



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**Diagnóstico energético y ahorro de energía en las
oficinas de la SAGARPA en la Cd. de Chetumal**

TESIS

Para obtener el grado de
Ingeniero en Sistemas de Energía

PRESENTA

Carlos Enrique Peña Ávila

DIRECTOR DE TESIS

M.C. Emmanuel Torres Montalvo

ASESORES

Dr. Fernando Enrique Flores Murrieta
M.E.S. Roberto Acosta Olea
Dr. Inocente Bojórquez Báez
Ing. Set Jubal Castillo Ávila



Chetumal Quintana Roo, México, diciembre de 2013



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Trabajo de Tesis elaborado bajo supervisión del Comité de asesoría y aprobada
como requisito parcial para obtener el grado de:

INGENIERO EN SISTEMAS DE ENERGÍA

Comité de Trabajo de Tesis

Director:


M.C. Emmanuel Torres Montalvo

Asesor:


Dr. Fernando Enrique Flores Murrieta

Asesor:


M.E.S. Roberto Acosta Olea



Chetumal, Quintana Roo, México, Diciembre de 2013.

Dedicatoria

A mis padres:

Lucia Avila Díaz

Rafael Peña Ochoa

A mis hermanas:

Ana Laura Peña Avila

Nancy Olivia Peña Avila

A mi amor:

Aidé Mariela Ortiz Juárez

A mi hija:

Eileen Peña Ortiz

Agradecimientos

Con la mayor gratitud por los esfuerzos realizados para que yo lograra terminar mi carrera profesional siendo para mí la mejor herencia.

A mi madre que es el ser más maravilloso de todo el mundo. Gracias por el apoyo moral, tu cariño y comprensión que desde niño me has brindado, por guiar mi camino y estar junto a mí en los momentos más difíciles.

A mi padre porque desde pequeño ha sido para mí un hombre increíble al que siempre he admirado. Gracias por guiar mi vida con energía, esto ha hecho que sea lo que soy.

A mis hermanas Laura y Olivia, con mucho amor, porque son parte de mí y las quiero.

A mis compañeros, por su compañía y consejos, y sobre todo por los momentos inolvidables que pasamos juntos.

A mis profesores, Emmanuel Torres Montalvo, Roberto Acosta, y Fernando Murrieta, gracias por brindarme siempre su apoyo, en especial a mi director de tesis y maestro, gracias por su paciencia y guía en la realización de esta tesis.

A Eunice, que aunque no esté conmigo la llevo siempre en mi corazón y el pensamiento, cada día todos los días.....

Agradezco también a la División de Ciencias e Ingeniería por el apoyo para la impresión de este trabajo.

Contenido

Dedicatoria	1
Agradecimientos	2
RESUMEN.....	1
HIPOTESIS	3
INTRODUCCIÓN	3
JUSTIFICACIÓN.....	5
OBJETIVOS	6
Objetivo General	6
Objetivos Particulares	6
CAPITULO 1. EVALUACIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES.....	7
INTRODUCCIÓN	7
1.1 Condiciones generales del edificio.....	8
1.2 Estado de los equipos de aire acondicionado, ubicación, dimensionamiento y fugas.....	9
1.3 Descripción y estado de la iluminación.....	11
1.4 Estado general de las instalaciones eléctricas	12
1.5 Conclusiones.....	19
CAPITULO II. ANALISIS DE LA FACTURACIÓN ELECTRICA.....	20
INTRODUCCIÓN	20
2.1. Estructura de la factura eléctrica con tarifa HM	21
2.1.1 Sección 1. Datos Generales	22
2.1.2 Sección 2. Información del consumo.....	23
2.1.3 Sección 3. Calculo del importe del consumo	25

2.1.4 Sección 4. Historial de consumo	26
2.1.5 Sección 5. Detalles de cargos y créditos que integran la facturación	27
2.2 Comportamiento de la facturación eléctrica	28
2.2.1 Consumo.....	29
2.2.2 Demanda	31
2.2.3 Factor de potencia.....	33
2.2.4 Calculo del importe total de la facturación	36
2.3 Censo de cargas instaladas en la SAGARPA.....	38
2.4 Conclusiones.....	41
CAPITULO III.SISTEMA DE ILUMINACION	43
INTRODUCCIÓN	43
3.1 Censo de cargas de iluminación	44
3.2 Nivel de iluminación.....	46
3.3 Legislación Energética NOM 028-2010	49
3.4 Calculo para la iluminación de interiores	50
3.4.1 Metodología del cálculo del método de flujo total, en la oficina de gerencia planta alta edificio b con lámpara marca Phillips.	54
3.5 Conclusiones.....	56
CAPITULO IV. DETERMINACION DEL BALANCE ENERGETICO	59
INTRODUCCIÓN	59
4.1 Determinación de las condiciones generales.....	60
4.1.1 Condiciones exteriores	60
4.1.2 Condiciones interiores.	61

4.1.3 Consideraciones de diseño.....	61
4.2 Descripción de la NORMA Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 "Eficiencia Energética en Edificaciones, Envolverte de Edificios no Residenciales"	62
4.2.1 Cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado.....	63
4.2.2 Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor.....	66
4.2.3 Orientación.....	67
4.3 Metodología del cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, con base a la NOM-008-ENER-2001.	68
4.3.1 Ganancia de calor por conducción.....	68
4.3.1.2 Metodología del cálculo de la ganancia de calor por conducción a través del muro orientación este de la oficina de gerencia planta alta edificio b.	70
4.3.2 Ganancia de calor por radiación.....	75
4.4 Ganancia de calor por infiltración.....	76
4.4.1 Especificaciones para el cálculo de ganancias de calor por infiltraciones (sensible y latente).....	76
4.4.2 Ganancia de calor sensible debido al aire por infiltraciones.	77
4.4.3 Ganancia de calor latente debido al aire por infiltraciones.	78
4.5 Ganancias internas de calor.....	81
4.5.1 Ganancias de calor por alumbrado.....	81
4.5.2 Ganancia de calor por personas.....	82
4.5.3 Ganancia de calor por equipos.....	84

4.7 Resumen de los cálculos de los componentes que generan ganancias de calor en la oficina de gerencia planta alta edificio b	85
4.8 Conclusiones.....	87
CAPITULO V RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	93
5.1 RECOMENDACIONES.....	93
5.2 CONCLUSIONES.....	95
Bibliografía.....	96
APÉNDICE	98
Apéndice A. TABLAS DE GANANCIA DE CALOR POR CONDUCCION EN LAS OFICINAS DE LA SAGARPA	98
Apéndice B. TABLAS DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACION EN LAS OFICINAS DE LA SAGARPA	102
Apéndice C. TABLAS DE GANANCIA DE CALOR SENSIBLE POR INFILTRACION EN LAS OFICINAS DE LA SAGARPA	103
Apéndice D. TABLAS DE GANANCIA DE CALOR LATENTE POR INFILTRACION EN LAS OFICINAS DE LA SAGARPA	104
Apéndice E. TABLAS DE GANANCIA DE CALOR SENSIBLE POR PERSONAS EN LAS OFICINAS DE LA SAGARPA	105
Apéndice F. TABLAS DE GANANCIA DE CALOR LATENTE POR PERSONAS EN LAS OFICINAS DE LA SAGARPA	106
Apéndice G. TABLAS DE GANANCIA DE CALOR SENSIBLE POR ILUMINACION EN LAS OFICINAS DE LA SAGARPA	107
Apéndice H. TABLAS DE GANANCIA DE CALOR SENSIBLE POR EQUIPOS EN LAS OFICINAS DE LA SAGARPA.....	108

Apéndice I. ESQUEMA DE LA SAGARPA	110
Apéndice J. TABLA DE VALORES PARA EL CÁLCULO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE (APÉNDICE A DE LA NOM-008-ENER-2001)	112
Apéndice K. TABLA 2 Y 3 FACTORES DE CORRECCIÓN DE SOMBREADO EXTERIOR (APÉNDICE A DE LA NOM-008-ENER-2001).....	112
Apéndice L. CARTA PSICOMETRICA.....	114
Apéndice M. Cotización de aires acondicionados.....	115

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un diagnóstico energético que permite identificar las estrategias para ahorrar y darle un uso eficiente a la energía en las oficinas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación; buscando así un aprovechamiento óptimo de los recursos energéticos.

Como primer paso para poder realizar este estudio fue necesario realizar un censo de cargas y un levantamiento de planta, por lo que se realizaron recorridos en las instalaciones, se analizó el historial de la facturación eléctrica así como su sistema de iluminación y el sistema de aire acondicionado.

Como parte fundamental del estudio se lograron detectar equipos que operan de manera ineficiente tanto en el sistema de iluminación como en el sistema de aire acondicionado, con el objetivo de proponer alternativas que reduzcan el consumo de energía mediante el cambio de los equipos existentes por equipos de alta eficiencia y de capacidades adecuadas para cada área del inmueble.

Debido a que los equipos de aire acondicionado representan más del 50% de la carga eléctrica total instalada, se utilizó la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales; así como, la metodología de Miranda(2004) para determinar las ganancias de calor en el interior de las oficinas, y poder determinar la capacidad adecuada de los equipos de aire acondicionado para las diferentes áreas de trabajo, ya que derivado de la inspección realizada en el recorrido pudo observarse que los equipos instalados están sobredimensionados lo que se traduce en desperdicio de energía.

En cuanto al análisis del historial de la facturación, la SAGARPA cuenta con la tarifa HM con una carga conectada de 150kW, se presentan los datos de varios

meses de historial y se analizan la demanda, consumo, factor de potencia a fin de detectar alguna oportunidad de reducir la facturación eléctrica.

Derivado del análisis del sistema de iluminación se detectó que los niveles de luminancia son inadecuados en la mayoría de las áreas, siendo además un problema la falta de mantenimiento a los sistemas de iluminación aunado a que son equipos de baja eficiencia por lo que se recomendó el cambio por luminarias de alta eficiencia.

Mediante el balance energético se determinó la capacidad requerida de los equipo de aire acondicionado a fin de reducir el consumo de energía seleccionando los equipos adecuados al área de trabajo.

Finalmente se calcula el ahorro de la facturación eléctrica empleando los equipos recomendados y se concluye la propuesta determinando el tiempo de recuperación simple de la inversión.

HIPOTESIS

Mediante un diagnóstico energético y un análisis térmico así como cambios de equipo, se pueden obtener ahorros de energía en las oficinas de la SAGARPA.

INTRODUCCIÓN

Bajo un escenario en donde el costo de los energéticos se incrementa continuamente y los efectos dañinos de un consumo desmedido de energía afectan al medio ambiente, el ahorro de energía juega un papel fundamental para mejorar la competitividad del sector productivo y beneficiar la economía del sector doméstico. El ahorro de energía depende de la selección adecuada de los equipos y de una operación correcta de los mismos.

A partir de 1980, el consumo de energía en el mundo se ha incrementado 45%. Para el año 2030, se estima que aumentará 70%, y que las economías emergentes eleven su demanda de electricidad 60%, generando así 47% del total de CO₂. Hoy en día, tan sólo en América Latina, los países México y Brasil son responsables del 60% de las emisiones de gases de efecto invernadero.

