



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Ciencias e Ingeniería

**Evaluación térmica del edificio Centro SCT de la
ciudad de Chetumal, Quintana Roo**

TESIS RECEPCIONAL
Para obtener el Grado de

Ingeniero en Sistemas de Energía

PRESENTA

**BENJAMIN GUSTAVO GARCIA PEREZ
ISRAEL EFREN JIMENEZ SEGOVIA**

DIRECTOR DE TESIS

M.E.S. ROBERTO ACOSTA OLEA

Chetumal, Quintana Roo, JUNIO 2011



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
División de Ciencias e Ingeniería

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: M.E.S Roberto Acosta Olea

Asesor: Dr. José Hernández Rodríguez

Asesor: Dr. Inocente Bojórquez Báez

Chetumal, Quintana Roo, Junio de 2011

Agradecimientos:

Gracias a Dios por haber sido mi guía para poder llevar a cabo este trabajo y terminar un capítulo más en mi vida.

Gracias a mis padres, por guiarme sobre el camino de la educación, a mi papa por sus conocimientos y apoyo económico, a mi madre por su cariño, comprensión y apoyo sin condiciones ni medida.

Gracias a los maestros que formaron parte de mi vida académica y haberme brindado el apoyo para llegar a este momento, sin su ayuda y conocimiento no lo hubiera logrado, en especial quiero agradecer al Ing. Rafael González Plascencia por haberme brindado la oportunidad de continuar con mis estudios.

Gracias al PROF. Roberto Acosta Olea, por compartir sus conocimientos para la elaboración de este trabajo de tesis.

Gracias al PROF. Fernando Flores Murrieta, por su apoyo y consejos al inicio de esta tesis.

Gracias a mi amigo y compañero de tesis Gustavo García Pérez, por su apoyo y compañía durante la elaboración de este trabajo.

Gracias a mis amigos y compañeros por el apoyo brindado, al compartir conmigo las noches de estudio y desvelo, fue un honor tenerlos a mi lado, a mis amigas Gaby, Norma y Carolina por estar a cada momento pendientes del término de este trabajo.

Gracias a la Dirección de Investigación y Postgrado de la Universidad de Quintana Roo, por su apoyo para financiar este trabajo de tesis.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mis papas José Lauro García Martell y Silvia Pérez Cámara por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios.

Gracias al Dr. Roberto Acosta Olea, por compartir sus conocimientos para la elaboración de este trabajo de tesis.

Gracias al PROF. Fernando Flores Murrieta, por su apoyo y consejos al inicio de esta tesis.

A mi compañero y amigo Israel Jiménez Segovia por compartir conmigo la experiencia de realizar este trabajo.

A mis amigos y compañeros de trabajo Miguel Duran y Sergio Puc, por su recordarme día a día la importancia de mi titulación.

A mi cuñada Lorena Adame Santín, por sus consejos y apoyo en todo momento.

Gracias a mi hija Danna Camila García Adame por ser esa chispa de alegría que me motiva a ser mejor cada día.

A mi esposa Gabriela Adame Santín por su apoyo y amor incondicional, y porque gracias a tu insistencia y a veces exigencias me veo motivado a ser un mejor hombre.

Gracias a la Dirección de Investigación y Postgrado de la Universidad de Quintana Roo, por su apoyo para financiar este trabajo de tesis.

Gracias a Dios por darme, todo lo que tengo a mi alrededor...

CONTENIDO

RESUMEN

CAPITULO 1. ANTECEDENTES	1
1. I INTRUDUCCION	
1. II ANTECEDENTES	
1. III ESTADO DEL ARTE EN MEXICO	
1. IV JUSTIFICACION	
1. V OBJETIVO	
1. VI HIPOTESIS	
CAPITULO 2. METODOLOGIA	9
2. I ALCANCE	
2. II OBJETIVO DE LA NOM-008-ENER-2001	
2. III METODO DE CALCULO DE LA NOM-008-ENER-2001	
2. IV METODO DE CALCULO DE LA ASHRAE	
CAPITULO 3. MEMORIA DE CALCULO	18
3. I EDIFICIO A EVALUAR	
3. II GANANCIAS DE CALOR EXTERNAS	
3. III GANANCIAS DE CALOR INTERNAS	
3. IV GANANCIAS DE CALOR TOTAL	
CAPITULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
4. I CONCLUSIONES	
4. II RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFIA	61
APÉNDICES	
A. Normativo, Tablas	I
B. Normativo, Calculo del coeficiente global de transferencia de calor	III
C. Normativo. Formato para informar el calculo del presupuesto energético	V
D. Materiales de construcción y conductividades	VI
E. Datos de la ciudad de Chetumal	VIII
F. Resultados del calculo del software que maneja la NOM-008-ENER-2001	IX
Segundo nivel	X
Primer nivel	XXV
Planta baja	XXXVIII
G. Grafica de confort	XLIX
H. Tasas de ganancias de calor debidas a ocupantes	L
I. Requisitos de ventilación para ocupantes	LI
J. Fotos	LII
K. Planos	LV
Segundo Nivel	LVI
Primer nivel	LVII
Planta baja	LVIII

RESUMEN

En el mundo es evidente que existe un incremento constante en la demanda de energía. En nuestro país poco más del 85% de los energéticos provienen de recursos naturales no renovables, principalmente hidrocarburos y carbón.

Lo anterior nos obliga a una búsqueda de alternativas que permitan contribuir en la preservación de dichos recursos naturales. Una de estas alternativas es la aplicación de la Norma Oficial Mexicana de Eficiencia energética en edificaciones. Envoltente de edificios no residenciales (NOM-008-ENER-2001).

La normalización para la eficiencia energética en edificios representa un esfuerzo encaminado a mejorar el diseño térmico de edificios y 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, particularmente en las épocas de mayor calor. La ganancia por radiación solar es la fuente más importante a controlar, lo cual se logra con un diseño adecuado de la envoltente.

En este sentido, la Norma NOM-008-ENER-2001 optimiza el diseño desde el punto de vista del comportamiento térmico de la envoltente, 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.

Con fundamento en lo anterior, el objetivo de este trabajo es evaluar la ganancia de calor a través de la envoltente del edificio de la secretaría de comunicaciones y transporte (SCT), así como la ganancia de calor interior del mismo. Por lo que la tesis está estructurada de la siguiente manera:

En el primer capítulo se muestra el panorama de la NOM-008-ENER-2001 y su aplicación en México, así como los objetivos y la hipótesis. El segundo capítulo se enfoca a cómo se obtienen las ganancias de calor tanto en la envoltente como en el interior del edificio. En el tercer capítulo se realizan los cálculos para determinar las ganancias de calor a través de la envoltente así como las ganancias de calor interior. Y finalmente en el cuarto capítulo se obtienen las conclusiones y recomendaciones de esta tesis.

CAPÍTULO I ANTECEDENTES

En este primer capítulo se presenta una breve descripción de los antecedentes de la NOM-008-ENER-2001 así como la importancia de aplicar dicha norma. Adicionalmente se plantea la justificación, los objetivos y la hipótesis de este trabajo de tesis.

1. I INTRODUCCIÓN

Es imprescindible reducir la dependencia de nuestra economía del petróleo y los combustibles fósiles. Es una tarea urgente, según muchos de los estudiosos del ambiente, porque la amenaza del cambio climático global y otros problemas ambientales son muy serios y porque, a medio plazo, no se puede seguir basando nuestra forma de vida en una fuente de energía no renovable que se va agotando.

En México, hasta finales de la década de los ochenta, la preocupación y las políticas energéticas se concentraron, principalmente, en la expansión de la oferta de energía y en el desarrollo de los recursos humanos e institucionales necesarios para llevar adelante estas líneas de política. Sin embargo, los altos índices de consumo de energía por unidad de valor de la economía nacional, más el hecho de que este consumo tuviese como principal insumo al petróleo, dieron como resultado que se llevaran adelante iniciativas nacionales que culminaron en 1989 con la creación de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) y en 1990 con la del Fideicomiso de Apoyo a los Programas de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (FIDE).

La normalización para la eficiencia energética de edificios representa un esfuerzo encaminado a mejorar el diseño térmico de edificios y 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. La ganancia por radiación solar es la fuente más importante a controlar, lo cual se logra con un diseño adecuado del envolvente.

Se ha demostrado que los sistemas de climatización originan entre el 55 y 65 % de todo el consumo eléctrico de una instalación. De ahí que el comportamiento del consumo eléctrico este estrechamente relacionado con la eficiencia del sistema de climatización 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 sino de la temperatura ambiente.¹

Se puede ahorrar energía aislando adecuadamente las viviendas, oficinas y edificios que necesitan aire acondicionado para mantenerse confortables. Se han reportado ahorros térmicos mínimos de 37% y máximos de 67%, así como ahorros eléctricos del 28 % en promedio. Construir un edificio con un buen aislamiento cuesta más dinero, pero a la larga es más económico porque ahorra mucho gasto de refrigeración del aire.²

¹ FIDE, "Energía Racional", Año 13, Num. 50, Enero-Marzo 2004.

² FIDE, "Energía Racional", Año 14, Num. 53, Oct.-Diciembre 2004.

Como se menciona anteriormente la mayor ganancia de calor en un edificio se debe a la radiación solar ya que, ésta se transmite a través del envolvente (techo, paredes vanos, piso y superficies inferiores que conforman el espacio interior de un edificio). México con la finalidad de preservar y hacer uso racional de los recursos energéticos elaboro bajo la coordinación del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) con el apoyo del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) y con la colaboración de diferentes organismos y empresas, la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, "Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales", la cual tiene como objetivo limitar la ganancia de calor en las edificaciones a través de su envolvente, con objeto de racionalizar el uso de energía en los sistemas de enfriamiento.

1. II ANTECEDENTES

Las razones para establecer una norma obligatoria para el ahorro de energía en inmuebles en México fueron muchas, destacando el importante crecimiento de consumo de electricidad en zonas con clima calido, 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 software 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 firmante del Convenio Marco de 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 de invernadero.

ANTECEDENTES DE LA NOM-008-ENER-2001

El primer antecedente importante de la NOM-008 es el Fideicomiso para el Programa para el Aislamiento Térmico (FIPATERM), el cual es el primer programa de ahorro de energía en México. Este programa se origina por la presión política de usuarios en zonas de clima cálido, en particular de Mexicali, Baja California. Las soluciones se analizan primero, de 1986 a 1988, a través de los estudios que se realizan en el Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE). De estos estudios se establece que el aislamiento de techos es lo más rentable y se estiman ahorros hasta de 30% sobre la factura eléctrica. En 1990 se toma la decisión de darles recursos a través de un fideicomiso por medio del cual se dan financiamientos para aislar techos, a ser pagados a través de la factura eléctrica a lo largo de tres años.

El Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)

El FIDE ha incursionado en los temas del ahorro de energía eléctrica en edificios desde agosto de 1991, cuando contrata a la Federación de Colegios de Ingenieros Civiles de

la República Mexicana (FECIC) para revisar los reglamentos de construcción en 23 ciudades y 7 estados del norte de México. La FECIC presenta una versión de norma preparada en PAESE-CFE y basada en lo realizado en Mexicali. Con este material, el FIDE prepara una versión de norma que promueve entre municipios, pero sin lograr tener el éxito esperado.

LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son especificaciones técnicas de aplicación obligatoria que se fundamentan en la Ley Federal de Metrología y Normalización. Esta ley establece, en su Artículo 3°, que una NOM es "la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

El proceso de una NOM

El proceso de una NOM es un proceso delicado y extenso que corresponde describir, aunque sea esquemáticamente, en este documento. Para empezar y ya sea por iniciativa del gobierno o de algún sector de la sociedad, se define el tema a normalizar. Se hace entonces un estudio para determinar la viabilidad del proyecto, lo cual incluye un análisis del mercado del producto o sistema a analizar y sus impactos energéticos y una revisión de normas similares o relacionadas en México y en el exterior.

En su caso, se trabaja en un anteproyecto que es analizado y aprobado por un grupo de trabajo específico. Este anteproyecto se presenta para aprobación ante el Consejo Consultivo y, una vez aprobado, pasa por la Comisión Federal de Mejora Regulatoria, que le tiene que dar el visto bueno. Esto permite que el anteproyecto se publique, para comentarios, en el Diario Oficial de la Federación (DOF).

Después de 60 días de publicarse, se prepara respuesta a los comentarios que lleguen a la entidad o dependencia a cargo de la NOM, los cuales son enviados al DOF para su publicación. El anteproyecto de NOM, en su caso, es modificado de acuerdo a los comentarios y se convierte en proyecto de NOM y se presenta, para su aprobación, ante el Consejo Consultivo. Si es aprobado, el proyecto se publica en el DOF y en donde se establece la fecha de entrada en vigor. La publicación de la NOM en el DOF representa el inicio del proceso de implantación de los elementos necesarios para la certificación o la verificación.

Las NOM y la CONAE

La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) nace en 1989 por medio de un acuerdo presidencial y como comisión intersecretarial. El establecimiento de NOM para la eficiencia energética es uno de sus mandatos iniciales. Para éste y otros propósitos, la CONAE recibe fondos del Banco Mundial en 1991. En 1992, con la entrada en vigor de la Ley Federal de Metrología y Normalización, se refuerza la importancia del desarrollo de las NOM y en marzo de 1993 se crea el Comité Consultivo Nacional para las NOM de eficiencia energética (CNNPUREE).

La CONAE aplica, en el proceso de elaboración de las NOM, tres principios:

- Procurar armonización con las ya existentes a nivel internacional

- Asegurar los beneficios económicos y ambientales de las NOM
- Promover la participación activa de representantes de todos los sectores involucrados

Las razones de CONAE para una NOM aplicable a envoltorio de inmuebles

Además de las razones mencionadas anteriormente, 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 sistemas de refrigeración solo de manejo de la calidad del aire interior abundan los edificios con grandes sistemas de refrigeración artificial.

1. III ESTADO DEL ARTE EN EL MUNDO Y EN MÉXICO

Actualmente en México la firma CIEN Consultores es la primera persona moral en recibir la constancia de la Conae como Unidad de Verificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 reconocida para colaborar en la aplicación de este ordenamiento, orientado a reducir el consumo de energía eléctrica en inmuebles nuevos, cuya vida útil se prolonga por 30 años o mas.

Esta firma ha certificado 2 edificios, el primero de ellos fue la torre mayor que es el edificio más alto de la ciudad de México y de Iberoamérica, la torre tiene una altura de 230.4m y 55 pisos. La torre cuenta con 30,000m² de cristal en fachada sur con aislamiento térmico y acústico.



Figura 1.1 Edificio Torre Mayor

El edificio sede de Infonavit es el segundo inmueble en el país en obtener su certificación de ahorro de energía. A más de treinta años de su construcción, el edificio sede de Infonavit obtuvo la certificación en ahorro de energía.

El centro de cómputo del instituto también obtuvo la certificación que lo acredita como un inmueble eficiente en el manejo de la energía. El diseño de sus fachadas, en función de las diferentes orientaciones, y los materiales utilizados en su edificación, limitan la ganancia de calor permitiendo un ahorro de energía en sus sistemas de iluminación y aire acondicionado. El edificio sede registró un ahorro de energía de 64%, en tanto, el centro de cómputo tuvo un 24% de ahorro y el edificio de la torre mayor registro un ahorro de energía de 60.7%

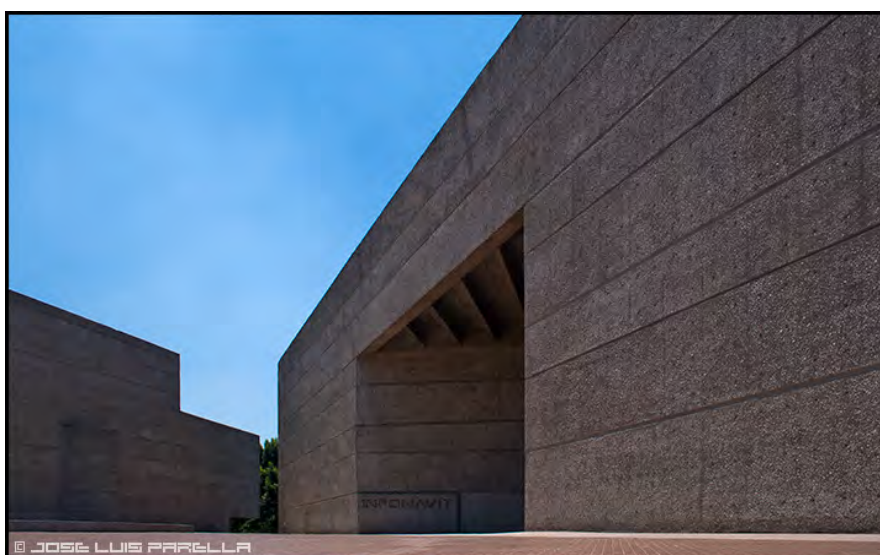


Figura 1.2. Edificio Sede de Infonavit

Cristóbal Matta destacó que con el cumplimiento a la norma NOM-008-ENER-2001, Infonavit contribuirá a que otras instituciones de carácter público busquen esta certificación. Infonavit está comprometido con el cuidado del medio ambiente. Debemos empezar por la casa, por eso buscaremos la certificación en eficiencia energética de los 82 inmuebles que tenemos a nivel nacional.

Hay que tomar en cuenta que dentro del Reglamento de Desarrollo Urbano y Seguridad Estructural para el Municipio de Othón P. Blanco en el Título Cuarto de Procedimientos, Capítulo I: Licencias, Permisos y Autorizaciones en su Sección I: Constancias y Permisos de Usos del Suelo, Artículo 119.- PROCEDIMIENTOS Y REQUERIMIENTOS DE OBTENCIÓN DE LICENCIAS. Hace mención que “para edificios nuevos y las ampliaciones de edificios existentes, excluyendo los de uso habitacional o industrial se deberá presentar el dictamen de cumplimiento de la NOM-008-ENER-2001, eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales debidamente avalado por la Unidad Verificadora aprobada por la Comisión Nacional para el ahorro de energía (CONAE), publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 25 de abril de 2001”.

Cabe señalar, que se han impartido 3 conferencias-taller en las instalaciones de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del Gobierno del Distrito Federal, a los directores responsables de obra y corresponsables, registrados ante esa dependencia, para difundir la norma en este sector.

1. IV JUSTIFICACIÓN

El sector energético en México está en una época de crisis, que afecta fuertemente el potencial de crecimiento del país. Los costos energéticos, así como la calidad en el suministro, hacen que el país sea menos competitivo frente a otros que demuestran una política de desarrollo similar.

Fomentar la cultura de ahorro de energía no pretende sustituir la necesidad de una reforma energética. Sin embargo, contribuye para que se tome en cuenta en las discusiones sobre el sector energético, no solamente asuntos de la generación, sino como lograr una disminución de la demanda.

Un factor para tomar en cuenta el análisis del consumo energético, es la situación climática de México, donde existen zonas con variación de temperaturas significativas y diferentes niveles de humedad, altos niveles de insolación, edificaciones sin consideraciones de diseño bioclimática o de eficiencia energética tales como la envolvente térmica, que provocan un mayor consumo de energía; y le restan confort para quienes las habitan. Cada vez más, el consumo de electricidad se incrementa por el uso de aire acondicionado. Este incremento de consumo requiere de mayores inversiones en infraestructura para entender la demanda en horas pico.

La función principal de un edificio es proporcionar un espacio de trabajo confortable y sano para el usuario. El ambiente interior debe ser mantenido en condiciones adecuadas, de temperatura, calidad del aire, luminosidad y nivel sonoro confortables.

Con el uso adecuado de envolventes térmicas en las edificaciones residenciales y no residenciales, se podría reducir el crecimiento del consumo. Proyectos pilotos del uso de envolventes térmicos en techos de viviendas como el que lleva a cabo el Fideicomiso para el Ahorro de Energía (FIDE) en Mexicali han mostrado un ahorro del 40% en el consumo de electricidad en más de 80,000 viviendas, algunos cálculos de Energía, Tecnología y Educación (ENTE) SC, demuestran que con un diseño de envolventes térmicos adecuado, un edificio comercial de 10,000 metros cuadrados, en 30 años de vida útil puede ahorrarse al menos 15 millones de pesos respecto a un edificio con deficiencia energética en su envolvente térmico. No es solamente un beneficio para el usuario, sino también para todo el país.

