUTACIÓN	Lámparas + 25%	8	39.00	390	
	Laptop	2	65.00	26.00	
	CPU	2	450.00	180.00	
	Monitor	2	35.00	14.00	
	Personas	1	70.00	70.00	680.00

DEPTO. CONTROL	Lámparas + 25%	6	39.00	292.5	
		1	20.00	25	
	Impresora	1	45.00	9.00	
	Minilaptop	1	40.00	8.00	
	Modem	1	16.00	3.20	
	Monitor	1	35.00	7.00	
	Regulador	1	800.00	160.00	
	CPU	1	450.00	90.00	
	Personas	2	70.00	140.00	734.70
DEPTO. PROTECCIONES	Lámparas + 25%	6	39.00	292.5	
	CPU	1	450.00	90.00	
	Monitor	1	35.00	7.00	
	Laptop	2	65.00	26.00	
	Regulador	1	800.00	160.00	
	Personas	2	70.00	140.00	715.50
RECEPCIÓN	Lámparas + 25%	10	39.00	487.5	
	Impresora	1	225.00	45.00	
	Regulador	1	800.00	160.00	
	Cafetera	1	850.00	170.00	
	Monitor	1	35.00	7.00	
	CPU	1	450.00	90.00	
	Personas	3	70.00	210.00	1169.50

TABLA 5.4 Edificio C

Lugar	Ganancia por	Nº	Watts c/u	Qtot	
AUXILIAR JEFATURA	Lámparas + 25%	6	39.00	292.5	
	CPU	1	450.00	90.00	
	Regulador	1	500.00	100.00	
	Monitor	1	35.00	7.00	
	Impresora	1	225.00	45.00	
	Personas	2	70.00	140.00	674.50
JEFATURA	Lámparas + 25%	8	32.00	320	
		3	25.00	93.75	
	Radio grabadora	1	40.00	8.00	
	Impresora	1	360.00	72.00	
	Modem	1	16.00	3.20	
	Videoconferencias	1	36.00	7.20	
	Laptop	1	65.00	13.00	
Personas	1	70.00	70.00	587.15	
SALA DE JUNTAS	Lámparas + 25%	17	39.00	828.75	
	Proyector	1	280.00	56.00	
	Personas	10	70.00	700.00	1584.75

TABLA 5.4 Edificio D

Lugar	Ganancia por	Nº	Watts c/u	Qtot	
AUXILIARES ADMINISTRATIVOS	Lámparas + 25%	12	39.00	585	
	Regulador	2	800.00	320.00	
	Impresora	2	360.00	144.00	
	Monitor	2	35.00	14.00	
	Chegador de mano	1	7.00	1.40	
	CPU	2	450.00	180.00	
	Personas	4	70.00	280.00	1524.40
OFICINISTA	Lámparas + 25%	8	39.00	390	
	Monitor	1	35.00	7.00	
	CPU	1	450.00	90.00	
	Cafetera	1	760.00	152.00	
	Regulador	1	800.00	160.00	
	Modem	1	16.00	3.20	
	Personas	2	70.00	140.00	942.20
ADMINISTRADOR	Lámparas + 25%	6	39.00	292.5	
	Laptop	1	65.00	13.00	
	Modem	1	16.00	3.20	
	Frigobar	1	76.50	15.30	
	Regulador	1	457.20	91.44	
	Personas	2	70.00	140.00	
DEPTO. DE GESTIÓN Y CONTROL	Lámparas + 25%	8	32.00	320	555.44
	CPU	1	450.00	90.00	
	Laptop	1	65.00	13.00	
	Monitor	1	35.00	7.00	
	Personas	1	70.00	70.00	500.00
TALLER DE INFORMATICA	Lámparas + 25%	8	32	320	
	monitor	2	35	14.00	
	CPU	2	450	180.00	
	Regulador	1	250	50.00	
		1	800	160.00	
	Ethernet	1	23	4.60	
	Personas	1	70	70.00	798.6

TABLA 5.4 Edificio E

Lugar	Ganancia por	Nº	Watts c/u	Qtot	
LAB. DE PROTECCIONES	Lámparas + 25%	20	39.00	975	
	CPU	2	450.00	180.00	
	modem	1	16.00	3.20	
	Laptops	1	65.00	13.00	
	Monitor	1	35.00	7.00	
	Personas	3	76.00	228.00	1406.20

LAB. DE COMUNICACIONES	Lámparas + 25%	24	39.00	1170	
	CPU	2	450.00	180.00	
	Cafetera	1	850.00	170.00	
	Regulador	1	234.95	46.99	
	Monitor	2	35.00	14.00	
	Personas	3	76.00	228.00	1808.99
LAB. DE CONTROL	Lámparas + 25%	12	39.00	585	
	CPU	1	450.00	90.00	
	Monitor	1	35.00	7.00	
	Laptops	1	65.00	13.00	
	Power Supply	1	350.00	70.00	
	Impresora	1	45.00	9.00	
	modem	1	16.00	3.20	
	Personas	3	76.00	228.00	1005.20

TABLA 5.4 Edificios Aislados

Lugar	Ganancia por	Nº	Watts c/u	Qtot	
AULAS	Lámparas + 25%	48	32.00	1920	
	modem	1	16.00	3.20	
	Laptop	1	65.00	13.00	
	regulador	1	800.00	160.00	
	Cafetera	1	1090.00	218.00	
	Televisión	2	220.00	88.00	
	Proyector	1	280.00	56.00	
	Personas	50	70.00	3500.00	5958.20
CENTRO DE COPIADO	Lámparas + 25%	6	39.00	292.5	
	Copiadora	1	1440.00	288.00	
	Sender	1	144.00	28.80	
	Modem	1	16.00	3.20	
	Fax	1	936.00	187.20	
	Personas	2	76.00	152.00	951.70
ALMACEN	Lámparas + 25%	4	39.00	195	
	regulador	1	500.00	100.00	
	Cafetera	1	1100.00	220.00	
	Frigobar	1	138.00	27.60	
	Impresora	1	225.00	45.00	
	CPU	1	450.00	90.00	
	Video Recorded	1	50.40	10.08	
	Monitor	1	35.00	7.00	
Personas	1	70.00	70.00	764.68	
TALLER DE S'E	Lámparas + 25%	4	39.00	195	
	CPU	1	450.00	450.00	
	Monitor	1	35.00	35.00	
	regulador	1	800.00	800.00	
	Cafetera	1	1000.00	1000.00	
	Personas	4	70.00	280.00	2760.00

TALLER DE LT	Lámparas + 25%	8	39.00	390	
	CPU	1	450.00	90.00	
	Monitor	1	35.00	7.00	
	regulador	1	800.00	160.00	
	Personas	4	70.00	280.00	927.00
ESTACIÓN DE COMUNICACIONES	Lámparas + 25%	12	39.00	585	
	CPU	3	450.00	270.00	
	Magneto K	1	14.40	2.88	
	Monitor	2	35.00	14.00	
	Faste Ethernet	1	23.00	4.60	
	Inversor	1	451.00	90.20	
	Battery Backup	1	200.00	40.00	
	modem	4	16.00	12.80	
	regulador	1	960.00	192.00	
	Tarjetas	2	470.00	188.00	
	telular	1	12.07	2.41	1401.89

GANANCIA DE CALOR LATENTE POR INFILTRACIÓN

Tabla 5.5 Edificio "A"

Lugar	Constante	Tabla 3.3	Personas	Puertas	V ₁	We(g/kg)	Wi(g/kg)	We-Wi (g/kg)	Qli (kW)
DEPTO. LT	0.83	34	1	1	34	25.50	8.75	16.75	472.69
RECEPCIÓN	0.83	25	3	1	75	25.50	8.75	16.75	1042.69

Tabla 5.5 Edificio "B"

Lugar	Constante	Tabla 3.3	Personas	Puertas	V ₁	We(g/kg)	Wi(g/kg)	We-Wi (g/kg)	Ql (kW)
RECEPCIÓN	0.83	25	3	1	75	25.50	8.75	16.75	1042.69

Tabla 5.5 Edificio "C"

Lugar	Constante	Tabla 3.3	Personas	Puertas	V ₁	We(g/kg)	Wi(g/kg)	We-Wi (g/kg)	Ql (kW)
AUXILIAR JEFATURA	0.83	25	2	1	50	25.50	8.75	16.75	695.13
SALA DE JUNTAS	0.83	34	10	1	340	25.50	8.75	16.75	4726.85

Tabla 5.5 Edificio "D"

Lugar	Constante	Tabla 3.3	Personas	Puertas	V ₁	We(g/kg)	Wi(g/kg)	We-Wi (g/kg)	Ql (kW)
AUX. ADMON	0.83	34	4	1	136	25.50	8.75	16.75	1890.74
DEPTO. GEST Y CTR	0.83	34	1	1	34	25.50	8.75	16.75	472.69
TALLER DE INFORMATIC	0.83	34	1	1	34	25.50	8.75	16.75	472.69

Tabla 5.5 Edificio "E"

Lugar	Constante	Tabla 3.3	Personas	Puerta	V ₁	We(g/kg)	Wi(g/kg)	We-Wi (g/kg)	Ql (kW)
LAB. DE PROTEC	0.83	25	3	1	75	25.50	8.75	16.75	1042.69
LAB. DE CONTROL	0.83	25	3	1	75	25.50	8.75	16.75	1042.69
LAB. DE COMUNICA	0.83	25	3	1	75	25.50	8.75	16.75	1042.69

Tabla 5.5 Edificios Aislados

Lugar	Constante	Tabla 3.3	Personas	Puertas	V_1	W_e (g/kg)	W_i (g/kg)	$W_e - W_i$ (g/kg)	QI (kW)
AULAS	0.83	34	50	2	3400	25.50	8.75	16.75	47268.50
CENTRO DE COPIADO	0.83	25	2	1	50	25.50	8.75	16.75	695.13
TALLER DE SE's	0.83	34	4	1	136	25.50	8.75	16.75	1890.74
TALLER DE LT	0.83	34	4	1	136	25.50	8.75	16.75	1890.74
OFICINA DEL ALMACEN	0.83	34	1	1	34	25.50	8.75	16.75	472.69
ESTACIÓN DE COMUN	0.83	25	0	1	0	25.50	8.75	16.75	0.00

GANANCIA DE CALOR LATENTE POR PERSONAS QUE OCUPAN EL LOCAL

Tabla 5.6 Edificios "A", "B", "C", "D", "E" y Aislados

NIVEL	Lugar	DATO DE TABLA	No. PERSONAS	QLP (W)
EDIFICIO "A"	DEPTO SE's	58	1	58
	DEPTO LT	58	1	58
	DEPTO COMUN	58	1	58
	DEPTO MYPS	58	1	58
	RECEPCIÓN	58	3	174
EDIFICIO "B"	DEPTO SACPASI	58	1	58
	CENTRO DE COMP	58	1	58
	DEPTO CONTROL	58	1	58
	DEPTO PROTEC	58	1	58
	RECEPCIÓN	58	3	174
EDIFICIO "C"	AUX ADMON	58	4	232
	OFICINISTA	58	2	116
	ADMINISTRADOR	58	1	58
	DEPTO GES Y CONT	58	1	58
	TALLER DE INFOR	58	1	58
EDIFICIO "D"	AUX JEFATURA	58	2	116
	JEFATURA	58	1	58
	SALA DE JUNTAS	30	10	300
EDIFICIO "aislados"	AULAS	30	50	1500
	CENTRO DE COPIA	70	2	140
	ALMACEN	58	1	58
	TALLER DE SE's	58	4	232
	TALLER DE LT	58	4	232
	ESTACION DE COMU	58	0	0
EDIFICIO "E"	LAB. DE PROTEC	70	3	210
	LAB. DE CONTROL	70	3	210
	LAB. DE COMUNICA	70	3	210

TABLA 5.7 RESUMEN DE GANANCIAS TOTALES DE CALOR.

NIVEL	Lugar	Ganancias de calor sensible (W)				Ganancias de calor latente (W)		Qt (kW)	Qt x 1.1 (kW)	CAP. EQ. (Tons.)	CAP.PROP (Btu/h)	CAP. EQ INST (Btu/h)
		Conduc	Radiación	Internas	Infiltra	Person	Infiltra					
EDIFICIO "A"	DEPTO SE's	1007.21	331.63	598.20	0.00	58.00	0.00	2.00	2.19	0.62	7481.43	18000
	DEPTO LT	1413.39	503.74	799.50	97.10	58.00	472.69	3.34	3.68	1.05	12541.59	24000
	DEPTO COMUN	1661.96	274.53	548.50	0.00	58.00	0.00	2.54	2.80	0.79	9536.22	18000
	DEPTO MYPS	1018.45	335.10	328.00	0.00	58.00	0.00	1.74	1.91	0.54	6523.32	18000
	RECEPCIÓN	1498.38	777.27	1397.50	214.20	174.00	1042.69	5.10	5.61	1.60	19140.14	18000
EDIFICIO "B"	DEPTO SACPASI	1052.59	218.38	585.50	0.00	58.00	0.00	1.91	2.11	0.60	7179.25	12000
	CENTRO DE COMP	896.90	186.13	680.00	0.00	58.00	0.00	1.82	2.00	0.57	6828.86	12000
	DEPTO CONTROL	1396.01	387.69	664.70	0.00	58.00	0.00	2.51	2.76	0.78	9398.99	18000
	DEPTO PROTEC	1404.27	327.91	645.50	0.00	58.00	0.00	2.44	2.68	0.76	9133.78	18000
	RECEPCIÓN	1667.17	574.23	1169.50	214.20	174.00	1042.69	4.84	5.33	1.51	18156.67	18000
EDIFICIO "C"	AUX ADMON	2404.55	510.79	1524.40	485.52	232.00	2363.43	7.52	8.27	2.35	28202.59	(1)24000 y (1)18000
	OFICINISTA	1033.20	174.51	942.20	0.00	116.00	0.00	2.27	2.49	0.71	8497.15	24000
	ADMINISTRADOR	1124.10	221.65	485.44	0.00	58.00	0.00	1.89	2.08	0.59	7084.48	18000
	DEPTO GES Y CON	726.52	350.88	500.00	97.10	58.00	472.69	2.21	2.43	0.69	8269.44	12000
	TALLER DE INFOR	941.93	392.62	798.60	97.10	58.00	472.69	2.76	3.04	0.86	10353.52	12000
EDIFICIO "D"	AUX JEFATURA	1316.11	715.80	674.50	142.80	116.00	695.13	3.66	4.03	1.14	13726.26	12000
	JEFATURA	1801.92	300.91	587.15	0.00	58.00	0.00	2.75	3.02	0.86	10304.92	18000
	SALA DE JUNTAS	3504.93	568.12	1584.75	971.04	300.00	4726.85	11.66	12.82	3.64	43708.84	(2) 24000
EDIFICIO "Aislados"	AULAS	6966.74	1118.66	4549.00	3884.16	1200.00	18907.40	36.63	40.29	11.45	137347.33	(3)35500 y (1)32000
	CENTRO COPIAS	1066.96	280.09	951.70	142.80	140.00	695.13	3.28	3.60	1.02	12287.52	12000
	ALMACEN	659.41	0.00	764.68	97.10	58.00	472.69	2.05	2.26	0.64	7694.54	12000
	TALLER DE SE's	882.65	87.17	932.00	388.42	232.00	1890.74	4.41	4.85	1.38	16548.67	18000
	TALLER DE LT	848.63	0.00	927	388.42	232.00	1890.74	4.29	4.72	1.34	16075.46	18000
	ESTA DE COMU	1848.43	241.40	1401.89	0.00	0.00	0.00	3.49	3.84	1.09	13094.00	18000
EDIFICIO "E"	LAB. DE PROTEC	2961.52	568.00	1406.2	214.2	210	1042.69	6.40	7.04	2.06	24009.77	18000
	LAB. DE CONTROL	2491.24	627.74	1005.2	214.2	210	1042.69	5.59	6.15	1.80	20966.50	(2)18000
	LAB. DE COMUNICA	2998.43	876.73	1808.99	214.2	210	1042.69	7.15	7.87	2.29	26816.41	36000

Tabla 5.8 Ahorro en facturación y diferencia de btu/h de los equipos de aire acondicionado instalados contra los propuestos encontrados en el mercado.