En edificios con sistemas de aire acondicionado y climatización, más de 80% de la energía utilizada se destina a equipos, y de ellos, la mayor parte corresponde al funcionamiento de compresores. [1]

La eficiencia energética en este segmento no ha sido debidamente atendida, simplemente con soluciones de control de aire acondicionado se pueden generar ahorros de hasta 40% de la energía consumida. [2]

México enfrenta el reto de modernizar su sector energético para hacerlo competitivo en el concierto internacional mejorar las condiciones de vida de los sectores sociales de bajos ingresos, esto como prioridad para consolidar su

desarrollo económico y evitar un futuro en el que el país sea totalmente dependiente de las importaciones de este recurso. En este contexto, el Gobierno federal estructuró mecanismos y estrategias que le permitan al país superar esa problemática, contenidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND) como partes fundamentales de las acciones que integran la agenda nacional. México ha demostrado un gran compromiso con la agenda internacional de medio ambiente y desarrollo sustentable: participa en más de 90 acuerdos y protocolos vigentes, siendo líder en temas como cambio climático y biodiversidad. No obstante, el costo económico del agotamiento y la degradación ambiental en el país representó 6.9% del PIB en 2011, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). [3]

De acuerdo con cálculos preliminares del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), elaborados con información de la Comisión Federal de Electricidad y la valoración del Instituto de Investigaciones Eléctricas, los resultados del ahorro en consumo de electricidad este año por la implementación del Horario de Verano se estiman en 1244 Gigawatts-hora (GWh), equivalentes al consumo promedio de 704 mil casas habitación durante un año (considerando 289 Kilowatts-hora bimestrales de consumo promedio por hogar). Esto representa un incremento de 19.5% con respecto al ahorro del año anterior, [4].

En términos económicos, se estima que la aplicación del Horario de Verano dejará un ahorro de mil 635 millones de pesos. El impacto ambiental de la medida radica en que, con el ahorro logrado, se dejará de consumir el equivalente a 772 mil barriles de petróleo y se evitará la emisión a la atmósfera de 560 mil toneladas de bióxido de carbono, uno de los principales gases causantes del efecto invernadero, [4].

De acuerdo a las Estadísticas destacadas del sector energético de la Secretaría de Energía en septiembre de 2013 se generaron 22,008.0 gigawatts-hora (GWh) de energía eléctrica para el servicio público, lo que significó una disminución de 2.3% en comparación con septiembre del año anterior. Las termoeléctricas

generaron 14,590.0 GWh³ , lo que representa el 66.3% de aportación de electricidad en el país, de los cuales 7,244.0 GWh⁴ fueron generados por CFE y 7,346.0 GWh por los productores independientes de energía (PIE's), los cuales participaron con 33.4% de la generación eléctrica del país. Por su parte, las hidroeléctricas aportaron 16.2%, las carboeléctricas 5.9%, la central nuclear de Laguna Verde 4.2 %, las centrales geotérmicas 2.2%, y las centrales eólicas el 0.009%. La generación hidroeléctrica presentó un aumento de 20.6% con respecto a septiembre de 2012.

JUSTIFICACIÓN

La energía eléctrica sin duda es el energético más utilizado en el mundo. La electricidad es el pilar del desarrollo industrial de todos los países, parte importante del desarrollo social, y elemento esencial para el desarrollo tecnológico.

A pesar de que México cuenta con grandes yacimientos de petróleo no se tiene certeza sobre la disponibilidad de este recurso a largo plazo y tomando en cuenta que la mayoría de la energía eléctrica generada se obtiene por medio de combustibles fósiles se vuelve de vital importancia incrementar la eficiencia de todo el sistema poniendo especial énfasis en la implementación de programa de ahorro de energía en los consumidores.

Este trabajo de tesis responde a una necesidad real y actual de la sociedad en el ámbito de la eficiencia energética en el cual se plantean algunas soluciones para la reducción del consumo de energía eléctrica, tomando como base del estudio energético a las oficinas de la SAGARPA, sirviendo así como un aporte teórico-práctico para posibles mejoras en el inmueble analizado.

OBJETIVOS

Objetivo General

Realizar un diagnóstico energético en el edificio de las oficinas de la SAGARPA, para identificar y proponer estrategias de ahorro energético basado en una propuesta técnico-económica a fin de reducir sus costos de facturación eléctrica.

Objetivos Particulares

- 1.- Analizar la información general del inmueble.
- 2.- Detectar oportunidades de ahorro de energía mediante la facturación eléctrica.
- 3.- Identificar equipos antiguos o ineficientes (iluminación, aire acondicionado, refrigeración) que deben ser sustituidos por equipos de alta eficiencia y de capacidad adecuada.
- 4.- Calcular la ganancia de calor de la envolvente en el edificio de la SAGARPA para determinar el dimensionamiento adecuado de los equipos de aire acondicionado a proponer.
- 5.- Elaborar y analizar propuestas de ahorro de energía que sean técnica y económicamente viables.

CAPITULO 1. EVALUACIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES

INTRODUCCIÓN

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

Desde los inicios de la Revolución industrial en el siglo XVIII se ha debatido mucho acerca del ahorro de la energía. El pensador William Stanley Jevons publicó en 1865 un libro titulado *The Coal Question* (La cuestión del carbón). En él enunció la Paradoja de Jevons: «aumentar la eficiencia disminuye el consumo instantáneo, pero incrementa el uso del modelo lo que provoca un incremento del consumo global». Una paradoja análoga a esta es la Paradoja del ahorro.

La aplicación de métodos y técnicas para el uso racional de la energía dependen de la información y ésta sólo puede ser suministrada por un diagnóstico energético; el cual nos permitirá determinar donde, como y que tan bien se está usando la energía.

En este capítulo se describe la información recopilada de las observaciones realizadas al edificio y a los distintos equipos con los que cuenta, el cual se inició con un breve recorrido en las instalaciones del inmueble para identificar las oportunidades de ahorro energético así como también las condiciones de las instalaciones y del equipo con el que cuentan.

El censo de las cargas y el levantamiento del inmueble se realiza con el fin de emplear esta información en los cálculos de las capacidades de los aires acondicionados, instalaciones eléctricas e iluminación., durante el recorrido se observó el mal estado de los equipos tanto de aires acondicionados como de luminaria así como de las instalaciones eléctricas en general, lo cual refleja que no se cuenta con un programa de mantenimiento, que garantice el funcionamiento adecuado de los equipos.

1.1 Condiciones generales del edificio

Las oficinas de la SAGARPA cuentan en su gran mayoría con ventanas tipo persiana, y puertas que no cierran del todo bien, lo cual deriva en fugas excesivas en el acondicionamiento de aire. Esto se observa en la Figura 1.1.



a)



b)



c)

Fig. 1.1.-Fotografías a) La mayoría de las ventanas son tipo persiana b) Cuenta con unas pequeñas ventanas en lugares innecesarios, igual tipo ventana. C) Sus puertas aunque no están en mal estado, se debe mejorar su mecanismo de cierre, a uno más hermético.

El techo de los edificios no cuenta con material aislante térmico y/o impermeabilizante, como lo muestra la Figura 1.2.



Fig. 1.2.-Fotografía del techo de las oficinas de la SAGARPA, el cual no cuenta con aislante térmico.

1.2 Estado de los equipos de aire acondicionado, ubicación, dimensionamiento y fugas.

Los equipos de aire acondicionado en las oficinas de la SAGARPA no cuentan con mantenimiento, son poco eficientes; uno en particular se encuentra en muy mal estado, no tiene ninguna perilla de control, además de que es un equipo antiguo de baja eficiencia y está instalado de manera inadecuada con fugas por ventanas, esto se aprecia en la Figura 1.3.



Fig. 1.3.- Fotografía de Equipo dañado y sin mantenimiento.

En la Figura 1.4 se muestran varios de los equipos de aire acondicionado que cuentan con una ubicación inadecuada y con fugas excesivas, además de que no se controla la graduación de las temperaturas.



a)



b)

Fig. 1.4.- Fotografías a) Fuga por ventanas debido a una mala instalación b) Equipo mal instalado remachado con unicel y cinta a los lados para evitar fugas.

Una de las áreas de la SAGARPA cuenta con un aparente sobredimensionamiento en sus equipos de aire acondicionado como lo muestra la Figura 1.5, debido a que no es un área muy grande, y el número de personas es pequeño.



Fig. 1.5.- Fotografía de los dos equipos de 56000 Btu/h instalado en una sección de las oficinas de la SAGARPA, cabe mencionar que se encuentra otro aire acondicionado tipo ventana instalado de 32000 Btu/h.

1.3 Descripción y estado de la iluminación

El mantenimiento de la luminaria al igual que en los aires acondicionados es inexistente, y algunas de las lámparas utilizadas no funcionan, en la Figura 1.6 se puede observar una de las áreas con tal desperfecto.



Fig. 1.6.- Fotografía en la que se aprecia un par de lámparas que no funcionan.

Además se cuenta con un exceso de lámparas con mala distribución en oficinas que son solo para una persona y que no demanda tanta iluminación como lo serían en áreas más grandes de trabajo, a continuación en la Figura 1.7 se muestra con claridad.

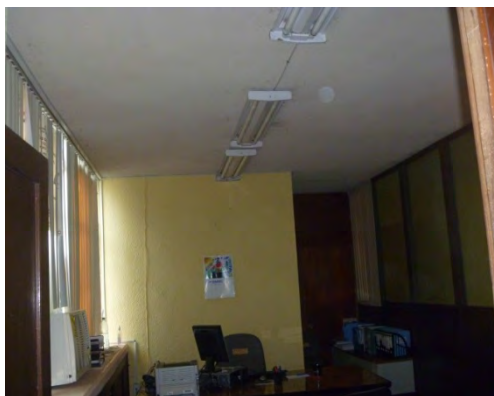


Fig. 1.7.- Fotografía de uno de los jefes de área que cuenta con 6 lámparas fluorescentes todas distribuidas en una misma línea, abarcando solo una fracción de área para iluminar.

1.4 Estado general de las instalaciones eléctricas

La instalación eléctrica de la SAGARPA cuenta ya con varios años de funcionamiento, a lo largo del cual ha sufrido varios cambios, aun así se observan detalles que pueden ser corregidos para un mejor funcionamiento y más seguridad; a continuación se muestran las observaciones realizadas y las recomendaciones para mejorar la instalación en base a la NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (Utilización), [6]. En la Figura 1.8 se muestran las anomalías existentes.