La Eficiencia Energética se puede definir como: la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso.

El sector de la construcción es clave en el consumo de energía, estimándose que los edificios representan alrededor del 40% del consumo de energía, y el ahorro potencial de energía que se puede desarrollar en los mismos supera el 20%.

Es necesario promover la eficiencia energética en la edificación, para beneficio económico de todos, además de proteger el medio ambiente. Existe separación entre el interés económico de quien diseña y construye y de quien opera. La necesidad de abaratar la construcción lleva a encarecer la operación. Predominio de la construcción ligera con grandes ventanales, la ciudad de México es un ejemplo. La temperatura ambiente no justifica sistemas de refrigeración, sólo de manejo de la calidad de aire interior.

La emisión de gases efecto invernadero causados por la humanidad tendrá efectos importantes en los próximos años. Estos cambios tendrán efectos en el medio ambiente

natural, en las sociedades y las economías. Los impactos potenciales están relacionados con la magnitud del cambio climático de cada país.

La ganancia por radiación solar es la fuente más importante a controlar, lo cual se logra con un diseño adecuado de la envolvente.

Un sistema de aislamiento térmico se basa en un principio simple:

- El calor se mueve de una zona caliente a una fría;
- En días fríos, el aire caliente del interior trata de salir;
- En días calurosos, el aire caliente del exterior trata de entrar;
- El aislamiento térmico reduce el proceso;

Esto significa que la única manera de maximizar la eficiencia energética de una edificación, es la de aislar todas las partes del edificio, en donde se pueda tener posible infiltración de aire y transmisión de calor.

La mayor parte de calor o frío se pierde o gana por los muros de fachada, y por la cubierta. Por ambos elementos se pierde un 60% del total de las pérdidas o ganancias de calor del edificio. Otro 15% se pierde a través del suelo, hacia el terreno, y viceversa. Un 10%, a través del acristalamiento de las ventanas. Por ventilación se pierde alrededor de un 15%.

La necesidad de aislar térmicamente un edificio esta determinada por varias razones:

1. Economizar energía de
 - a. Calefacción;
 - b. Refrigeración;
2. Mejorar el confort térmico al reducir la diferencia de temperaturas de las superficies interiores de las paredes y del ambiente interior;
3. Suprimir los fenómenos de condensación;
4. Mantener la ganancia o pérdida de calor en los muros;
5. Evitar la aportación excesiva de calor solar, sobre todo en cubiertas y fachadas orientadas al oeste.

I. V OBJETIVO

Objetivo General:

Evaluar la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT) así como la ganancia de calor interior del mismo.

Objetivos Particulares:

- Comparar la ganancia de calor del edificio proyectado con el de referencia según establece la NOM-008-ENER-2001.
- Determinar el porcentaje de ahorro de energía.
- En caso de ser necesario, plantear propuestas para limitar la ganancia de calor en el edificio.
- Obtener las ganancias de calor interior por:
 - Iluminación
 - Personas
 - Equipo Eléctrico
 - Infiltración
 - Ventilación
- Comparar la carga del equipo instalado con el obtenido en el cálculo.

I. VI HIPÓTESIS

El edificio de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes cumplirá con la NOM-008-ENER-2001 ya que el diseño de este limita la ganancia de calor a través de su envolvente.

Los equipos de aire acondicionado instalados en el edificio de la SCT están sobredimensionados.

CAPÍTULO II

METODOLOGIA

En este capítulo se detalla la metodología empleada para obtener las ganancias de calor a través de la envolvente, así como, las ganancias de calor internas del edificio.

2. I ALCANCE

Se realizará un análisis de la carga de enfriamiento para el edificio de la SCT con base a la NOM-008-ENER-2001 y al método de cálculo que recomienda la ASHRAE (Fundamentals Handbook, 1985).

Los componentes que contribuyen a la ganancia de calor en el recinto son los siguientes:

1. Conducción a través de paredes, techo y vidrios al exterior.
2. Conducción a través de divisiones internas, cielos rasos y pisos.
3. Radiación solar a través de vidrios.
4. Alumbrado.
5. Personas.
6. Equipos.
7. Infiltración del aire exterior a través de aberturas.

Conviene agrupar en dos partes esas ganancias de calor: las que proceden de fuentes externas al recinto, y las que se generan internamente. Según la descripción anterior se ve que los puntos 1 a 3 son ganancias de calor externo y los puntos 4 a 7 son ganancias de calor interno. Las ganancias de calor externo se calcularon en base a la NOM-008-ENER-2001, y las ganancias de calor interno se basaron en la metodología ASHRAE (Fundamentals Handbook, 1985).

2. II OBJETIVO DE LA NOM-008-ENER-2001

Esta norma fue publicada por la Secretaría 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 entro en vigor en agosto del mismo año, la finalidad de esta es la preservación y uso racional de los recursos energéticos.

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

Esta Norma aplica a todos los edificios nuevos y las ampliaciones 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 calcularlas de forma manual.

La NOM-008-ENER-2001 hace el calculo comparativo de la ganancia de calor entre el edificio de referencia y el edificio proyectado, entendienddo 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%, tragaluz y domo 5%, muro 60% y ventanas 40%).

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

$$\Phi_p \leq \Phi_r$$

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 1^{er}. nivel habitable del mismo.

2. III METODO DE CÁLCULO DE LA NOM-008-ENER-2001

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

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, es la suma de la ganancia de calor por conducción, más la ganancia de calor por radiación solar, es decir:

$$\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$$

en donde:

Φ_p es la ganancia de calor a través de la envolvente 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:

$$\Phi_{pc} = \sum_{i=1}^6 \Phi_{pci}$$

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.

Cualquier porción de la envolvente con colindancia con la tierra se considera que tiene una ganancia de calor de cero. Sin embargo, si el edificio proyectado tiene ganancia de calor a través del piso, éste debe considerarse como una superficie inferior, y su ganancia de calor debe sumarse a la del resto de la envolvente. Un ejemplo típico es un edificio cuyo estacionamiento ocupa los primeros pisos,

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

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

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. Por ejemplo, una porción típica de una parte opaca de una pared, es un muro formado por un repellado exterior, tabique y un repellado interior, o un repellado exterior, una placa de poliestireno expandido y un tapiz plástico en el interior;

K_j es el coeficiente global de transferencia de calor de cada porción, determinado según el Apéndice B, en $W/m^2 K$;

A_{ij} es el área de la porción j con orientación i, en m^2 ;

t_{ei} es el valor de la temperatura equivalente promedio, para la orientación i, determinada según la Tabla 1 del Apéndice A, en $^{\circ}C$;

t es el valor de la temperatura interior del edificio, que se considera igual a $25^{\circ}C$.

Nota: este valor de temperatura interior de $25^{\circ}C$, es sólo 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.

$$\Phi_{ps} = \sum_{i=1}^5 \Phi_{psi}$$

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:

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

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. Una

porción típica de una parte transparente es una pared de vidrio, o con bloques de vidrio;

A_{ij} es el área de la porción transparente j con orientación i , en m^2 ;

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_i es la ganancia de calor solar por orientación, determinada según la Tabla 1 del Apéndice A, en W/m^2 ; 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, con valor adimensional entre cero y uno;

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) y 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:

$$\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$$

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 .

o 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:

$$\Phi_{rc} = \sum_{i=1}^5 \Phi_{rci}$$

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:

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

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 envolvente 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 $5,952 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ y para las partes transparentes de las paredes es $5,319 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
- A_{ij} es el área de cada parte de la envolvente j , con orientación i , en m^2 ;
- t_{ei} es el valor de la temperatura equivalente promedio, para la orientación i , determinado según la Tabla 1 del Apéndice A, en $^\circ \text{C}$;
- 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 sólo una referencia para el cálculo de la ganancia de calor (presupuesto energético)

o 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:

$$\Phi_{rs} = \sum_{i=1}^5 \Phi_{rsi}$$

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 parte con orientación i , se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\Phi_{rsi} = \sum_{i=1}^5 [A_{ri} \times CS_{ri} \times FG_i]$$

en donde:

Φ_{rsi} es la ganancia de calor por radiación solar a través de la parte transparente 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_{ri} es el coeficiente de sombreado del vidrio empleado en el 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 partes 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.

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.

Calculo del porcentaje de ahorro de energía

$$\text{Ahorro de Energía} = \left[1 - \frac{\text{Ganancia de calor del edificio proyectado}}{\text{Ganancia de calor del edificio de referencia}} \right] 100$$

2. IV METODO DE CÁLCULO DE ASHRAE

Ganancias de calor internas

Debido a que la NOM-008-ENER-2001 está limitada únicamente al cálculo de las ganancias de calor de la envolvente, aquí se aplicará la metodología de Edwar G. Pita³ para determinar las ganancias de calor internas, se toman en cuenta todas aquellas que se generan dentro de la edificación sin considerar la envolvente. Específicamente son aquellas debidas a lámparas, personas y equipo eléctrico que generan calor, tal como computadoras, fotocopiadoras, etc.

Tiempo solar.- De acuerdo con los datos del servicio meteorológico nacional se seleccionó el mes de Mayo como el más caluroso y para fines de cálculo de las ganancias de calor por infiltraciones se toma como base de diseño el promedio de temperatura máxima anual: 30.7° C.

Condiciones de diseño, en Chetumal, Quintana Roo

1. Temperatura máxima extrema anual: 39° C
2. Promedio de temperatura máxima anual: 30.7° C
3. Temperatura de diseño máxima: 34.9° C
4. Temperatura mínima extrema anual: 7.8° C
5. Temperatura mínima promedio anual: 21.2° C
6. Temperatura mínima de diseño: 14.5° C
7. Humedad relativa de diseño: 87 %
8. Latitud: 18.3° N
9. Longitud: 88.3° W
10. Altura sobre el nivel del mar: 9.0 m
11. Presión barométrica: 1 atm.
12. Mes más caluroso: Mayo

➤ Alumbrado

La ecuación para calcular la ganancia de calor debida al alumbrado es:

$$Q = 3.4 \times W \times FB \times FCE$$

donde:

³ Acondicionamiento de Aire, Principios y Sistemas, Edward G. Pita, Mexico, 2003.

Q = ganancia neta de calor debida al alumbrado, Btu/h

W = capacidad del alumbrado, Watts

FB = factor de balastra

FCE = factor de carga de enfriamiento para el alumbrado

➤ **Personas**

La ganancia de calor debida a las personas se compone de dos partes: el calor sensible y el calor latente que resulta de la transpiración. Las ecuaciones para las ganancias de calor sensible y latente originado en las personas son:

$$Q_s = q_s \times n \times FCE$$

$$Q_l = q_l \times n$$

Q_s, Q_l = ganancias de calor sensible y latente

q_s, q_l = ganancias de calor sensible y latente por persona

n = numero de personas

FCE = factor de carga de enfriamiento para las personas

Los valores de q_s y q_l se tomaron del apéndice H.

➤ **Equipo**

La ganancia de calor debida al equipo se calculo en forma directa consultando los datos de placa.

➤ **Especificaciones para el cálculo de ganancias de calor por infiltraciones**

La infiltración ocurre cuando el aire exterior entra a través de aberturas en la construcción, debido a la presión del viento. Las aberturas más importantes son las fisuras alrededor de los marcos de ventanas y puertas.

• **Carga de calor sensible**

Esta carga se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$Q_s = 1.1 \times CFM \times CT$$

en donde:

CFM flujo de aire de ventilación, en ft³/min;

CT cambio de temperatura entre el aire exterior e interior, en °F.

Se considera la temperatura exterior de 30.7 °C (87.26 °F) y la temperatura de diseño interior de 25 °C (77 °C).

• **Carga de calor latente**

Esta carga se determina con la siguiente ecuación:

$$Q_l = 0.68 \times CFM \times (W'_e - W'_i)$$

en donde:

W'_e relación de humedad exterior, en g de agua/lb aire seco;

W'_i relación de humedad interior, en g de agua/lb aire seco.

Considerando los siguientes parámetros:

Condiciones	t (°F)	HR (%)
Exterior	87.26	87
Interior	77.00	50

En donde HR es la humedad relativa, en %, y de una Carta Psicrométrica se determinan las relaciones de humedades correspondientes:

Condiciones	W' (g de agua/lb a.s.)
Exterior	172
Interior	68

Hay dos métodos para calcular los CFM del aire de infiltración: el método de las fisuras y el método de cambio de aire, en este trabajo se utilizó el método de fisuras ya que Pita recomienda este método para construcciones no residenciales.

➤ Ventilación

En general se admite algo de aire exterior por razones sanitarias y de confort. El calor sensible y latente de este aire es mayor que el del aire del recinto, por lo cual se vuelve parte de la carga de enfriamiento. Sin embargo, el exceso de calor se elimina en general en el equipo de enfriamiento, y por lo tanto es parte de la carga de refrigeración, pero no de la carga del recinto.

Las ecuaciones para calcular las cargas de enfriamiento sensible y latente debidas al aire de ventilación son:

$$Q_s = 1.1 \times CFM \times CT$$

$$Q_l = 0.68 \times CFM \times (W'_e - W'_i)$$

donde:

Q_s, Q_l = cargas de calor sensible y latente debidas al aire de ventilación, BTU/h

CFM flujo de aire de ventilación, en ft³/min.;

CT cambio de temperatura entre el aire exterior e interior, en ° F.

W'_e relación de humedad exterior, en g de agua/lb aire seco;

W'_i relación de humedad interior, en g de agua/lb aire seco.

La ecuación que nos define el calor total retirado de aire de ventilación es:

$$Q_t = Q_s + Q_l$$

Del apéndice H se tomaron las tasas sugeridas de ventilación con aire exterior y niveles típicos de ocupación para algunas aplicaciones.

CAPÍTULO III MEMORIA DE CÁLCULO

En este capítulo se detalla los cálculos con los cuales se determinan las ganancias de calor a través de la envolvente, iluminación, personas, equipo eléctrico, infiltración, ventilación y finalmente se presenta una tabla con todas las ganancias de calor

3.1 EDIFICIO A EVALUAR

El edificio a evaluar es el de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, se encuentra ubicado en Av. Insurgentes entre Nápoles y Génova en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, dicho centro de trabajo se encuentra localizado a 18.5° latitud Norte, 88.3° longitud Oeste, y a 3 metros sobre el nivel del mar.



Figura 3.1. Edificio Centro SCT, fachada norte.



Figura 3.2. Edificio Centro SCT, fachada sur.



Figura 3.3. Edificio Centro SCT, fachada este.

3. II GANANCIAS DE CALOR EXTERNAS

De las tablas del apéndice A (pagina II), se toman los valores para el calculo del factor de corrección de sombreado (SE) para cada orientación.

Ejemplo para la ventana remetida con orientación Norte:

W/E = X	Xn	Xn + 1
P/E = Y		
Yn	a	b
Yn + 1	c	d

W/E = 0.935	0.5	1
P/E = 0.65		
0.6	0.27	0.33
0.7	0.22	0.29

$$F_x = \frac{(x - x_n)}{(x_{n+1} - x_n)}$$

$$F_y = \frac{(y - y_n)}{(y_{n+1} - y_n)}$$

$$Valor\ buscado = F_x F_y (d - c - b + a) + F_x (b - a) + F_y (c - a) + a$$

$$Valor\ buscado = SE$$

Tabla 1. Interpolación para determinar el factor de corrección de sombreado exterior (SE)

	W	E	P	Y	X	Xn	Xn + 1	Yn	Yn + 1	Fx	Fy	a	B	c	d	SE
Norte	1.87	2	1.3	0.65	0.935	0.50	1.00	0.60	0.70	0.87	0.5	0.27	0.33	0.22	0.29	0.302
Este – Oeste	1.87	2	1.3	0.65	0.935	0.50	1.00	0.60	0.70	0.87	0.5	0.39	0.39	0.35	0.35	0.370
Sur	1.87	2	1.3	0.65	0.935	0.50	1.00	0.60	0.70	0.87	0.5	0.44	0.40	0.41	0.37	0.390

A continuación de la tabla 2 a la tabla 6 se presentan las ganancias de calor por aislamiento térmico, por conducción y por radiación del edificio proyectado y del edificio de referencia del segundo nivel.

En la tabla 7 se presenta la comparación de ganancias de calor entre el edificio proyectado y el de referencia del segundo nivel.

Tabla 2. Cálculo del aislamiento térmico por porciones, edificio proyectado
Segundo Nivel

Porción		Hi	he	λ1	l1	λ2	l2	λ3	l3	λ4	l4	λ5	l5	λ6	l6	λ7	l7	M		
Área	Orientación	W/m²K	W/m²K	W/mK	m	W/mK	m	W/mK	m	W/mK	m	W/mK	m	W/mK	m	W/mK	m	m²KW		
Sanitarios H	Techo	1	6.6	13	0.17	0.005	0.26	0.03	0.63	0.05	0.035	0.2	0.0262	0.9	0.128	0.005		40.478		
	Muro	2	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
		3	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001	0.0262	1	0.99	0.15	38.705	
		4*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
		5*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
Puerta	4*	8.1	13	0.162	0.04													0.447		
Sanitarios M	Techo	1	6.6	13	0.17	0.005	0.26	0.03	0.063	0.05	0.035	0.2	0.0262	0.9	0.128	0.005		40.478		
	Muro	3	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001	0.0262	1	0.99	0.15	38.705	
		5*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
		2*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
Puerta	2*	8.1	13	0.162	0.04													0.447		
Capacitación	Techo	1	6.6	13	0.17	0.005	0.26	0.03			0.035	0.2	0.0262	0.9	0.128	0.005		40.478		
	Muro	3	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
		5*	8.1	13	0.16	0.09													0.763	
	Puerta	5*	8.1	13	0.93	0.005													0.206	
	Ventana	3	8.1	13	0.93	0.005													0.206	
5*		8.1	13	0.93	0.005													0.206		
Salas	Techo	1	6.6	13	0.17	0.005	0.26	0.03	0.63	0.05	0.035	0.2	0.0262	0.9	0.128	0.005		40.478		
	Muro	3	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
		4	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
		2b*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
		2a*	8.1	13	0.16	0.09														0.763
		3*	8.1	13	0.16	0.09														0.763
		4*	8.1	13	0.16	0.09														0.763
		5*	8.1	13	0.16	0.09														0.763
Puerta	3*	8.1	13	0.93	0.005													0.206		

	Ventana	4*	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
		5*	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
		3	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
		4	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
Magna	Techo	1	6.6	13	0.17	0.005	0.26	0.03	0.63	0.05	0.035	0.2	0.0262	0.9	0.128	0.005			40.478
	Muro	4	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385
		2	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385
		2*	8.1	13	0.16	0.09											0.763		
		5*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385
	Puerta	3*	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
		5*	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
	Ventana	4	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
Sala de guardado	Techo	1	6.6	13	0.17	0.005	0.26	0.03	0.63	0.05	0.035	0.2	0.0262	0.9	0.128	0.005			40.478
	Muro	4	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385
		2*	8.1	13	0.16	0.09											0.763		
		2*	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
	Ventana	4	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
Antesala	Techo	1	6.6	13	0.17	0.005	0.26	0.03	0.63	0.05	0.035	0.2	0.0262	0.9	0.128	0.005			40.478
	Muro	4	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385
		5	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385
		2*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385
		3*	8.1	13	0.16	0.09											0.763		
	Puerta	3*	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
	Ventana	4	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
5		8.1	13	0.93	0.005											0.206			