AREA	EQUIPO INSTALADO BTU	PROPUESTO	DIFERENCIA BTU/h	HORAS DE USO ANUAL	FACTURACIÓN ACTUAL \$	FACTURACIÓN PROPUESTA	AHORRO
DEPTO SE's	18,000	9,000	9,000	1920	\$4,717.4	\$1,677.3	\$3,040.1
DEPTO LT	24,000	12,000	12,000	1920	\$6,709.2	\$2,285.3	\$4,423.9
DEPTO COMUN	18,000	9,000	9,000	1920	\$4,717.4	\$1,677.3	\$3,040.1
DEPTO MYPS	18,000	9,000	9,000	1920	\$4,717.4	\$1,677.3	\$3,040.1
OFICINISTA	18,000	18,000	0	1920	\$4,717.4	\$2,830.5	\$1,887.0
DEPTO SACPASI	12,000	9,000	3,000	1920	\$3,983.6	\$1,677.3	\$2,306.3
CENTRO DE COMP	12,000	9,000	3,000	1920	\$3,983.6	\$1,677.3	\$2,306.3
DEPTO CONTROL	18,000	9,000	9,000	1920	\$4,717.4	\$1,677.3	\$3,040.1
DEPTO PROTEC	18,000	9,000	9,000	1920	\$4,717.4	\$1,677.3	\$3,040.1
OFICINISTA	18,000	18,000	0	1920	\$4,717.4	\$2,830.5	\$1,887.0
AUX ADMON	(1)24,000 y (1)18,000	(1)18,000 y (1)12,000	12,000	1920	\$11,426.7	\$5,115.8	\$6,310.9
OFICINISTA	24,000	9,000	15,000	1920	\$6,709.2	\$1,677.3	\$5,031.9
ADMINISTRADOR	18,000	9,000	9,000	1920	\$4,717.4	\$1,677.3	\$3,040.1
DEPTO GES Y CONT	12,000	9,000	3000	1920	\$3,983.6	\$1,677.3	\$2,306.3
TALLER DE INFOR	12,000	12,000	0	1920	\$3,983.6	\$2,285.3	\$1,698.3
AUX JEFATURA	12,000	12,000	0	1920	\$3,983.6	\$2,285.3	\$1,698.3
JEFATURA	18,000	12,000	6000	1920	\$4,717.4	\$2,285.3	\$2,432.1
SALA DE JUNTAS	(2) 24,000	(1)24,000 y (1)18,000	6000	1920	\$13,418.5	\$7,610.8	\$5,807.7
AULAS	(3)35,500 y (1)32,000	(3)35,500 y (1)32,000	0	1920	\$35,789.3	\$27,675.6	\$8,113.7
CENTRO DE COPIA	12,000	12,000	0	1920	\$3,983.6	\$2,285.3	\$1,698.3
ALMACEN	12,000	9,000	3000	1920	\$3,983.6	\$1,677.3	\$2,306.3
TALLER DE SE's	18,000	18,000	0	1920	\$4,717.4	\$2,830.5	\$1,887.0
TALLER DE LT	18,000	18,000	0	1920	\$4,717.4	\$2,830.5	\$1,887.0
ESTACION DE COMU	18,000	12,000	6000	1920	\$4,717.4	\$2,285.3	\$2,432.1
LAB. DE PROTEC	18,000	24,000	-6000	1920	\$4,717.4	\$4,780.3	-\$62.9
LAB. DE CONTROL	(2)18,000	(1)12,000 y (1) 9,000	15000	1920	\$9,644.6	\$3,962.6	\$5,681.9
LAB. DE COMUNICA	36,000	(1)18,000 y (1)9,000	9000	1920	\$8,805.5	\$4,507.8	\$4,297.7
TOTALES	666,500	525,500	141,000	1920	\$181,715	\$97,137.3	\$84,577.7

Nota: El número de horas se calcula con base en 8 horas de trabajo diario para un año.
El costo aplicable para el mes de noviembre de 2010 es de \$1.09 por KW/h

TABLA 5.9 RESUMEN DE ILUMINACIÓN

NIVEL	Lugar	Nivel de Ilum. (E)	Area superficie (S)			altura (h)	índice del local (K)	coef. De reflexión			Tipo de mnto.	flujo total ϕ	Número de Lámparas (n)	
			a	b	S			techo	pared	u			T12 ϕ L = 2200	T8 ϕ L = 2950
EDIFICIO "A"	DEPTO SE's	350	4	4.15	16.6	2.12	0.96	80	50	0.37	0.7	22432	10.2	7.6
	DEPTO LT	350	4	5	20	2.12	1.05	80	50	0.37	0.7	27027	12.3	9.2
	DEPTO COMUN	350	4.5	5	22.5	2.12	1.12	80	50	0.4	0.7	28125	12.8	9.5
	DEPTO MYPS	350	4	3.6	14.4	2.12	0.89	80	50	0.32	0.7	22500	10.2	7.6
	OFICINISTA	350	6.5	4.5	29.25	2.12	1.25	80	50	0.4	0.7	36563	16.6	12.4
EDIFICIO "B"	DEPTO SACPASI	350	4	3.5	14	2.12	0.88	80	50	0.32	0.7	21875	9.9	7.4
	CENTRO DE COMP	350	4.15	3.5	14.525	2.12	0.90	80	50	0.37	0.7	19628	8.9	6.7
	DEPTO CONTROL	350	4	5	20	2.12	1.05	80	50	0.37	0.7	27027	12.3	9.2
	DEPTO PROTEC	350	4.5	5	22.5	2.12	1.12	80	50	0.4	0.7	28125	12.8	9.5
	OFICINISTA	350	6.2	5	31	2.12	1.31	80	50	0.4	0.7	38750	17.6	13.1
EDIFICIO "C"	AUX ADMON	350	8	4.5	36	2.12	1.36	80	50	0.4	0.7	45000	20.5	15.3
	OFICINISTA	350	4.5	4.3	19.35	2.12	1.04	80	50	0.37	0.7	26149	11.9	8.9
	ADMINISTRADOR	350	4.5	3.8	17.1	2.12	0.97	80	50	0.37	0.7	23108	10.5	7.8
	DEPTO GES Y CONT	350	3.8	3.5	13.3	2.12	0.86	80	50	0.32	0.7	20781	9.4	7.0
	TALLER DE INFOR	350	4.4	3.5	15.4	2.12	0.92	80	50	0.37	0.7	20811	9.5	7.1
EDIFICIO "D"	AUX JEFATURA	350	5	3.5	17.5	2.12	0.97	80	50	0.37	0.7	23649	10.7	8.0
	JEFATURA	350	6.5	5	32.5	2.12	1.33	80	50	0.4	0.7	40625	18.5	13.8
	SALA DE JUNTAS	350	8	5.5	52	2.02	1.78	80	50	0.46	0.7	47826	21.7	16.2
EDIFICIO "E"	AULAS	350	14.5	8	116	2.89	1.78	80	75	0.46	0.7	126087	57.3	42.7
	CENTRO DE COPIA	300	4.5	2.8	12.6	1.92	0.90	80	75	0.37	0.7	14595	6.6	4.9
	ALMACEN	200	4.6	3.4	15.64	1.75	1.12	80	75	0.4	0.7	11171	5.1	3.8
	TALLER DE SE's	350	3.85	2.9	11.165	2.16	0.77	80	75	0.32	0.7	17445	7.9	5.9
	TALLER DE LT	350	4	3.2	12.8	2.15	0.83	80	75	0.32	0.7	20000	9.1	6.8
	ESTACION DE COMU	300	6	4	24	2.02	1.19	80	75	0.4	0.7	25714	11.7	8.7
EDIFICIO "F"	LAB. DE PROTEC	400	6.9	6.8	46.92	1.96	1.75	80	75	0.46	0.7	58286	26.5	19.8
	LAB. DE CONTROL	400	6.8	6.75	45.9	1.96	1.73	80	75	0.42	0.7	62449	28.4	21.2
	LAB. DE COMUNICA	400	7	6.9	48.3	1.96	1.77	80	75	0.46	0.7	60000	27.3	20.3

CAPITULO VI.- MARCO PROPUESTA

La presente propuesta se encuentra dirigida a incorporar alternativas adicionales para el ahorro de energía en la colocación de Aires Acondicionados y luminarias en las oficinas de la STTCH.

El criterio más importante para determinar las posibilidades de ahorro de energía es la Relación de Eficiencia Energética “REE” (EER, por sus siglas en inglés) que indica la potencia requerida por un equipo para producir su capacidad de enfriamiento, W_t (Potencia térmica, Btu/h)/ W_e (Potencia eléctrica, Watts). El actual desarrollo tecnológico permite que los equipos eficientes presenten valores muy bajos de REE.

Entonces para estimar posibles ahorros de energía habrá que determinar la REE de los equipos actuales y luego comparar contra los valores que los equipos eficientes presentan. Entre mayor sea el valor de la REE actual mayores ahorros de energía podrán obtenerse [12].

Relación de Eficiencia de Energía REE (W_t/W_e)				
W_t	W_e	ventana antiguo	W_e	minisplit
Capacidad 3412 W (12000 Btu/h)	1850	6.49	1090	11.01
Capacidad 5118W (18000 Btu/h)	2250	8.00	1560	11.54
Capacidad 7038 W (24000 Btu/h)	3200	7.50	2280	10.53

Entre las alternativas evaluadas, se encuentra la de colocar aires acondicionados tipo “minisplit”

Existen sistemas minisplit para aplicaciones comerciales y residenciales. El término mini-split se refiere a un pequeño sistema de aire acondicionado y sin requerimientos de ducto. Los tres componentes clave para definir un minisplit son:

- Es un equipo pequeño típicamente con una capacidad menor a 5 TR (60,000 btu/h)

- Sin ducto, en contraste con un sistema centralizado de aire que requiere ductos.

- Sistema- Split, debido a que se tiene una unidad en el interior (equipo que suministra el aire) mas una unidad externa (unidad condensadora). La unidad interior del minisplit (equipo que suministra el aire) está disponible en diferentes configuraciones, básicamente depende de la posición de su instalación.

- High wall: Instalado sobre la pared: Capacidad: 9,000 - 36,000 Btuh (50/60 Hz)

•Convertible (Universal): Instalado debajo del techo, sobre el piso o en la parte baja de la pared Capacidad: 12,000 - 36,000 Btuh (50/60 Hz). Las unidades externas (condensadores) están disponibles con descarga horizontal o vertical.

Sustituyendo los equipos de aire acondicionado de tipo ventana por equipos minisplit se tiene un ahorro anual aproximado en el consumo eléctrico del 39.05 % con respecto al consumo eléctrico de los equipos de A.A instalados como se muestra en las tablas 6.1.

Tablas 6.1 comparación del consumo anual en las oficinas de la STTCH con los equipos instalados del tipo ventana tabla (A) realizando el cambio de equipos de la misma capacidad por sistemas tipo minisplit sin ningún dimensionamiento, tabla (B).

(A) AIRE ACONDICIONADO TIPO VENTANA						
EQUIPO INSTALADO	# EQUIPOS	DEMANDA x EQUIP (KW)	DEMANDA TOTAL (KW)	HORAS DE USO AL AÑO	CONSUMO kWh/Año	\$
12000	7	1.85	12.95	1920	24864	27,151.5
18000	16	2.25	36	1920	69120	75,479.0
24000	3	3.2	9.6	1920	18432	20,127.7
						\$122,758.3

(B) AIRE ACONDICIONADO TIPO MINISPLIT						
EQUIPO INSTALADO	# EQUIPOS	DEMANDA x EQUIP (KW)	DEMANDA TOTAL (KW)	HORAS DE USO AL AÑO	CONSUMO kWh/Año	\$
12000	7	1.05	7.35	1920	14112	15,382.0
18000	16	1.4	22.4	1920	43008	46,878.7
24000	3	2.00	6.0	1920	11520	12,556.8
						\$74,817.5

1 kWh =	\$1.09
tarifa O-M [13]	nov-10

AHORRO ANUAL		
VENTANA	\$122,758.3	Porcentaje de Ahorro
MINISPLIT	\$74,817.5	
	\$47,940.8	
		39.05%

Por otro lado, y como parte de las propuestas, se manejaron cuatro distintos tipos de materiales aislantes para reducir la ganancia de calor por conducción específicamente en el techo de los locales a acondicionar, por lo que las tablas 6.2, 6.3, 6.4, y 6.5 nos muestran esta reducción en conducción térmica con aislante con respecto a la ganancia por conducción sin aislante calculada en condiciones actuales.