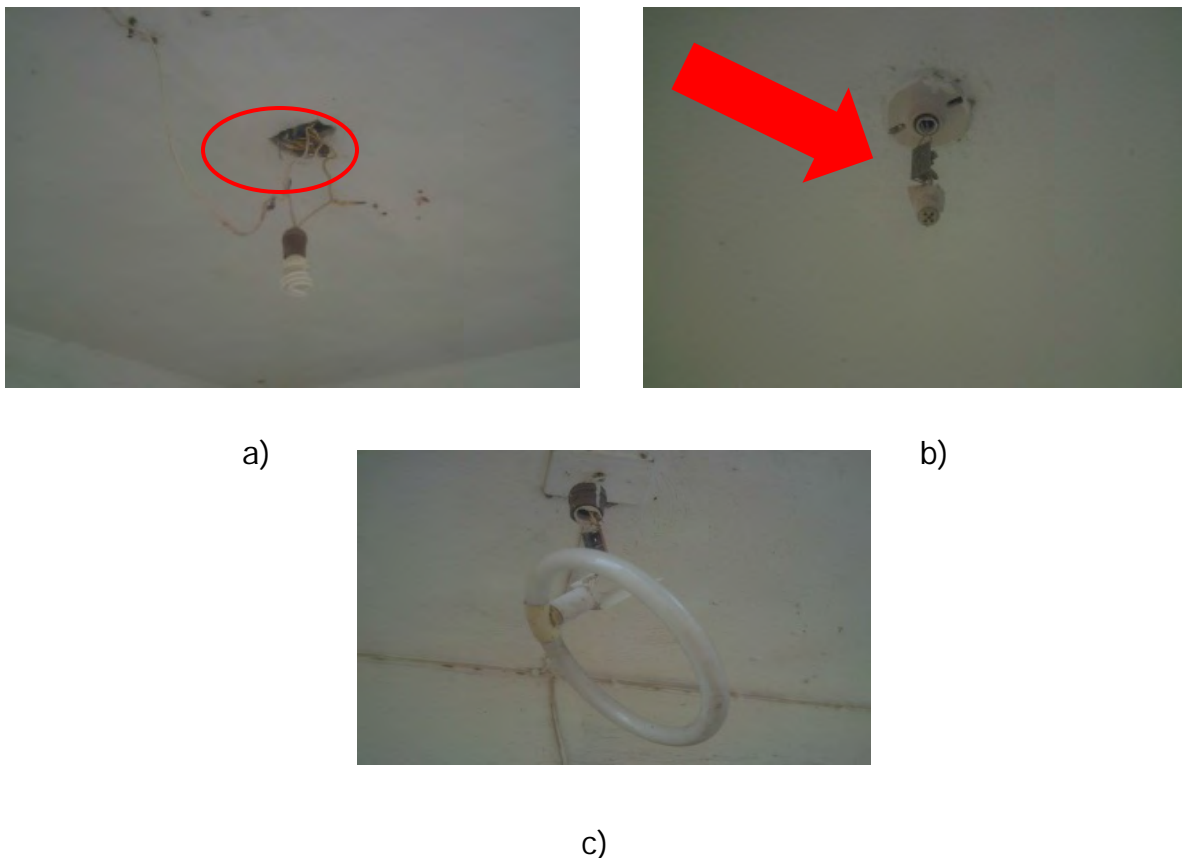


Fig. 1.8.- Fotografías a) Registro sin tapa y lámpara mal instalada b) Parte de una luminaria (casquillo) aun conectado, sin tener lámpara. c) Lámpara mal instalada a punto de caer.

Sección de referencia NOM

110-12. Ejecución mecánica de los trabajos.- Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional. (Fig. 1.8; Fotografías a, b y c).

370-25. Tapas sencillas y ornamentales.- En las instalaciones una vez terminadas, todas las cajas deben tener una tapa una placa de cierre o una tapa ornamental. (Fig. 1.8; Fotografía a).

Ubicación

Pasillos inferiores.

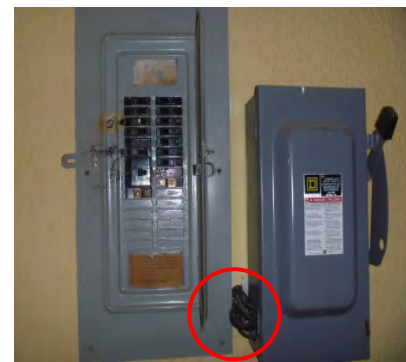
Solución

Colocar adecuadamente las lámparas y los accesorios apropiados.

En la Figura 1.9 se muestra el estado en el que se encuentran tableros de diversas áreas de la SAGARPA.



a)



b)



c)



d)

Fig. 1.9.- Fotografías a) Tablero con un espacio sin tapar y con gran cantidad de manchas de pintura y cemento b) Cableado sin canalización correspondiente. c) Tablero con espacio sin tapar d) Tablero con dos espacios sin cerrar.

Sección de referencia NOM

110-12 .Ejecución mecánica de los trabajos.- Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional. (Fig. 1.9; Fotografías a, b, c y d).

110-12(a). Aberturas no utilizadas.- Las aberturas no utilizadas de las cajas, canalizaciones, canales auxiliares, gabinetes, carcasas o cajas de los equipos, se deben de cerrar eficazmente para que ofrezcan una protección sustancialmente equivalente a la pared del equipo. (Fig. 9; Fotografías a, c y d)

110-12(c) .Integridad de los equipos y conexiones eléctricas.- Las partes internas de los equipos eléctricos, como las barras colectoras, terminales de cables y otras superficies, no deben estar dañadas o contaminadas por materias extrañas como restos de pintura, yeso, limpiadores, abrasivos o corrosivos. No debe haber partes dañadas que puedan afectar negativamente al buen funcionamiento o la resistencia mecánica de los equipos, como piezas rotas, dobladas, cortadas, deterioradas por la corrosión o por acción química o sobrecalentamiento o contaminadas por materiales extraños como pintura, yeso, limpiadores o abrasivos. (Fig. 1.9; Fotografía a).

300-12.Continuidad mecánica de canalización y cables.- Las canalizaciones metálicas y no metálicas, armaduras y cubiertas de cables deben ser continuas entre gabinetes, cajas, accesorios u otras cubiertas, envolventes o salidas. (Fig. 1.9; Fotografía b).

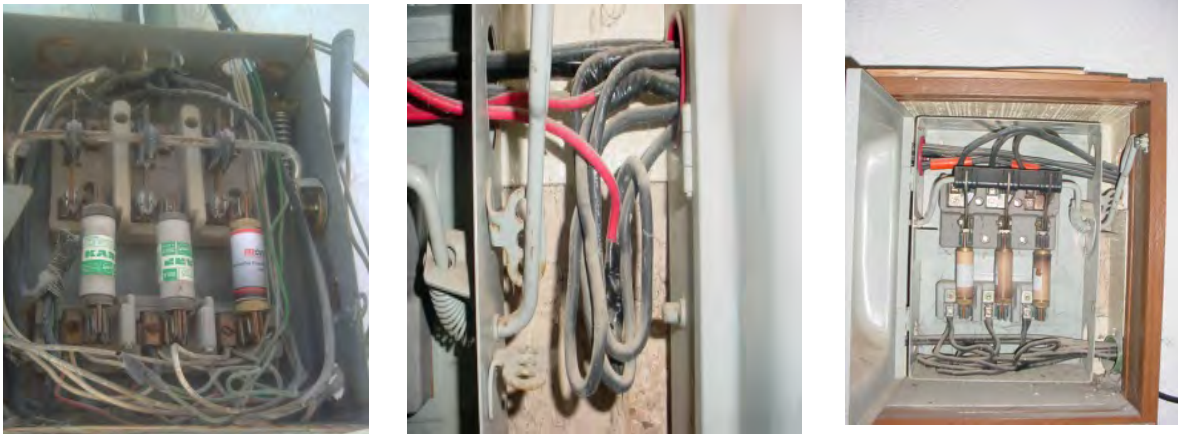
Ubicación

Pasillo inferior, comedor y área del primer nivel.

Solución

Se deberán tapan las aberturas no utilizadas adecuadamente, limpiar las partes sucias de los equipos y colocar protección mecánica a los conductores por medio de canalización con los accesorios adecuados.

El deterioro de algunos tableros y nulo mantenimiento se observan En la Figura 1.10.



a)

b)

c)

Fig. 1.10.- Fotografías a) Interruptor de seguridad en mal estado sin cables identificados b) Uniones sin canalización. c) Interruptor de seguridad sin conductores identificados y con exceso de polvo en el interior.

Sección de referencia NOM

110-12. Ejecucion mecanica de los trabajos.- Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional. (Fig. 1.10; Fotografías a, b y c).

310-12. Identificación de los conductores. (Fig. 1.10; Fotografía a).

a) Conductores puestos a tierra. Los conductores aislados de tamaño nominal de 13,3 mm² (6 AWG) o más pequeños, diseñados para usarse como conductores puestos a tierra en circuitos, deben tener una identificación exterior de color blanco o gris claro. Se permite que los conductores puestos a tierra de los cables multiconductores se identifiquen permanentemente en sus terminales en el momento de la instalación, mediante una marca clara de color blanco u otro medio igualmente eficaz.

b) Conductores de puesta a tierra. Se permite instalar conductores de puesta a tierra desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra, cubiertos o aislados individualmente, deben tener un acabado exterior continuo verde o verde con una o más franjas amarillas.

c) **Conductores de fase.** Los conductores que vayan a utilizarse como conductores de fase, ya sea como conductores sencillos o en cables multiconductores, deben estar identificados de modo que se distinga claramente de los conductores puestos a tierra y de los de puesta a tierra. Los conductores de fase se deben distinguir por colores distintos al blanco, gris claro o verde o por cualquier de combinación de colores y sus correspondientes marcas.

300-4. Protección contra daños físicos.- En donde los conductores estén expuestos a daños físicos, deben protegerse adecuadamente. (Fig. 1.10; Fotografía a).

331-8. Uniones.- Todas las uniones entre tramos de tubo (conduit) y entre el tubo (conduit) y acoplamientos, accesorios y cajas, deben hacerse con un método aprobado. (Fig. 1.10; Fotografía b).

Ubicación

Pasillo inferior y comedor.

Solución

Se deberán respetar la identificación de los conductores e instalarse los tubos con sus accesorios adecuados.

En la Figura 1.11 se pueden observar algunos defectos en la instalación eléctrica.



a)



b)

Fig. 1.11.- Fotografías a) Conductores sin canalización b) Centro de carga y apagador mal colocados, sin canalización.

Sección de referencia NOM

110-12. Ejecucion mecanica de los trabajos.- Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional. (Fig. 1.11; Fotografía a y b).

300-12.Continuidad mecánica de canalización y cables.- Las canalizaciones metálicas y no metálicas, armaduras y cubiertas de cables deben ser continuas entre gabinetes, cajas, accesorios u otras cubiertas, envolventes o salidas. (Fig. 1.11; Fotografía a y b).

Ubicación

Planta alta del edificio C.

Solución

Colocar bien la toma de corriente y el interruptor con sus accesorios adecuados.

El cableado en mal estado y sin canalizaciones son otro problema con el que cuenta una de las áreas de la SAGARPA como se muestra a continuación en la Figura 1.12.

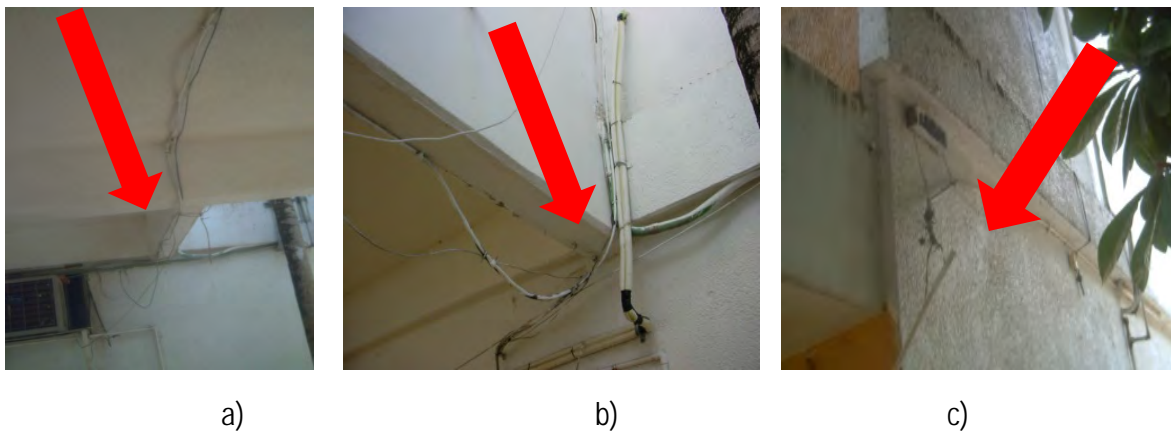


Fig. 1.12.- Fotografías a) y b) Cableado de aire acondicionado sin canalización y enredados. c) conductores de luminaria exterior sin canalización y enredados.