* Muro Interior	a Muro de Tabla Roca
■ Muro de Tabla Roca	b Muro de Block

Tabla 3. Ganancia de calor por conducción, edificio proyectado
Segundo Nivel

Porción		Kj W/m ² K	Aij m ²	tei °C	t °C	Φpci W	Φpci		
Área	Orientación						Btu/h	Ton.Refri	
Sanitarios H	Techo	1	0.025	19.44	45	25	9.605	32.754	0.003
		2	2.595	28.8	31	25	448.386	1,528.998	0.127
	Muro	3	0.026	10.8	34	25	2.511	8.564	0.001
		4*	2.595	26.653	32	25	484.120	1,650.849	0.138
		5*	2.595	10.8	32	25	196.169	668.937	0.056
Puerta	4*	2.236	2.147	29	25	19.200	65.472	0.005	
Sanitarios M	Techo	1	0.025	19.44	45	25	9.605	32.754	0.003
	Muro	3	0.026	10.8	34	25	2.511	8.564	0.001
		5*	2.595	10.8	32	25	196.169	668.937	0.056
		2*	2.595	26.653	31	25	414.960	1,415.013	0.118
	Puerta	2*	2.236	2.147	36	25	52.800	180.047	0.015
Capacitación	Techo	1	0.025	80.04	45	25	39.548	134.858	0.011
	Muro	3	2.595	23.58	34	25	550.675	1,877.800	0.156
		5*	1.311	13.2	39	25	242.240	826.038	0.069
	Puerta	5*	4.860	2.2	29	25	42.769	145.842	0.012
	Ventana	3	4.860	11.22	28	25	163.592	557.848	0.046
5*		4.860	8.4	29	25	163.300	556.853	0.046	
Salas	Techo	1	0.025	151.35	45	25	74.782	255.006	0.021
	Muro	3	2.595	49.84	34	25	1163.936	3,969.023	0.331
		4	2.595	42.38	32	25	769.782	2,624.956	0.219
		2b*	2.595	7	31	25	108.983	371.631	0.031
		2a*	1.311	7.84	27	25	20.554	70.088	0.006
		3*	1.311	5.86	28	25	23.044	78.581	0.007
		4*	1.311	5.664	38	25	96.518	329.128	0.027
		5*	1.311	27.22	32	25	249.764	851.696	0.071
	Puerta	3*	4.860	1.98	28	25	28.869	98.444	0.008
		4*	4.860	1.98	29	25	38.492	131.258	0.011
		5*	4.860	1.98	29	25	38.492	131.258	0.011
	Ventana	3	4.860	14.96	34	25	654.367	2,231.390	0.186
		4	4.860	11.22	32	25	381.714	1,301.644	0.108
Magna	Techo	1	0.025	187.2	45	25	92.495	315.409	0.026
	Muro	4	2.595	52.64	32	25	956.143	3,260.446	0.272
		2	2.595	67.2	31	25	1046.235	3,567.661	0.297
		2*	1.311	2.604	31	25	20.480	69.838	0.006
		5*	2.595	10.64	32	25	193.263	659.026	0.055
	Puerta	3*	4.860	11.03	28	25	160.821	548.401	0.046
		5*	4.860	11.2	29	25	217.733	742.471	0.062
Ventana	4	4.860	14.96	32	25	508.952	1,735.526	0.145	
Sala de guardado	Techo	1	0.025	12	45	25	5.929	20.219	0.002
	Muro	4	2.595	8.26	32	25	150.033	511.613	0.043
		2*	1.311	6.2	36	25	89.398	304.847	0.025
	Puerta	2*	4.860	2.2	27	25	21.385	72.921	0.006
Ventana	4	4.860	3.74	32	25	127.238	433.881	0.036	
Antesala	Techo	1	0.025	66.36	45	25	32.788	111.808	0.009
	Muro	4	2.595	26.12	32	25	474.439	1,617.835	0.135

		5	2.595	28.26	32	25	513.309	1,750.384	0.146	
		2*	2.595	33.2	31	25	516.890	1,762.595	0.147	
		3*	1.311	9.28	40	25	182.466	622.211	0.052	
	Puerta	3*	4.860	2.2	28	25	32.077	109.382	0.009	
	Ventana	4	4.860	7.48	32	25	254.476	867.763	0.072	
		5	4.860	3.74	32	25	127.238	433.881	0.036	
								12,411.246	42,322.349	3.527

Tabla 4. Ganancia de calor por radiación, edificio proyectado
Segundo Nivel

Porción		Aij m ²	CSj	FGi W/m ²	SEij	Φpsi			
Área	Orientación					W	Btu/h	Ton. Refri.	
Capacitación	Ventana	3	11.22	0.7	152	0.370	441.709	1,506.228	0.126
Salas	Ventana	3	14.96	0.7	152	0.370	588.945	2,008.303	0.167
		4	11.22	0.7	119	0.390	364.691	1,243.597	0.104
Magna	Ventana	4	18.7	0.7	119	0.390	607.818	2,072.661	0.173
Antesala	Ventana	4	7.48	0.7	119	0.390	243.127	829.064	0.069
		5	3.74	0.7	133	0.370	128.832	439.316	0.037
Sala de guardado	Ventana	4	3.74	0.7	119	0.390	121.564	414.532	0.035
Σ							2,496.687	8,513.701	0.709

Tabla 5. Ganancia de calor por conducción, edificio de referencia
Segundo Nivel

Porción			Kj W/m ² K	Aij m ²	tei °C	t °C	Φpci		
Área	Muro	Orientación					W	Btu/h	Ton. Refri
Exterior	Opaco	1 (Techo)	0.358	509.04	45	25	3644.726	12,428.52	1.04
	Transparente		5.952	26.792	26	25	159.466	543.78	0.05
Exterior	Opaco	3 (Este)	0.679	72.72	34	25	444.392	1,515.38	0.13
	Transparente		5.319	48.48	28	25	773.595	2,637.96	0.22
Interior	Opaco		0.679	18.21	34	25	111.281	379.47	0.03
	Transparente		5.319	12.14	28	25	193.718	660.58	0.06
Exterior	Opaco	4 (Sur)	0.679	100.08	32	25	475.680	1,622.07	0.14
	Transparente		5.319	66.72	29	25	1419.535	4,840.61	0.40
Interior	Opaco		0.679	21.86	32	25	103.901	354.30	0.03
	Transparente		5.319	14.58	29	25	310.204	1,057.80	0.09
Exterior	Opaco	5 (Oeste)	0.679	19.2	32	25	91.258	311.19	0.03
	Transparente		5.319	12.8	29	25	272.333	928.65	0.08
Interior	Opaco		0.679	57.86	32	25	275.009	937.78	0.08
	Transparente		5.319	38.57	29	25	820.615	2,798.30	0.23
Exterior	Opaco	2 (Norte)	0.679	57.6	31	25	234.662	800.20	0.07
	Transparente		5.319	38.4	27	25	408.499	1,392.98	0.12
Interior	Opaco		0.679	52.71	31	25	214.741	732.27	0.06
	Transparente		5.319	35.13	27	25	373.713	1,274.36	0.11
Σ							10,327.328	35,216.19	2.93

**Tabla 6. Ganancia de calor por radiación, edificio de referencia
Segundo Nivel**

Área	Porción		Ari	CSjr	FGi	SEij	Φ_{psi}	Btu/h	Ton. Refri.
	Muro	Orientación	m ²		W/m ²		W		
Exterior	Transparente	1 (Techo)	26.792	0.85	284	1	6467.589	22,054.478	1.838
		2 (Norte)	38.400	1.00	95	1	3648.000	12,439.680	1.037
		3 (Este)	48.480	1.00	152	1	7368.960	25,128.154	2.094
		4(Sur)	66.720	1.00	119	1	7939.680	27,074.309	2.256
		5(Oeste)	12.800	1.00	133	1	1702.400	5,805.184	0.484
							27,126.629	92,501.804	7.708

**Tabla 7. Comparación de ganancias de calor entre el edificio proyectado y el de referencia
Segundo Nivel**

Ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado	W	Btu/h	Ton. Refri.
	14,907.93	50,836.05	4.24
Ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia	W	Btu/h	Ton. Refri.
	37,453.96	127,717.99	10.64
Porcentaje de ahorro de energía (%)	60.20		

A continuación de la tabla 8 a la tabla 12 se presentan las ganancias de calor por aislamiento térmico, por conducción y por radiación del edificio proyectado y del edificio de referencia del primer nivel.

En la tabla 13 se presenta la comparación de ganancias de calor entre el edificio proyectado y el de referencia del primer nivel.

Tabla 8. Calculo del aislamiento térmico por porciones, edificio proyectado
Primer Nivel

Porción		hi	he	λ1	l1	λ2	l2	λ3	l3	λ4	l4	λ5	l5	λ6	l6	λ7	l7	M			
Área	Orientación	W/m ² K	W/m ² K	W/mK	m	W/mK	m	W/mK	m	W/mK	m	W/mK	m	W/mK	m	W/mK	m	m ² K/W			
Sanitarios H	Muro	3	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001	0.0262	1	0.99	0.15	38.705		
		4*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001						0.385	
		5*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001						0.385	
	Puerta	4*	8.1	13	0.162	0.04														0.447	
Sanitarios M	Muro	3	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001	0.0262	1	0.99	0.15	38.705		
		2*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001						0.385	
		4*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001						0.385	
		5*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001						0.385	
	Puerta	2*	8.1	13	0.162	0.04														0.447	
Área de fumar	Muro	3	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001						0.385	
		5*	8.1	13	0.16	0.09														0.763	
	Puerta	5*	8.1	13	0.93	0.005														0.206	
	Ventana	3	8.1	13	0.93	0.005														0.206	
Dirección General	Muro	3	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001						0.385	
		4	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001						0.385	
		2a*	8.1	13	0.16	0.09															0.763
		2b*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001							0.385
	Puerta	5*	8.1	13	0.93	0.005															0.206
		5*	8.1	13	0.93	0.005															0.206
	Ventana	3	8.1	13	0.93	0.005															0.206
		5*	8.1	13	0.93	0.005															0.206
Comunicación Social	Muro	4	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001						0.385	
		2*	8.1	13	0.16	0.09															0.763
	Puerta	2*	8.1	13	0.93	0.005															0.206
	Ventana	4	8.1	13	0.93	0.005															0.206
		2*	8.1	13	0.93	0.005															0.206
Unidad General De Asuntos Jurídicos	Muro	4	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001						0.385	
		2*	8.1	13	0.16	0.09															0.763
	Puerta	2*	8.1	13	0.93	0.005															0.206

	Ventana	4	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
		2*	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
Subdirección De Comunicaciones	Muro	4	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001				0.385	
		5	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001				0.385	
		2a*	8.1	13	0.16	0.09											0.763		
		2b*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001				0.385	
	Puerta	2a*	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
	Ventana	4	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
		5	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
2a*		8.1	13	0.93	0.005											0.206			
Sanitario H	Muro	5	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001				0.385	
		2*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001				0.385	
		3*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001				0.385	
	Puerta	2*	8.1	13	0.162	0.04											0.447		
Sanitario M	Muro	5	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001				0.385	
		3*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001				0.385	
		4*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001				0.385	
	Puerta	4*	8.1	13	0.162	0.04											0.447		
Unidad General De Servicios Técnicos	Techo	1	6.6	13	1.047	0.007	0.63	0.01	0.63	0.05	0.035	0.2	0.0262	0.9	0.128	0.005			40.435
	Muro	5	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001				0.385	
		3*	8.1	13	0.16	0.09											0.763		
		4*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001				0.385	
	Puerta	3*	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
	Ventana	5	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
Departamento De Contraloría	Techo	1	6.6	13	1.047	0.007	0.63	0.01	0.63	0.05	0.035	0.2	0.0262	0.9	0.128	0.005			40.435
		2*	8.1	13	0.16	0.09											0.763		
	Muro	3*	8.1	13	0.16	0.09											0.763		
		2*	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
	Ventana	3*	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
Biblioteca	Techo	1	6.6	13	1.047	0.007	0.63	0.01	0.63	0.05	0.035	0.2	0.0262	0.9	0.128	0.005			40.435
	Muro	5	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001				0.385	
		3*	8.1	13	0.16	0.09											0.763		
	Puerta	3*	8.1	13	0.93	0.005											0.206		
	Ventana	5	8.1	13	0.93	0.005											0.206		

		3*	8.1	13	0.93	0.005											0.206
Unidad De Evaluación Y Planeación	Techo	1	6.6	13	1.047	0.007	0.63	0.01	0.63	0.05	0.035	0.2	0.0262	0.9	0.128	0.005	40.435
	Muro	2	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001			0.385
		5	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001			0.385
		4*	8.1	13	0.16	0.09											0.763
	Puerta	4*	8.1	13	0.93	0.005											0.206
	Ventana	2	8.1	13	0.93	0.005											0.206
5		8.1	13	0.93	0.005											0.206	
Residencia General de Carreteras Alimentadoras	Techo	1	6.6	13	1.047	0.007	0.63	0.01	0.63	0.05	0.035	0.2	0.0262	0.9	0.128	0.005	40.435
	Muro	2	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001			0.385
		4*	8.1	13	0.16	0.09											0.763
		5*	8.1	13	0.16	0.09											0.763
	Puerta	4*	8.1	13	0.93	0.005											0.206
	Ventana	2	8.1	13	0.93	0.005											0.206
		4*	8.1	13	0.93	0.005											0.206
Residencia General de Carreteras Federales	Techo	1	6.6	13	1.047	0.007	0.63	0.01	0.63	0.05	0.035	0.2	0.0262	0.9	0.128	0.005	40.435
	Muro	2	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001			0.385
		4*	8.1	13	0.16	0.09											0.763
		4*	8.1	13	0.16	0.09											0.763
	Puerta	4*	8.1	13	0.93	0.005											0.206
	Ventana	2	8.1	13	0.93	0.005											0.206
		4*	8.1	13	0.93	0.005											0.206
Subdirección De Obras	Techo	1	6.6	13	1.047	0.007	0.63	0.01	0.63	0.05	0.035	0.2	0.0262	0.9	0.128	0.005	40.435
	Muro	2	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001			0.385
		3	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001			0.385
		3*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001			0.385
		4a*	8.1	13	0.16	0.09											0.763
		4b*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001			0.385
		4b*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001			0.385
	Puerta	4a*	8.1	13	0.93	0.005											0.206
	Ventana	2	8.1	13	0.93	0.005											0.206
		3	8.1	13	0.93	0.005											0.206
4a*		8.1	13	0.93	0.005											0.206	
* Muro Interior		a Muro de Tabla Roca															
■ Muro de Tabla Roca		b Muro de Block															

Tabla 9. Ganancia de calor por conducción, edificio proyectado
Primer Nivel

Porción		Kj W/m ² K	Aij m ²	tei °C	t °C	Φpci				
Área	Orientación					W	Btu/h	Ton.Refri		
Sanitarios H	Muro	3	0.026	10.8	34	25	2.511	8.564	0.001	
		4*	2.595	26.653	32	25	484.120	1,650.849	0.138	
		5*	2.595	10.8	32	25	196.169	668.937	0.056	
	Puerta	4*	2.236	2.147	38	25	62.400	212.783	0.018	
Sanitarios M	Muro	3	0.026	10.8	34	25	2.511	8.564	0.001	
		2*	2.595	26.653	31	25	414.960	1,415.013	0.118	
		4*	2.595	4.48	32	25	81.374	277.485	0.023	
		5*	2.595	10.8	32	25	196.169	668.937	0.056	
	Puerta	2*	2.236	2.147	36	25	52.800	180.047	0.015	
Área de fumar	Muro	3	2.595	13.32	34	25	311.068	1,060.742	0.088	
		5*	1.311	12.58	39	25	230.862	787.240	0.066	
	Puerta	5*	4.860	1.98	29	25	38.492	131.258	0.011	
	Ventana	3	4.860	7.48	28	25	109.061	371.898	0.031	
Dirección General	Muro	3	2.595	68.24	34	25	1593.640	5,434.313	0.453	
		4	2.595	52.4	32	25	951.783	3,245.581	0.270	
		2a*	1.311	10.92	36	25	157.456	536.925	0.045	
		2b*	2.595	4.24	31	25	66.012	225.102	0.019	
		5*	1.311	15.28	39	25	280.411	956.202	0.080	
	Puerta	2b*	4.860	2.2	27	25	21.385	72.921	0.006	
		5*	4.860	2.2	29	25	42.769	145.842	0.012	
	Ventana	3	4.860	14.96	28	25	218.122	743.797	0.062	
		5*	4.860	11.92	29	25	231.731	790.201	0.066	
	Comunicación Social	Muro	4	2.595	13.72	32	25	249.207	849.797	0.071
2*			1.311	6.97	36	25	100.501	342.708	0.029	
Puerta		2*	4.860	2.77	27	25	26.925	91.814	0.008	
		4	4.860	7.48	29	25	145.415	495.864	0.041	
Unidad General De Asuntos Jurídicos	Muro	4	2.595	25.72	32	25	467.173	1,593.060	0.133	
		2*	1.311	11.89	36	25	171.442	584.619	0.049	
	Puerta	2*	4.860	2.2	27	25	21.385	72.921	0.006	
		4	4.860	7.48	29	25	145.415	495.864	0.041	
Subdirección De Comunicaciones	Muro	4	2.595	53.84	32	25	977.939	3,334.772	0.278	
		5	2.595	29.26	32	25	531.473	1,812.322	0.151	
		2a*	1.311	10.86	36	25	156.591	533.975	0.044	
		2b*	2.595	2.52	31	25	39.234	133.787	0.011	
	Puerta	2a*	4.860	2.42	27	25	23.523	80.213	0.007	
		Ventana	4	4.860	14.96	29	25	290.830	991.729	0.083
			5	4.860	3.74	29	25	72.707	247.932	0.021
Sanitario H	Muro	5	2.595	10.8	32	25	196.169	668.937	0.056	
		2*	2.595	26.653	31	25	414.960	1,415.013	0.118	
		3*	2.595	10.8	34	25	252.217	860.061	0.072	
	Puerta	2*	2.236	2.147	36	25	52.800	180.047	0.015	
		Sanitario M	Muro	5	2.595	10.8	32	25	196.169	668.937
3*	2.595			10.8	34	25	252.217	860.061	0.072	
4*	2.595			26.653	32	25	484.120	1,650.849	0.138	
Unidad General De Servicios Técnicos	Muro	4*	2.236	2.147	38	25	62.400	212.783	0.018	
		Techo	1	0.025	96.91	45	25	47.934	163.455	0.014
		5	2.595	35.2	32	25	639.366	2,180.238	0.182	
		3*	1.311	15.58	40	25	306.339	1,044.617	0.087	

		4*	2.595	6.36	32	25	115.522	393.929	0.033	
	Puerta	3*	4.860	2.2	28	25	32.077	109.382	0.009	
	Ventana	5	4.860	7.48	29	25	145.415	495.864	0.041	
		3*	4.860	12.04	28	25	175.548	598.617	0.050	
Departamento De Contraloría	Techo	1	0.025	13.72	45	25	6.786	23.141	0.002	
	Muro	2*	1.311	10.4	36	25	149.958	511.357	0.043	
		3*	1.311	4.94	40	25	97.132	331.220	0.028	
	Puerta	2*	4.860	2.2	27	25	21.385	72.921	0.006	
	Ventana	3*	4.860	3.6	28	25	52.489	178.989	0.015	
Biblioteca	Techo	1	0.025	11.8	45	25	5.837	19.903	0.002	
	Muro	5	2.595	6.3	32	25	114.432	390.213	0.033	
		3*	1.311	3.05	40	25	59.970	204.498	0.017	
	Puerta	3*	4.860	2.2	28	25	32.077	109.382	0.009	
	Ventana	5	4.860	3.74	29	25	72.707	247.932	0.021	
3*		4.860	1.78	28	25	25.953	88.500	0.007		
Unidad De Evaluación Y Planeación	Techo	1	0.025	29.8	45	25	14.740	50.263	0.004	
	Muro	2	2.595	6.88	31	25	107.115	365.261	0.030	
		5	2.595	25.7	32	25	466.810	1,591.821	0.133	
		4*	1.311	7.852	38	25	133.804	456.270	0.038	
	Puerta	4*	4.860	2.2	29	25	42.769	145.842	0.012	
	Ventana	2	4.860	7.48	27	25	72.707	247.932	0.021	
5		4.860	7.48	29	25	145.415	495.864	0.041		
Residencia General de Carreteras Alimentadoras	Techo	1	0.025	77.71	45	25	38.437	131.071	0.011	
	Muro	2	2.595	26.68	31	25	415.380	1,416.447	0.118	
		4*	1.311	12.677	38	25	216.025	736.645	0.061	
		5*	1.311	1.97	39	25	36.152	123.280	0.010	
	Puerta	4*	4.860	1.96	29	25	38.103	129.932	0.011	
	Ventana	2	4.860	7.48	27	25	72.707	247.932	0.021	
4*		4.860	9.315	29	25	181.088	617.510	0.051		
Residencia General de Carreteras Federales	Techo	1	0.025	69.16	45	25	34.208	116.650	0.010	
	Muro	2	2.595	26.6	31	25	414.135	1,412.199	0.118	
		4*	1.311	11.175	38	25	190.430	649.365	0.054	
	Puerta	4*	4.860	1.98	29	25	38.492	131.258	0.011	
	Ventana	2	4.860	3.74	27	25	36.354	123.966	0.010	
4*		4.860	8.125	29	25	157.954	538.623	0.045		
Subdirección De Obras	Techo	1	0.025	66.3	45	25	32.793	111.826	0.009	
	Muro	2	2.595	53.04	31	25	825.778	2,815.904	0.235	
		3	2.595	23.72	34	25	553.944	1,888.949	0.157	
		3*	2.595	5.2	34	25	121.438	414.104	0.035	
		4a*	1.311	12.61	38	25	214.883	732.751	0.061	
		4b*	2.595	3.56	32	25	64.663	220.501	0.018	
	Puerta	4a*	4.860	2.2	29	25	42.769	145.842	0.012	
	Ventana	2	4.860	14.96	27	25	145.415	495.864	0.041	
		3	4.860	7.48	28	25	109.061	371.898	0.031	
		4a*	4.860	9.27	29	25	180.213	614.527	0.051	
								18,548.489	63,250.347	5.271