Tabla 6.2 comparativa para la reducción de la ganancia de calor por conducción Aislante 1

NIVEL	Lugar	Con Aislante Conducción	Sin Aislante Conducción	CAP.PROP CON AISLANT (Btu/h)	CAP. CAL SIN AISLANT (Btu/h)
EDIFICIO "A"	DEPTO SE's	481.40	1007.21	5511.08	7481.43
	DEPTO LT	779.88	1413.39	10168.62	12541.59
	DEPTO COMUN	949.26	1661.96	6865.41	9536.22
	DEPTO MYPS	559.16	1018.45	4802.23	6523.32
	RECEPCION	591.82	1498.38	15744.73	19140.14
EDIFICIO "B"	DEPTO SACPASI	609.13	1052.59	5517.75	7179.25
	CENTRO DE COMP	436.81	896.90	5104.88	6828.86
	DEPTO CONTROL	762.49	1396.01	7025.18	9398.99
	DEPTO PROTEC	691.56	1404.27	6462.86	9133.78
	RECEPCION	618.83	1667.17	14229.19	18156.67
EDIFICIO "C"	AUX ADMON	1190.74	2404.55	23657.10	28202.59
	OFICINISTA	401.84	1033.20	6131.18	8497.15
	ADMINISTRADOR	578.84	1124.10	5041.07	7084.48
	DEPTO GES Y CONT	305.23	726.52	6691.40	8269.44
	TALLER DE INFOR	454.13	941.93	8526.52	10353.52
EDIFICIO "D"	AUX JEFATURA	742.15	1316.11	11576.98	13726.26
	JEFATURA	853.07	1801.92	6748.52	10304.92
	SALA DE JUNTAS	1849.87	3504.93	37512.38	43708.84
EDIFICIO "Aislados"	AULAS	3292.35	6966.74	123601.34	137347.33
	CENTRO DE COPIA	669.49	1066.96	10799.90	12287.52
	ALMACEN	414.25	659.41	6777.02	7694.54
	TALLER DE SE's	527.48	882.65	15220.83	16548.67
	TALLER DE LT	442.25	848.63	14555.39	16075.46
	ESTACION DE COMU	1088.22	1848.43	10245.91	13094.00
EDIFICIO "E"	LAB. DE PROTEC	1475.30	2961.52	19094.01	24662.27
	LAB. DE CONTROL	1033.05	2491.24	16155.09	21619.00
	LAB. DE COMUNICA	1468.50	2998.43	21737.44	27468.91

Empresa	Owens Corning México
Registro FIDE	00406
Tipo de Producto	Placa de Poliestireno Extruido
Modelo	250
Marca	Foamular
Espesor	3.81 cm = 0.0381 m
Densidad	26.08 Kg/m ³
Resistencia Térmica Mínima	2.04 Km ² /W
Conductividad Térmica Máxima	0.0128 W/m K

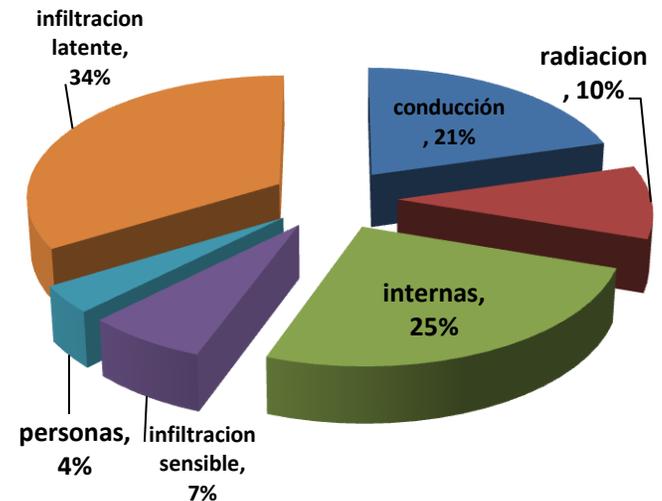


Tabla 6.3 comparativa para la reducción de la ganancia de calor por conducción Aislante 2

NIVEL	Lugar	Con Aislante Conducción	Sin Aislante Conducción	CAP.PROP CON AISLANT (Btu/h)	CAP. CAL SIN AISLANT (Btu/h)
EDIFICIO "A"	DEPTO SE´s	524.51	1007.21	5672.81	7481.43
	DEPTO LT	831.83	1413.39	10363.48	12541.59
	DEPTO COMUN	1007.70	1661.96	7084.63	9536.22
	DEPTO MYPS	596.82	1018.45	4943.50	6523.32
	RECEPCION	666.15	1498.38	16023.58	19140.14
EDIFICIO "B"	DEPTO SACPASI	645.49	1052.59	5654.15	7179.25
	CENTRO DE COMP	474.53	896.90	5246.40	6828.86
	DEPTO CONTROL	814.44	1396.01	7220.04	9398.99
	DEPTO PROTEC	750.00	1404.27	6682.08	9133.78
	OFICINISTA	704.79	1667.17	14551.64	18156.67
EDIFICIO "C"	AUX ADMON	1290.27	2404.55	24030.45	28202.59
	RECEPCION	453.61	1033.20	6325.37	8497.15
	ADMINISTRADOR	623.55	1124.10	5208.79	7084.48
	DEPTO GES Y CONT	339.77	726.52	6820.98	8269.44
	TALLER DE INFOR	494.13	941.93	8676.57	10353.52
EDIFICIO "D"	AUX JEFATURA	789.21	1316.11	11753.52	13726.26
	JEFATURA	930.88	1801.92	7040.37	10304.92
	SALA DE JUNTAS	1985.59	3504.93	38021.45	43708.84
EDIFICIO "Aislados"	AULAS	3593.65	6966.74	124731.51	137347.33
	CENTRO DE COPIA	702.08	1066.96	10922.15	12287.52
	ALMACEN	434.36	659.41	6852.42	7694.54
	TALLER DE SE's	556.60	882.65	15330.08	16548.67
	TALLER DE LT	475.57	848.63	14680.38	16075.46
	ESTACION DE COMU	1150.56	1848.43	10479.74	13094.00
EDIFICIO "E"	LAB. DE PROTEC	1597.17	2961.52	19551.15	24662.27
	LAB. DE CONTROL	1152.62	2491.24	16603.60	21619.00
	LAB. DE COMUNICA	1593.95	2998.43	22208.02	27468.91

Empresa	Bari Poliestirenos
Registro FIDE	B0809
Tipo de Producto	Poliuretano aplicado por aspersión
Modelo	S/N
Marca	Bari
Espesor	6.35 cm = 0.0635 m
Densidad	30.64 Kg/m ³
Resistencia Térmica Mínima	1.947 Km ² /W
Conductividad Térmica Máxima	0.033 W/m K

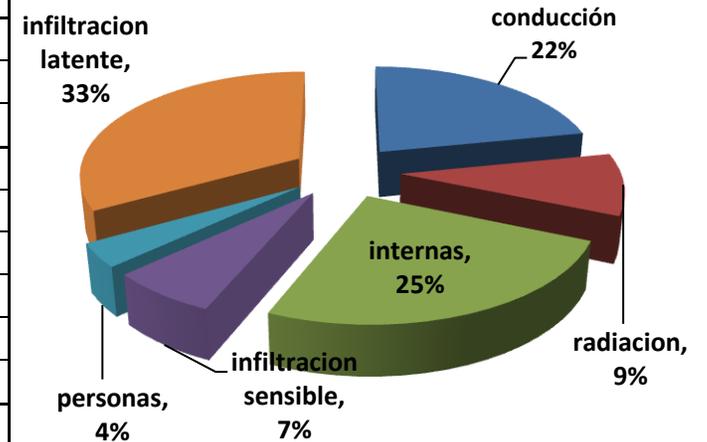


Tabla 6.4 comparativa para la reducción de la ganancia de calor por conducción Aislante 3

NIVEL	Lugar	Con Aislante Conducción	Sin Aislante Conducción	CAP.PROP CON AISLANT (Btu/h)	CAP. CAL SIN AISLANT (Btu/h)
EDIFICIO "A"	DEPTO SE's	535.04	1007.21	5712.30	7481.43
	DEPTO LT	844.51	1413.39	10411.05	12541.59
	DEPTO COMUN	1021.97	1661.96	7138.15	9536.22
	DEPTO MYPS	606.01	1018.45	4977.99	6523.32
	RECEPCION	684.30	1498.38	16091.66	19140.14
EDIFICIO "B"	DEPTO SACPASI	654.37	1052.59	5687.45	7179.25
	CENTRO DE COMP	483.74	896.90	5280.95	6828.86
	DEPTO CONTROL	827.13	1396.01	7267.62	9398.99
	DEPTO PROTEC	764.27	1404.27	6735.60	9133.78
	RECEPCION	725.78	1667.17	14630.37	18156.67
EDIFICIO "C"	AUX ADMON	1314.57	2404.55	24121.60	28202.59
	OFICINISTA	466.25	1033.20	6372.79	8497.15
	ADMINISTRADOR	634.46	1124.10	5249.73	7084.48
	DEPTO GES Y CONT	348.21	726.52	6852.62	8269.44
	TALLER DE INFOR	503.89	941.93	8713.20	10353.52
EDIFICIO "D"	AUX JEFATURA	800.70	1316.11	11796.62	13726.26
	JEFATURA	949.87	1801.92	7111.63	10304.92
	SALA DE JUNTAS	2018.72	3504.93	38145.74	43708.84
EDIFICIO "Aislados"	AULAS	3667.22	6966.74	125007.45	137347.33
	CENTRO DE COPIA	710.04	1066.96	10952.00	12287.52
	ALMACEN	439.26	659.41	6870.83	7694.54
	TALLER DE SE's	563.71	882.65	15356.75	16548.67
	TALLER DE LT	483.71	848.63	14710.90	16075.46
	ESTACION DE COMU	1165.78	1848.43	10536.83	13094.00
EDIFICIO "E"	LAB. DE PROTEC	1626.92	2961.52	19662.76	24662.27
	LAB. DE CONTROL	1181.81	2491.24	16713.11	21619.00
	LAB. DE COMUNICA	1624.58	2998.43	22322.92	27468.91

Empresa	Fanosa
Registro FIDE	F0307
Tipo de Producto	Placa de Poliestireno Expandido
Modelo	S/N
Marca	Fanosa
Espesor	6.39 cm = 0.0639 m
Densidad	16 Kg/m ³
Resistencia Térmica Mínima	1.71 Km ² /W
Conductividad Térmica Máxima	0.0364 W/m K

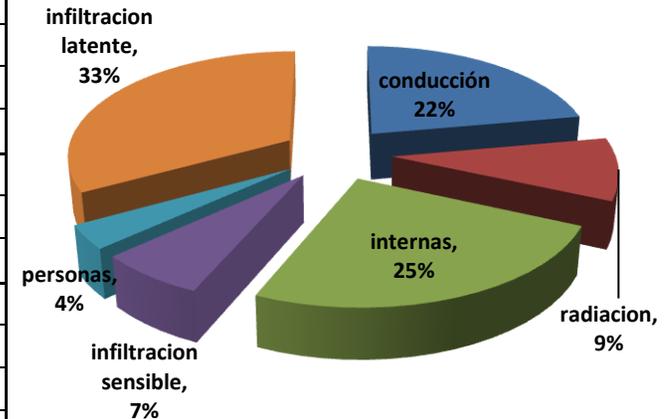
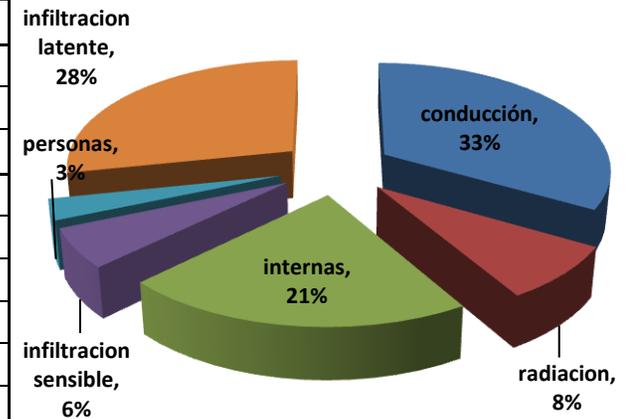


Tabla 6.5 comparativa para la reducción de la ganancia de calor por conducción Aislante 4

NIVEL	Lugar	Con Aislante Conducción	Sin Aislante Conducción	CAP.PROP CON AISLANT (Btu/h)	CAP. CAL SIN AISLANT (Btu/h)
EDIFICIO "A"	DEPTO SE's	974.36	1007.21	7360.19	7481.43
	DEPTO LT	1373.81	1413.39	12396.46	12541.59
	DEPTO COMUN	1617.44	1661.96	9371.74	9536.22
	DEPTO MYPS	989.76	1018.45	6417.42	6523.32
	RECEPCION	1441.74	1498.38	18932.78	19140.14
EDIFICIO "B"	DEPTO SACPASI	1024.88	1052.59	7077.24	7179.25
	CENTRO DE COMP	868.15	896.90	6722.85	6828.86
	DEPTO CONTROL	1356.43	1396.01	9253.03	9398.99
	DEPTO PROTEC	1359.74	1404.27	8969.19	9133.78
	OFICINISTA	1601.67	1667.17	17915.83	18156.67
EDIFICIO "C"	AUX ADMON	2328.72	2404.55	27925.65	28202.59
	RECEPCION	993.75	1033.20	8351.45	8497.15
	ADMINISTRADOR	1090.03	1124.10	6958.58	7084.48
	DEPTO GES Y CONT	700.19	726.52	8172.92	8269.44
	TALLER DE INFOR	911.46	941.93	10241.97	10353.52
EDIFICIO "D"	AUX JEFATURA	1280.25	1316.11	13595.41	13726.26
	JEFATURA	1742.64	1801.92	10085.30	10304.92
	SALA DE JUNTAS	3401.52	3504.93	43332.62	43708.84
EDIFICIO "Aislados"	AULAS	6737.17	6966.74	136522.84	137347.33
	CENTRO DE COPIA	1042.13	1066.96	12197.65	12287.52
	ALMACEN	644.09	659.41	7639.14	7694.54
	TALLER DE SE's	860.46	882.65	16469.85	16548.67
	TALLER DE LT	823.24	848.63	15984.50	16075.46
	ESTACION DE COMU	1800.94	1848.43	12919.33	13094.00
EDIFICIO "E"	LAB. DE PROTEC	2868.66	2961.52	24320.54	24662.27
	LAB. DE CONTROL	2400.13	2491.24	21283.03	21619.00
	LAB. DE COMUNICA	2902.85	2998.43	27117.68	27468.91

Tipo de Producto	Calcreto (material de la región)
Modelo	S/N
Marca	Fanosa
Espesor	2.5 cm = 0.025 m
Densidad	16 Kg/m ³
Resistencia Térmica Mínima	0.0319 m ² K/W
Conductividad Térmica Máxima	0.780 W/m K
Conductancia Térmica	31.3 W/m ² K



Ajuste de capacidades de equipos de aire acondicionado para todo el conjunto de edificios de la STTCH.