Sección de referencia NOM

110-12. Ejecucion mecanica de los trabajos.- Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional. (Fig. 1.12; Fotografía a, b y c).

300-12.Continuidad mecánica de canalización y cables.- Las canalizaciones metálicas y no metálicas, armaduras y cubiertas de cables deben ser continuas entre gabinetes, cajas, accesorios u otras cubiertas, envolventes o salidas. (Fig. 1.12; Fotografía a, b y c).

Ubicación

Pasillo inferior.

Solución

Colocar tubería adecuada con sus accesorios.

1.5 Conclusiones

Derivado del recorrido se encontraron posibilidades de ahorro de energía en diferentes áreas por lo que se dispuso a realizar un plan de actividades para llevar a cabo el diagnóstico, las actividades son las siguientes:

Actividad 1.- Análisis de la facturación de electricidad

Actividad 2.- Análisis del Consumo y la Demanda

Actividad 3.- Análisis del Sistema de Iluminación

Actividad 4.- Análisis del Sistema de Aire Acondicionado

Actividad 5.- Análisis Técnico Económico y Resumen de las Oportunidades de Ahorro

Al finalizar el recorrido se solicitó a el encargado de la Unidad de Recursos Materiales y Servicios Generales los recibos de la facturación de energía eléctrica de al menos un año para realizar el análisis de facturación conforme a la actividad 1.

En días posteriores al recorrido se llevó a cabo el censo de las cargas (Iluminación, aires acondicionados, etc.) para lo cual se emplearon como referencia formatos proporcionados por el FIDE para precisar las condiciones de los equipos e instalaciones eléctricas.

CAPITULO II. ANALISIS DE LA FACTURACIÓN ELECTRICA.

INTRODUCCIÓN

Una factura es aquel documento que respalda la realización de una operación económica, en este caso el pago del consumo de energía eléctrica, esta facturación es realizada mediante las tarifas de energía eléctrica que son las disposiciones específicas, que contienen las cuotas y condiciones que rigen para los suministros de energía eléctrica agrupados en cada clase de servicio; dentro de las entidades rectoras para la autorización de dichas tarifas se encuentran la Comisión Federal de Electricidad, La Secretaria de Energía, La Secretaria de Economía Y La Secretaria de Hacienda y Crédito Público, esta última encargada de autorizar las propuestas realizadas por CFE, [7].

El analizar la facturación eléctrica nos permite conocer los principales cargos que son incluidos en esta; permitiéndonos conocer el grado de eficiencia con el que se hace uso de la energía, de igual manera indicará si lo que está contratado es acorde con lo facturado y esto permitirá la posibilidad de hacer alguna modificación en el contrato con la Comisión Federal de Electricidad (CFE). En el caso de hacerse un uso ineficiente, se podrá identificar y dar solución aquellas fallas con las que cuenta el sistema y de esta manera hacer un mejor uso, reflejándose en el importe de la facturación.

2.1. Estructura de la factura eléctrica con tarifa HM

Para lograr un mejor entendimiento de la facturación eléctrica, se dividió en secciones explicando en que consiste cada una de ellas.

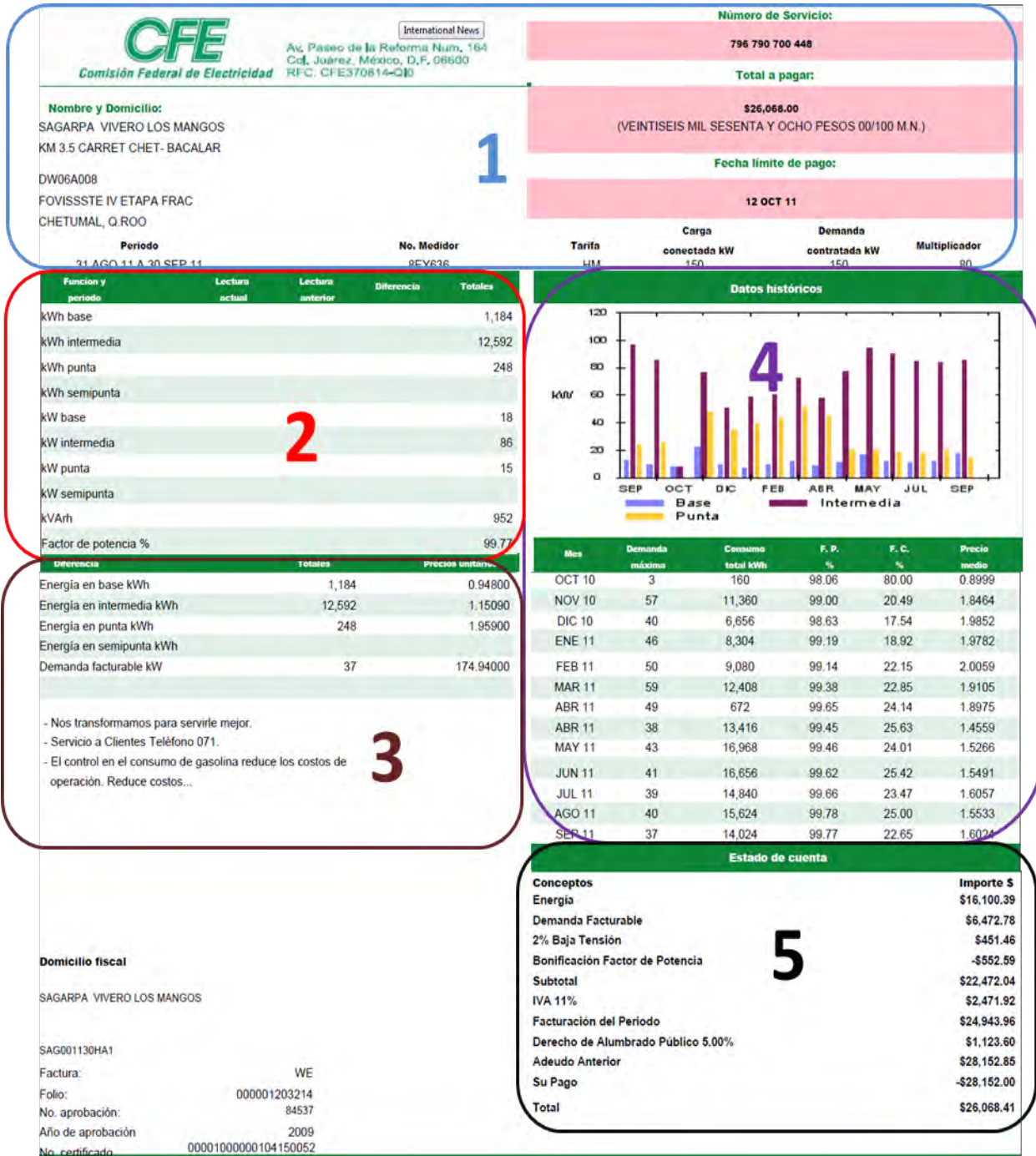


Fig. 2.1.- Recibo correspondiente al mes de Septiembre 2011.

2.1.1 Sección 1. Datos Generales

La sección 1 de la facturación muestra los datos del consumidor, además del lapso de tiempo en el que se realizaron las mediciones, el cargo total a pagar, entre otras.

The image shows a portion of a CFE electricity bill. The CFE logo is at the top left. To its right is the company's address: 'Av. Paseo de la Reforma Núm. 164 Col. Juárez, México, D.F. 06600 RFC: CFE370814-QJ'. Below the logo, the customer's name and address are listed: 'SAGARPA VIVERO LOS MANGOS, KM 3.5 CARRET CHET- BACALAR, CHETUMAL, Q.ROO'. The billing period is '31 AGO 11 A 30 SEP 11'. The meter number is '8EY636'. The service number is '796 790 700 448'. The amount to be paid is '\$26,068.00 (VEINTISEIS MIL SESENTA Y OCHO PESOS 00/100 M.N.)'. The payment deadline is '12 OCT 11'. The tariff is 'HM'. The connected load is '150 kW'. The contracted demand is '150 kW'. The multiplier is '80'. Numbered callouts 1 through 10 are placed over the bill to identify these specific fields.

Fig. 2.2.- Datos generales correspondientes al mes de Septiembre 2011.

1.- **Ubicación del suministro:** Aquí se describe el nombre de la empresa y su dirección, además de los datos de cedula de identificación fiscal; ay que verificar siempre que los datos sean correctos.

2.- **Número de servicio:** Número de identificación de la empresa ante la Comisión Federal de Electricidad.

3.- **Total a pagar:** Valor a pagar por el consumo de energía.

4.- **Fecha límite de pago:** Fecha límite para cubrir el monto a pagar.

5.- **Periodo:** Intervalo de tiempo que comprende el consumo y la demanda de energía.

6.- **No de medidor:** Serie de números que identifican al equipo de medición de CFE instalado en el local.

7.- **Tarifa:** Indica el tipo de tarifa en la cual factura CFE, en este caso tarifa HM.

8.- **Carga conectada:** Es la suma de todas las cargas existentes.

9.- **Demanda contratada:** Valor de la demanda que se estipulo en el contrato de suministro.

10.- **Multiplicador:** Valor numérico que se utiliza para obtener el valor real de las mediciones de CFE. Se aplica multiplicándolo por la diferencias de lecturas del equipo de medición. En muchos de los casos este valor aparece en el equipo o en la lámina donde se encuentra el mismo.

2.1.2 Sección 2. Información del consumo

La información del consumo, es la obtenida para los diferentes parámetros eléctricos como son consumo de energía (kWh), demanda de potencia (kW) y energía reactiva (kVArh), en los distintos horarios que establece la tarifa HM.

Funcion y periodo	11	12	Lectura actual	13	Lectura anterior	14	Diferencia	15	Totales
kWh base									1,184
kWh intermedia									12,592
kWh punta									248
kWh semipunta									
kW base									18
kW intermedia									86
kW punta									15
kW semipunta									
kVArh									952
Factor de potencia %									99.77

Fig. 2.3.- Información del consumo correspondiente al mes de Septiembre 2011.

11.- **Función:** En esta columna se especifica el parámetro eléctrico que registra el equipo de medición de CFE. El primer concepto corresponde a consumo de energía (kWh), el segundo a la demanda de potencia (kW) y el tercero a energía reactiva (kVArh). De estos tres conceptos solo el de consumo y el de demanda representan un cobro, mientras que el de energía reactiva se utiliza para calcular el factor de potencia.

12.- **Lectura actual:** Esta lectura se obtiene de forma directa en equipos digitales y de forma indirecta en equipos analógicos. Corresponde a la fecha en la cual concluyo el ciclo de facturación.