**Tabla 10. Ganancia de calor por radiación, edificio proyectado
Primer Nivel**

Porción			Aij m ²	CSj	FGi W/m ²	SEij	Φpsi		
Área	Orientación	W					Btu/h	Ton. Refri.	
Área de Fumar	Ventana	3	7.48	0.7	152	0.370	294.473	1,004.152	0.084
Dirección General	Ventana	3	14.96	0.7	152	0.370	588.945	2,008.303	0.167
Comunicación Social	Ventana	4	7.48	0.7	119	0.390	243.127	829.064	0.069
Unidad General De Asuntos Jurídicos	Ventana	4	7.48	0.7	119	0.390	243.127	829.064	0.069
Subdirección De Comunicaciones	Ventana	4	14.96	0.7	119	0.390	486.255	1,658.129	0.138
		5	3.74	0.7	133	0.370	128.832	439.316	0.037
Unidad General De Servicios Técnicos	Ventana	5	7.48	0.7	133	0.370	257.664	878.633	0.073
Biblioteca	Ventana	5	3.74	0.7	133	0.370	128.832	439.316	0.037
Unidad De Evaluación Y Planeación	Ventana	2	7.48	0.7	95	0.302	149.997	511.490	0.043
		5	7.48	0.7	133	0.370	257.664	878.633	0.073
Residencia General De Carreteras Alimentadoras	Ventana	2	7.48	0.7	95	0.302	149.997	511.490	0.043
Residencia General De Carreteras Federales	Ventana	2	3.74	0.7	95	0.302	74.999	255.745	0.021
Subdirección De Obras	Ventana	2	14.96	0.7	95	0.302	299.994	1,022.980	0.085
		3	7.48	0.7	152	0.370	294.473	1,004.152	0.084
							3,598.377	12,270.466	1.023

**Tabla 11. Ganancia de calor por conducción, edificio de referencia
Primer Nivel**

Porción			Kj W/m ² K	Aij m ²	tei °C	t °C	Φpci		
Área	Muro	Orientación					W	Btu/h	Ton. Refri
Exterior	Opaco	1 (Techo)	0.358	347.13	45	25	2485.451	8,475.387	0.706
	Transparente		5.952	18.27	26	25	108.743	370.814	0.031
Exterior	Opaco	2(Norte)	0.679	88.152	31	25	359.131	1,224.638	0.102
	Transparente		5.319	58.768	27	25	625.174	2,131.843	0.178
Interior	Opaco	2(Norte)	0.679	90.336	31	25	368.029	1,254.978	0.105
	Transparente		5.319	60.224	27	25	640.663	2,184.661	0.182
Exterior	Opaco	3(Este)	0.679	94.08	34	25	574.923	1,960.487	0.163
	Transparente		5.319	62.72	28	25	1000.823	3,412.807	0.284
Interior	Opaco	3(Este)	0.679	43.314	34	25	264.692	902.599	0.075
	Transparente		5.319	28.876	28	25	460.774	1,571.240	0.131
Exterior	Opaco	4(Sur)	0.679	105.36	32	25	500.776	1,707.646	0.142
	Transparente		5.319	70.24	29	25	1494.426	5,095.993	0.425
Interior	Opaco	4(Sur)	0.679	90.792	32	25	431.534	1,471.532	0.123
	Transparente		5.319	60.528	29	25	1287.794	4,391.377	0.366
Exterior	Opaco	5(Oeste)	0.679	84.3	32	25	400.678	1,366.312	0.114
	Transparente		5.319	56.2	29	25	1195.711	4,077.375	0.340
Interior	Opaco	5(Oeste)	0.679	40.518	32	25	192.582	656.705	0.055
	Transparente		5.319	27.012	29	25	574.707	1,959.752	0.163
							12,966.612	44,216.146	3.685

Tabla 12. Ganancia de calor por radiación, edificio de referencia
Primer Nivel

Porción			Ari m ²	CSjr	FGi W/m ²	SEij	Φ_{psi}		
Área	Muro	Orientación					W	Btu/h	Ton. Refri
Exterior	Transparente	1 (Techo)	18.27	0.85	284	1	4,410.38	15039.39	1.25
		2 (Norte)	58.768	1.00	95	1	5,582.96	19037.89	1.59
		3 (Este)	62.72	1.00	152	1	9,533.44	32509.03	2.71
		4 (Sur)	68.64	1.00	119	1	8,168.16	27853.43	2.32
		5 (Oeste)	55.776	1.00	133	1	7,418.21	25296.09	2.11
							35,113.15	119,735.83	9.98

Tabla 13. Comparación de ganancias de calor entre el edificio proyectado y el de referencia
Primer Nivel

Ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado	W	Btu/h	Ton. Refri.
	22,146.87	75,520.81	6.29
Ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia	W	Btu/h	Ton. Refri.
	48,079.76	163,951.97	13.66
Porcentaje de ahorro de energía (%)	53.94		

A continuación de la tabla 14 a la tabla 18 se presentan las ganancias de calor por aislamiento térmico, por conducción y por radiación del edificio proyectado y del edificio de referencia de la planta baja.

En la tabla 19 se presenta la comparación de ganancias de calor entre el edificio proyectado y el de referencia de la planta baja.

Tabla 14. Calculo del aislamiento térmico por porciones, edificio proyectado
Planta Baja

Porción		hi	he	λ1	l1	λ2	l2	λ3	l3	λ4	l4	λ5	l5	λ6	l6	λ7	l7	M			
Área	Orientación	W/m²K	W/m²K	W/mK	m	W/mK	m	W/mK	m	W/mK	m	W/mK	m	W/mK	m	W/mK	m	m²K/W			
Chóferes	Muro	3*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385		
		4*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385		
		5*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385		
	Puerta	4*	8.1	13	0.93	0.005													0.206		
Sindicato	Muro	2*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385		
		3*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385		
		5*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385		
	Puerta	2*	8.1	13	0.93	0.005													0.206		
	Ventana	2*	8.1	13	0.93	0.005														0.206	
Cafetería	Muro	3	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385		
		2*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385		
		5*	8.1	13	0.16	0.09														0.763	
	Puerta	3	8.1	13	204	0.05														0.201	
		5*	8.1	13	0.93	0.005														0.206	
Sala De Juntas	Muro	3	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385		
		5*	8.1	13	0.16	0.09														0.763	
	Puerta	5*	8.1	13	0.93	0.005														0.206	
		Ventana	3	8.1	13	0.93	0.005														0.206
			5*	8.1	13	0.93	0.005														0.206
Depto. Informática	Muro	3	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385		
		4	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385		
		5*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385		
		2*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385		
		4*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385		
		5*	8.1	13	0.16	0.09														0.763	
	Puerta	5*	8.1	13	0.93	0.005														0.206	
		Ventana	3	8.1	13	0.93	0.005														0.206
			4	8.1	13	0.93	0.005														0.206

Área Secretarial	Muro	3*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
		4	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
		4*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
		2*	8.1	13	0.16	0.09														0.763
	Puerta	3*	8.1	13	0.93	0.005														0.206
	Ventana	4	8.1	13	0.93	0.005														0.206
		2*	8.1	13	0.93	0.005														0.206
Depto. Recursos Materiales	Muro	4	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
		2*	8.1	13	0.16	0.09														0.763
		3*	8.1	13	0.16	0.09														0.763
		5*	8.1	13	0.16	0.09														0.763
	Puerta	2*	8.1	13	0.93	0.005														0.206
	Ventana	4	8.1	13	0.93	0.005														0.206
		2*	8.1	13	0.93	0.005														0.206
Subdirección De Administración	Muro	4	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
		5	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
		2a*	8.1	13	0.16	0.09														0.763
		2b*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
		5*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
	Puerta	2a*	8.1	13	0.93	0.005														0.206
	Ventana	4	8.1	13	0.93	0.005														0.206
5		8.1	13	0.93	0.005														0.206	
Sanitarios H	Muro	5	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001	0.0262	1	0.99	0.15	38.705	
		2*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
		3*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
	Puerta	2*	8.1	13	0.162	0.04														0.447
Sanitarios M	Muro	5	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001	0.0262	1	0.99	0.15	38.705	
		3*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
		4*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	
	Puerta	4*	8.1	13	0.162	0.04														0.447
Depto. Recursos	Muro	5	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001					0.385	

Financieros		3*	8.1	13	0.16	0.09														0.763	
		4*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001							0.385
	Puerta	3*	8.1	13	0.93	0.005															0.206
	Ventana	5	8.1	13	0.93	0.005															0.206
		3*	8.1	13	0.93	0.005															0.206
Depto. Recursos Humanos	Muro	2	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001							0.385
		3*	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001							0.385
		5	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001							0.385
		4*	8.1	13	0.16	0.09															0.763
	Puerta	3*	8.1	13	0.93	0.005															0.206
		4*	8.1	13	0.93	0.005															0.206
	Ventana	2	8.1	13	0.93	0.005															0.206
		5	8.1	13	0.93	0.005															0.206
		4*	8.1	13	0.93	0.005															0.206
	Subdirección De Transportes	Muro	2	8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001						
3			8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001							0.385
3*			8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001							0.385
4a*			8.1	13	0.16	0.09															0.763
4b*			8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001							0.385
5a*			8.1	13	0.16	0.09															0.763
5b*			8.1	13	0.26	0.001	0.872	0.01	0.99	0.15	0.698	0.01	0.26	0.001							0.385
Puerta		4a*	8.1	13	0.93	0.005															0.206
		4b*	8.1	13	0.93	0.005															0.206
Ventana		2	8.1	13	0.93	0.005															0.206
		3	8.1	13	0.93	0.005															0.206
		4a*	8.1	13	0.93	0.005															0.206
* Muro Interior		■ Muro de Tabla Roca			a Muro de Tabla Roca			b Muro de Block													

Tabla 15. Ganancia de calor por conducción, edificio proyectado
Planta Baja

Porción		Kj W/m ² K	Aij m ²	tei °C	t °C	Φpci			
Área	Orientación					W	Btu/h	Ton.Refri	
Chóferes	Muro	3*	2.595	6.940	34	25	162.073	552.669	0.046
		4*	2.595	10.590	32	25	192.355	655.929	0.055
		5*	2.595	9.920	32	25	180.185	614.431	0.051
	Puerta	4*	4.860	2.200	29	25	42.769	145.842	0.012
Sindicato	Muro	2*	2.595	8.710	31	25	135.606	462.416	0.039
		3*	2.595	6.940	34	25	162.073	552.669	0.046
		5*	2.595	9.920	32	25	180.185	614.431	0.051
	Puerta	2*	4.860	2.200	27	25	21.385	72.921	0.006
	Ventana	2*	4.860	1.880	27	25	18.274	62.315	0.005
Cafetería	Muro	3	2.595	20.760	34	25	484.818	1,653.229	0.138
		2*	2.595	12.040	31	25	187.450	639.206	0.053
		5*	1.311	2.270	39	25	41.658	142.054	0.012
	Puerta	3	4.984	2.200	40	25	164.486	560.897	0.047
		5*	4.860	13.800	29	25	268.279	914.830	0.076
Sala De Juntas	Muro	3	2.595	19.900	34	25	464.734	1,584.742	0.132
		5*	1.311	10.040	39	25	184.249	628.290	0.052
	Puerta	5*	4.860	4.110	29	25	79.900	272.460	0.023
		Ventana	3	4.860	11.200	28	25	163.300	556.853
	5*		4.860	7.630	29	25	148.331	505.808	0.042
Depto. Informática	Muro	3	2.595	37.320	34	25	871.551	2,971.989	0.248
		4	2.595	26.520	32	25	481.704	1,642.611	0.137
		5*	2.595	16.440	32	25	298.613	1,018.270	0.085
		2*	2.595	11.760	31	25	183.091	624.341	0.052
		4*	2.595	9.800	32	25	178.005	606.998	0.051
		5*	1.311	3.120	39	25	57.257	195.245	0.016
	Puerta	5*	4.860	2.420	29	25	47.046	160.427	0.013
		Ventana	3	4.860	7.480	28	25	109.061	371.898
	4		4.860	7.480	29	25	145.415	495.864	0.041
	Área Secretarial	Muro	3*	2.595	14.400	34	25	336.290	1,146.748
4			2.595	8.660	32	25	157.299	536.388	0.045
4*			2.595	22.400	32	25	406.869	1,387.424	0.116
2*			1.311	15.023	36	25	216.617	738.665	0.062
Puerta		3*	4.860	2.200	28	25	32.077	109.382	0.009
		Ventana	4	4.860	3.740	29	25	72.707	247.932
2*			4.860	6.705	27	25	65.174	222.244	0.019
Depto. Recursos Materiales	Muro	4	2.595	53.840	32	25	977.939	3,334.772	0.278
		2*	1.311	19.139	36	25	275.966	941.044	0.078
		3*	1.311	2.128	40	25	41.841	142.679	0.012
		5*	1.311	2.128	39	25	39.052	133.167	0.011
	Puerta	2*	4.860	2.420	27	25	23.523	80.213	0.007
		Ventana	4	4.860	14.960	29	25	290.830	991.729
	2*		4.860	18.453	27	25	179.368	611.644	0.051
Subdirección De Administración	Muro	4	2.595	23.720	32	25	430.845	1,469.183	0.122
		5	2.595	28.260	32	25	513.309	1,750.384	0.146
		2a*	1.311	3.656	36	25	52.716	179.762	0.015

		2b*	2.595	2.408	31	25	37.490	127.841	0.011
		5*	2.595	3.780	32	25	68.659	234.128	0.020
	Puerta	2a*	4.860	2.728	27	25	26.517	90.422	0.008
	Ventana	4	4.860	7.480	29	25	145.415	495.864	0.041
		5	4.860	3.740	29	25	72.707	247.932	0.021
Sanitarios H	Muro	5	0.026	10.800	32	25	1.953	6.661	0.001
		2*	2.595	26.653	31	25	414.960	1,415.013	0.118
		3*	2.595	10.800	34	25	252.217	860.061	0.072
	Puerta	2*	2.236	2.147	36	25	52.800	180.047	0.015
Sanitarios M	Muro	5	0.026	10.800	32	25	1.953	6.661	0.001
		3*	2.595	26.653	34	25	622.440	2,122.520	0.177
		4*	2.595	10.800	32	25	196.169	668.937	0.056
	Puerta	4*	2.236	2.147	38	25	62.400	212.783	0.018
Depto. Recursos Financieros	Muro	5	2.595	51.440	32	25	934.346	3,186.120	0.266
		3*	1.311	22.625	40	25	444.860	1,516.974	0.126
		4*	2.595	4.704	32	25	85.443	291.359	0.024
	Puerta	3*	4.860	2.200	28	25	32.077	109.382	0.009
	Ventana	5	4.860	14.960	29	25	290.830	991.729	0.083
		3*	4.860	18.855	28	25	274.913	937.452	0.078
Depto. Recursos Humanos	Muro	2	2.595	57.840	31	25	900.509	3,070.737	0.256
		3*	2.595	24.476	34	25	571.599	1,949.154	0.162
		5	2.595	24.920	32	25	452.642	1,543.509	0.129
		4*	1.311	12.556	38	25	213.963	729.614	0.061
	Puerta	3*	4.860	1.760	28	25	25.661	87.505	0.007
		4*	4.860	5.940	29	25	115.476	393.775	0.033
	Ventana	2	4.860	14.960	27	25	145.415	495.864	0.041
		5	4.860	7.480	29	25	145.415	495.864	0.041
		4*	4.860	6.703	29	25	130.310	444.356	0.037
Subdirección De Transportes	Muro	2	2.595	57.440	31	25	894.282	3,049.501	0.254
		3	2.595	28.260	34	25	659.969	2,250.494	0.188
		3*	2.595	3.780	34	25	88.276	301.021	0.025
		4a*	1.311	17.191	38	25	292.947	998.948	0.083
		4b*	2.595	11.408	32	25	207.213	706.595	0.059
		5a*	1.311	10.080	39	25	184.983	630.793	0.053
		5b*	2.595	16.184	32	25	293.963	1,002.414	0.084
	Puerta	4a*	4.860	2.640	29	25	51.323	175.011	0.015
		4b*	4.860	2.200	29	25	42.769	145.842	0.012
	Ventana	2	4.860	14.960	27	25	145.415	495.864	0.041
		3	4.860	3.740	28	25	54.531	185.949	0.015
		4a*	4.860	9.905	29	25	192.558	656.623	0.055
							19,593.641	66,814.317	5.568

**Tabla 16. Ganancia de calor por radiación, edificio proyectado
Planta Baja**

Porción		Orientación	Aij m ²	CSj	FGi W/m ²	SEij	Φpsi		
Área	W						Btu/h	Ton. Refri.	
Sala De Juntas	Ventana	3	11.2	0.7	152	0.370	440.922	1,503.543	0.125
Depto Informática	Ventana	3	7.48	0.7	152	0.370	294.473	1,004.152	0.084
		4	7.48	0.7	119	0.390	243.127	829.064	0.069
Área Secretarial	Ventana	4	3.74	0.7	119	0.390	121.564	414.532	0.035
Depto. Recursos Materiales	Ventana	4	14.96	0.7	119	0.390	486.25	1,658.13	0.14
Subdirección De Administración	Ventana	4	7.48	0.7	119	0.390	243.127	829.064	0.069
		5	3.74	0.7	133	0.370	128.832	439.316	0.037
Depto. Recursos Financieros	Ventana	5	14.96	0.7	133	0.370	515.327	1,757.265	0.146
Depto. Recursos Humanos	Ventana	2	14.96	0.7	95	0.302	299.994	1,022.980	0.085
		5	7.48	0.7	133	0.370	257.664	878.633	0.073
Subdirección De Transporte	Ventana	2	14.96	0.7	95	0.302	299.994	1,022.980	0.085
		3	3.74	0.7	152	0.370	147.236	502.076	0.042
							3,478.514	11,861.733	0.988

**Tabla 17. Ganancia de calor por conducción, edificio de referencia
Planta Baja**

Porción		Orientación	Kj W/m ² K	Aij m ²	tei °C	t °C	Φpci			
Área	W						Btu/h	Ton. Refri.		
Exterior	Muro	3 (Este)	0.679	78.528	34	25	479.885	1,636.407	0.136	
	Ventana		5.319	52.352	28	25	835.381	2,848.649	0.237	
Interior	Muro		0.679	76.742	34	25	468.970	1,599.189	0.133	
	Ventana		5.319	51.162	28	25	816.392	2,783.897	0.232	
Exterior	Muro		4 (Sur)	0.679	87.84	32	25	417.504	1,423.687	0.119
	Ventana			5.319	58.56	29	25	1245.923	4,248.596	0.354
Interior	Muro			0.679	88.22	32	25	419.310	1,429.846	0.119
	Ventana			5.319	58.818	29	25	1251.412	4,267.314	0.356
Exterior	Muro	5 (Oeste)		0.679	91.44	32	25	434.614	1,482.035	0.124
	Ventana			5.319	60.96	29	25	1296.985	4,422.719	0.369
Interior	Muro			0.679	67.1	32	25	318.926	1,087.539	0.091
	Ventana			5.319	44.74	29	25	951.888	3,245.939	0.270
Exterior	Muro		2 (Norte)	0.679	87.12	31	25	354.927	1,210.301	0.101
	Ventana			5.319	58.08	27	25	617.855	2,106.886	0.176
Interior	Muro			0.679	81.55	31	25	332.235	1,132.920	0.094
	Ventana			5.319	54.37	27	25	578.388	1,972.303	0.164
							10,820.594	36,898.23	3.075	

**Tabla 18. Ganancia de calor por radiación, edificio de referencia
Planta Baja**

Porción		Ari m ²	CS _{jr}	FG _i W/m ²	SE _{ij}	Φ _{psi}			
Área	Orientación					W	Btu/h	Ton. Refri	
Exterior	Ventana	2	58.08	1	95	1	5517.60	18,815.02	1.57
	Ventana	3	52.35	1	152	1	7957.50	27,135.09	2.26
	Ventana	4	58.56	1	119	1	6968.64	23,763.06	1.98
	Ventana	5	61.92	1	133	1	8235.36	28,082.58	2.34
							28,679.10	97,795.74	8.15

**Tabla 19. Comparación de ganancias de calor entre el edificio proyectado y el de referencia
Planta Baja**

Ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado	W	Btu/h	Ton. Refri.
	23,072.16	78,676.05	6.56
Ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia	W	Btu/h	Ton. Refri
	39,499.70	134,693.97	11.2
Porcentaje de ahorro de energía (%)	41.59		

3. III GANANCIAS DE CALOR INTERNAS

En las tablas 20 a la 34 se observan las ganancias de calor internas por iluminación, personas, equipo eléctrico, infiltración y ventilación, por nivel como por área.