En las tablas 6.6 a 6.10 se muestra el ajuste de las capacidades de enfriamiento y consumo eléctrico y de facturación anual de cada equipo de enfriamiento de acuerdo al tipo de aislamiento térmico propuesto en las techumbres para cada caso:

TABLA 6.6 SIN AISLANTE - MINISPLIT						
EQUIPO PROPUESTO	No. EQUIPOS	DEMANDA x EQUIP (KW)	DEMANDA TOTAL (KW)	HORAS DE USO AL AÑO	CONSUMO kWh/Año	FACTURA \$
9000	15	0.8	12	1920	23040	25,159.7
12000	10	1.09	10.9	1920	20928	22,853.4
18000	7	1.35	9.45	1920	18144	19,813.2
24000	1	2.28	2.28	1920	4377.6	4,780.3
32000	1	3	3	1920	5760	6,289.9
35500	3	3.4	10.2	1920	19584	21,385.7
						\$100,282.3

TABLA 6.7 AISLANTE 1 (Placa de Poliestireno Extruido) MINISPLIT						
EQUIPO PROPUESTO	No. EQUIPOS	DEMANDA x EQUIP (KW)	DEMANDA TOTAL (KW)	HORAS DE USO AL AÑO	CONSUMO kWh/Año	FACTURA \$
6000	15	0.62	9.3	1920	17856	\$19,498.8
9000	10	0.88	8.8	1920	16896	\$18,450.4
12000	6	1.09	6.54	1920	12556.8	\$13,712.0
18000	2	1.35	2.7	1920	5184	\$5,660.9
26000	1	2.52	2.52	1920	4838.4	\$5,283.5
32000	3	3	9	1920	17280	\$18,869.8
						\$81,475.4

TABLA 6.8 AISLANTE 2 (Poliuretano aplicado por aspersión) MINISPLIT						
EQUIPO PROPUESTO	No. EQUIPOS	DEMANDA x EQUIP (KW)	DEMANDA TOTAL (KW)	HORAS DE USO AL AÑO	CONSUMO kWh/Año	FACTURA \$
6000	15	0.62	9.3	1920	17856	\$19,498.8
9000	10	0.88	8.8	1920	16896	\$18,450.4
12000	6	1.09	6.54	1920	12556.8	\$13,712.0
18000	1	1.35	1.35	1920	2592	\$2,830.5
22000	1	1.7	1.7	1920	3264	\$3,564.3
26000	1	2.52	2.52	1920	4838.4	\$5,283.5
32000	3	3	9	1920	17280	\$18,869.8
						\$82,209.3

TABLA 6.9 AISLANTE 3 (Placa de Poliestireno Expandido) MINISPLIT						
EQUIPO PROPUESTO	No. EQUIPOS	DEMANDA x EQUIP (KW)	DEMANDA TOTAL (KW)	HORAS DE USO AL AÑO	CONSUMO kWh/Año	FACTURA \$
6000	15	0.62	9.3	1920	17856	\$19,498.8
9000	10	0.88	8.8	1920	16896	\$18,450.4
12000	6	1.09	6.54	1920	12556.8	\$13,712.0
18000	1	1.35	1.35	1920	2592	\$2,830.5
22000	1	1.7	1.7	1920	3264	\$3,564.3
30000	1	2.7	2.7	1920	5184	\$5,660.9
32000	3	3	9	1920	17280	\$18,869.8
						\$82,586.6

TABLA 6.10 AISLANTE 4 (Calcreto (material de la región)) MINISPLIT						
EQUIPO PROPUESTO	No. EQUIPOS	DEMANDA x EQUIP (KW)	DEMANDA TOTAL (KW)	HORAS DE USO AL AÑO	CONSUMO kWh/Año	FACTURA \$
6000	6	0.62	3.72	1920	7142.4	\$7,799.5
9000	12	0.88	10.56	1920	20275.2	\$22,140.5
12000	9	1.09	9.81	1920	18835.2	\$20,568.0
18000	4	1.35	5.4	1920	10368	\$11,321.9
22000	2	1.7	3.4	1920	6528	\$7,128.6
32000	2	3	6	1920	11520	\$12,579.8
36000	2	3.2	6.4	1920	12288	\$13,418.5
						\$94,956.8

Analizando los datos obtenidos en las tablas anteriores se puede observar que utilizando únicamente calcreto en las techumbres de la STTCH, se tiene un ahorro del 5.31 % según la tabla 6.10 donde la facturación fue de \$94,956.8 anual, seguido de la placa de poliestireno expandido con un ahorro del 17.65 % y una facturación de \$82,586.6 anual expresada en la tabla 6.9. En la tabla 6.8 el poliuretano aplicado por aspersión alcanzó un ahorro del 18.02% y una facturación de \$82,209.3 anual. El máximo ahorro dentro de los aislantes propuestos se tiene la placa de poliestireno extruido con una facturación de \$81,475.4 y un ahorro anual del 18.75%.

Finalmente, poniendo como referencia la Tabla 6.6 para sacar el porcentaje de ahorro con respecto a cada aislante propuesto en la techumbre, se están tomando en cuenta los equipos propuestos con la ganancia térmica total y sin aislante. Por lo tanto, la máxima facturación propuesta es de \$100,282.3 anual, considerando únicamente cambio de equipos tipo ventana por minisplit.

De acuerdo a los datos anteriores se hace la comparación de los aires acondicionados instalados, con los propuestos, utilizando la capacidad de enfriamiento (Btu/h) de equipos minisplit y así comparar el ahorro de la ganancia térmica por conducción cuando el edificio no tiene aislante térmico contra el mejor aislamiento térmico propuesto para el techo de la construcción (Tabla 6.11).

Tabla 6.11 comparación de equipos de aire acondicionado de acuerdo a capacidades en el mercado

AREA	EQUIPO INSTALADO	PROPUESTO SIN AISLANTE	PROPUESTO CON AISLANTE (BARI)	DIFERENCIA BTU/h	
				PROPUESTO SIN AISLANTE	CON AISLANTE
DEPTO SE's	18000	9000	6000	9000	12000
DEPTO LT	24000	12000	9000	12000	15000
DEPTO COMUN	18000	9000	6000	9000	12000
DEPTO MYPS	18000	9000	6000	9000	12000
OFICINISTA	18000	(2) 9000	(1) 9000 y (1) 6000	0	3000
DEPTO SACPASI	12000	9000	6000	3000	6000
CENTRO DE COMP	12000	9000	6000	3000	6000
DEPTO CONTROL	18000	9000	6000	9000	12000
DEPTO PROTEC	18000	9000	6000	9000	12000
OFICINISTA	18000	(2) 9000	(1) 9000 y (1) 6000	0	3000
AUX ADMON	(1)24000 y (1)18000	(1)18000 y (1)12000	(2) 12000	12000	18000
OFICINISTA	24000	9000	6000	15000	18000
ADMINISTRADOR	18000	9000	6000	9000	12000
DEPTO GES Y CONT	12000	9000	6000	3000	6000
TALLER DE INFOR	12000	12000	9000	0	3000
AUX JEFATURA	12000	12000	12000	0	0
JEFATURA	18000	12000	6000	6000	12000
SALA DE JUNTAS	(2) 24000	(1)24000 y (1)18000	(2) 18000	6000	12000
AULAS	(3)35500 y (1)32000	(3)35500 y (1)32000	(3)32000 y (1)26000	0	16500
CENTRO DE COPIA	12000	12000	9000	0	3000
ALMACEN	12000	9000	6000	3000	6000
TALLER DE SE's	18000	18000	12000	0	6000
TALLER DE LT	18000	18000	12000	0	6000
ESTACION DE COMU	18000	12000	9000	6000	9000
LAB. DE PROTEC	18000	24000	(2) 9000	-6000	0
LAB. DE CONTROL	(2)18000	(1)12000 y (1) 9000	(1) 9000 y (1) 6000	15000	21000
LAB. DE COMUNICA	36000	(1)18000 y (1)9000	(1)12000 y (1)9000	9000	15000

Dentro de las propuestas para el mejoramiento del consumo eléctrico por iluminación se fomentan los siguientes aspectos:

- Uso de luminarias más eficientes.
- Mantenimiento de las luminarias.
- Sistema de iluminación eficiente y adecuada para cada área.
- Consideraciones generales.

Uso de luminarias más eficientes

Se trata de estimar el consumo eléctrico que presentaría la institución considerando la sustitución de todas las luminarias convencionales por las de mayor rendimiento. Un tubo fluorescente, F32T8 ENERGY ADVANTAGE G13 841 ALTO, de 28 W que es ideal para su uso en sustitución de tubos existentes en luminarias convencionales de 1x39 W y las F96T8 PLUS Fa8 841 ALTO II, de 59 W por lámparas de 1x75 respectivamente. Y este debe estar combinado al balasto electrónico que solo consume 2 W aproximadamente, con los mismos niveles de iluminación.

La sustitución de nuevas luminarias traería un ahorro por luminarias de aproximadamente un 30% ya que las de 1 Tubo de 28 W y 1 Balastro demandarían aproximadamente 30 W en lugar de 40 W, 2 Tubos de 28 W y 1 Balastos demandarían 58W en lugar de 80W, 2 tubos de 59 W y 1 balastro demandarían 120 W en lugar de 160 W. En vista de que estas luminarias se colocarían en las mismas instalaciones de la STTCH, los tiempos de funcionamiento de las mismas se mantienen igual a los anteriores. Las tablas siguientes muestran tales demandas y ahorros.

Tabla N° 16. Comparación del consumo eléctrico con nuevas luminaria respecto de las existentes.

Luminarias Propuestas T8	Potencia con balastro (W)	Luminarias Existentes T12	Ahorro (W)	Número de lámparas	Horas de uso diario	Consumo Mensual (KWH)
1x28	30	1x39	11	1	8	0.24
2x28	60	2x39	22	102	8	48.96
1x59	122	1x75	32	3	8	2.928

Mantenimiento de las Luminarias

En los comienzos de su etapa de diseño, el equipo de iluminación debe seleccionarse de modo que sea fácil su conservación: para cambiar lámparas, para limpiar en forma periódica los componentes reflectores y transmisores de luz y para alcanzar balastos y otros equipos auxiliares con facilidad. También es importante montar luminarias de modo que el personal de mantenimiento pueda tener acceso para sus trabajos o contar con medios para bajar el equipo a niveles más convenientes. La continua eficiencia del sistema de iluminación depende del buen mantenimiento; en instalaciones existentes las reevaluaciones sistemáticas pueden poner al descubierto procedimientos que reducen el consumo de energía para iluminación. El programa para el mantenimiento de luminarias se propone de la siguiente manera:

- 1-. Cambios de lámparas en grupos, al 70 u 80 % de su vida promedio esperada.
- 2-. Limpieza programada de luminarias, que ayuda a la institución a recibir la luz por la que paga.

Sistema de Iluminación Eficiente

Otro de los aspectos del programa que se debe tomar en cuenta para lograr ahorrar energía son las características de un alumbrado eficiente, basado en diseño arquitectónico eficiente, diseño bajo normas, uso apropiado de lámparas, balastos adecuados y separación de circuitos.

Diseño arquitectónico eficiente

Para disminuir el consumo eléctrico durante el día, es fundamental el aprovechamiento de la luz solar a través de tragaluces, domos y ventanas. La mayoría de las aulas están diseñadas para el aprovechamiento de la luz solar, pero de igual forma se tienen las luminarias encendidas, debido a la falta de concientización.

Diseño bajo normas

Existen normas en el ámbito nacional e internacional en iluminación para todas las áreas posibles. El diseño apegado a las normas permite el aprovechamiento óptimo de los recursos.

Uso apropiado de lámparas

Las lámparas más ineficientes desde el punto de vista de conversión de energía eléctrica a energía luminosa, son las llamadas incandescentes o focos, seguidas por las

fluorescentes del tipo Slim-line de 39 y de 75 Watts de dos pines del tipo luz de día. Por ello, el uso de las primeras está prohibido en la Unión Americana. Además, es muy común encontrar lámparas incandescentes del tipo de halógenos, cuyo uso es de alumbrado de realce, empleadas como alumbrado general. Por otro lado, las lámparas más eficientes son las de vapor de sodio en sus diferentes versiones, con la desventaja de que proporcionan luz de un solo tono, por lo que su uso se ve limitado a iluminación general o de vigilancia.

Balastros adecuados

Para el alumbrado fluorescente y electrónico existen en el mercado balastros de todas calidades, siendo muchas de ellas altamente ineficientes, fácilmente detectable por el gran calor que producen al operar. Además, es frecuente que operen a un bajo factor de potencia, lo cual repercute en una penalización por parte de la compañía suministradora de electricidad o, en la compra de capacitores para corregir el fenómeno.

Separación de circuitos

Las áreas a iluminar deben estar delimitadas tanto en espacio como en tiempo de uso, y es por ello que debe existir algún medio de desconexión para cada grupo de luminarias que tienen un uso específico.

Referencias

- [1] Cuotas aplicables al mes de noviembre de 2010 CFE
<http://www.cfe.gob.mx/negocio/conocetarifa/Paginas/Tarifas.aspx>
- [2] Catálogo Philips Lighting México www.luz.philips.com
- [3] Catálogo Carrier Alpha Plus. www.refrimatelco.com
- [4] www.lge.com
- [5] FIDE. *“Materiales Aislantes para edificaciones”*. Noviembre 2009
- [6] www.inegi.gob.mx (anuario estadístico 2010)
- [7] Guía de implementación para ahorro de energía. Italavia. Arg, 2008
- [8] http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_efficiency_ratio
- [9] www.sener.gob.mx

CAPITULO VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El consumo actual de energía eléctrica en las instalaciones de la "STTCH" es adecuado a los equipos actualmente instalados. Sin embargo, estos equipos son de muy baja eficiencia, es decir, por su diseño intrínseco desperdician gran cantidad de energía, para cubrir los requerimientos de ergonomía y seguridad que deben tener toda instalación.
- La mayoría de los circuitos de toma corriente, de la parte administrativa, están compuestos por equipos electrónicos: computadoras personales, fotocopiadoras, impresoras, los cuales producen un consumo a la institución.
- Los equipos de moderna tecnología, descritos en el desarrollo de este trabajo, coinciden en aumentar la eficiencia y reducir el consumo de energía eléctrica.
- Se hicieron algunos estudios donde se concluyó que la mayor parte de la energía eléctrica que se está consumiendo corresponde a la parte del acondicionamiento del aire y alumbrado.
- Se presenta la posibilidad de sustituir todos los equipos de aire acondicionado por unos de más eficiencia, que permitirá un ahorro considerable de energía, del orden del 30 %.
- Los equipos de iluminación son de baja eficiencia por lo que se propone sustituirlos por luminarias que permiten un menor costo en mantenimiento, en comparación con las ya instaladas.
- Las luminarias como las lámparas requieren de una limpieza frecuente para mantenerlas en un nivel óptimo de iluminación. En la institución las lámparas no reciben mantenimiento por lo que su eficiencia se estima en un 70 %, sin tomar en cuenta la vejez de muchas de ellas que se traduce en poca luminosidad por energía consumida.
- Se encontraron niveles de iluminación muy bajos en zonas de trabajos fuera de la línea de luz, entre otras.