Normalmente el número contenido en esta columna debe ser mayor que el de la columna "Lectura anterior" excepto para equipos de medición analógicos en los cuales este valor puede ser menor debido a que se reinicializa el equipo (por ejemplo, de 9999 a 0001, donde 9999 es lectura anterior y 0001 es lectura actual).

13.- **Lectura anterior:** Esta lectura se obtiene de forma directa en equipos digitales y de forma indirecta en equipos analógicos. Corresponde a la fecha en la cual se inició el ciclo de facturación. Normalmente debe ser un número menor al de "Lectura actual" excepto para equipos de medición analógicos en los cuales este valor puede ser menor debido a que se reinicializa el equipo (por ejemplo, de 9999 a 0001, donde 9999 es lectura anterior y 0001 es lectura actual).

14.- **Diferencia:** Valor que se obtiene de la diferencia de las lecturas (lectura actual-lectura anterior). Esta operación se realiza para cada uno de los parámetros eléctricos, consumo de energía (kWh), demanda de potencia (kW) y consumo de energía reactiva (kVARh). Dado que esta cifra no representa el valor real de cada parámetro en cuestión, es necesario multiplicarlo por el multiplicador para poder obtener el valor real.

15.- **Totales:** Este concepto se obtiene de multiplicar los resultados de la columna anterior (Diferencia) por la constante del equipo explícita en la Sección 1, número 10. Este resultado representa el valor real del parámetro eléctrico en cuestión, y es el que se toma en cuenta para facturar el consumo de energía eléctrica por parte de la empresa.

2.1.3 Sección 3. Calculo del importe del consumo

Lo relevante de esta sección son los precios unitarios ya que con estos se logra sacar el importe a pagar por el consumo de demanda y energía.

Diferencia 16	Totales 17	Precios unitarios 18
Energía en base kWh	1,184	0.94800
Energía en intermedia kWh	12,592	1.15090
Energía en punta kWh	248	1.95900
Energía en semipunta kWh		
Demanda facturable kW	37	174.94000

Fig. 2.4.- Calculo del importe de consumo correspondiente al mes de Septiembre 2011.

16.- **Diferencia:** Valor que se obtiene de la diferencia de las lecturas (lectura actual-lectura anterior). Esta operación se realiza para cada uno de los parámetros eléctricos, consumo de energía (kWh), demanda de potencia (kW) y consumo de energía reactiva (kVARh). Dado que esta cifra no representa el valor real de cada parámetro en cuestión, es necesario multiplicarlo por el multiplicador para poder obtener el valor real, se observa también en la Sección 2.

17.- **Totales:** Este concepto es el resultado obtenido en la Sección 2 y es necesario incluirlo de nuevo ya que multiplicado por los precios unitarios correspondientes dan como resultado el monto a pagar.

18.- **Precios unitarios:** Representa el precio por cada kWh, en sus distintos horarios, como son base, intermedia y punta; además del precio unitario correspondiente a la Demanda (kW).

2.1.4 Sección 4. Historial de consumo

19.- Datos históricos: Representación gráfica del comportamiento del consumo de energía (kWh) y demanda de potencia (kW) en los últimos doce meses.

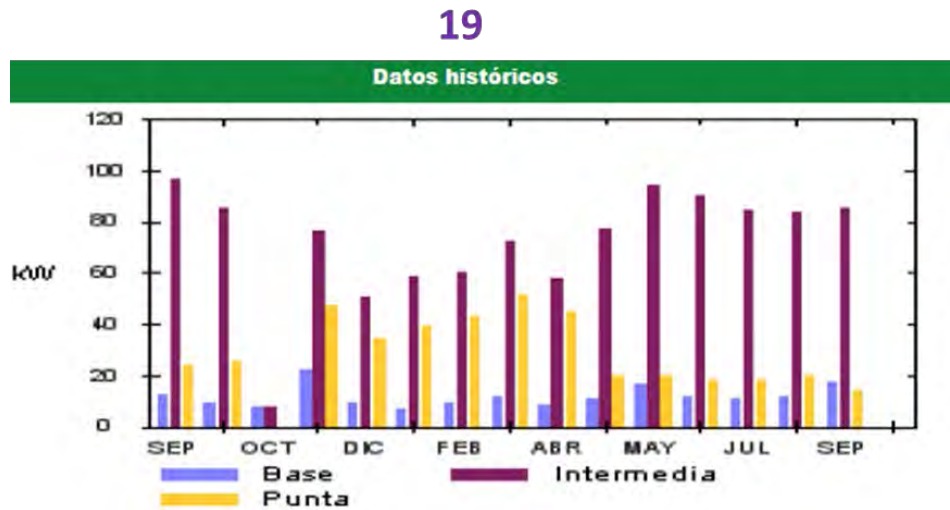


Fig. 2.5.- Datos Históricos correspondiente al mes de Septiembre 2011.

20.- Mes, Demanda Máxima, Consumo total, F.P., F.C Y Precio medio: Esta tabla indica el valor numérico mensual de 4 parámetros eléctricos en los últimos doce meses, y el precio medio de la energía eléctrica correspondiente a cada mes en cuestión.

20

Mes	Demanda máxima	Consumo total kWh	F. P. %	F. C. %	Precio medio
OCT 10	3	160	98.06	80.00	0.8999
NOV 10	57	11,360	99.00	20.49	1.8464
DIC 10	40	6,656	98.63	17.54	1.9852
ENE 11	46	8,304	99.19	18.92	1.9782
FEB 11	50	9,080	99.14	22.15	2.0059
MAR 11	59	12,408	99.38	22.85	1.9105
ABR 11	49	672	99.65	24.14	1.8975
ABR 11	38	13,416	99.45	25.63	1.4559
MAY 11	43	16,968	99.46	24.01	1.5266
JUN 11	41	16,656	99.62	25.42	1.5491
JUL 11	39	14,840	99.66	23.47	1.6057
AGO 11	40	15,624	99.78	25.00	1.5533
SEP 11	37	14,024	99.77	22.65	1.6024

Fig. 2.6.- Mes, Demanda Máxima, Consumo total, F.P., F.C Y Precio medio correspondiente al mes de Septiembre 2011.

2.1.5 Sección 5. Detalles de cargos y créditos que integran la facturación

Estado de cuenta			
Conceptos	21	22	Importe \$
Energía			\$16,100.39
Demanda Facturable			\$6,472.78
2% Baja Tensión			\$451.46
Bonificación Factor de Potencia			-\$552.59
Subtotal			\$22,472.04
IVA 11%			\$2,471.92
Facturación del Periodo			\$24,943.96
Derecho de Alumbrado Público 5.00%			\$1,123.60
Adeudo Anterior			\$28,152.85
Su Pago			-\$28,152.00
Total			\$26,068.41

Fig. 2.7.- Estado de cuenta correspondiente al mes de Septiembre 2011.

21.- **Conceptos:** Columna en la que se define el concepto que se cobrara en la factura total. La primera fila representa el cargo por los kWh que se consumieron en el periodo. La segunda fila es el cargo económico por cada kW de demanda. La tercera fila es un cargo que solo aplica cuando las empresas cuentan con su equipo de medición en el lado del secundario del transformador y se calcula agregando un 2% al monto de la suma de "Cargo por energía" mas "Cargo por demanda". La cuarta fila indica una bonificación económica cuando el factor de potencia es mayor a 90% o un recargo económico si es menor del 90%.

La fila cinco es la suma parcial de las cuatro primeras filas. La sexta indica el valor del impuesto al valor agregado (IVA) que se calcula a partir de la quinta fila. La séptima fila indica el valor de la facturación actual, correspondiente al periodo en cuestión. La octava corresponde al derecho de alumbrado público y se suma a la facturación del periodo para obtener el total a pagar. La fila nueve indican el importe de la factura anterior y si este fue cubierto o no. La décima fila es el total a pagar por el consumo de energía eléctrica.

22.- **Importe:** Es el valor en pesos por cada concepto especificado.

2.2 Comportamiento de la facturación eléctrica

El análisis de la facturación eléctrica comprende los meses de Diciembre 2009 a septiembre de 2011, en la SAGARPA se cuenta con la tarifa HM, la cual es una tarifa horaria para servicio general en media tensión con demanda de 100 kW o más, cabe mencionar que debido al tipo de tarifa la energía eléctrica tiene costos diferentes según los horarios en la que es utilizada.

Tabla 2.1. Datos obtenidos de la facturación eléctrica de los meses de Enero de 2010 a Septiembre 2011.

MES	DEMANDA (Kw)				ENERGIA (Kwh)	FP%	FC%	TOTAL	PRECIO MEDIO
	PUNTA	INTER.	BASE	FACT.	TOTAL				
ENE-10	33	58	12	41	8,504	98.49	20	\$17,486.00	1.7726
FEB-10	36	63	10	45	8,952	98.7	21	\$20,003.00	1.9263
MAR-10	38	62	35	46	10,216	98.99	22	\$12,317.00	1.8647
ABR-10	29	80	10	45	13,728	99.35	26	\$24,555.00	1.5424
MAY-10	19	81	18	38	14,384	99.27	24	\$23,125.00	1.3859
JUN-10	35	92	13	53	18,264	99.36	28	\$30,461.00	1.4378
JUL-10	26	92	13	46	16,416	99.09	24	\$27,557.00	1.4471
AGO-10	34	92	13	52	17,896	99.14	26	\$30,800.00	1.4837
SEP-10	24	97	13	46	15,000	99.21	26	\$26,153.00	1.4837
OCT-10	0	8	8	3	160	98.06	80	\$23,317.00	0.8999
NOV-10	48	77	23	57	11,360	99.00	20.49	\$24,332.00	1.8464
DIC-10	35	51	10	40	6,656	98.63	17.94	\$15,328.00	1.9852
ENE-11	40	59	7	46	8,304	99.19	18.92	\$19,055.00	1.9782
FEB-11	44	61	10	50	9,080	99.14	22.15	\$21,128.00	2.0059
MAR-11	52	73	12	59	12,408	99.38	22.85	\$18,953.00	1.9105
ABR-11	20	78	11	38	14,088	99.45	25.63	\$24,136.00	1.4559
MAY-11	20	95	17	43	16,968	99.46	24.01	\$30,048.00	1.5266
JUN-11	19	91	12	41	16,656	99.62	25.42	\$29,931.00	1.5491
JUL-11	19	85	11	39	14,840	99.66	23.47	\$27,641.00	1.6057
AGO-11	20	84	12	40	15,624	99.78	25.00	\$28,152.00	1.5533
SEP-11	15	86	18	37	14,024	99.77	22.65	\$26,068.00	1.6024

La Tabla 2.1 muestra los principales parámetros eléctricos que integran la facturación eléctrica, todos y cada uno de los datos que se observan en la tabla fueron extraídos de los recibos que CFE expidió a la SAGARPA, sin embargo en los recibos no se muestra a detalle cómo fueron obtenidos los datos que

conforman el recibo eléctrico, por lo que en los puntos que siguen a continuación se analizarán por medio de gráficas; además de mostrar la manera de calcular los parámetros con sus respectivos importes en pesos, tomando como ejemplo el mes de Septiembre de 2011 para todos los cálculos.

2.2.1 Consumo

La energía (kWh) se mide por integración de la demanda a lo largo del tiempo, los medidores mecánicos llevan a cabo esta integración por medio de un sistema de relojería que va desplazando unos engranes con indicadores durante el periodo de consumo; los medidores electrónicos hacen el equivalente por medio de manejo de información. En este caso también es posible medir el consumo en diferentes periodos del día.