Área	Tabla 20. Calculo de la ganancia de calor por iluminación, Segundo Nivel								
	Número de luminarias	Tipo de lámpara	Potencia de cada lámpara (W)	Lámparas por luminaria	Potencia total (W)	FC	FB	FCE	Q Btu/h
Sanitarios H	3	Fluorescente	39	2	234	3.4	1.25	1	994.5
	1	Fluorescente	13	1	13	3.4	1.25	1	55.25
Sanitarios M	3	Fluorescente	39	2	234	3.4	1.25	1	994.5
	1	Fluorescente	13	1	13	3.4	1.25	1	55.25
Capacitación	15	Parabólica	32	2	960	3.4	1.25	1	4080
Salas	21	Parabólica	32	2	1344	3.4	1.25	1	5712
Magna	18	Parabólica	32	2	1152	3.4	1.25	1	4896
	16	4/0/60	13	2	416	3.4	1.25	1	1768
	15	Construlita 33/65	50	1	750	3.4	1.25	1	3187.5
	1	Fluorescente	13	1	13	3.4	1.25	1	55.25
Sala de guardado	2	Fluorescente	39	2	156	3.4	1.25	1	663
Antesala	16	Parabólica	32	2	1024	3.4	1.25	1	4352
									26813.25

Área	Tabla 21. Calculo de la ganancia de calor por iluminación, Primer Nivel								
	Número de luminarias	Tipo de lámpara	Potencia de cada lámpara (W)	Lámparas por luminaria	Potencia total (W)	FC	FB	FCE	Q Btu/h
Sanitarios H	3	Fluorescente	39	2	234	3.4	1.25	1	994.5
	1	Fluorescente	13	1	13	3.4	1.25	1	55.25
Sanitarios M	3	Fluorescente	39	2	234	3.4	1.25	1	994.5
	1	Fluorescente	13	1	13	3.4	1.25	1	55.25
Área de fumar	4	Parabólica	32	2	256	3.4	1.25	1	1088
Dirección general	31	Parabólica	32	2	1984	3.4	1.25	1	8432
	11	Fluorescente	13	1	143	3.4	1.25	1	607.75
	8	Construlita 33/65	50	1	400	3.4	1.25	1	1700
	6	4/0/60	13	2	156	3.4	1.25	1	663
	1	Fluorescente	39	2	78	3.4	1.25	1	331.5
Comunicación social	8	Parabólica	32	2	512	3.4	1.25	1	2176
	1	Fluorescente	13	1	13				
	4	Construlita 33/65	50	1	200	3.4	1.25	1	850
Unidad general de asuntos jurídicos	15	Parabólica	32	2	960	3.4	1.25	1	4080
Subdirección de comunicaciones	23	Parabólica	32	2	1472	3.4	1.25	1	6256
	7	Construlita 33/65	50	1	350	3.4	1.25	1	1487.5
	1	Fluorescente	13	1	13	3.4	1.25	1	55.25

Sanitarios H	3	Fluorescente	39	2	234	3.4	1.25	1	994.5
	1	Fluorescente	13	1	13	3.4	1.25	1	55.25
Sanitarios M	3	Fluorescente	39	2	234	3.4	1.25	1	994.5
	1	Fluorescente	13	1	13	3.4	1.25	1	55.25
Unidad general de servicios técnicos	14	Parabólica	32	2	896	3.4	1.25	1	3808
	7	Construlita 33/65	50	1	350	3.4	1.25	1	1487.5
	2	Fluorescente	13	1	26	3.4	1.25	1	110.5
Departamento De Contraloría	2	Parabólica	32	2	128	3.4	1.25	1	544
Biblioteca	6	Parabólica	32	2	384	3.4	1.25	1	1632
Unidad De Evaluación Y Planeacion	16	Parabólica	32	2	1024	3.4	1.25	1	4352
Residencia General de Carreteras Alimentadoras	15	Parabólica	32	2	960	3.4	1.25	1	4080
Residencia General de Carreteras Federales	15	Parabólica	32	2	960	3.4	1.25	1	4080
Subdirección De Obras	34	Parabólica	32	2	2176	3.4	1.25	1	9248
	3	Construlita 33/65	50	1	150	3.4	1.25	1	637.5
									61905.5

Área	Tabla 22. Calculo de la ganancia de calor por iluminación, Planta Baja								
	Número de luminarias	Tipo de lámpara	Potencia de cada lámpara (W)	Lámparas por luminaria	Potencia total (W)	FC	FB	FCE	Q Btu/h
Chóferes	2	Fluorescente	39	2	156	3.4	1.25	1	663
Sindicato	2	Fluorescente	39	2	156	3.4	1.25	1	663
Cafetería	8	Fluorescente	13	1	104	3.4	1.25	1	442
	2	Fluorescente	39	2	156	3.4	1.25	1	663
Sala de juntas	12	Parabólica	32	2	768	3.4	1.25	1	3264
Informática	16	Parabólica	32	2	1024	3.4	1.25	1	4352
	2	Fluorescente	39	2	156	3.4	1.25	1	663
Área secretarial	8	Parabólica	32	2	512	3.4	1.25	1	2176
Recursos materiales	21	Parabólica	32	2	1344	3.4	1.25	1	5712
Subdirección de Adm.	6	Parabólica	32	2	384	3.4	1.25	1	1632
	2	Fluorescente	13	1	26	3.4	1.25	1	110.5
Sanitarios H	3	Fluorescente	39	2	234	3.4	1.25	1	994.5
	1	Fluorescente	13	1	13	3.4	1.25	1	55.25
Sanitarios M	3	Fluorescente	39	2	234	3.4	1.25	1	994.5
	1	Fluorescente	13	1	13	3.4	1.25	1	55.25

Dpto. Recursos Financieros	23	Parabólica	32	2	1472	3.4	1.25	1	6256
Dpto. Recursos Humanos	22	Parabólica	32	2	1408	3.4	1.25	1	5984
	2	Fluorescente	13	1	26	3.4	1.25	1	110.5
Subdirección de transporte	21	Parabólica	32	2	1344	3.4	1.25	1	5712
	3	Fluorescente	13	1	39	3.4	1.25	1	165.75
									40668.25

Área	Tabla 23. Calculo de la ganancia de calor por personas, Segundo Nivel								
	qs Btu/h	n personas	FCE	Qs Btu/h	ql Btu/h	n personas	Ql Btu/h	Qt Btu/h	
Sanitarios H	255	3	1	765	255	3	765	1530	
Sanitarios M	255	3	1	765	255	3	765	1530	
Capacitación	255	2	1	510	255	2	510	1020	
Salas	255	75	1	19125	255	75	19125	38250	
Magna	255	150	1	38250	255	150	38250	76500	
Sala de guardado	255	2	1	510	255	2	510	1020	
Antesala	255	10	1	2550	255	10	2550	5100	
				62475				62475	124950

Área	Tabla 24. Calculo de la ganancia de calor por personas, Primer Nivel							
	qs Btu/h	n personas	FCE	Qs Btu/h	ql Btu/h	n personas	Ql Btu/h	Qt Btu/h
Sanitarios H	255	3	1	765	255	3	765	1530
Sanitarios M	255	3	1	765	255	3	765	1530
Área de fumar	255	5	1	1275	255	5	1275	2550
Dirección general	255	4	1	1020	255	4	1020	2040
Comunicación social	255	2	1	510	255	2	510	1020
Unidad general de asuntos jurídicos	255	7	1	1785	255	7	1785	3570
Subdirección de comunicaciones	255	8	1	2040	255	8	2040	4080
Sanitarios H	255	3	1	765	255	3	765	1530
Sanitarios M	255	3	1	765	255	3	765	1530
Unidad general de servicios técnicos	255	9	1	2295	255	9	2295	4590
Departamento De Contraloría	255	2	1	510	255	2	510	1020
Biblioteca	255	3	1	765	255	3	765	1530

Unidad De Evaluación Y Planeación	255	3	1	765	255	3	765	1530
Residencia General de Carreteras Alimentadoras	255	8	1	2040	255	8	2040	4080
Residencia General de Carreteras Federales	255	7	1	1785	255	7	1785	3570
Subdirección De Obras	255	9	1	2295	255	9	2295	4590
				20145			20145	40290

Área	Tabla 25. Calculo de la ganancia de calor por personas, Planta Baja							
	qs Btu/h	n personas	FCE	Qs Btu/h	Ql Btu/h	n personas	Ql Btu/h	Qt Btu/h
Chóferes	255	5	1	1275	255	5	1275	2550
Sindicato	255	2	1	510	255	2	510	1020
Cafetería	255	10	1	2550	255	10	2550	5100
Sala de juntas	255	15	1	3825	255	15	3825	7650
Informática	255	5	1	1275	255	5	1275	2550
Área secretarial	255	4	1	1020	255	4	1020	2040
Recursos materiales	255	12	1	3060	255	12	3060	6120
Subdirección de Admo.	255	4	1	1020	255	4	1020	2040
Sanitarios H	255	3	1	765	255	3	765	1530
Sanitarios M	255	3	1	765	255	3	765	1530
Dpto. Recursos Financieros	255	12	1	3060	255	12	3060	6120
Dpto. Recursos Humanos	255	12	1	3060	255	12	3060	6120
Subdirección de transporte	255	13	1	3315	255	13	3315	6630
				25500			25500	51000

Tabla 26. Ganancia de calor por equipo eléctrico, Segundo Nivel

Área	Cantidad	Equipo	Potencia W	Total		
				W	Btu/h	Ton. Refri.
Capacitación	1	Computadora	120	120	409.20	0.034
	1	Impresora	80	80	272.80	0.023

	1	Cafetera	700	700	2387.00	0.199
	1	Enfriador de Agua	60	60	204.60	0.017
Salas	1	Televisión	80	80	272.80	0.023
	2	Computadoras	120	240	818.40	0.068
	1	Cañón	150	150	511.50	0.043
Magna	1	Cañón	150	150	511.50	0.043
	1	Computadora	120	120	409.20	0.034
	1	Televisión	85	85	289.85	0.024
Sala de guardado	1	Televisión	80	80	272.80	0.023
Antesala	1	Computadora	120	120	409.20	0.034
			TOTAL	1985	6768.85	0.564

**Tabla 27. Ganancia de calor por equipo eléctrico,
Primer Nivel**

Área	Cantidad	Equipo	Potencia W	Total		
				W	Btu/h	Ton. Refri.
Área de fumar	1	Minis Plit 36,000 Btu/h				
Dirección general	3	Computadoras	120	360	1227.60	0.102
	3	Impresoras	18	54	184.14	0.015
	1	Fax	132	132	450.12	0.038
	1	Frigobar	91	91	310.31	0.026
	1	Televisión	85	85	289.85	0.024
	1	Fotocopiadora	1000	1000	3410.00	0.284
	1	Enfriador de Agua	60	60	204.60	0.017
Comunicación social	2	Computadoras	120	240	818.40	0.068
	1	Impresoras	330	330	1125.30	0.094
	1	Escáner	60	60	204.60	0.017
	1	Televisión	85	85	289.85	0.024
	1	Videograbadora	20	20	68.20	0.006
Unidad general de asuntos jurídicos	6	Computadoras	120	720	2455.20	0.205
	1	Laptop	60	60	204.60	0.017
	2	Impresoras	18	36	122.76	0.010
	1	Radiograbadora	20	20	68.20	0.006
	1	Cafetería	850	850	2898.50	0.242
Subdirección de comunicaciones	1	Refrigerador (3.9A*127V)	495	495	1687.95	0.141
	6	Computadoras	120	720	2455.20	0.205
	3	Impresoras	18	54	184.14	0.015
	1	Enfriador de Agua	60	60	204.60	0.017
	1	Cafetera	850	850	2898.50	0.242
	1	Horno	600	600	2046.00	0.171
Unidad general de servicios técnicos	6	Computadoras	120	720	2455.20	0.205
	1	Laptop	60	60	204.60	0.017
	4	Impresoras	18	72	245.52	0.020
	1	Escáner	60	60	204.60	0.017
	1	Enfriador de Agua	60	60	204.60	0.017
	1	Radiograbadora	20	20	68.20	0.006
	1	Cafetera	850	850	2898.50	0.242

Departamento de contraloría	1	Computadora	120	120	409.20	0.034
	1	Impresora	330	330	1125.30	0.094
	1	Enfriador de Agua	60	60	204.60	0.017
Biblioteca	1	Ploter	70	70	238.70	0.020
Unidad de evaluación y planeación	2	Computadoras	120	240	818.40	0.068
	3	Impresoras	18	54	184.14	0.015
	1	Radiograbadora	20	20	68.20	0.006
	1	Frigobar (0.72A*127V)	91	91	310.31	0.026
	1	Cafetera	850	850	2898.50	0.242
Residencia general de carreteras alimentadoras	5	Computadoras	120	600	2046.00	0.171
	1	Laptop	60	60	204.60	0.017
	1	Escáner	60	60	204.60	0.017
	4	Impresoras	18	72	245.52	0.020
	1	Maquina de Escribir	30	30	102.30	0.009
	1	Televisión	85	85	289.85	0.024
	1	Televisión Portátil	25	25	85.25	0.007
	1	Frigobar	91	91	310.31	0.026
Residencia general de carreteras federales	1	Cafetera	850	850	2898.50	0.242
	5	Computadoras	120	600	2046.00	0.171
	5	Impresoras	18	90	306.90	0.026
	1	Fotocopiadora	1000	1000	3410.00	0.284
Subdirección de obras	1	Enfriador de Agua	60	60	204.60	0.017
	7	Computadoras	120	840	2864.40	0.239
	4	Impresoras	76.2	304.8	1039.37	0.087
	2	Cafeteras	850	1700	5797.00	0.483
	1	Fotocopiadora	1000	1000	3410.00	0.284
	1	Enfriador de Agua	60	60	204.60	0.017
	1	Fax	132	132	450.12	0.038
			TOTAL	18318.8	62467.11	5.206

Tabla 28. Ganancia de calor por equipo eléctrico, Planta Baja

Área	Cantidad	Equipo	Potencia W	Total		
				W	Btu/h	Ton. Refri.
Cafetería	1	Horno	1000	1000	3410.00	0.284
	1	Refrigerador	400	400	1364.00	0.114
	1	Cafetera	850	850	2898.50	0.242
	1	Licuada	375	375	1278.75	0.107
	1	Estufa	821	821	2800.00	0.233
Sala de juntas	2	Computadoras	120	240	818.40	0.068
	1	Cañón	150	150	511.50	0.043
Informática	5	Computadoras	120	600	2046.00	0.171
	1	Laptop	60	60	204.60	0.017
	1	Escáner	60	60	204.60	0.017
	2	Impresoras	18	36	122.76	0.010
	1	Enfriador de Agua	60	60	204.60	0.017
	1	Cafetera	850	850	2898.50	0.242
	1	Servidor	1000	1000	3410.00	0.284

Área secretarial	2	Computadoras	120	240	818.40	0.068
	1	Impresora	18	18	61.38	0.005
Recursos materiales	10	Computadoras	120	1200	4092.00	0.341
	5	Impresoras	18	90	306.90	0.026
	2	Fotocopiadoras	1000	2000	6820.00	0.568
	1	Televisión	85	85	289.85	0.024
	2	Cafeteras	850	1700	5797.00	0.483
	1	Frigobar	91	91	310.31	0.026
	1	Enfriador de Agua	60	60	204.60	0.017
Subdirección de Admo.	1	Enfriador de Agua	60	60	204.60	0.017
	1	Frigobar	91	91	310.31	0.026
	2	Computadoras	120	240	818.40	0.068
	2	Impresoras	18	36	122.76	0.010
	1	Fax	132	132	450.12	0.038
	1	Televisión	85	85	289.85	0.024
Dpto. recursos financieros	8	Computadoras	120	960	3273.60	0.273
	1	Impresoras	18	18	61.38	0.005
	1	Enfriador de Agua	60	60	204.60	0.017
Dpto. recursos humanos	11	Computadoras	120	1320	4501.20	0.375
	4	Impresoras	18	72	245.52	0.020
	1	Escáner	60	60	204.60	0.017
	1	Cafetera	850	850	2898.50	0.242
Subdirección de transporte	2	Enfriador de Agua	60	120	409.20	0.034
	10	Computadoras	120	1200	4092.00	0.341
	1	Laptop	60	60	204.60	0.017
	4	Impresoras	18	72	245.52	0.020
	1	Cafetera	850	850	2898.50	0.242
			TOTAL	18272.1144	62307.91	5.192

Tabla 29. Calculo de la ganancia de calor por infiltración, Segundo Nivel

porción		Calor Sensible					Calor Latente				Qt
área	orientación	1.1	CFM	Te-Ti °F	Qs Btu/h	0.68	CFM	We-Wi g de agua/lb aire seco	Ql Btu/h	Btu/h	
Sanitarios H	Puerta	4*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Sanitarios M	Puerta	2*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Capacitación	Puerta	5*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Salas	Puerta	3*	1.1	20	10	220	0.68	20	104	1414.4	1634.4
		4*	1.1	20	10	220	0.68	20	104	1414.4	1634.4
		5*	1.1	20	10	220	0.68	20	104	1414.4	1634.4
Magna	Puerta	3*	1.1	26	10	286	0.68	26	104	1838.72	2124.72
		5*	1.1	26	10	286	0.68	26	104	1838.72	2124.72
Sala de guardado	Puerta	2*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Antesala	Puerta	3*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
					2387					15346.2	17733.24

Tabla 30. Calculo de la ganancia de calor por infiltración,
Primer Nivel

Porción		Calor Sensible					Calor Latente				Qt
área	orientación	1.1	CFM	Te-Ti °F	Qs Btu/h	0.68	CFM	We-Wi g de agua/lb aire seco	Ql Btu/h	Btu/h	
Sanitarios H	Puerta	4*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Sanitarios M	Puerta	2*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Área de fumar	Puerta	5*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Dirección general	Puerta	2b*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
		5*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Comunicación social	Puerta	2*	1.1	23	10	253	0.68	23	104	1626.56	1879.56
Unidad general de asuntos jurídicos	Puerta	2*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Subdirección de comunicaciones	Puerta	2a*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Sanitario H	Puerta	5	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Sanitario M	Puerta	5	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Unidad general de servicios técnicos	Puerta	3*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Departamento de contraloría	Puerta	2*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Biblioteca	Puerta	3*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Unidad de evaluación y planeación	Puerta	4*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Residencia general de carreteras alimentadoras	Puerta	4*	1.1	20	10	220	0.68	20	104	1414.4	1634.4
Residencia general de carreteras federales	Puerta	4*	1.1	20	10	220	0.68	20	104	1414.4	1634.4
Subdirección de obras	Puerta	4a*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
					3927					25247	29174.04