Recomendaciones

- Utilizar temperaturas apropiadas de funcionamiento 25° a 23°C en equipos de aire acondicionado. Muchos usuarios fijan el termostato más bajo de lo necesario, resultando un desperdicio de electricidad.
- Sustitución de equipos de aire acondicionado de tipo ventana antiguos por tipo minispli alta eficiencia que permitan un ahorro considerable en la facturación eléctrica.
- Se recomienda cubrir el techo con alguno de los aislantes térmicos antes mencionados para reducir la ganancia de calor en la partida de conducción.
- Sustitución de las luminarias, sustituyendo 2 tubos de 32 W por 2 de 28 W, que permiten ahorrar un 30 por ciento de la energía para el mismo nivel de iluminación.
- Instalar medidores de energía eléctrica en las instalaciones del instituto, para conocer la cantidad de KWH que se consumen y verificar la efectividad de las acciones tendientes a optimizar el consumo de energía eléctrica.
- Efectuar trabajos de re-balanceo de cargas en los tableros de distribución de los edificios, para reducir las pérdidas producidas por sobre-corrientes en el neutro de los circuitos ramales. Adicionalmente, esto permitirá que los equipos eléctricos y electrónicos instalados tengan un óptimo funcionamiento.
- Revisar las conexiones, el estado de las barras y los cables de todos los equipos eléctricos principalmente los de aires acondicionados e iluminación.
- Estar al alerta de calentamientos y pérdidas de energía excesiva en conexiones, contactos y arrancadores.
- Para las futuras compras de repuestos para iluminación se recomienda, especificar balastos electrónicos y tubos TL-8 de 28 W, lo cual permitiría ahorros en energía eléctrica a largo plazo.
- Mantener una mejor calidad de la limpieza en los tubos de los condensadores para que se realice una buena trasmisión de calor pues el sarro disminuye la transferencia de calor hacia el fluido refrigerante en consecuencia las toneladas de refrigeración que pueden condensar es inferior a las nominales.

- Revisar en los equipos de refrigeración y aire acondicionado el estado del aislante que recubre los tubos de distribución del refrigerante y sus accesorios.

- Implementar una campaña de concientización para el uso racional de equipos eléctricos, tales como: cafeteras, computadoras, aires acondicionados, alumbrado de oficinas, etc.

- El ahorro en electricidad por iluminación y aire acondicionado se logra a partir del reconocimiento del problema en el ámbito de las direcciones. Para ello, es indispensable crear un programa de Ahorro Energético energética congruente con el objetivo de reducción, bajo los siguientes puntos:

- Diseño de las nuevas instalaciones se debe especificar los niveles de iluminación requeridos, los tipos de luminarias que reúnan los criterios de eficiencia y acabado terminado de las paredes.
- En las áreas donde el análisis económico arroje una recuperación acorde con las expectativas de las inversiones, se especificará el tipo de equipos que reemplazará el existente.

Con base en los datos obtenidos en esta investigación se recomienda hacer el cambio de equipos de iluminación y aire acondicionado instalado actualmente por los propuestos en la Tabla 7, en ella encontramos el número de luminarias y la capacidad de enfriamiento requerida para cada una de las áreas analizadas.

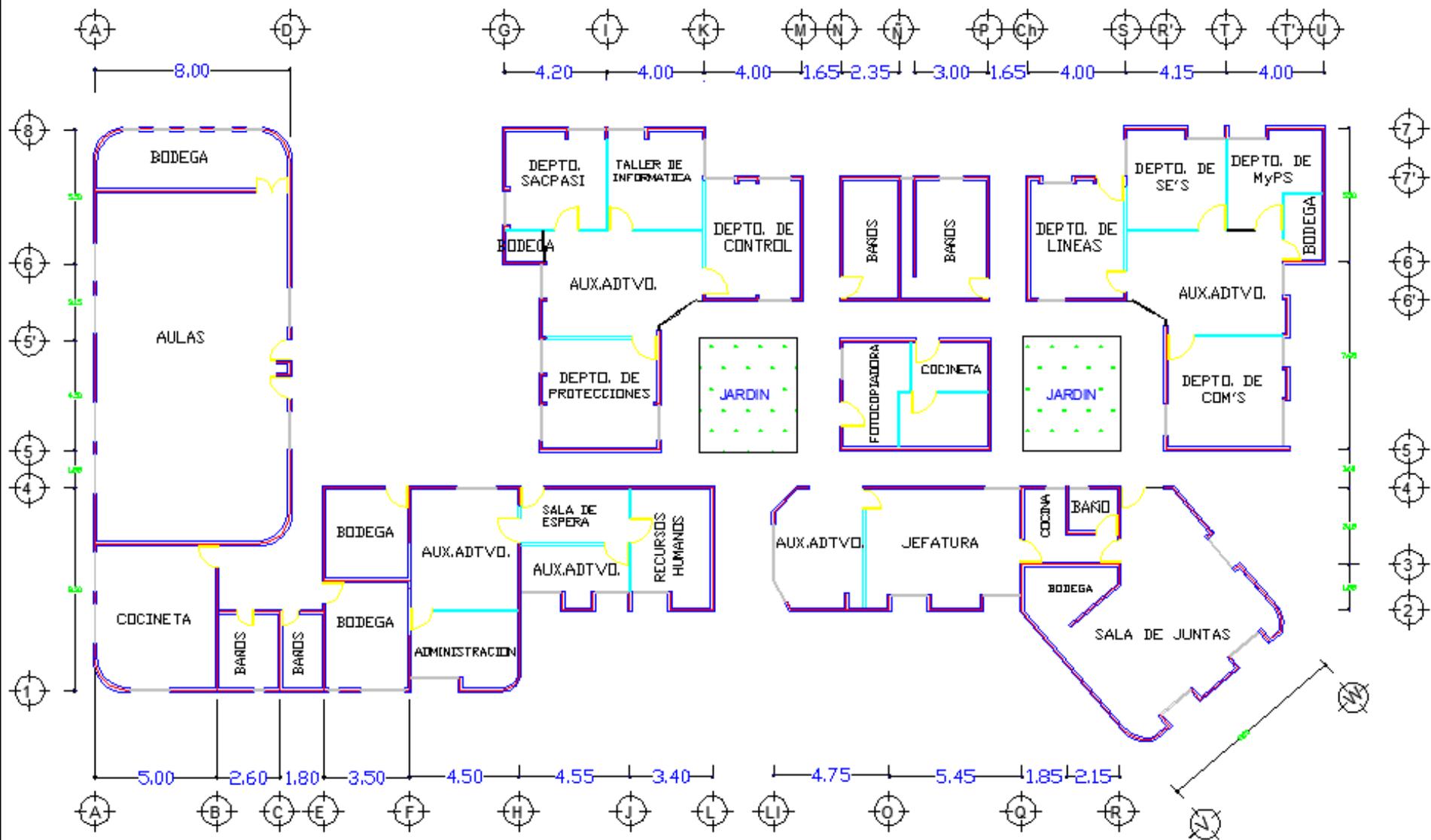
Puedo concluir de esta manera que se puede llegar al ahorro expresado en la hipótesis y hasta superarlo haciendo los cambios pertinentes que nos ha arrojado el trabajo metodológico y de investigación en la STTCH.

Tabla 7. Equipos de aire acondicionado y lámparas a considerar para lograr el ahorro estimado por áreas.

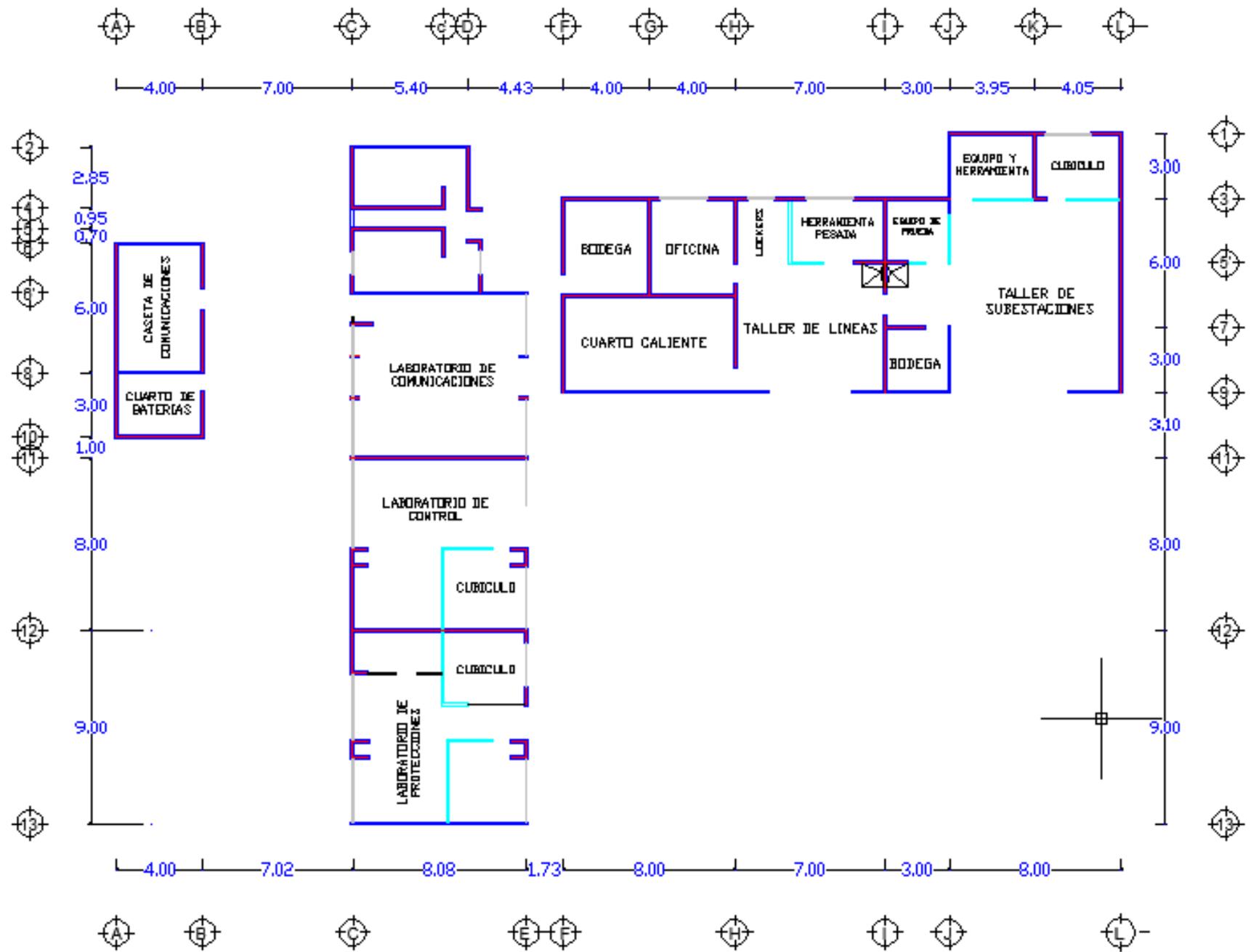
LUGAR	CAP. ENFRIAMIENTO A.A (Btu/h)	CONSUMO PROM X A.A (kWh/AÑO)	NUM. LÁMPARAS T8		CONSUMO X LUMINARIA (kWh/AÑO)	CONSUMO TOTAL (kWh/AÑO)
			1X28 W	2X28 W		
DEPTO SE'S	9000	1344.0	1	3	376	1720
DEPTO LT	12000	2016.0		4	430	2446
DEPTO COMUN	9000	1344.0	1	4	484	1828
DEPTO MYPS	9000	1344.0	1	3	376	1720
OFICINISTA	18000	2688.0		6	645	3333
DEPTO SACPASI	9000	1344.0	1	3	376	1720
CENTRO DE COMP	9000	1344.0		3	323	1667
DEPTO CONTROL	9000	1344.0		4	430	1774
DEPTO PROTEC	9000	1344.0	1	4	484	1828
OFICINISTA	18000	2688.0		6	645	3333
AUX ADMON	(1)18000 y (1)12000	4704.0		7	753	5457
OFICINISTA	9000	1344.0		4	430	1774
ADMINISTRADOR	9000	1344.0	1	3	376	1720
DEPTO GES Y CONT	9000	1344.0	1	3	376	1720
TALLER DE INFOR	12000	2016.0	1	3	376	2392
AUX JEFATURA	12000	2016.0		4	430	2446
JEFATURA	12000	2016.0	1	6	699	2715
SALA DE JUNTAS	(1)24000 y (1)18000	6528.0		8	860	7388
AULAS	(3)35500 y (1)32000	13420.8	1	21	2312	15732
CENTRO DE COPIA	12000	2016.0	1	2	269	2285
ALMACEN	9000	1344.0		2	215	1559
TALLER DE SE'S	18000	2688.0		3	323	3011
TALLER DE LT	18000	2688.0		3	323	3011
ESTACION DE COMU	12000	2016.0	1	4	484	2500
LAB. DE PROTEC	24000	3840.0		10	1075	4915
LAB. DE CONTROL	(1)12000 y (1) 9000	3360.0	1	10	1129	4489
LAB. DE COMUNICA	(1)18000 y (1)9000	4032.0		10	1075	5107

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Diario Oficial. NORMA Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales. Miércoles 25 de abril 2001.
- [2] García Pérez Gustavo. *“Trabajo de Proyecto Final titulado: Implementación de la NOM-008 ENER- 2001 eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales”*. DCI, Universidad de Quintana Roo, Diciembre 2004.
- [3] Rey Martínez Francisco J., Velasco Gómez Eloy. *“Eficiencia energética en edificios”*. Certificación y auditorías energéticas “.2006. Ed. Thompson. España. ISBN: 84-9732-419-6.
- [4] Rey Martínez Francisco J., Velasco Gómez Eloy. *“Curso Universitario de ingeniería de Climatización”*. Grupo de Investigación Reconocido de Termotécnica. Departamento de Ingeniería Energética y Fluido Mecánica. Universidad de Valladolid España. 2006. ISBN: 84-933938-4-3.
- [5] Torrella Alcaráz Enrique, et. al. *“Manual de Climatización”*. 1 edición 2005. A. Madrid Vicente Ediciones. España. ISBN: 84-89922-46-2.
- [6] Wang Shan K.” *Handbook of air conditioning and refrigeration”*. 2nd edition 2000. Ed. McGraw Hill. USA. ISBN: 0-07-068167-8.
- [7] Miranda Barreras Ángel L. *“técnicas de Climatización”*. 2nd edición 2008. Ed. Marcombo. España. ISBN: 978-84-267-1476-3.
- [8] Miranda Barreras Ángel L. *“aire acondicionado”*.5ta edición 2004. Ed. CEAC. España. ISBN: 84-329-6542-1.
- [9] Miranda Barreras Ángel L. Rufes Martínez Pedro. *“Ciclos de Refrigeración”*. 2003. Ed.CEAC. España. ISBN: 84-329-6569-3
- [10] Jutglar Banyeras Luis. *“Bienestar y ahorro energético en climatización”* . 2002. Ed. CEAC. España. ISBN : 84-329-6565-0.
- [11] Re Vittorio. *“Iluminación Interna”*.1989. Ed. marcombo Boixareu Editores. España. ISBN: 84-267-0362-3.
- [12] Meléndez Jaime R. Apuntes de Aire Acondicionado y Refrigeración. Tema V. Enero 2009.
- [13] Cuotas aplicables al mes de noviembre de 2010 CFE
<http://www.cfe.gob.mx/negocio/conocetarifa/Paginas/Tarifas.aspx>
- [14] OLADE. Sistema de Información Energética. 2009 [cited 2009 July 15th]; Available from: <http://www.olade.org.ec/>.
- [15] NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo



ANEXO 1. Plano en planta del local cuya carga térmica se calculó a lo largo del capítulo



ANEXO 2

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOLÓGICAS 1971-2000

ESTADO DE: QUINTANA ROO

ESTACION: 00023032 CHETUMAL

LATITUD: 18°30'02" N.