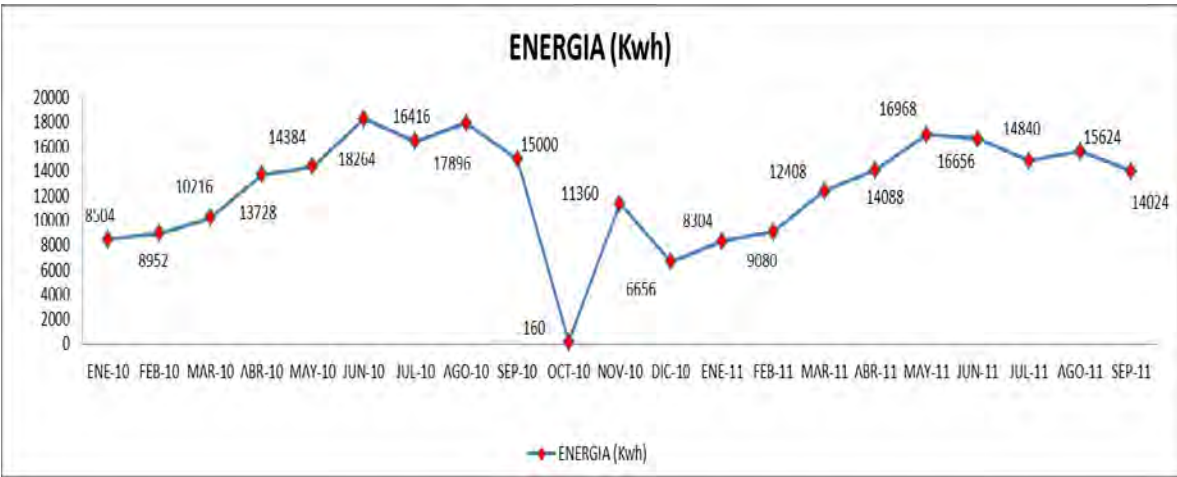


Fig. 2.8.- Consumo de energía registrada durante los meses de Enero de 2010 a Septiembre de 2011.

En promedio el consumo total de la SAGARPA es de 12,808 kWh, se observa que en los meses de Junio a Septiembre el consumo es más alto que el resto de los otros meses, y es que hay que tomar en cuenta que son meses más calurosos y el aumento de la temperatura producida por las diferentes estaciones del año hacen que se aumente el uso en aires acondicionados; lo cual se ve reflejado en el consumo y por ende en la facturación. El cargo por consumo representa el mayor porcentaje de la facturación total, al igual que la demanda es calculada por medio de las tarifas vigentes establecidas por CFE.

El importe a pagar se calcula de la siguiente manera:

$$\text{IMPORTE C \$} = (\text{kWhB} \times \text{PUB}) + (\text{kWhI} \times \text{PUI}) + (\text{kWhP} \times \text{PUP})$$

Donde:

kWhB es la energía en base kWh

kWhI es la energía en intermedia kWh

kWhP es la energía en punta kWh

PUB es el precio por cada kWh en horario base

PUI es el precio por cada kWh en horario intermedio

PUP es el precio por cada kWh en horario punta

Ejemplo 3: Tomando los datos de la facturación correspondientes al mes de Septiembre de 2011(ver punto 2.1).

$$\text{kWhB} = 1184$$

$$\text{kWhI} = 12592$$

$$\text{kWhP} = 248$$

$$\text{PUB} = 0.94800$$

$$\text{PUI} = 1.15090$$

$$\text{PUP} = 1.95900$$

$$\text{IMPORTE C \$} = (\text{kWhB} \times \text{PUB}) + (\text{kWhI} \times \text{PUI}) + (\text{kWhP} \times \text{PUP})$$

$$\text{IMPORTE C \$} = (1184 \times 0.94800) + (12592 \times 1.15090) + (248 \times 1.95900)$$

$$\text{IMPORTE C \$} = (1122.432) + (14492.1328) + (485.832)$$

$$\text{IMPORTE C \$} = \underline{\underline{\$16,100.39}}$$

2.2.2 Demanda

Las mediciones de la demanda en punta, intermedia y base realizadas en distintos horarios, son las que se utilizan para calcular la Demanda Facturable, cargo que es el que aparece en la factura de CFE, la Demanda Facturable se define como se establece a continuación: (instructivo para la interpretación y aplicación de las tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica)

$$DF = DP + FRI \times \text{máx.} (DI - DP, 0) + FRB \times \text{máx.} (DB - DPI, 0)$$

Donde:

DP es la demanda máxima medida en período de punta

DI es la demanda máxima medida en período intermedio

DB es la demanda máxima medida en período de base

DPI es la demanda máxima medida en período de punta e intermedio

FRI y FRB son factores de reducción que tendrán valores, dependiendo de la región. (En la región Peninsular, valen 0.30 y 0.15 respectivamente)

En las fórmulas que definen las demandas facturables, el símbolo "máx." significa máximo, es decir, que cuando la diferencia de demandas entre paréntesis sea negativa, ésta tomará el valor cero. Las demandas máximas medidas en los distintos periodos se determinarán mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 minutos del periodo en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo correspondiente. Cualquier fracción de kilowatt de demanda facturable se tomará como kilowatt completo.

Ejemplo 1: Tomando los datos de la facturación correspondientes al mes de Septiembre de 2011.

$$DP=15 \quad DI=86 \quad DB=18 \quad FRI=0.30 \quad FRB=0.15 \quad DPI=86$$

$$DF = DP + FRI \times \text{máx.} (DI - DP, 0) + FRB \times \text{máx.} (DB - DPI, 0)$$

$$DF = 15 + (0.30) \times \text{máx.} (86 - 15, 0) + (0.15) \times \text{máx.} (18 - 86, 0)$$

$$DF = 15 + 21.3 + (0.15) \times \text{máx.} (-68 \rightarrow 0)$$

$$DF = 15 + 21.3 + (0.15) \times (0)$$

$$DF = \underline{36.3} = \underline{37}$$

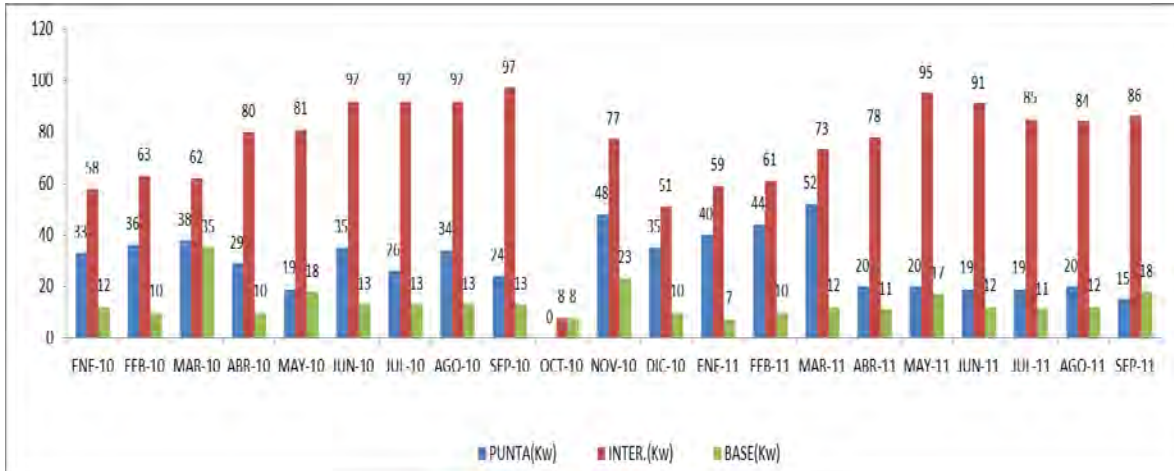


Fig. 2.9.- Demanda punta, intermedia y base registradas durante los meses de Enero de 2010 a Septiembre de 2011.

En la Figura 2.9 se muestra el comportamiento de la demanda punta, intermedia y base, cada una de estas con un promedio de 29 kW, 75 kW y 14 kW respectivamente, siendo la demanda intermedia la de mayor rango, ya que en la SAGARPA se trabaja dentro del horario de cobro de la energía intermedia que es de 6:00 a 20:00, es por esto que se registra mayor demanda.

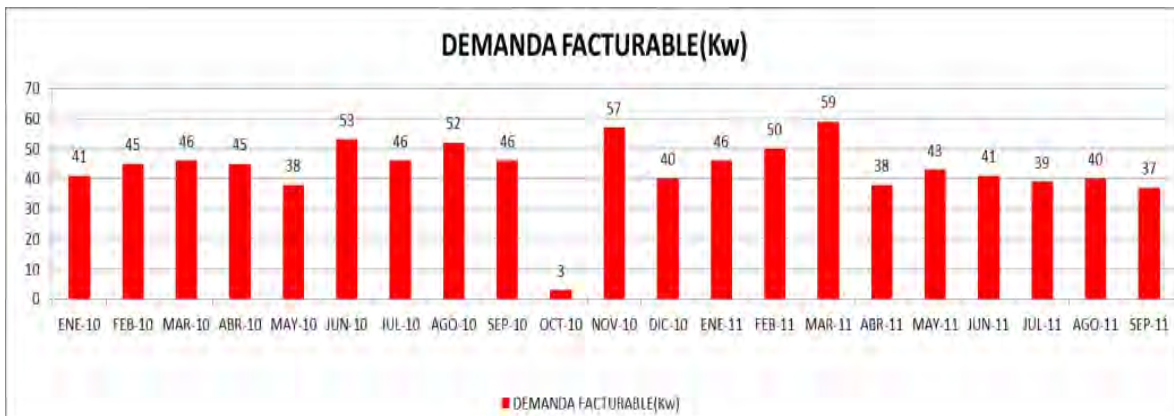


Fig. 2.10.- Demanda Facturable registrada durante los meses de Enero de 2010 a Septiembre de 2011.

Por otra parte la demanda facturable, cuenta con un máximo de 59kw como máximo registrado y un mínimo de 3kW, teniendo en promedio 43kW de demanda.

El importe a pagar se calcula de la siguiente manera:

$$\text{IMPORTE } \$ = \text{DF} \times \text{PU}$$

Dónde:

DF es la demanda facturable (Ejemplo 1)

PU es el precio unitario correspondiente a la DF

Ejemplo 2: Tomando los datos de la facturación correspondientes al mes de Septiembre de 2011.

$$\text{DF} = 37$$

$$\text{PU} = 174.94000$$

$$\text{IMPORTE D } \$ = \text{DF} \times \text{PU}$$

$$\text{IMPORTE D } \$ = 37 \times 174.94000$$

$$\text{IMPORTE D } \$ = \underline{\underline{\$6472.78}}$$

2.2.3 Factor de potencia

El factor de potencia es el coseno del ángulo que se obtiene de la relación de los Kilowatts y los Kilovolt -Amperes, multiplicado por 100 para expresarlo en porcentaje (%) y con dos decimales, y es un indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica y puede tomar valores entre 0 y 1.