Tabla 31. Calculo de la ganancia de calor por infiltración,
Planta Baja

porción		Calor Sensible					Calor Latente				Qt
Área	orientación	1.1	CFM	Te-Ti °F	Qs Btu/h	0.68	CFM	We-Wi g de agua/lb aire seco	Ql Btu/h	Btu/h	
Chóferes	Puerta	4*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Sindicato	Puerta	2*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12
Cafetería	Puerta	3	1.1	27	10	297	0.68	27	104	1909.44	2206.44
		5*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12

Sala de juntas	Puerta	5*	1.1	25	10	275	0.68	25	104	1768	2043	
Depto. informática	Puerta	5*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12	
Área secretarial	Puerta	3*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12	
Depto. recursos materiales	Puerta	2*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12	
Subdirección de administración	Puerta	2a*	1.1	23	10	253	0.68	23	104	1626.56	1879.56	
Sanitarios H	Puerta	2*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12	
Sanitarios M	Puerta	4*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12	
Depto. recursos financieros	Puerta	3*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12	
Depto. recursos humanos	Puerta	3*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12	
		4*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12	
Subdirección de transportes	Puerta	4a*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12	
		4b*	1.1	21	10	231	0.68	21	104	1485.12	1716.12	
						3828					24610.6	28438.56

Tabla 32. Calculo de la ganancia de calor por ventilación, Segundo Nivel

porción	Calor Sensible					Calor Latente					Qt Btu/h	
	1.1	personas	CFM	Te-Ti °F	Qs Btu/h	0.68	personas	CFM	We-Wi g de agua/lb aire seco	Ql Btu/h		
Sanitarios H	1.1	3	15	10	495	0.68	3	15	104	3182.4	3677.4	
Sanitarios M	1.1	3	15	10	495	0.68	3	15	104	3182.4	3677.4	
Capacitación	1.1	2	15	10	330	0.68	2	15	104	2121.6	2451.6	
Salas	1.1	75	25	10	20625	0.68	75	25	104	132600	153225	
Magna	1.1	150	25	10	41250	0.68	150	25	104	265200	306450	
Sala de guardado	1.1	2	15	10	330	0.68	2	15	104	2121.6	2451.6	
Antesala	1.1	10	15	10	1650	0.68	10	15	104	10608	12258	
					65,175						419,016	484191

Tabla 33. Calculo de la ganancia de calor por ventilación, Primer Nivel

porción	Calor Sensible					Calor Latente					Qt Btu/h
	1.1	personas	CFM	Te-Ti °F	Qs Btu/h	0.68	personas	CFM	We-Wi g de agua/lb aire seco	Ql Btu/h	
Sanitarios H	1.1	3	15	10	495	0.68	3	15	104	3182.4	3677.4
Sanitarios M	1.1	3	15	10	165	0.68	3	15	104	3182.4	3347.4
Área de fumar	1.1	5	21	10	231	0.68	5	21	104	7425.6	7656.6
Dirección general	1.1	4	15	10	660	0.68	4	15	104	4243.2	4903.2

Comunicación social	1.1	2	15	10	330	0.68	2	15	104	2121.6	2451.6		
Unidad general de asuntos jurídicos	1.1	7	15	10	1155	0.68	7	15	104	7425.6	8580.6		
Subdirección de comunicaciones	1.1	8	15	10	1320	0.68	8	15	104	8486.4	9806.4		
Sanitario H	1.1	3	15	10	495	0.68	3	15	104	3182.4	3677.4		
Sanitario M	1.1	3	15	10	495	0.68	3	15	104	3182.4	3677.4		
Unidad general de servicios técnicos	1.1	9	15	10	1485	0.68	9	15	104	9547.2	11032.2		
Departamento de contraloría	1.1	2	15	10	330	0.68	2	15	104	2121.6	2451.6		
Biblioteca	1.1	3	15	10	495	0.68	3	15	104	3182.4	3677.4		
Unidad de evaluación y planeación	1.1	3	15	10	495	0.68	3	15	104	3182.4	3677.4		
Residencia general de carreteras alimentadoras	1.1	8	15	10	1320	0.68	8	15	104	8486.4	9806.4		
Residencia general de carreteras federales	1.1	7	15	10	1155	0.68	7	15	104	7425.6	8580.6		
Subdirección de obras	1.1	9	15	10	1485	0.68	9	15	104	9547.2	11032.2		
					12,111							85,925	98035.8

Tabla 34. Calculo de la ganancia de calor por ventilación, Planta Baja

Porción	Calor Sensible					Calor Latente					Qt Btu/h
	1.1	personas	CFM	Te-Ti °F	Qs Btu/h	0.68	personas	CFM	We-Wi g de agua/lb aire seco	Ql Btu/h	
Chóferes	1.1	5	15	10	825	0.68	5	15	104	5304	6129
Sindicato	1.1	2	15	10	330	0.68	2	15	104	2121.6	2451.6
Cafetería	1.1	10	30	10	3300	0.68	10	30	104	21216	24516
Sala de juntas	1.1	15	25	10	4125	0.68	15	25	104	26520	30645
Depto. informática	1.1	5	15	10	825	0.68	5	15	104	5304	6129
Área secretarial	1.1	4	15	10	660	0.68	4	15	104	4243.2	4903.2
Depto. recursos materiales	1.1	12	15	10	1980	0.68	12	15	104	12729.6	14709.6
Subdirección de administración	1.1	4	15	10	660	0.68	4	15	104	4243.2	4903.2
Sanitarios H	1.1	3	15	10	495	0.68	3	15	104	3182.4	3677.4
Sanitarios M	1.1	3	15	10	495	0.68	3	15	104	3182.4	3677.4

Depto. recursos financieros	1.1	12	15	10	1980	0.68	12	15	104	12729.6	14709.6
Depto. recursos humanos	1.1	12	15	10	1980	0.68	12	15	104	12729.6	14709.6
Subdirección de transportes	1.1	13	15	10	2145	0.68	13	15	104	13790.4	15935.4
					19,800					127,296	147096

3. IV GANANCIAS DE CALOR TOTAL

En las tablas 35 a la 40 se observan todas las ganancias de calor tanto por nivel como por área, las tablas 38, 39 y 40 están afectadas por el factor de seguridad que es del 10%

Tabla 35. Resultado total del Segundo Nivel

Porción	Conducción		Radiación		Iluminación		Personas		Equipos		Infiltración		Ventilación		Qt			
	Área	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	W
Sanitarios H		3951.57	0.33	-	-	1049.75	0.09	1530	0.13	-	-	1716.12	0.14	3677.40	0.31	11924.84	0.99	3497.02
Sanitarios M		2305.31	0.19	-	-	1049.75	0.09	1530	0.13	-	-	1716.12	0.14	3677.40	0.31	10278.58	0.86	3014.25
Capacitación		4099.24	0.34	1506.23	0.13	4080.00	0.34	1020	0.09	3273.60	0.27	1716.12	0.14	2451.60	0.20	18146.79	1.51	5321.64
Salas		12444.10	1.04	3251.90	0.27	5712.00	0.48	38250	3.19	1602.70	0.13	4903.20	0.41	153225.00	12.77	219388.90	18.28	64336.92
Magna		10898.78	0.91	2072.66	0.17	9906.75	0.83	76500	6.38	1210.55	0.10	4249.44	0.35	306450.00	25.54	411288.18	34.27	120612.37
Sala de guardado		1343.48	0.33	414.53	0.33	663.00	0.06	1020	0.09	272.80	0.02	1716.12	0.14	2451.60	0.20	7881.53	1.17	2311.30
Antesala		7275.86	0.61	1268.38	0.11	4352.00	0.36	5100	0.43	409.20	0.03	1716.12	0.14	12258.00	1.02	32379.56	2.70	9495.47
TOTAL															711288.38	59.79	208588.97	

Tabla 36. Resultado Total del Primer Nivel

Porción	Conducción		Radiación		Iluminación		Personas		Equipos		Infiltración		Ventilación		Qt			
	Área	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	W
Sanitarios H		2541.13	0.21	-	-	1049.75	0.09	1,530	0.13	-	-	1716.12	0.14	3677.40	0.31	10514.40	0.88	3083.40
Sanitarios M		2550.05	0.21	-	-	1049.75	0.09	1,530	0.13	-	-	1716.12	0.14	3347.40	0.28	10193.32	0.85	2989.24
Área de fumar		2351.14	0.20	1004.15	0.08	1088.00	0.09	2,550	0.21	-	-	1716.12	0.14	7656.60	0.64	16366.01	1.36	4799.42

Dirección general	12150.88	1.01	2008.30	0.17	11734.25	0.98	2,040	0.17	6076.62	0.51	3432.24	0.29	4903.20	0.41	42345.49	3.53	12418.03
Comunicación social	1949.23	0.16	8029.06	0.67	3026.00	0.25	1,020	0.09	2506.35	0.21	1879.56	0.16	2451.60	0.20	20861.80	1.74	6117.83
Unidad general de asuntos jurídicos	3049.75	0.25	8029.06	0.67	4080.00	0.34	3,570	0.30	5749.26	0.48	1716.12	0.14	8580.60	0.72	34774.79	2.90	10197.89
Subdirección de comunicaciones	7437.02	0.62	2097.45	0.17	7798.75	0.65	4,080	0.34	9476.39	0.79	1716.12	0.14	9806.40	0.82	42412.13	3.53	12437.57
Sanitario H	3124.06	0.26	-	-	1049.75	0.09	1,530	0.13	-	-	1716.12	0.14	3677.40	0.31	11097.33	0.92	3254.35
Sanitario M	3392.63	0.28	-	-	1049.50	0.09	1,530	0.13	-	-	1716.12	0.14	3677.40	0.31	11365.65	0.95	3333.04
Unidad general de servicios técnicos	4986.10	0.42	8078.63	0.67	5406.00	0.45	4,590	0.38	6281.22	0.52	1716.12	0.14	11032.20	0.92	42090.27	3.51	12343.19
Departamento de contraloría	1117.63	0.09	-	-	544.00	0.05	1,020	0.09	1739.10	0.14	1716.12	0.14	2451.60	0.20	8588.45	0.72	2518.61
Biblioteca	1060.43	0.09	439.32	0.04	1632.00	0.14	1,530	0.13	238.70	0.02	1716.12	0.14	3677.40	0.31	10293.97	0.86	3018.76
Unidad de evaluación y planeación	3353.25	0.28	1390.00	0.12	4352.00	0.36	1,530	0.13	4279.55	0.36	1716.12	0.14	3677.40	0.31	20298.32	1.69	5952.59
Residencia general de carreteras alimentadoras	3402.82	0.28	511.49	0.04	4080.00	0.34	4,080	0.34	6386.93	0.53	1634.40	0.14	9806.40	0.82	29902.04	2.49	8768.93
Residencia general de carreteras federales	2972.06	0.25	251.74	0.02	4080.00	0.34	3,570	0.30	5967.50	0.50	1634.40	0.14	8580.60	0.72	27056.30	2.25	7934.40
Subdirección de obras	7812.17	0.65	227.13	0.02	9885.50	0.82	4,590	0.38	13765.49	1.15	1716.12	0.14	11032.20	0.92	49028.61	4.09	14377.89
TOTAL															387188.88	32.27	113545.13

Tabla 37. Resultado Total de la Planta Baja

Porción Área	Conducción		Radiación		Iluminación		Personas		Equipos		Infiltración		Ventilación		Qt		
	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	Btu/h	Ton. Refri.	W
Chóferes	1968.87	0.16	-	-	663.00	0.06	2,550	0.21	-	-	1716.12	0.14	6129.00	0.51	13026.99	1.09	3820.23
Sindicato	1764.75	0.15	-	-	663.00	0.06	1,020	0.09	-	-	1716.12	0.14	2451.60	0.20	7615.47	0.63	2233.28
Cafetería	3910.22	0.33	-	-	1105.00	0.09	5,100	0.43	11751.25	0.98	3922.56	0.33	24516.00	2.04	50305.03	4.19	14752.21
Sala de juntas	3548.15	0.30	1503.54	0.13	3264.00	0.27	7,650	0.64	1329.90	0.11	2043.00	0.17	30645.00	2.55	49983.59	4.17	14657.94
Depto. informática	8087.64	0.67	1833.21	0.15	5015.00	0.42	2,550	0.21	9091.06	0.76	1716.12	0.14	6129.00	0.51	34422.03	2.87	10094.44
Área secretarial	4388.78	0.37	414.53	0.03	2176.00	0.18	2,040	0.17	879.78	0.07	1716.12	0.14	4903.20	0.41	16518.41	1.38	4844.11
Depto. recursos materiales	6235.25	0.52	1658.13	0.14	5712.00	0.48	6,120	0.51	17820.66	1.49	1716.12	0.14	14709.60	1.23	53971.76	4.50	15827.50
Subdirección de administración	4595.52	0.38	1268.38	0.11	1742.50	0.15	2,040	0.17	2196.04	0.18	1879.56	0.16	4903.20	0.41	18625.20	1.55	5461.94
Sanitarios H	2461.78	0.21	-	-	1049.75	0.09	1,530	0.13	-	-	1716.12	0.14	3677.40	0.31	10435.05	0.87	3060.13
Sanitarios M	3010.90	0.25	-	-	1049.75	0.09	1,530	0.13	-	-	1716.12	0.14	3677.40	0.31	10984.17	0.92	3221.16
Depto. recursos financieros	7033.02	0.59	1757.27	0.15	6256.00	0.52	6,120	0.51	3539.58	0.29	1716.12	0.14	14709.60	1.23	41131.59	3.43	12062.05
Depto. recursos humanos	9210.38	0.77	1901.61	0.16	6094.50	0.51	6,120	0.51	7849.82	0.65	3432.24	0.29	14709.60	1.23	49318.15	4.11	14462.80
Subdirección de transportes	10599.06	0.88	1525.06	0.13	5877.75	0.49	6,630	0.55	7849.82	0.65	3432.24	0.29	15935.40	1.33	51849.33	4.32	15205.08
TOTAL															408186.77	34.02	119702.87

**Tabla 38. Resultado Total con el Factor de Seguridad,
Segundo Nivel**

porción área	Qt		
	Btu/h	Ton. Refri.	W
Sanitarios H	13117.32	1.09	3846.72
Sanitarios M	11306.44	0.94	3315.67
Capacitación	19961.47	1.66	5853.80
Salas	241327.79	20.11	70770.61
Magna	452417.00	37.70	132673.61
Sala de guardado	8669.68	1.29	2542.43
Antesala	35617.52	2.97	10445.02
	782417.22	65.76	229447.86

**Tabla 39. Resultado Total con el Factor de Seguridad,
Primer Nivel**

Porción área	Qt		
	Btu/h	T. Refri.	W
Sanitarios H	11565.84	0.96	3391.74
Sanitarios M	11212.65	0.93	3288.17
Área de fumar	18002.61	1.50	5279.36
Dirección general	46580.04	3.88	13659.84
Comunicación social	22947.98	1.91	6729.61
Unidad general de asuntos jurídicos	38252.27	3.19	11217.67
Subdirección de comunicaciones	46653.34	3.89	13681.33
Sanitario H	12207.06	1.02	3579.78
Sanitario M	12502.22	1.04	3666.34
Unidad general de servicios técnicos	46299.30	3.86	13577.51
Departamento de contraloría	9447.30	0.79	2770.47
Biblioteca	11323.37	0.94	3320.64
Unidad de evaluación y planeación	22328.15	1.86	6547.85
Residencia general de carreteras alimentadoras	32892.24	2.74	9645.82
Residencia general de carreteras federales	29761.93	2.48	8727.84
Subdirección de obras	53931.47	4.49	15815.68
	425907.77	35.49	124899.64

**Tabla 40. Resultado Total con el Factor de Seguridad,
Planta Baja**

porción área	Qt		
	Btu/h	Ton. Refri.	W
Chóferes	14329.69	1.19	4202.25
Sindicato	8377.02	0.70	2456.60
Cafetería	55335.53	4.61	16227.43
Sala De Juntas	54981.95	4.58	16123.74
Depto. informática	37864.23	3.16	11103.88
Área secretarial	18170.25	1.51	5328.52
Depto. recursos materiales	59368.94	4.95	17410.25
Subdirección de administración	20487.72	1.71	6008.13
Sanitarios H	11478.56	0.96	3366.15
Sanitarios M	12082.59	1.01	3543.28
Depto. recursos financieros	45244.75	3.77	13268.25
Depto. recursos humanos	54249.97	4.52	15909.08
Subdirección de transportes	57034.26	4.75	16725.59
	449005.45	37.42	131673.15

UNIDADES DE CONVERSIÓN UTILIZADAS

$$1 \text{ W} = 3.41 \text{ BTU} / \text{H}$$

$$1 \text{ Ton. Refri.} = 12,000 \text{ BTU} / \text{H}$$

Se realizaron los mismos cálculos de ganancia de calor para el edificio de la SCT con el software que maneja la NOM-008-ENER-2001 los cuales se encuentran en el apéndice F.

CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este último capítulo se presentan las principales conclusiones de este trabajo así como las recomendaciones.

4.1 CONCLUSIONES

Las conclusiones se dividen en los resultados obtenidos aplicando la NOM-008-ENER-2001 y en los obtenidos en base a la metodología de Pita.

Se evaluó la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes obteniendo los siguientes datos:

Ganancia de Calor del Edificio Proyectado				
	Conducción		Radiación	
	W	T. R.	W	T. R.
Planta Baja	19,593.641	5.568	3,478.514	0.988
Primer Nivel	18,548.489	5.271	3,598.377	1.023.
Segundo Nivel	12,411.246	3.527	2,496.687	0.709
	50,553.376	14.366	9,573.578	1.697
Totales	(W) = 60,126.954		(T. R.) = 16.063	
Ganancia de Calor del Edificio Referencia				
	Conducción		Radiación	
	W	T. R.	W	T. R.
Planta Baja	10,820.594	3.075	28,679.10	8.15
Primer Nivel	12,966.612	3.685	35,113.15	9.28
Segundo Nivel	10,327.328	2.93	27,126.629	7.708
	34,114.534	9.69	90,918.879	25.138
Totales	(W) = 125,033.413		(T. R.) = 34.828	

De los datos de la tabla anterior se observa que la ganancia total es mayor en el edificio de referencia, esto es debido a que en el edificio proyectado la ganancia de calor por radiación es menor que en el de referencia, ya que el edificio proyectado cuenta con ventanas remetidas además de que tiene un porcentaje menor de muros transparentes (entiéndase por esto ventanas o puertas) con respecto al porcentaje que se marca para el edificio de referencia.

	(W) =	(T. R.) =
Ganancia de calor del edificio proyectado	60,126.95	16.06
Ganancia de calor del edificio referencia	125,033.41	34.83
AHORRO DE ENERGIA (%)	51.91	

De la tabla anterior se observa que se tiene un ahorro de energía a través de la envolvente de un 52 % por arriba de la norma. Esto debido a que el edificio de la SCT tiene una ganancia de calor de 60,126.95 W de los 125,033.41 W del edificio de referencia que es la máxima ganancia de calor a través de la envolvente permitida. Con esto se puede constatar que el edificio de la SCT cumple satisfactoriamente con la NOM-008-ENER-2001.

Otro objetivo que se había considerado al iniciar este trabajo es el de proponer otras medidas para limitar la ganancia de calor a través de la envolvente, pero al ver que se obtiene un ahorro del 52% se decidió no presentar mejoras, ya que el incremento en el ahorro no justifica el gasto para implementarlo.

La tabla siguiente presenta la comparación entre los datos obtenidos de la hoja de cálculo (Excel) y el programa que maneja la NOM-008-ENER-2001.