LONGITUD: 088°19'39" W.

ALTURA: 26.0 MSNM.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	28.9	29.8	30.8	32.2	33.0	32.4	32.6	32.9	32.6	31.8	30.5	29.2	31.4
MAXIMA MENSUAL	29.9	31.6	31.9	33.4	34.6	34.3	34.4	34.8	34.8	33.1	32.6	30.5	
AÑO DE MAXIMA	1998	1998	1991	1997	1999	1995	2000	1997	1998	1994	1972	1993	
MAXIMA DIARIA	35.0	36.5	37.0	39.5	39.0	36.9	36.0	39.0	36.5	36.0	37.0	39.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	04/1990	17/1971	26/1973	30/1988	19/1994	03/1995	20/1972	07/1975	15/1998	24/1975	10/1973	30/1994	
AÑOS CON DATOS	26	27	28	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	23.8	24.5	26.3	27.9	28.9	28.7	28.5	28.6	28.3	27.2	25.8	24.3	26.9
AÑOS CON DATOS	26	27	28	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	18.8	19.3	21.7	23.6	24.7	25.0	24.5	24.2	24.0	22.5	21.2	19.5	22.4
MINIMA MENSUAL	16.1	16.1	19.1	20.4	22.2	23.3	23.3	23.0	23.0	20.7	19.1	17.4	
AÑO DE MINIMA	1978	1976	1986	1987	1992	1975	1984	1982	1976	1987	1999	1975	
MINIMA DIARIA	8.0	8.0	7.3	9.0	18.0	19.5	20.0	15.0	18.0	16.0	12.5	8.5	
FECHA MINIMA DIARIA	15/1978	14/1971	02/1986	08/1971	04/1992	20/1973	22/1971	30/1973	26/1975	31/1987	10/1991	26/1989	
AÑOS CON DATOS	26	27	28	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
PRECIPITACION													
NORMAL	80.6	31.3	25.8	53.2	97.4	205.8	149.3	146.7	193.9	162.4	104.7	76.3	1,327.4
MAXIMA MENSUAL	231.2	119.5	85.2	248.5	363.9	780.0	350.5	378.7	638.2	470.0	239.1	200.0	
AÑO DE MAXIMA	1994	1974	1986	1996	1986	1976	1972	2000	1982	1998	1999	1971	
MAXIMA DIARIA	100.0	94.0	66.5	101.9	276.8	360.0	150.0	120.4	220.0	134.2	160.0	53.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	20/1975	25/1974	01/1975	01/1996	24/1986	24/1976	11/1985	20/1996	20/1982	10/1995	20/1971	25/1971	
AÑOS CON DATOS	26	27	28	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
EVAPORACION TOTAL													
NORMAL	101.5	129.0	185.0	206.4	213.9	169.0	170.3	164.3	138.7	127.6	102.3	95.7	1,803.7
AÑOS CON DATOS	24	24	23	24	25	25	26	26	25	25	25	25	
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA													
NORMAL	9.5	5.1	3.5	4.0	7.4	13.3	13.3	13.6	15.2	14.1	11.9	10.6	121.5
AÑOS CON DATOS	26	27	28	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
NIEBLA													
NORMAL	0.7	0.6	0.4	0.3	0.0	0.0	0.2	0.3	0.6	0.4	0.6	0.6	4.7
AÑOS CON DATOS	26	27	28	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
GRANIZO													
NORMAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AÑOS CON DATOS	26	27	28	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
TORMENTA E.													
NORMAL	0.3	0.0	0.1	0.4	0.5	1.5	1.5	1.3	1.6	0.6	0.3	0.0	8.1
AÑOS CON DATOS	26	27	28	27	27	27	27	27	27	27	27	27	

APENDICE A
NORMATIVO

Tabla 1. Valores para el cálculo de la Ganancia de Calor a través de la Envoltente

ESTADO	Ciudad	CONDUCCIÓN														RADIACIÓN					Barrera para vapor			
		OPACA										TRANSPARENTE				TRANSPARENTE								
		Coeficiente de transferencia de calor, K (W / m ² K)		Temperatura equivalente promedio te (°C)												Factor de ganancia solar promedio FG (W / m ²)								
				Superficie inferior	Techo	Muro masivo				Muro ligero				Tregaluz y domo	Ventanas									
Techo	Muro	N	E			S	O	N	E	S	O	N	E		S	O	Tregaluz y domo	N	E	S	O			
JALISCO	Guadalajara (c)	0,391	2,200	26	37	24	27	26	26	30	33	32	32	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	
	Huejucar	0,391	2,200	26	38	25	27	26	26	30	33	32	33	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	
	Lagos de Morelos	0,391	2,200	26	36	23	26	25	25	29	32	31	31	21	23	23	23	24	274	91	137	118	146	
	Ocotlán	0,391	2,200	26	38	25	27	26	26	30	34	33	33	22	23	24	24	25	274	91	137	118	146	
	Puerto Vallarta	0,357	0,639	31	45	31	35	32	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	274	91	137	118	146	
MÉXICO	Chapingo	0,391	2,200	23	32	20	22	21	21	26	28	28	27	19	20	21	21	21	274	91	137	118	146	
	Toluca	0,391	2,200	21	28	17	18	18	17	23	25	25	24	17	18	18	18	19	274	91	137	118	146	
MICHOACÁN	Morelia	0,391	2,200	25	35	22	25	24	23	28	31	30	30	20	22	22	22	23	274	91	137	118	146	
	Lázaro Cardenas	0,358	0,700	30	44	30	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	28	28	274	91	137	118	146	
MORELOS	Uruapan	0,391	2,200	25	35	22	25	24	24	28	31	30	30	21	22	22	23	23	274	91	137	118	146	
	Cuernavaca	0,391	2,200	26	38	25	27	26	26	30	33	32	33	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	
NAYARIT	Cuautepec	0,391	1,368	28	41	27	30	29	29	33	36	36	36	24	25	26	26	26	274	91	137	118	146	
	Tepic	0,391	2,200	27	39	26	29	27	27	31	35	33	34	23	24	25	25	25	274	91	137	118	146	
NUEVO LEÓN	Monterrey (d)	0,359	0,768	30	44	30	33	31	32	35	39	37	38	25	27	28	28	28	274	91	137	118	146	
OAXACA	Oaxaca	0,391	2,200	26	37	24	27	26	25	30	33	32	32	22	23	24	24	24	272	102	140	114	134	
	Salina Cruz	0,355	0,586	31	46	32	35	33	34	37	41	39	40	26	28	29	29	29	272	102	140	114	134	
PUEBLA	Puebla	0,391	2,200	24	33	21	23	22	22	27	29	29	28	20	21	21	21	22	272	102	140	114	134	
	Atlixco	0,391	2,200	25	35	22	25	24	24	28	31	30	30	21	22	22	23	23	272	102	140	114	134	
	Tehuacán	0,391	2,200	25	35	22	25	24	24	28	31	30	30	21	22	22	23	23	272	102	140	114	134	
QUERÉTARO	Querétaro	0,391	2,200	26	37	24	26	25	25	29	33	32	32	21	23	23	24	24	274	91	137	118	146	
	San Juan del Río.	0,391	2,200	24	34	22	24	23	23	27	30	29	29	20	21	22	22	22	274	91	137	118	146	
QUINTANA ROO	Cozumel	0,359	0,763	30	44	30	33	31	32	35	39	37	38	25	27	28	28	28	284	95	152	119	133	
	Chetumal	0,358	0,679	31	45	31	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	29	29	284	95	152	119	133	
	Cancun	0,355	0,587	31	46	32	35	33	34	37	41	39	40	26	28	29	29	29	284	95	152	119	133	
	Playa del Carmen	0,356	0,623	31	45	31	35	33	33	36	41	39	40	26	28	29	29	29	284	95	152	119	133	
SAN LUIS POTOSÍ	Río Verde	0,391	1,503	28	40	27	30	28	29	32	36	35	35	23	25	26	26	26	274	91	137	118	146	
	San Luis Potosí	0,391	2,200	24	34	21	24	23	23	27	30	29	29	20	21	22	22	22	274	91	137	118	146	
	Cd. Valles	0,356	0,611	31	45	31	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	274	91	137	118	146	
SINALOA	Matehuala	0,391	2,200	27	39	25	28	27	27	31	34	33	34	22	24	25	25	25	274	91	137	118	146	
	Culiacán	0,355	0,579	31	46	32	35	33	34	37	41	39	41	26	28	29	29	29	322	70	159	131	164	
	Mazatlán	0,358	0,720	30	44	30	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	28	28	322	70	159	131	164	
	Guasave	0,355	0,563	32	46	32	36	33	34	37	41	39	41	27	28	29	29	30	322	70	159	131	164	
	Los Mochis	0,357	0,651	31	45	31	34	32	33	36	40	38	40	26	27	28	29	29	322	70	159	131	164	

Tablas para determinar el Factor de Corrección de Sombreado Exterior (SE), por el uso de volados, ventanas remetidas y partesoles para diferentes orientaciones y latitudes.

Volado sobre la ventana, con extensión lateral más allá de los límites de ésta.- Si se construye un volado sobre la ventana y se extiende lateralmente más allá de los límites de ésta (A), una distancia igual o mayor a la proyección del volado (L), se podrá afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio, multiplicándolo por el factor de corrección establecido en la Tabla 2.

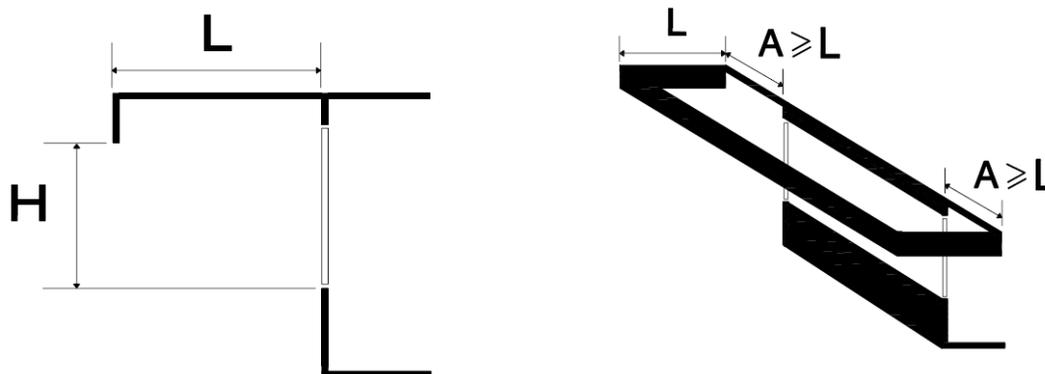


Tabla 2. Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de volados sobre la ventana con extensión lateral más allá de los límites de ésta

L/H	Este y Oeste		Sur	
	I(*)	II(**)	I(*)	II(**)
0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,10	0,95	0,98	0,92	0,96
0,20	0,90	0,96	0,85	0,93
0,30	0,85	0,93	0,79	0,90
0,40	0,80	0,92	0,73	0,87
0,50	0,77	0,90	0,68	0,84
0,60	0,73	0,89	0,63	0,82
0,70	0,70	0,87	0,59	0,79
0,80	0,67	0,86	0,55	0,78
1,00	0,63	0,84	0,49	0,75
1,20	0,60	0,83	0,45	0,74

(*) ZONA I (latitud desde 33° y hasta 28°)

(**) ZONA II (latitud menor de 28° y hasta 14°)

Nota: El factor de corrección de sombreado exterior para ventanas orientadas al norte = 1

Volado sobre la ventana, con extensión lateral hasta los límites de ésta.- Si se construye un volado sobre la ventana y se extiende lateralmente hasta los límites de ésta, o más allá de los límites de ésta, una distancia menor a la proyección del volado (L), se podrá afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio, multiplicándolo por el factor de corrección por sombreado exterior de la Tabla 3.

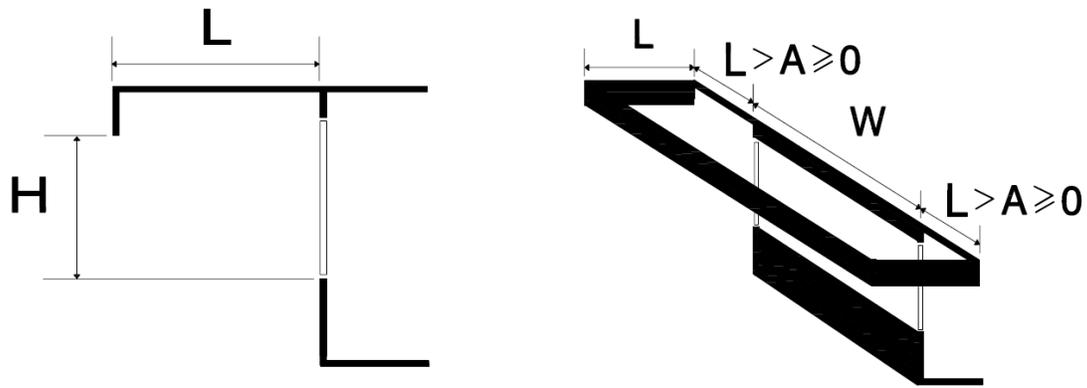


Tabla 3. Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de volados sobre la ventana, con extensión lateral hasta los límites de ésta.