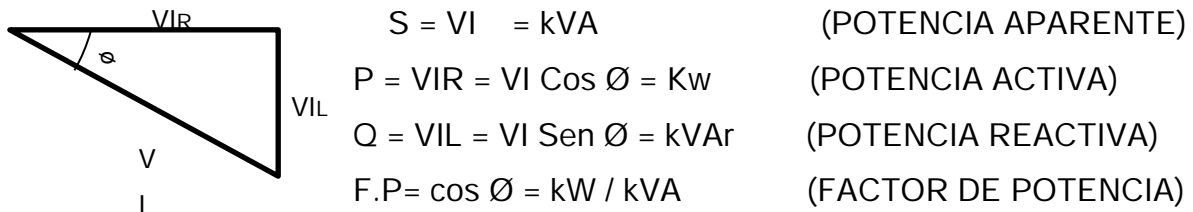


Fig. 2.11.- Triángulo de potencia

En lenguaje no técnico, se define como la relación que existe entre el volumen de energía eléctrica que desarrolla un trabajo útil (kWh), respecto al total de la energía que un aparato recibe (kVAh), multiplicado por 100 para expresarlo en porcentaje (%).

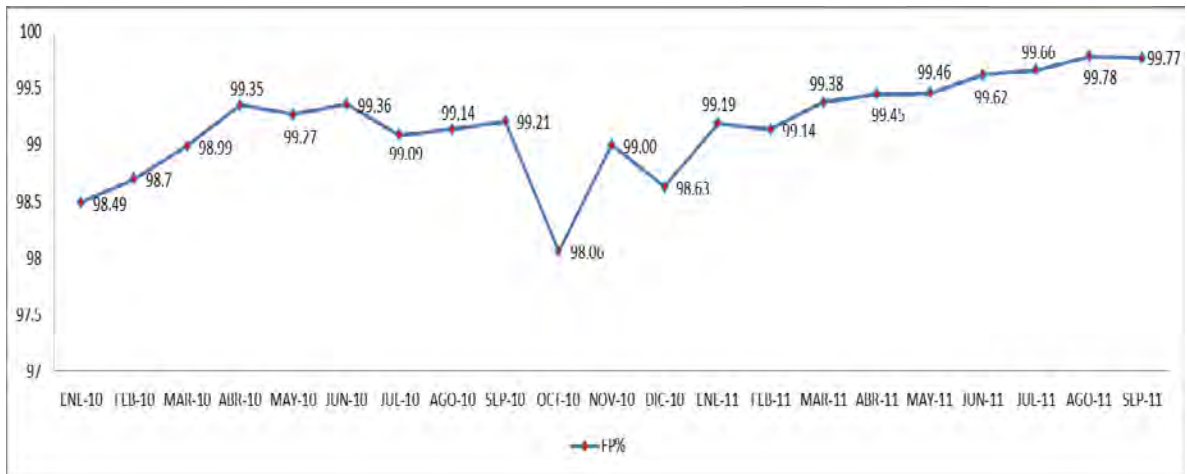


Fig. 2.12.- Factor de potencia registrado durante los meses de Enero de 2010 a Septiembre de 2011.

El factor de potencia, mantiene un porcentaje promedio de 99%, en la figura 2.12 se observa que el comportamiento que presenta se encuentra por arriba del 90%. Debido a esto la CFE realiza una bonificación por buen factor de potencia, cabe mencionar que aunque no es el caso; en casos contrarios en los que el factor de potencia es menor de 90% la CFE realiza recargos, por lo que es importante cuidar este parámetro.

El Porcentaje de Bonificación se calcula de la siguiente manera:

$$\%B = \frac{1}{4} \times (1 - (90/ FP)) \times 100$$

Donde:

FP es el factor de potencia registrado en el periodo de facturación y expresado en por ciento.

Ejemplo 4: Tomando los datos de la facturación correspondientes al mes de Septiembre de 2011:

$$FP = 99.77 \%$$

$$\%B = \frac{1}{4} \times (1 - (90/ 99.77)) \times 100$$

$$\%B = \frac{1}{4} \times (1 - (0.902074772)) \times 100$$

$$\%B = \frac{1}{4} \times (0.097925228) \times 100$$

$$\%B = \underline{2.4 \%$$

El Importe de Bonificación se calcula aplicando el %B a la suma del importe a pagar por demanda y consumo a continuación se muestra un ejemplo de cómo calcular el Importe de Bonificación:

$$IB = (((\text{IMPORTE C\$} + \text{IMPORTE D\$}) + \%BT) \times (\%B)/100)$$

Donde:

IMPORTE C\$ es el importe a pagar por consumo (ver punto 2.2.1)

IMPORTE D\$ es el importe a pagar por demanda (ver punto 2.2.2)

%BT es el 2% correspondiente al cargo por baja tensión

%B es el porcentaje de bonificación (calculado en el Ejemplo 4)

Ejemplo 5: Tomando los datos de la facturación correspondientes al mes de Septiembre de 2011:

Primero calculamos el 2% correspondiente al cargo por baja tensión:

$$\%BT = ((\text{IMPORTE C\$} + \text{IMPORTE D\$}) (2)/100)$$

$$\%BT = ((16100.39 + 6472.78)(2)/100)$$

$$\%BT = 451.4634$$

Ya calculado el dato proseguimos a calcular el Importe de Bonificación:

$$IB = ((22573.17 + 451.4634) \times (2.4)/100)$$

$$IB = 23024.6334 \times (2.4)/100$$

$$IB = \underline{552.59}$$

Cabe aclarar que siendo una bonificación se restará al momento del cálculo del total a pagar.

2.2.4 Calculo del importe total de la facturación

El importe total que expide la CFE, se obtiene sumando los conceptos anteriores y sumando cargos de un 11% de IVA así como un 5% por derecho de alumbrado público, a continuación un ejemplo del cálculo del total del importe:

Ejemplo 6: Tomando los resultados obtenidos de los datos de la facturación correspondientes al mes de Septiembre de 2011:

Conceptos	Importe\$
Energía	\$16100.39
Demanda Facturable	<u>\$6472.78</u>
	\$22573.17
2% Baja Tensión	<u>\$451.46</u>
	\$23024.63
Bonificación Factor de Potencia	<u>-\$552.59</u>
Subtotal	\$22472.04

Al subtotal se le aplica un 11% de IVA.

$$11\% \text{IVA} = (22472.04) (11)/100$$

$$11\% \text{IVA} = \$2471.92$$

Subtotal	\$22472.04
11%IVA	<u>\$2471.92</u>
Facturación del Periodo	\$24943.96

El derecho de Alumbrado Público del 5% se obtiene de igual manera con el subtotal.

$$5\% = (22472.04) (5)/100$$

$$5\% = \$1123.60$$

Derecho de Alumbrado Público 5%	\$1123.60
---------------------------------	-----------

Facturación del Periodo	\$24943.96
Derecho de Alumbrado Público 5%	\$1123.60
Adeudo anterior	\$28152.85
Su Pago	<u>-\$28152.00</u>
Total	\$26068.41

Al sumar la Facturación del Periodo y el Derecho de Alumbrado Público nos da el total a pagar sin embargo hay que tomar en cuenta también una fracción del adeudo anterior, en este caso fue de \$0.85, debido a esto el resultado Total a pagar es de \$26068.41 correspondiente al mes de Septiembre de 2011.

El consumo y la demanda en las oficinas de la SAGARPA muestran comportamientos dentro del rango correcto para la tarifa con la que cuentan, por lo que un cambio de tarifa para mejorarlos se descarta, mantienen un factor de potencia favorable y las bonificaciones ayudan al momento de la facturación; debido a esto no es necesario corregirlo; los cargos agregados a la facturación son los correctos y no se detectan anomalías que influyan en un mal cálculo de los costos.

2.3 Censo de cargas instaladas en la SAGARPA

El censo de las cargas instaladas, se realizó con un recorrido por las diferentes oficinas y áreas de la SAGARPA, en donde se fueron anotando las potencias (W) de los equipos eléctricos, aires acondicionados, iluminación, etc. Con el censo de las cargas instaladas, tal como se muestra en la Tabla 2.2, se podrá conocer la demanda que existe en Las oficinas de la SAGARPA.

Tabla 2.2. Censo de las cargas instaladas en las oficinas de la SAGARPA

FIDEICOMISO DE RIESGO COMPARTIDO				
AREA	CARGAS	POTENCIA(W)	CANTIDAD	TOTAL(W)
GERENCIA FIRCO	MINISPLIT CARRIER 36000Btu/h	3,769.0	1	3,769.0
	LAMPARA PHILIPS + 15%	39.0	8	358.8
	MONITOR	35.0	1	35.0
	CPU	450.0	1	450.0
	IMPRESORA HP	320.0	1	320.0
SALA DE JUNTAS	MINISPLIT SAMSUNG BIOTECH PLUS 32000Btu/h	3,200.0	1	3,200.0
	A.A TIPO VENTANA YORK 24014.3 Btu/h	2,332.8	1	2,332.8
	A.A TIPO VENTANA YORK 24014.3 Btu/h	2,332.8	1	2,332.8
	LAMPARA PHILIPS + 15%	39.0	10	448.5
	CAFETERA TURMIX	368.0	1	368.0
ADMINISTRACION	MINISPLIT CARRIER 36000Btu/h	3,769.0	1	3,769.0
	LAMPARA PHILIPS + 15%	39.0	8	358.8
	MONITOR	35.0	2	70.0
	CPU	450.0	2	900.0
	IMPRESORA HP	320.0	1	320.0
AREA DE TRABAJO FIRCO	MINISPLIT SAMSUNG BIOTECH PLUS 32000Btu/h	3,200.0	1	3,200.0
	MINISPLIT CARRIER 36000Btu/h	3,769.0	1	3,769.0
	A.A TIPO VENTANA YORK 24014.3 Btu/h	2,332.8	1	2,332.8
	LAMPARA PHILIPS + 15%	39.0	32	1,435.2
	MONITOR	35.0	12	420.0
	CPU	450.0	12	5,400.0
	MULTIFUNCIONAL KYOCERA KM-3050	1,380.0	1	1,380.0
	IMPRESORA HP	320.0	2	640.0