Ganancia de calor del edificio proyectado				
		Conducción	Radiación	Total
		W	W	W
Planta Baja	EXCEL	19,593.641	3,478.514	23,072.155
	NOM	19,608.270	3,478.614	23,086.884
Primer Nivel	EXCEL	18,548.489	3,598.377	22,146.866
	NOM	18,064.750	3,397.926	21,462.676
Segundo Nivel	EXCEL	12,411.246	2,496.687	14,907.933
	NOM	11,866.990	2,375.123	14,242.113
Ganancia de calor del edificio referencia				
		conducción	Radiación	Total
		W	W	W
Planta Baja	EXCEL	10,820.594	28,679.100	39,499.694
	NOM	10,799.476	54,650.02	65,449.497
Primer Nivel	EXCEL	12,966.612	35,113.150	48,079.762
	NOM	12,901.817	55,897.54	68,799.358
Segundo Nivel	EXCEL	10,327.328	27,126.629	37,453.957
	NOM	10,326.501	39,169.12	49,495.622

En la tabla anterior se puede observar que hay una variación entre las ganancias por radiación que corresponden al edificio de referencia esto es debido a que las ventanas interiores del edificio proyectado no reciben radiación solar y por eso no se toman en cuenta en el calculo realizado en Excel y el programa de la NOM toma de una porción interior el 60% en muro opaco y el 40% en muro transparente sin importar que esta ultima no reciba radiación, es por esto que el porcentaje de ahorro es mayor en el calculo del programa de la NOM-008-ENER-2001 que en el realizado en Excel.

En la siguiente tabla se ve la capacidad que se encuentra instalada en el edificio, así como la suma de las ganancias externas e internas y la capacidad que se propone para acondicionar las áreas.

Segundo Nivel				
Equipos de aire acondicionado tipo dividido instalados			Resultado del calculo	Capacidad de equipos propuestos
Modelo	Capacidad	Área		
40RM-008-B6	7.5	Sanitarios H	1.09	5
		Sanitarios M	0.94	
		Capacitación	1.66	
40RM-014-B6	12.5	Salas	20.11	12.5 + 7.5
40RM-014-B6	12.5	Magna	37.7	25 + 12.5
		Sala de Guardado	1.29	1
	5	Ante Sala	2.97	3
	37.5		65.76	66.5

NOTA: La capacidad de los equipos esta dada en Toneladas de Refrigeración (T. R.)

Primer Nivel				
Equipos de aire acondicionado tipo dividido instalados			Resultado del calculo	Capacidad de equipos propuestos
Modelo	Capacidad	Área		
40RM-014-B6	12.5	Dirección General	3.88	5 + 1.5
40RM-008-B6	7.5	Comunicación Social	1.91	6
		Unidad General De Asuntos Jurídicos	3.19	
40RM-012-B6	10	Subdirección De Comunicaciones	3.89	5
		Sanitarios H	1.02	
40RM-008-B6	7.5	Sanitarios M	1.04	5
		Unidad General De Servicios Técnicos	3.86	
40RM-012-B6	10	Departamento De Contraloría	0.79	5
		Biblioteca	0.94	
		Unidad De Evaluación Y Planeación	1.86	
40RM-014-B6	12.5	Residencia General de Carreteras Alimentadoras	2.74	3
		Residencia General de Carreteras Federales	2.48	3
40RM-014-B6	12.5	Subdirección de Obras	4.49	7.5
		Sanitarios H	0.96	
		Sanitarios M	0.93	
Minis Plit	3	Área de Fumar	1.5	1.5
	76		35.49	42.5

NOTA: La capacidad de los equipos esta dada en Toneladas de Refrigeración (T. R.)

Planta Baja				
Equipos de aire acondicionado tipo dividido instalados			Resultado del calculo	Capacidad de equipos propuestos
Modelo	Capacidad	Área		
40RM-008-B6	7.5	Sindicato	0.7	1
		Cafetería	4.61	5
Minis Plit	3	Sala de Juntas	4.58	5
40RM-007-B6	6	Depto. Informática	3.16	3 + 1.5
40RM-014-B6	12.5	Área Secretarial	1.51	5 + 5
		Depto. Recursos Materiales	4.95	
40RM-007-B6	6	Subdirección de Admo.	1.71	
		Sanitarios H	0.96	
40RM-014-B6	12.5	Sanitarios M	1.01	6
		Depto. Recursos Financieros	3.77	
40RM-012-B6	10	Depto. Recursos Humanos	4.52	5
40RM-012-B6	10	Subdirección de Transporte	4.75	5
		Chóferes	1.19	1
67.5			37.41	42.5

NOTA: La capacidad de los equipos esta dada en Toneladas de Refrigeración (T. R.)

Los equipos que se proponen son marca Carrier tipo divididos con manejadora de aire modelo 40RM con unidad condensadora modelo 38ARS (6 a 10 TR) y 38AKS (12.5 a 20 TR); y manejadora de aire FB4 con unidad condensadora 38 CKC (5TR). Las unidades de menor capacidad son equipos tipo minisplit.

Como se puede ver en las tablas anteriores hay una gran diferencia entre la capacidad instalada en el edificio con la capacidad que se propone en el trabajo, la causa de esto puede ser lo siguiente:

- Este trabajo se enfoca en las cargas de la construcción.
- No se contemplaron las siguientes carga de refrigeración:
 - Ganancia de calor a ductos
 - Calor producido por los ventiladores y bombas del sistema de acondicionamiento de aire
 - Fuga de aire en los ductos
- La ganancia de calor por conducción y radiación se hizo con la metodología de la NOM-008-ENER-2001

4. II RECOMENDACIONES

Realizar el cálculo de las cargas de la envolvente del edificio con una metodología diferente a la NOM y comparar los resultados.

En un trabajo posterior realizar el cálculo de la ducteria y las ganancias de calor debidas a ellas.

Los sanitarios del edificio cuentan con aire acondicionado, se recomienda que estos no fueran enfriados ya que para esto se emplea mucha ducteria y por consiguiente hay una caída de presión y además su uso es muy intermitente.

Informarle al personal que labora en dicha dependencia que la temperatura de confort es de 24 a 25° C (75 a 77° F) ya que tener la temperatura a niveles inferiores provocaría un mayor consumo de energía.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Norma Oficial Mexicana, NOM-008-ENER-2001, Eficiencia Energética en Edificaciones, Envolverte de Edificios no Residenciales.
- [2] Memoria de la XXVIII Semana Nacional de Energía Solar, Octubre 2004.
- [3] Acondicionamiento de Aire, Principios y Sistemas, Edward G. Pita, México 2003.
- [4] Manual de Refrigeración y Aire Acondicionado, Air - Conditioning and Refrigeration Institute, México 1999.
- [5] Revista FIDE, “Energía Racional”, Año 13, Num. 50, Enero-Marzo 2004
- [6] Revista FIDE, “Energía Racional”, Año 14, Num. 53, Oct-Diciembre 2004
- [7] www.carrier.com.mx
- [8] www.conae.gob.mx
- [9] www.torremayor.com.mx
- [10] www.infonavit.org.mx
- [11] www.cienmx.com

APENDICES

**APÉNDICE A
NORMATIVO
TABLAS**

ESTADO	Ciudad	CONDUCCIÓN														RADIACIÓN					Barrera para vapor			
		Coeficiente de transferencia de calor, K (W / m² K)		OPACA										TRANSPARENTE				TRANSPARENTE						
				Temperatura equivalente promedio te (°C)														Factor de ganancia solar promedio						
		Techo	Muro	Superficie inferior	Techo	Muro masivo				Muro ligero				Tregeluz y domo	Ventanas				Tregeluz y domo	FG (W / m²)				
N	E					S	O	N	E	S	O	N	E		S	O	N	E		S	O			
JALISCO	Guadajajara (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	
	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	Cuautla	0,391	1,368	28	41	27	30	29	29	33	36	35	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	
QUERÉTARO	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	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 Rio.	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	Si
	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	Si
	Cancon	0,355	0,587	31	46	32	35	33	34	37	41	39	40	26	28	29	29	29	284	95	152	119	133	Si
SAN LUIS POTOSÍ	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	
	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	Si
	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	Si
	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.

Ventana remetida.- 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 2.

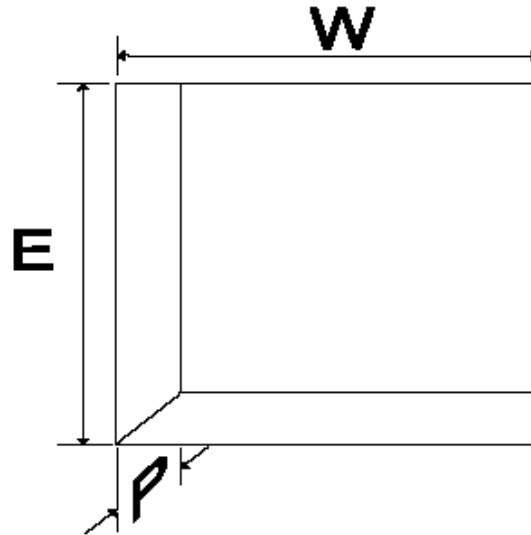


TABLA 2. Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de ventanas remetidas.

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	0,66	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	0,48	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	0,38	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	0,28	0,23	0,30	0,31	0,33	0,34
1,2	0,25	0,21	0,24	0,27	0,27	0,29

APÉNDICE B

NORMATIVO

CALCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR

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

$$K = \frac{1}{M}$$

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.

El aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio formado con capas térmicamente homogéneas, y perpendiculares al flujo del calor, deben de calcularse con la siguiente ecuación:

$$M = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{l_n}{\lambda_n}$$

donde:

- M** es el aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en $m^2 K/W$;
- hi** 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).
- he** 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;

λ 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 con capas térmicamente homogéneas y térmicamente no homogéneas paralelas a la superficie, como se muestra esquemáticamente en la figura B.1, se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$M = \frac{1}{\frac{F_1}{M_{parcial} + g/\lambda_1} + \frac{F_2}{M_{parcial} + g/\lambda_2} + \dots + \frac{F_n}{M_{parcial} + g/\lambda_n}}$$

$$M_{parcial} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{l_n}{\lambda_n}$$

donde:

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

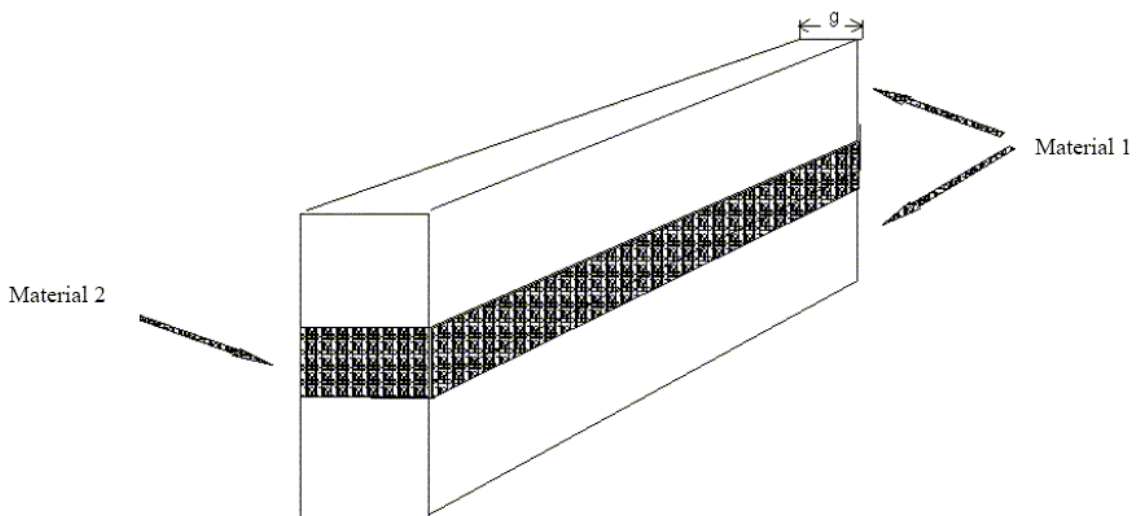


Figura B.1

APÉNDICE C NORMATIVO

FORMATO PARA INFORMAR EL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO ENERGÉTICO

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 los componentes según están definidas en la norma (techo 95 %, tragaluz y domo 5%, muros 60%, y ventanas 40%).
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.

APÉNDICE D
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

SEGUNDO NIVEL			
Subíndice	Descripción	Espesor (m)	Conductividad (λ)
MUROS			
1	Pintura Ext. Vinílica	0.001	0.26
2	Repellado Ext. (Cal)	0.01	0.872
3	Block 3 huecos	0.15	0.99
4	Repellado Int. (Cal)	0.01	0.698
5	Pintura Int. Vinílica	0.001	0.26
6	Aire	1	0.0262
7	Block 3 huecos	0.15	0.99
MUROS INTERNOS			
1	Muro de tablaroca (yeso)	0.09	0.16
TECHOS			
1	Impermeabilizante	0.005	0.17
2	Calcreto	0.03	0.26
3	Concreto armado	0.05	0.63
4	Vigueta y poliestileno expandido en placa	0.2	0.035
5	Aire	0.9	0.0262
6	Plafón fibracel	0.005	0.128
VENTANAS			
1	Vidrio filtrasol	0.005	0.93
PUERTA DE SANITARIOS			
1	Madera (pino)	0.04	0.162

PRIMER NIVEL			
Subíndice	Descripción	Espesor (m)	Conductividad (λ)
MUROS			
1	Pintura Ext. Vinílica	0.001	0.26
2	Repellado Ext. (Cal)	0.01	0.872
3	Block 3 huecos	0.15	0.99
4	Repellado Int. (Cal)	0.01	0.698
5	Pintura Int. Vinílica	0.001	0.26
6	Aire	1	0.0262
7	Block 3 huecos	0.15	0.99
MUROS INTERNOS			
1	Muro de tablaroca (yeso)	0.09	0.16
TECHOS			
1	Mosaico	0.007	1.047
2	Mortero de cemento con arena	0.01	0.63
3	Concreto armado	0.05	0.63
4	Vigueta y poliestileno expandido en placas	0.2	0.035
5	Aire	0.9	0.0262
6	Plafón fibracel	0.005	0.128
VENTANAS			
1	Vidrio filtrasol	0.005	0.93
PUERTAS SANITARIOS			
1	Madera (pino)	0.04	0.162

PLANTA BAJA			
Subíndice	Descripción	Espesor (m)	Conductividad (λ)
MUROS			
1	Pintura Ext. Vinílica	0.001	0.26
2	Repellado Ext. (Cal)	0.01	0.872
3	Block 3 huecos	0.15	0.99
4	Repellado Int. (Cal)	0.01	0.698
5	Pintura Int. Vinílica	0.001	0.26
6	Aire	1	0.0262
7	Block 3 huecos	0.15	0.99
MUROS INTERNOS			
1	Muro de tablaroca (yeso)	0.09	0.16
VENTANAS			
1	Vidrio filtrasol	0.005	0.93
PUERTAS SANITARIOS			
1	Madera (pino)	0.04	0.162
PUERTA CAFETERÍA			
1	Aluminio	0.05	204

APÉNDICE E
DATOS DE LA CIUDAD DE CHETUMAL

L O C A L I Z A C I O N G E O G R A F I C A

LOCALIDAD	=	CHETUMAL, Q. ROO			
LATITUD NORTE	=	18 °	30 '		
LONGITUD OESTE	=	88 °	19 '		
ALTITUD	=	18	m	=	59 Pies
PRESION BAROMETRICA	=	760	mm Hg.		

C O N D I C I O N E S E X T E R I O R E S D E D I S E Ñ O

TEMPERATURA DE BULBO SECO	:	94.82	° F	=	34.90	° C
TEMPERATURA DE BULBO HÚMEDO	:	85.46	° F	=	29.70	° C
HUMEDAD RELATIVA	:	61.00	%			
HUMEDAD ESPECIFICA	:	172.00	Gr / Lb			
TEMPERATURA DE ROCÍO	:	89.00	° F	=	31.67	° C
ENTALPÍA	:	54.30	BTU / Lb			

C O N D I C I O N E S I N T E R I O R E S D E D I S E Ñ O

TEMPERATURA DE BULBO SECO	:	77.00	° F	=	25.00	° C
TEMPERATURA DE BULBO HÚMEDO	:	60.00	° F	=	15.56	° C
HUMEDAD RELATIVA	:	50.00	%			
HUMEDAD ESPECIFICA	:	68.00	Gr / Lb		20.00	
TEMPERATURA DE ROCÍO	:	52.10	° F	=	11.17	° C
ENTALPÍA	:	26.50	BTU / Lb			

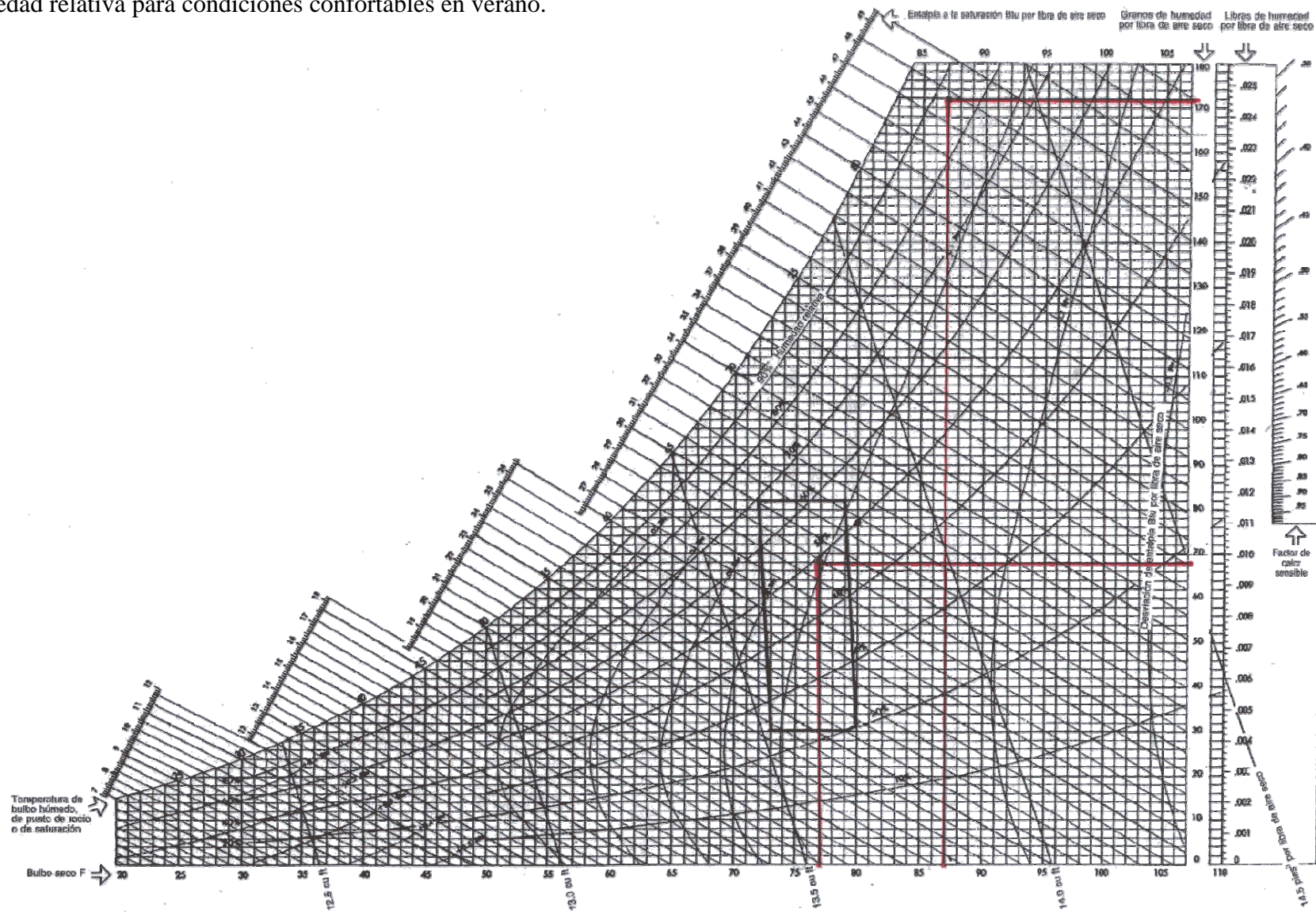
D I F E R E N C I A S

		T. B. S.				
CONDICIONES EXTERIORES		94.82	° F	34.90	° C	172.00 Gr / Lb
CONDICIONES INTERIORES		77.00	° F	25.00	° C	68.00 Gr / Lb
DIFERENCIAS		17.82	° F	9.90	° C	104.00 Gr / Lb

APENDICE F
RESULTADOS DEL CALCULO
QUE MANEJA LA NOM-008

APÉNDICE G.