Ventanas al Norte con Latitud de 14° y hasta 19°						
W/H	0,5	1	2	4	6	8 y mayor
L/H						
0,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,1	0,94	0,91	0,91	0,90	0,89	0,89
0,2	0,90	0,85	0,82	0,81	0,80	0,80
0,3	0,88	0,81	0,77	0,74	0,73	0,72
0,4	0,84	0,77	0,72	0,69	0,67	0,66
0,5	0,82	0,73	0,67	0,64	0,62	0,61
0,6	0,80	0,70	0,63	0,60	0,57	0,56
0,7	0,79	0,67	0,61	0,56	0,53	0,52
0,8	0,78	0,66	0,58	0,53	0,50	0,49
1,0	0,75	0,64	0,54	0,48	0,44	0,43
1,2	0,73	0,62	0,51	0,44	0,40	0,39

Ventanas al Este y Oeste con Latitud de 14° y hasta 19°						
W/H	0,5	1	2	4	6	8 y mayor
L/H						
0,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,1	0,94	0,92	0,91	0,90	0,89	0,89
0,2	0,89	0,84	0,83	0,81	0,80	0,79
0,3	0,86	0,78	0,76	0,73	0,71	0,71
0,4	0,83	0,73	0,70	0,65	0,64	0,63
0,5	0,79	0,69	0,65	0,59	0,58	0,57
0,6	0,77	0,65	0,61	0,54	0,52	0,51
0,7	0,76	0,63	0,58	0,50	0,48	0,47
0,8	0,74	0,61	0,54	0,46	0,44	0,43
1,0	0,72	0,57	0,48	0,40	0,37	0,36
1,2	0,71	0,54	0,44	0,36	0,32	0,30

Ventanas al Sur con Latitud de 14° y hasta 19°						
W/H	0,5	1	2	4	6	8 y mayor
L/H						
0,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,1	0,94	0,91	0,91	0,87	0,86	0,86
0,2	0,90	0,84	0,81	0,76	0,75	0,74
0,3	0,87	0,78	0,74	0,68	0,65	0,64
0,4	0,84	0,74	0,68	0,61	0,57	0,55
0,5	0,81	0,71	0,63	0,55	0,51	0,49
0,6	0,79	0,69	0,60	0,50	0,46	0,43
0,7	0,78	0,67	0,56	0,46	0,42	0,39
0,8	0,77	0,66	0,54	0,43	0,39	0,36
1,0	0,76	0,64	0,50	0,39	0,34	0,31
1,2	0,76	0,62	0,47	0,36	0,30	0,28

Ventanas remetidas.-si se construye una ventana remetida, se podrá afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio, multiplicándolo por el factor de corrección por sombreado exterior de la TABLA 4.

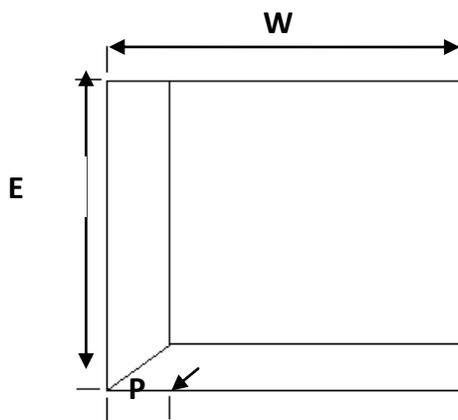


TABLA 4. Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de ventanas remetidas

Ventanas al Norte con Latitud de 14° y hasta 19°						
W/E	0,5	1	2	4	6	8 y mayor
P/E						
0,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,1	0,71	0,82	0,87	0,88	0,88	0,89
0,2	0,57	0,64	0,74	0,75	0,79	0,80
0,3	0,45	0,54	0,62	0,68	0,68	0,72
0,4	0,38	0,48	0,53	0,62	0,63	0,65
0,5	0,28	0,42	0,47	0,57	0,57	0,57
0,6	0,27	0,33	0,42	0,50	0,52	0,52
0,7	0,22	0,29	0,37	0,46	0,49	0,49
0,8	0,21	0,25	0,35	0,40	0,45	0,45
1,0	0,17	0,17	0,29	0,34	0,38	0,40
1,2	0,13	0,15	0,23	0,30	0,32	0,36

Ventanas al Este y Oeste con Latitud de 14° y hasta 19°						
W/E	0,5	1	2	4	6	8 y mayor
P/E						
0,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,1	0,80	0,85	0,89	0,89	0,88	0,89
0,2	0,68	0,68	0,77	0,76	0,79	0,79
0,3	0,57	0,60	0,67	0,68	0,68	0,70
0,4	0,49	0,53	0,58	0,60	0,61	0,63
0,5	0,41	0,47	0,51	0,54	0,55	0,54
0,6	0,39	0,39	0,44	0,48	0,49	0,49
0,7	0,35	0,35	0,39	0,43	0,45	0,44
0,8	0,33	0,32	0,36	0,38	0,40	0,40
1,0	0,29	0,23	0,30	0,31	0,33	0,34
1,2	0,25	0,21	0,24	0,27	0,27	0,29

Ventanas al Sur con Latitud de 14° y hasta 19°						
W/E	0,5	1	2	4	6	8 y mayor
P/E						
0,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,1	0,77	0,83	0,87	0,85	0,85	0,87
0,2	0,66	0,67	0,74	0,71	0,74	0,73
0,3	0,57	0,59	0,62	0,62	0,61	0,63
0,4	0,52	0,53	0,52	0,55	0,53	0,54
0,5	0,46	0,47	0,47	0,49	0,47	0,46
0,6	0,44	0,40	0,41	0,42	0,42	0,41
0,7	0,41	0,37	0,37	0,39	0,38	0,37
0,8	0,41	0,35	0,35	0,34	0,35	0,34
1,0	0,38	0,28	0,31	0,29	0,30	0,29
1,2	0,36	0,27	0,26	0,26	0,25	0,26

Partesoles.- si se construye una ventana con partesoles, se podrá afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio, multiplicándolo por el factor de corrección por sombreado exterior de la TABLA 5.

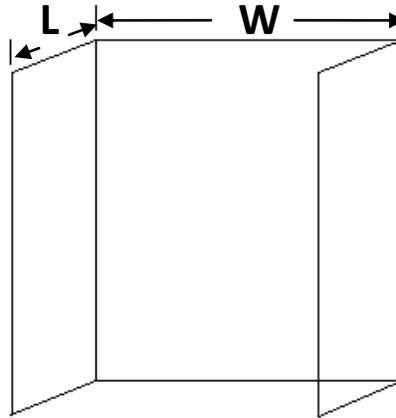


Tabla 5. Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de ventanas con partesoles

Latitud 14° hasta 19°			
L/W	Norte	Este y Oeste	Sur
0	1,00	1,00	1,00
0,5	0,52	0,64	0,56
1	0,26	0,44	0,34
1,5	0,13	0,35	0,24
2	0,05	0,30	0,17

APENDICE B

NORMATIVO

CÁLCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR

El coeficiente global de transferencia de calor se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$K = \frac{1}{M} \quad (B.1)$$

donde:

- K es el coeficiente global de transferencia de calor de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en $W/m^2 K$;
- M es el aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en $m^2 K/W$.
- B.1 Aislamiento Térmico total de las porciones de la envolvente de un edificio formado por capas homogéneas, y perpendiculares al flujo de calor, deben de calcularse con la siguiente ecuación:

$$M = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{l_1}{k_1} + \frac{l_2}{k_2} + \dots + \frac{l_n}{k_n} \quad (B.2)$$

donde:

- M es el aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en $m^2 K/W$.
- h_i es la conductancia superficial interior, en $W/m^2 K$. Su valor es 8.1 para superficies verticales, 9.4 para superficies horizontales con flujo de calor hacia arriba (del piso hacia el aire interior o del aire interior hacia el techo), y 6.6 para superficies horizontales con flujo de calor hacia abajo (del techo al aire interior o del aire interior al piso).
- h_e es la conductancia superficial exterior, y es igual a $13 W/m^2 K$;
- n es el número de capas que forman la porción de la envolvente del edificio;
- l es el espesor de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente del edificio, en m;
- k es el coeficiente de conductividad térmica de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente del edificio, en $W/m K$.
- B.2 Aislamiento térmico total de porciones formadas por capas homogéneas y capas no homogéneas.

El aislamiento térmico total de las porciones de la envolvente de un edificio, formado por capas térmicamente homogéneas y térmicamente no homogénea paralela a la superficie, como se muestra esquemáticamente en la figura B.1, se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$M = \frac{1}{\frac{F_1}{M_{\text{parcial}} + \frac{g}{k_1}} + \frac{F_2}{M_{\text{parcial}} + \frac{g}{k_2}} + \dots + \frac{F_m}{M_{\text{parcial}} + \frac{g}{k_m}}} \quad (\text{B. 3})$$

$$M_{\text{parcial}} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{l_1}{k_1} + \frac{l_2}{k_2} + \dots + \frac{l_n}{k_n} \quad (\text{B. 4})$$

donde:

M_{parcial} es el aislamiento térmico parcial de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie ($\text{m}^2 \text{ K/W}$). Es la suma de todos los aislamientos térmicos de todas las capas y aislamientos superficiales que componen la parte de la envolvente del edificio, excepto lo de la capa no homogénea.

m es el número de materiales que forman la capa no homogénea.

F es la fracción del área total de la porción de la envolvente del edificio, ocupada por cada material en la capa no homogénea.

g es el espesor o grueso de la capa no homogénea.

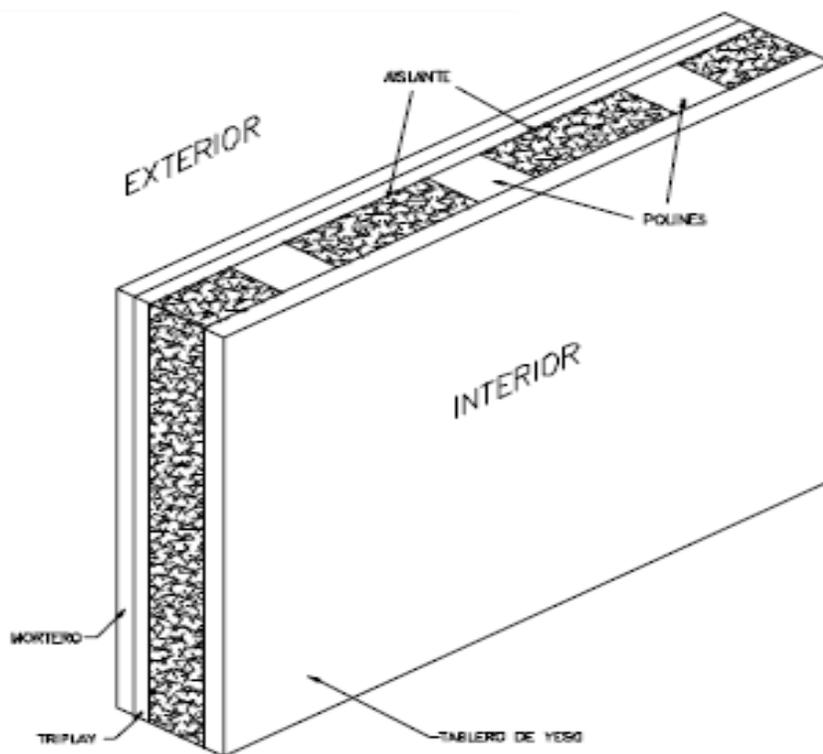


Figura B. 1

APENDICE C

NORMATIVO

FORMATO PARA INFORMAR EL CALCULO DEL PRESUPUESTO ENERGETICO

El reporte del cálculo del presupuesto energético consta de cinco partes o pasos, en los cuales se debe proceder al llenado del formato:

- 1) Datos generales. - Se debe poner la información que permita identificar al propietario y la localización del edificio que se va a construir (proyectado), así como los datos de la Unidad de Verificación del proyecto.
- 2) Valores para el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente. - La información que se debe anotar en esta parte corresponde a los datos de la ciudad donde se construirá el edificio, y que serán utilizados para el cálculo del presupuesto energético. Esta información se obtiene del Apéndice A, tablas 1, 2, 3, 4 y 5.
- 3) Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente. - Para cada porción de la envolvente del edificio proyectado, se calcula su coeficiente de transferencia de calor (K), en función de los materiales que lo constituyen. Esta forma se deberá hacer tantas veces como porciones diferentes se utilicen en la construcción. La información de los materiales se obtiene del apéndice D, en el caso de los materiales aislantes sus valores deben estar certificados de acuerdo con la NOM-018-ENER, vigente.
- 4) Cálculo comparativo de la ganancia de calor. - Esta parte está dividida en dos: edificio de referencia (4.2) y edificio proyectado (4.3).

En la parte del edificio de referencia (4.2), se utilizan las fracciones de las componentes según están definidas en la norma (techo 100 %, tragaluz y domo 0%, muros 90%, y ventanas 10%).

En la parte 4.3, el constructor debe hacer todos los cálculos de su edificio proyectado, utilizando las áreas reales y los resultados obtenidos en el inciso 3 (cálculo del coeficiente global de transferencia de calor), considerando la información que le proporcione el fabricante de los vidrios.

- 5) Resumen de cálculo. - Esta última parte concentra los cálculos realizados en el inciso 4 (cálculo comparativo de la ganancia de calor), y los compara, para saber si se cumple o no con la Norma.

FORMATO PARA INFORMAR DEL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO ENERGÉTICO

1.- Datos Generales

1.1.- Propietario

Nombre	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Colonia	<input type="text"/>
Ciudad	<input type="text"/>
Estado	<input type="text"/>
Código Postal	<input type="text"/>
Teléfono	<input type="text"/>

1.2.- Ubicación de la Obra

Nombre	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Colonia	<input type="text"/>
Ciudad	<input type="text"/>
Estado	<input type="text"/>
Código Postal	<input type="text"/>
Teléfono	<input type="text"/>

1.3.- Unidad de Verificación

Nombre	<input type="text"/>		
Dirección	<input type="text"/>		
Colonia	<input type="text"/>		
Ciudad	<input type="text"/>		
Estado	<input type="text"/>		
Código Postal	<input type="text"/>	N° De Registro	<input type="text"/>
Teléfono	<input type="text"/>	Fax:	<input type="text"/>
E-mail	<input type="text"/>		

2.- Valores para el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente (*)

2.1.- Ciudad _____
 Latitud _____° _____'

2.2.- Temperaturas equivalentes promedio "te" (°C)

a).- Techo _____ b).- Superficie inferior _____

c).- Muros Masivo Ligerero d).- Partes transparentes
 Según NOM no existe Tragaluz y Domo _____
 Norte _____ Norte _____
 Este _____ Este _____
 Sur _____ Sur _____
 Oeste _____ Oeste _____

2.3.- Coeficiente de transferencia de calor "k" del edificio de referencia (W/m²K)

Techo _____ Muro _____
 Tragaluz y Domo _____ Ventana _____

2.4.- Factor de ganancia de calor solar "FG" (W/m²)

Tragaluz y Domo _____
 Norte _____
 Este _____
 Sur _____
 Oeste _____

2.5.- Barrera para vapor

Si _____ No _____

2.6.- Factor de corrección de sombreado exterior (SE)

Número (**)	1	2	3	4	5	6	7
Tipo de sombreado (***)	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
L/W, L/H o P/E	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
W/H o W/E	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Norte	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Este/Oeste	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Sur	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

* Los valores se obtienen de la Tabla 1 para los incisos 2.2 a 2.5 y de la Tabla 2, 3, 4 y 5 para el inciso 2.6

** Si las ventanas tienen algún tipo de sombreado se deberá usar una columna para cada tipo

*** Indicar el tipo de sombreado: 1 volado simple, 2 volado extendido, 3 ventana remetida y 4 partesol

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envolvente (*)

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción No homogénea ^(a) Número (**)

Componente de la envolvente Techo Pared

Área de la componente en m² (A) = Alto X Ancho

Área que ocupa la componente no homogénea 1

Fracción de la combinación (F1) ^(b)

Área que ocupa la componente no homogénea 2

Fracción de la combinación (F2)

Área que ocupa la componente no homogénea 3

Fracción de la combinación (F3)

3.2.- Aislamiento térmico parcial

Material (***)	Espesor (m) l	Conductividad Térmica (w/mK) h o λ (****)	M aislamiento térmico (m ² K/W) [1 / (h o λ)]
Convección exterior (*****)	1.0	13	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Convección interior	1	8.1	<input type="text"/>

Para obtener el aislamiento térmico parcial sumar la M de todos **M_{parcial}** m² K/W
materiales más la convección exterior e interior

[Fórmula **M_{parcial}** = Σ M]

* Estos valores se obtienen del Apéndice D

** Dar un número consecutivo (1,2... N) el cual será indicado en el inciso 4.3

*** Anotar los materiales que forman la porción homogénea. Por ejemplo, en un muro estructurado formado por: madera con triplay y mortero en la superficie exterior, tablero de yeso en la superficie interior y entre ambos una estructura de madera con polines verticales y aislantes térmico. Sólo se deben poner los que forman la superficie exterior e interior, que es la porción homogénea. Véase apéndice B, inciso B.2 de la norma.

**** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

***** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de λ, calculados de acuerdo al apéndice "B"

(a) Véase apéndice B inciso B.2 de la norma.

(b) El número de fracciones depende del número de materiales que se quieren colocar entre la superficie exterior e interior

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envoltente (*)

(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envoltente se tengan)

3.3.- Aislamiento térmico parcial ($M_{parcial}$)

	Fracción (F)	Material (***)	Grueso (m) g (****)	Conductividad Térmica (w/mK) h o λ (****)	(g/ λ)
F1.-	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>
		<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>
		<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>
				$\Sigma [g / \lambda_1]$	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>

$$\Sigma \frac{F_1}{M_{parcial} + (g / \lambda_m)} = \text{ }$$

F2.-	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>
		<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>
		<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>
				$\Sigma [g / \lambda_2]$	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>

$$\Sigma \frac{F_2}{M_{parcial} + (g / \lambda_m)} = \text{ }$$

F3.-	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>
		<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>
		<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>
				$\Sigma [g / \lambda_m]$	<input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/>

$$\Sigma \frac{F_n}{M_{parcial} + (g / \lambda_m)} = \text{ }$$

$$\Sigma_{i=1, j=1}^{n, m} \frac{F_i}{M_{parcial} + (g / \lambda_m)} = \text{ }$$

$$M = \frac{1}{\frac{F_1}{M_{parcial} + (g / \lambda_1)} + \frac{F_2}{M_{parcial} + (g / \lambda_2)} + \dots + \frac{F_n}{M_{parcial} + (g / \lambda_m)}} \quad M = \text{ } \text{ m}^2 \text{ K / W}$$

Coefficiente global de transferencia de calor de la porción (k)

[Fórmula $K = 1 / M$] K W/m² K

APENDICE D

INFORMATIVO

VALORES DE CONDUCTIVIDAD Y AISLAMIENTO TÉRMICO DE DIVERSOS MATERIALES

MATERIAL	Densidad Kg/m ²	Conductividad térmica (λ) W/mK	Aislamiento térmico (M) m ² K/W
MATERIAL RESISTENTE			
Tabique rojo recocido común			
* al exterior	2,000	0.872	---
* con recubrimiento impermeable por fuera	---	0.768	---
* al interior	---	0.698	---
Tabique de barro extruido			
* Sólido vidriado, p/ acabado exterior	2,050	1.282	---
* Bloque hueco vertical, (60 a 67% sólido)	2,050	0.998	---
* Bloque hueco vertical, relleno con vermiculita	2,050	0.575	---
Tabique ligero con recub. imperm. por fuera			
* densidad	1,600	0.698	---
* densidad	1,400	0.582	---
* densidad	1,200	0.523	---
* densidad	1,000	0.407	---
Tabique ligero al exterior	1,600	0.814	---
Bloque de concreto celular curado c/ autoclave			
* densidad	450	0.120	---
* densidad	600	0.210	---
Bloque de concreto celular curado c/ autoclave			
* densidad	500	0.190	---
* densidad	600	0.210	---
Bloque de concreto			
* 20 cm de espesor, 2 o 3 huecos	1,700	---	0.180
* el mismo con perlita	1,700	---	0.360
* el mismo con vermiculita	1,700	---	0.300
Concreto			
* armado	2,300	1.740	---
* simple al exterior	2,200	1.280	---
* ligero al exterior	1,250	0.698	---
* ligero al interior	1,250	0.582	---
Asbesto cemento, placa	1,800	0.582	---
Asbesto cemento, placa	1,360	0.250	---
Bloque			
* de tepetate o arenisca calcárea al exterior	---	1.047	---
* de tepetate o arenisca calcárea al interior	---	0.930	---
* de adobe al exterior	---	0.930	---
* de adobe al interior	---	0.582	---

MATERIAL	Densidad Kg/m ²	Conductividad térmica (λ) W/mK	Aislamiento térmico (M) m ² K/W
Piedra			
* caliza	2,180	1.400	---
* granito, basalto	2,600	2.500	---
* mármol	2,500	2.000	---
* pizarra	2,700	2.000	---
* arenisca	2,000	1.300	---
Materiales			
MATERIAL DE RECUBRIMIENTO			
Tablero de asbesto cemento	1,932	0.557	---
* Espesor 0,32 cm	1,932	---	0.005
* Espesor 0,84 cm	1,932	---	0.110
Tablero de triplay	---	0.115	---
* Espesor 0,64 cm	---	---	0.055
* Espesor 0,96 cm	---	---	0.083
* Espesor 1,27 cm	---	---	0.110
* Espesor 1,60 cm	---	---	0.137
* Espesor 1,90 cm	---	---	0.165
Tablero de yeso			
* Espesor 0,96 cm	---	---	0.057
* Espesor 1,27 cm	---	---	0.083
* Espesor 1,69 cm	---	---	0.110
Aplanados			
* Yeso	800	0.372	---
* Mortero de cal al exterior	---	0.872	---
* Mortero de cal al interior	---	0.698	---
Rellenos			
* Tierra, arena o grava expuesta a la lluvia	---	2.326	---
* Terrados secos en azoteas	---	0.582	---
* Tezontle	---	0.186	---
* Arena seca, limpia	1,700	0.407	---
Placas			
* Fibracel	1,000	0.128	---
Azulejos y mosaicos	---	1.047	---
Ladrillo exterior	---	0.872	---
Ladrillo exterior con recubr. impermeable por fuera	---	0.768	---
Madera			
* Viruta aglutinada, (Pamacán)	700	0.163	---
* blanda	610	0.130	---
* dura	700	0.150	---
Vidrio			
* sencillo	2,200	0.930	---
* sencillo	2,700	1.160	---
Metales			
* Aluminio	2,700	204.0	---
* Cobre	8,900	372.2	---
* Acero y fierro	7,800	52.3	---
Mortero			
* cemento arena	2,000	0.630	---
* con vermiculita	500	0.180	---
* con arcilla expandida	750	0.250	---

MATERIAL	Densidad Kg/m ²	Conductividad térmica (λ) W/mK	Aislamiento térmico (M) m ² K/W
----------	-------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------------------

Madera (humedad 12%)

* Pino	663	0.162	--
* Cedro	505	0.130	--
* Roble	753	0.180	--
* Fresno	674	0.164	--

MATERIAL DE AISLAMIENTO TÉRMICO

Los valores utilizados para los materiales aislantes deben estar certificados de acuerdo con la NOM-018-ENER, aislantes térmicos para edificaciones, vigente.

MEMBRANAS IMPERMEABILIZANTES

Membranas asfálticas	1,127	0.170	--
Asfalto bituminoso	1,050	0.174	--
Filtro de papel permeable	--	--	0.011

ALPHA Plus

Carrier, los expertos en aire acondicionado te presentan el nuevo Alpha Plus, un producto ecológico y con un diseño innovador el cual le proporciona un mejor aire interior y una mejor calidad de vida a toda su familia. Este producto funciona con nuestro refrigerante Puron®, el cual protege el medio ambiente y provee un aire más saludable. Alpha Plus está diseñado para generar alta eficiencia (13 SEER) y gran ahorro de energía. Además, su diseño de líneas simples y contemporáneas lo hace ideal para combinarlo con la decoración de su hogar.



Disfrute de un mejor aire y más ahorro con Alpha plus.

Filtro de vitamina C

Este innovador filtro atrapa y previene la distribución de bacterias a través del aire. La vitamina C es un nutriente natural con propiedades protectoras, y por lo tanto es esencial para defender el organismo de la contaminación y las infecciones. El filtro emite vitamina C a través del flujo del aire y de esa manera es distribuido por todo el ambiente.

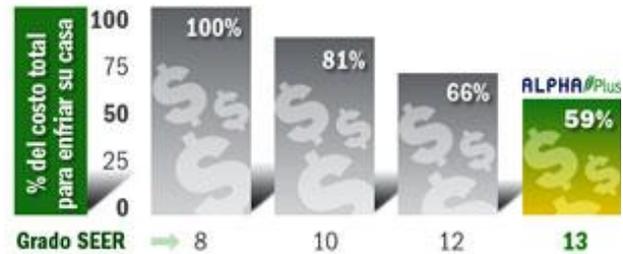


Confíe en los Expertos.

Aviso: Carrier® está comprometido con la labor de mejorar sus productos continuamente, para así alcanzar los estándares más altos de calidad y confiabilidad y cumplir con las regulaciones locales y necesidades del mercado. Todas las funciones y especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso

Alpha Plus mejora la calidad del aire interior para ambiente más saludable.

-  Auto encendido
-  Auto apagado
-  Control de flujo de aire
-  Panel fácil de limpiar
-  Protección anti-corrosiva
-  Auto diagnostico y auto proteccion



Alpha Plus permite ahorrar hasta 41% comparado con una unidad 8 SEER

Modelo de unidad exterior		38KCG009100	38KCG012100	38KCG012300	38KCG018300	38KCG024300
Fuente de poder	V/P/Hz	1, 115V~, 60Hz	1, 115V~, 60Hz	1, 208/230V~, 60Hz	1, 208/230V~, 60Hz	1, 208/230V~, 60Hz
Capacidad	Btu	9000	12000	12000	18000	24000
Input	W	800	1090	1050	1560	2000
Corriente	A	7,5	10	4,6	6,8	8,8
SEER		13	13	13	13	13
Eliminación de humedad	L/h	0,9	1,35	1,35	1,55	2
Tipo de compresor		ROTATIVO	ROTATIVO	ROTATIVO	ROTATIVO	ROTATIVO
Flujo de aire	CFM	1059	1088	1116	1471	1471
Nivel de ruido	dB(A)	53	55	55	58	59
Dimensiones (an x alt x prof)	mm	780*250*540	760*285*590	760*285*590	845*335*695	895*330*860
Dimensiones (an x alt x prof)	in	30.7*9.8*21	30*11*23	30*11*23	33*13*27	35*13*34
Empaque (an x alt x prof)	mm	910*335*575	887*355*655	887*355*655	965*395*755	1043*395*915
Empaque (an x alt x prof)	in	35.8*13*22.6	35*14*25.8	35*14*25.8	38*15.5*29.7	41*15.5*36
Peso neto	Kg/Lb	32/35	36/39	36/39	53/57	68/72,5
Tipo de refrigerante R410A	g	1050	1330	1330	2000	2400

Modelo de unidad interior		42KCG009100	42KCG012100	42KCG12300	42KCG018300	42KCG024300
Dimensiones (an x alt x prof)	mm	815*280*195	906*286*235	906*286*235	1250*325*230	1250*325*230
Dimensiones (an x alt x prof)	in	32*11*7.6	35.6*11*9.2	35.6*11*9.2	49*12.8*9	49*12.8*9
Empaque (an x alt x prof)	mm	915*275*360	1020*328*381	1020*328*381	1345*430*335	1345*430*335
Empaque (an x alt x prof)	in	36*10.8*14	40*13*15	40*13*15	53*17*13	53*17*13
Peso neto	Kg/Lb	8/17,6	11,5/25,3	11,5/25,3	18/39,7	18/39,7
Flujo de aire (alt/med/baj)	CFM	680/550/420	750/620/550	750/620/550	1050/920/890	1150/1020/930
Nivel de ruido (alt/med/baj)	dB(A)	41/35/28	45/41/38	45/41/38	45/43/41	47/44/42

Catálogo Philips Lighting México

Notas	Status	Clave	Descripción del Producto	Potencia	Base	Bulbo	Kelvin	IRC	MOL (Milímetros)	Vida Promedio ciclos de encendido cada 3 horas	12 horas	Flujo Luminoso Promedio
-------	--------	-------	--------------------------	----------	------	-------	--------	-----	---------------------	------------------------------------------------------	----------	-------------------------------

T8 DELUXE - ALTA REPRODUCCIÓN DE COLOR

\$	MTO	209049	F32T8 DELUXE 32W G13 930	32W	G13	T8	3,000	95	1,213.60	20,000	23,000	1,860
\$	MTO	209056	F32T8 DELUXE 32W G13 950	32W	G13	T8	5,000	98	1,213.60	20,000	23,000	1,860

T8 ENERGY ADVANTAGE CON TECNOLOGÍA ALTO II - AHORRO DE ENERGÍA Y LARGA VIDA ÚTIL

\$	N	MTO	I37836	F32T8 ENERGY ADVANTAGE 25W G13 841 ALTO II	25W	G13	T8	4,100	85	1,213.60	24,000	36,000	2,425
\$	N	MTO	I47348	F32T8 ENERGY ADVANTAGE 28W G13 841 ALTO II	28W	G13	T8	4,100	85	1,213.60	24,000	36,000	2,645
\$	N	MTO	I47736	F32T8 ENERGY ADVANTAGE 30W G13 841 ALTO II	30W	G13	T8	4,100	85	1,213.60	24,000	36,000	2,765

T8 ADVANTAGE CON TECNOLOGÍA ALTO II - MAYOR SALIDA LUMINOSA Y LARGA VIDA ÚTIL

▲	\$	MTS	I39873	F32T8 ADVANTAGE 32W G13 830 ALTO II	32W	G13	T8	3,000	85	1,213.60	30,000	40,000	2,950
▲	\$	MTS	I39881	F32T8 ADVANTAGE 32W G13 835 ALTO II	32W	G13	T8	3,500	85	1,213.60	30,000	40,000	2,950
▲	\$	MTS	I39899	F32T8 ADVANTAGE 32W G13 841 ALTO II	32W	G13	T8	4,100	85	1,213.60	30,000	40,000	2,950
\$	MTS	I39907	F32T8 ADVANTAGE 32W G13 850 ALTO II	32W	G13	T8	5,000	85	1,213.60	30,000	40,000	2,875	

N Producto Nuevo

▲ FIDE

■ NOM

\$ Green