Grafica de confort, mostrando la gama de condiciones. En el rectángulo se muestran los márgenes de bulbo seco, bulbo húmedo y humedad relativa para condiciones confortables en verano.



APÉNDICE H

Tasas de Ganancias de Calor Debida a los Ocupantes del Recinto Acondicionado

Actividad	Aplicaciones típicas	Calor total por adulto masculino			calor total ajustado ^b			Calor sensible			Calor latente		
		Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h
Sentado en reposo	Teatro, cine	115	400	100	100	350	90	60	210	55	40	140	30
Sentado, trabajo muy ligero, escritura	Oficinas, hoteles, apartamentos	140	480	120	120	420	105	65	230	55	55	190	50
Sentado, comiendo	Restaurante	150	520	130	170	580 ^c	145	75	255	60	95	325	80
Sentado, trabajo ligero, mecanografía	Oficinas, hoteles, apartamentos	185	640	160	150	510	130	75	255	60	75	255	65
Parado, trabajo ligero o camina despacio	Tiendas minoristas, bancos	235	800	200	185	640	160	90	315	80	95	325	80
Trabajo ligero de banco	Fábricas	255	880	220	230	780	195	100	345	90	130	435	110
Caminando 3 mph trabajo ligero	Fábricas	305	1040	260	305	1040	260	100	345	90	205	695	170
trabajo con máquinas pesadas	Fábricas	350	1200	300	280	960	240	100	345	90	180	615	150
Boliche	Salón de baile	400	1360	340	375	1280	320	120	405	100	255	875	220
Baile moderado													
Trabajo pesado, trabajo con máquinas pesadas, levantar pesas	Fábricas	470	1600	400	470	1600	400	165	565	140	300	1035	260
Trabajo pesado, ejercicios atléticos	Gimnasios	585	2000	500	525	1800	450	185	635	160	340	1165	290

^a Nota: Los valores de la tabla se basan en una temperatura de bulbo seco de 76°F. Para 80°F BS, el calor total queda igual, pero el valor del calor sensible se debe disminuir en aproximadamente 8% y los valores del calor latente se deben aumentar proporcionalmente.

^b La ganancia total ajustada de calor se basa en el porcentaje normal de hombres, mujeres y niños en la aplicación que se menciona, bajo la hipótesis de que la ganancia por mujer adulta representa un 85% de la del hombre adulto, y la de un niño el 75%.

^c Calor total ajustado para comer en un restaurant, que incluye 60 BTU/h del alimento por individuo (30 BTU sensibles y 30 BTU latentes).

^d Para el boliche, se considera una persona por pista tirando y las demás sentadas (400 BTU/h) o paradas y caminando lentamente (970 BTU/h)

Reproducido con permiso del 1985 *Fundamentals. ASHRAE Handbook & Product Directory.*

APÉNDICE I

Requisitos de Ventilación para Ocupantes

	Personas estimadas por 100 ft ² de área de piso	Aire de ventilación necesario por persona	
		FCM Mínimos	FCM Recomendados
RESIDENCIAL			
Viviendas de una unidad			
Salas y recámaras	5	5	7-10
Cocinas, baños	—	20	30-50
Viviendas de unidades múltiples			
Salas y recámaras	7	5	7-10
Cocinas, baños	—	20	30-50
COMERCIAL			
Sanitarios públicos	100	15	20-25
Comercios			
Pisos de venta (sótanos y plantas bajas)	30	7	10-15
Pisos de venta (pisos superiores)	20	7	10-15
Comedores	70	10	15-20
Cocinas	20	30	35
Cafeterías	100	30	35
Hoteles, moteles			
Recámaras	5	7	10-15
Salas	20	10	15-20
Baños	—	20	30-50
Salas de belleza	50	25	30-35
Peluquerías	25	7	10-15
Estacionamientos	—	1.5	2-3
Teatros			
Vestíbulos	150	20	25-30
Auditorios (no se fuma)	150	5	5-10
Auditorios (permitido fumar)	150	10	10-20
Boliches, zona de asientos	70	15	20-25
Gimnasios y arenas			
Pisos de ejercicios	70	20	25-30
Vestidores	20	30	40-50
Áreas de público	150	20	25-30
Piscinas	25	15	20-25
Oficinas			
Espacio de oficinas en general	10	15	15-25
Salas de juntas	60	25	30-40
INSTITUCIONAL			
Escuelas			
Salones de clase	50	10	10-15
Auditorios	150	5	5-7.5
Gimnasios	70	20	25-30
Bibliotecas	20	7	10-12
Vestidores	20	30	40-50
Hospitales			
Recámaras sencillas y dobles	15	10	15-20
Guarderías	20	10	15-20
Salas de cirugía, salas de parto	—	20	—

APENDICE J
FOTOS

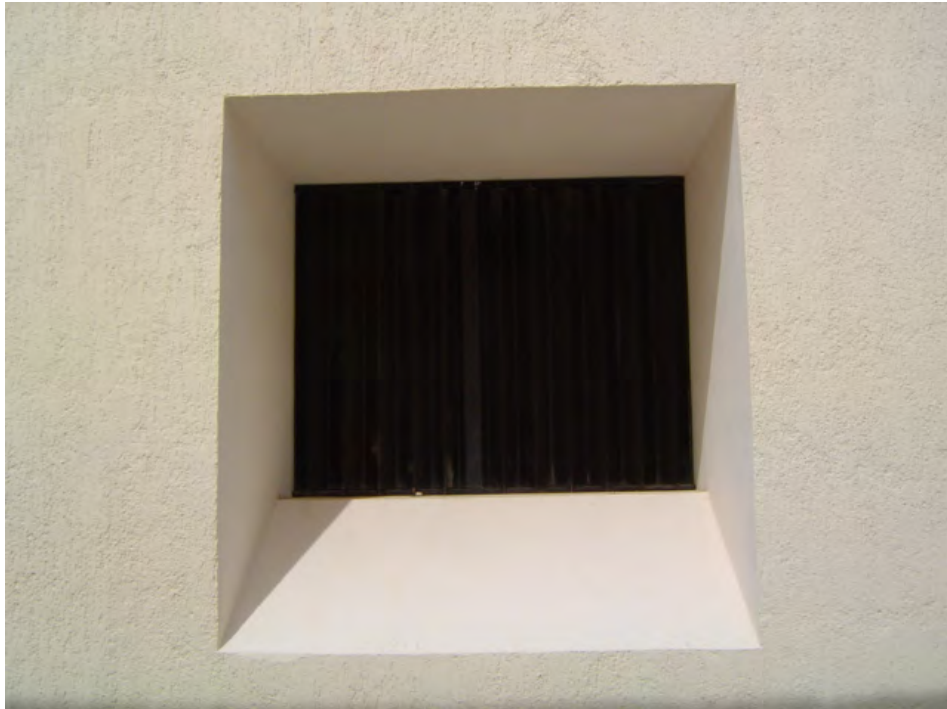


Foto 1. Ventana Remetida del Edificio de la SCT.



Foto 2. Vista de la doble vigueta con poliestileno expandido en placa.



Foto 3. Placa de Poliestileno Expandido.



Foto 4. Muro Interior de Tabla Roca (Yeso-Aire-Yeso)



Foto 5. Espesor de Muro Interior de Tabla Roca.



Foto 6. Fachada Norte.



Foto 7. Fachada Sur.

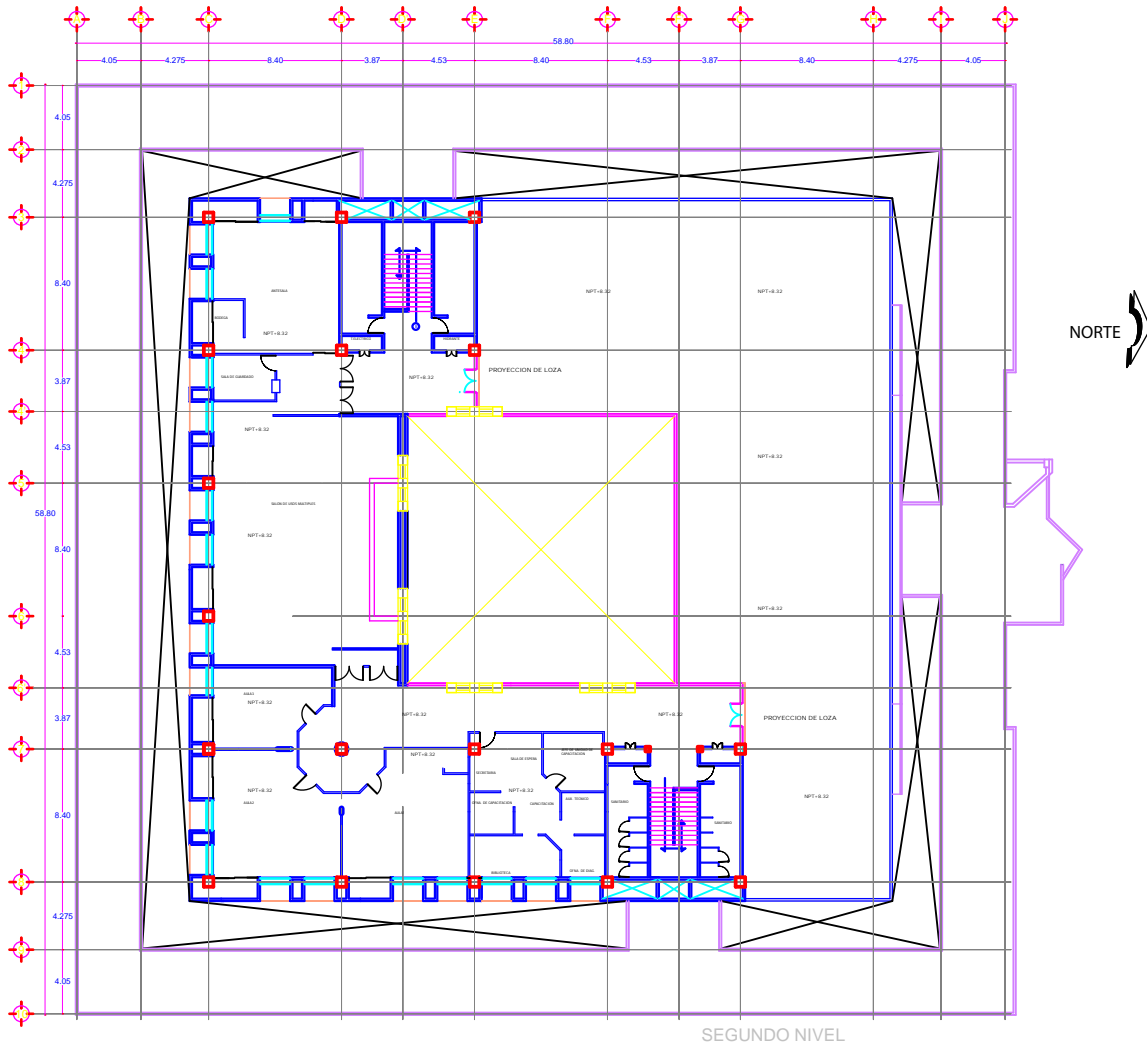


Foto 8. Fachada Este.

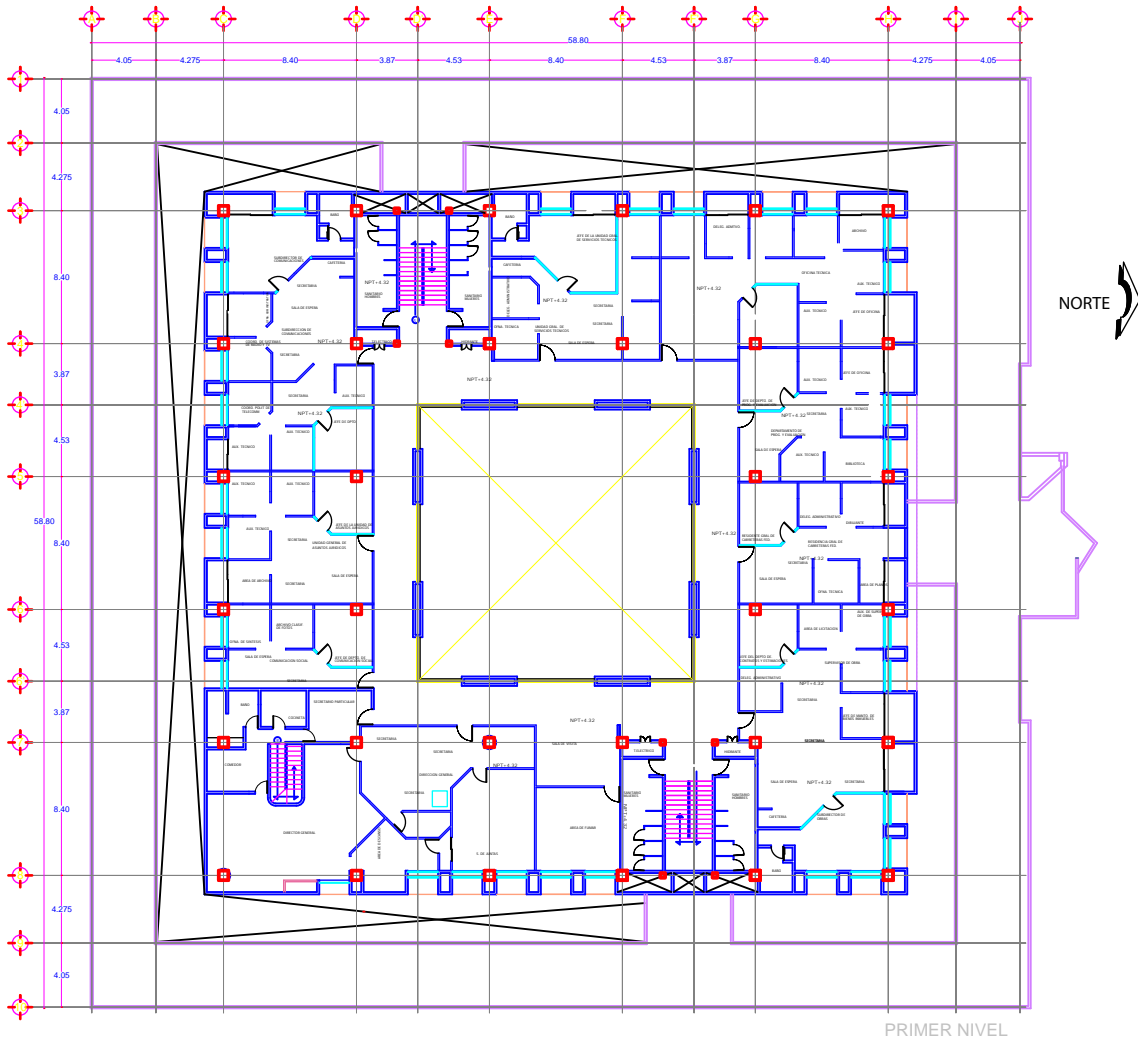


Foto 9. Vista de Paredes Interiores.

PLANOS

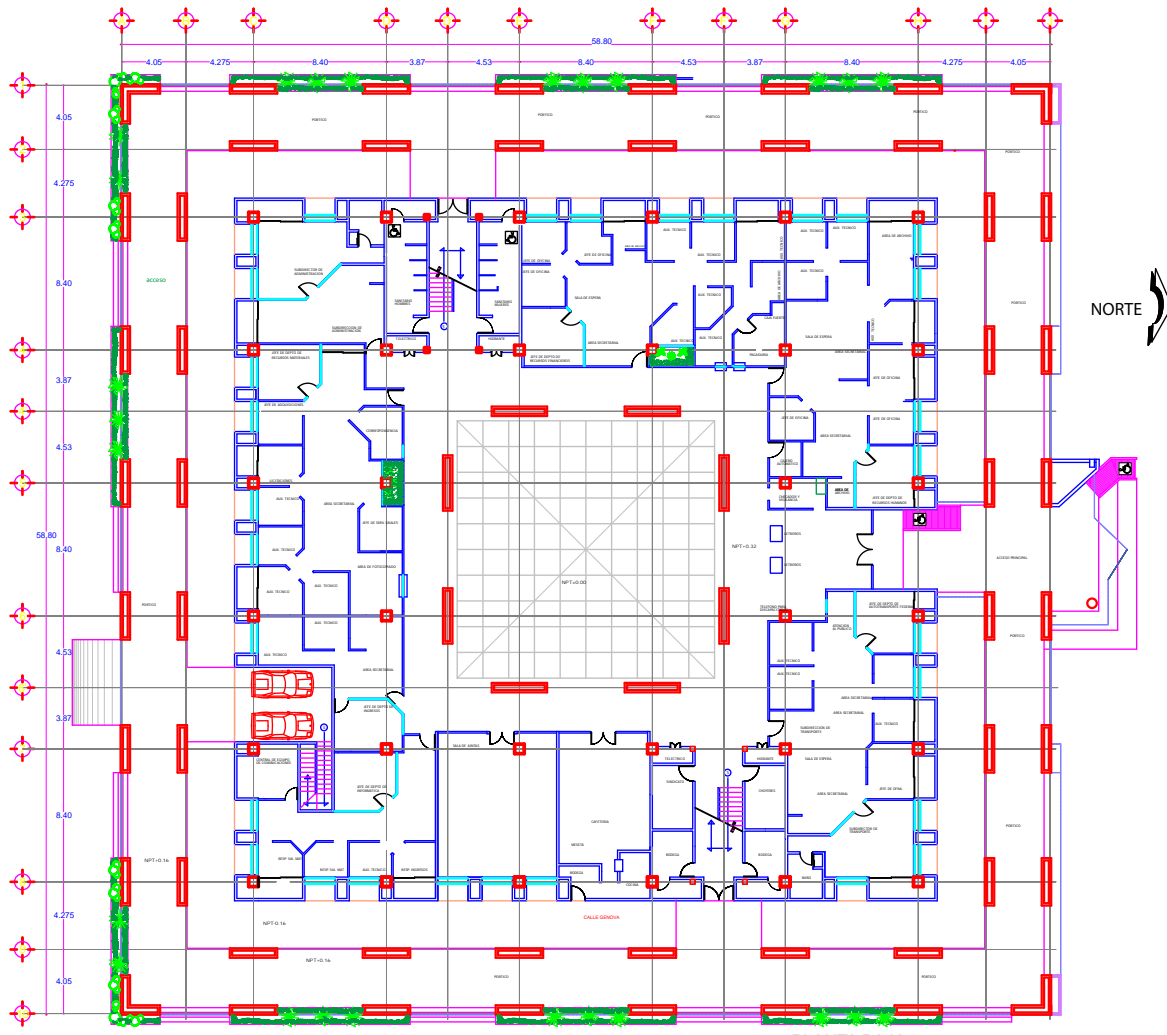


OFICINA MAYOR DIRECCION GENERAL DE RECURSOS MATERIALES DIRECCION DE NORMATIVIDAD			
CENTRO SCT. O. ROO		FECHA: 02/04/2012	
UBICACION: CHETUMAL QROO.	AREA: 4800 M ²	ESCALA: 1:200	
PLANO: PLANTA SEGUNDO NIVEL	OFICIO:	OFICIO:	
VOBRO:	AUTORIZADO:	DEFINITIVO:	
ELABORO:	REVISOR:	REVISOR:	



OFICINA MAYOR		
DIRECCION GENERAL DE RECURSOS MATERIALES DIRECCION DE NORMATIVIDAD		
CENTRO SCT. O. ROO		
TITULACION:	FECHA: 02/04/18	
CHEJUMAL OROO.	PROYECTO: 40004181	
PLANO:	SECTOR:	
PLANTA PRIMER NIVE	EDIFICIO:	
VORBO:	AUTORIZADO:	DEFINITIVO:
ELABORO:	REVISOR:	

PRIMER NIVEL



PLANTA BAJA

OFICINA MAYOR DIRECCION GENERAL DE RECURSOS MATERIALES DIRECCION DE NORMATIVIDAD			
CENTRO SCT. Q. ROO		FECHA: 11/25	ESCALA: 1:100
UBICACION: CHEMUMAL OROO.		AREA: 4500 M ²	PROYECTO:
PLANO: PLANTA BAJA		REVISION:	TORREDO:
VOBRO:	AUTORIZADO:	DEFINITIVO:	
ELABORO:	REVISOR:		