EDIFICIO B PLANTA BAJA				
AREA	CARGAS	POTENCIA(W)	CANTIDAD	TOTAL(W)
DELEGADO	A.A TIPO VENTANA MIRAGE	2,100.0	1	2,100.0
	LAMPARA PHILIPS + 15%	39.0	8	358.8
	MONITOR	35.0	1	35.0
	CPU	450.0	1	450.0
SECRETARIA DELEGADO	A.A TIPO VENTANA YORK 24014.3 Btu/h	2,332.8	1	2,332.8
	LAMPARA PHILIPS + 15%	39.0	2	89.7
	MONITOR	35.0	1	35.0
	CPU	450.0	1	450.0
	CAFETERA TURMIX	368.0	1	368.0
SUBDELEGADO	A.A TIPO VENTANA YORK 24014.3 Btu/h	2,332.8	1	2,332.8
	LAMPARA PHILIPS + 15%	39.0	4	179.4
	MONITOR	35.0	1	35.0
	CPU	450.0	1	450.0
RECURSOS HUMANOS	A.A TIPO VENTANA MIRAGE	2,100.0	1	2,100.0
	LAMPARA PHILIPS + 15%	39.0	2	89.7
	MONITOR	35.0	1	35.0
	CPU	450.0	1	450.0
AUXILIAR	A.A TIPO VENTANA YORK 24014.3 Btu/h	2,332.8	1	2,332.8
	LAMPARA PHILIPS + 15%	39.0	2	89.7
	MONITOR	35.0	1	35.0
	CPU	450.0	1	450.0
AREA DE TRABAJO B	MINISPLIT BRYANT 56000 Btu	3,750.0	2	7,500.0
	A.A TIPO VENTANA YORK 24014.3 Btu/h	2,332.8	1	2,332.8
	LAMPARA PHILIPS + 15%	39.0	40	1,794.0
	MONITOR	35.0	21	735.0
	CPU	450.0	21	9,450.0
	MULTIFUNCIONAL KYOCERA 420i	1,380.0	1	1,380.0
	IMPRESORA HP	320.0	5	1,600.0
			SUBTOTAL	39,590.5
PESCA				
AREA	CARGAS	POTENCIA(W)	CANTIDAD	TOTAL(W)
PESCA	MINISPLIT BRYANT 56000 Btu	3,750.0	2	7,500.0
	MINISPLIT LG 36000 Btu/h	3,750.0	1	3,750.0
	LAMPARA PHILIPS + 15%	39.0	32	1,435.2
	MULTIFUNCIONAL KYOCERA 420i	1,380.0	1	1,380.0
	MONITOR	35.0	11	385.0
	CPU	450.0	11	4,950.0
	CAFETERA PHILIPS	742.0	1	742.0
	IMPRESORA HP	320.0	3	960.0
SUBDELEGADO PESCA	MINISPLIT MIRAGE 26000 Btu/h	2,000.0	1	2,000.0
	LAMPARA PHILIPS + 15%	39.0	8	358.8
	MONITOR	35.0	1	35.0
	CPU	450.0	1	450.0
			SUBTOTAL	23,946.0

EDIFICIO C PLANTA BAJA				
AREA	CARGAS	POTENCIA(W)	CANTIDAD	TOTAL(W)
COMEDOR	A.A TIPO VENTANA MIRAGE	2,100.0	1	2,100.0
	LAMPARA PHILIPS + 15%	39.0	4	179.4
	HORNO DE MICROONDAS LG	950.0	1	950.0
	CAFETERA	368.0	1	368.0
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA BAJA	MINISPLIT BRYANT 56000 Btu	3,750.0	2	7,500.0
	A.A TIPO VENTANA SAMNSUNG 32000Btu/h	3,200.0	1	3,200.0
	LAMPARA PHILIPS + 15%	28.0	18	807.3
	MONITOR	35.0	18	630.0
	CPU	450.0	18	8,100.0
	MULTIFUNCIONAL KYOCERA 420i	1,380.0	1	1,380.0
	IMPRESORA HP	320.0	2	640.0
JEFE C	A.A TIPO VENTANA MIRAGE 20000 Btu/h	2,100.0	1	2,100.0
	LAMPARA PHILIPS + 15%	39.0	4	179.4
	MONITOR	35.0	1	35.0
	CPU	450.0	1	450.0
	IMPRESORA HP	320.0	2	640.0
			SUBTOTAL	29,259.1
EDIFICIO C PLANTA ALTA				
AREA	CARGAS	POTENCIA(W)	CANTIDAD	TOTAL(W)
CUBICULOS A Y B	A.A TIPO VENTANA CARRIER	3,200.0	1	3,200.0
	LAMPARA PHILIPS + 15%	39.0	6	269.1
	MONITOR	35.0	3	105.0
	CPU	450.0	3	1,350.0
	IMPRESORA HP	320.0	1	320.0
AREA DE TRABAJO C	A.A TIPO VENTANA YORK 24014.3 Btu/h	2,332.8	1	2,332.8
	A.A TIPO VENTANA SAMNSUNG 32000Btu/h	3,200.0	1	3,200.0
	A.A TIPO VENTANA CARRIER	3,200.0	1	3,200.0
	LAMPARA PHILIPS + 15%	39.0	18	807.3
	MULTIFUNCIONAL KYOCERA 420i	1,380.0	1	1,380.0
	MONITOR	35.0	8	280.0
	CPU	450.0	8	3,600.0
	IMPRESORA HP	320.0	2	640.0
DIRECTOR	A.A TIPO VENTANA YORK 24014.3 Btu/h	2,332.8	1	2,332.8
	LAMPARA PHILIPS + 15%	39.0	6	269.1
	MONITOR	35.0	1	35.0
	CPU	450.0	1	450.0
	IMPRESORA HP	320.0	1	320.0
			SUBTOTAL	24,091.1

BAÑOS				
AREA	CARGAS	POTENCIA(W)	CANTIDAD	TOTAL(W)
BAÑOS PLANTA ALTA	LAMPARA TECNOLITE	23	4	92
BAÑOS PLANTA BAJA	LAMPARA TECNOLITE	23	4	92
			SUBTOTAL	184
PASILLOS				
AREA	CARGAS	POTENCIA(W)	CANTIDAD	TOTAL(W)
PASILLO PLANTA BAJA	LAMPARA PHILIPS	18	4	72
	LAMPARA FULGOR	20	1	20
	LAMPARA PHILIPS	20	1	20
	LAMPARA PLUS-LIGHTING	22	2	44
	LAMPARA PHILIPS	22	4	88
PASILLO PLANTA ALTA	LAMPARA GENERAL ELECTRIC	10	1	10
	LAMPARA PLUS-LIGHTING	13	1	13
	LAMPARA PHILIPS	22	4	88
			SUBTOTAL	355

TOTAL 155,035.4 W

TOTAL 155.0354 kW

2.4 Conclusiones

Las oficinas de la SAGARPA cuentan con una demanda contratada de 150 kW y un total real de 155 kW instalados en sus oficinas, de los cuales 82kW corresponden al sistema de aire acondicionado, es decir 52.9%.

Cabe mencionar que aunque la demanda total es de 155 kW, no quiere decir que esta demanda se presente en una jornada laboral, ya que los equipos instalados difícilmente se encontrarán encendidos todos a la vez.

Se propone el cambio de los equipos instalados por otros más eficientes y de la capacidad adecuada lo cual permitiría reducir el consumo y por ende la demanda, consiguiendo un ahorro sin tener que afectar el confort de los ocupantes.

El porcentaje de cargas instaladas en cada una de las oficinas se aprecia mejor en la Figura 2.12, en base a esto nos podemos enfocar en las áreas con mayor porcentaje, para así determinar una manera de reducir el consumo eléctrico en donde sea necesario, las áreas con mayor porcentaje corresponden al Área de trabajo C (alta) 10%, Agronegocios 12%, Pesca 14%, Área de trabajo C 14% y el Área de trabajo B con 16%.

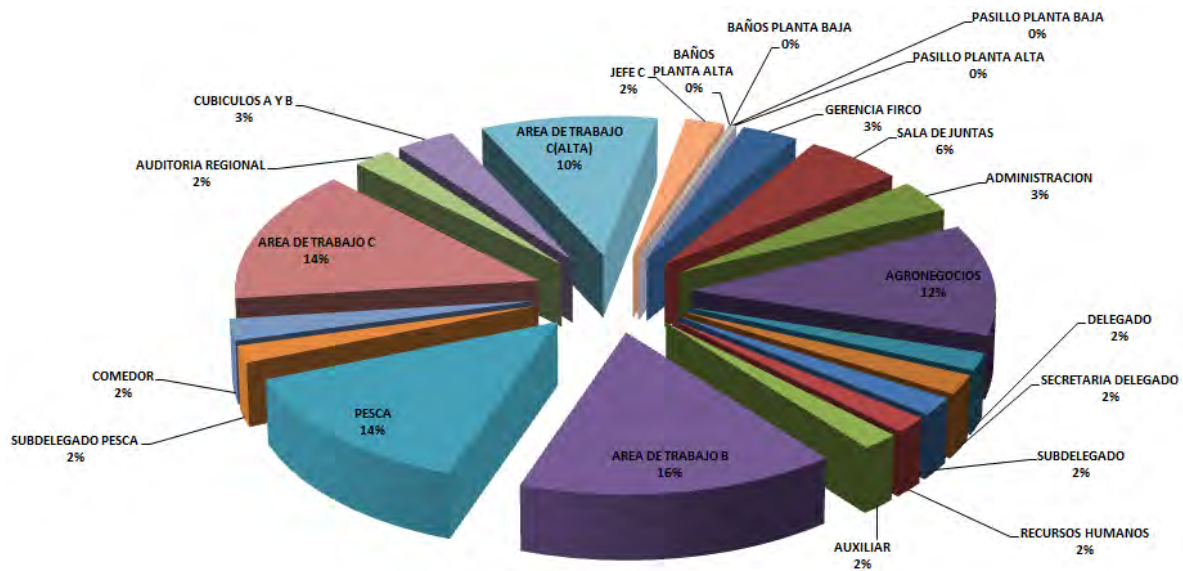


Fig. 2.13: Grafica del porcentaje de cargas conectadas en la SAGARPA.

El identificar qué áreas son las que representan mayor consumo, permite determinar si su costo de operación es justificable de acuerdo a lo que está realizando y conocer que tan eficientemente se está utilizando la energía.

Como ya habíamos mencionado antes el mayor porcentaje de cargas se encuentra en los aires acondicionados con una carga de 82 kW, sistema del cual se vislumbra gran cantidad de ahorro; el sistema de iluminación abarca aproximadamente el 6% del total, ambos sistemas sustituyéndolos por equipos de mayor eficiencia, generarían ahorros que beneficiarían consumo y demanda.

CAPITULO III.SISTEMA DE ILUMINACION

INTRODUCCIÓN

El objetivo de diseñar ambientes de trabajo adecuados para la visión no es proporcionar simplemente luz, sino permitir que las personas reconozcan sin error lo que ven, en un tiempo adecuado y sin fatigarse ya que el 80% de la información requerida para llevar a cabo un trabajo se adquiere por medio de la vista.

Los factores fundamentales que se deben tener en cuenta al realizar el diseño de una instalación son los siguientes:

Iluminancias requeridas (niveles de flujo luminoso (lux) que inciden en una superficie)

Uniformidad de la repartición de las iluminancias.

Limitación de deslumbramiento

Limitación del contraste de luminancias.

Color de la luz y la reproducción cromática

Selección del tipo de iluminación, de las fuentes de luz y de las luminarias.

Por lo tanto es importante tener en cuenta la cantidad y calidad de luz necesaria, siempre en función de la dependencia que se va a iluminar y de la actividad que en ella se realizará.

Con la iluminación se pretende, en primer lugar conseguir un nivel de iluminación o iluminancia, adecuada al uso que se quiere dar al espacio iluminado, nivel que dependerá de la tarea que los usuarios hayan de realizar.

Analizar los sistemas de iluminación instalados, permite conocer si estos cumplen con los lúmenes mínimos requeridos para poder realizar las actividades que se llevan a cabo en el área instalada, en caso de no cumplir con los lúmenes mínimos necesarios, permite proponer sistemas de iluminación que cumplan con la iluminancia y que tengan un menor consumo de energía.

3.1 Censo de cargas de iluminación

Precisar si la distribución de los sistemas de alumbrado es la adecuada para las diferentes áreas de la edificación permite realizar cambios pertinentes que proporcionen mayor iluminación con menor consumo de energía.

Como paso inicial se realizó el censo de las cargas de alumbrado con lo cual se obtuvo la carga total instalada, así como el número y tipos de lámparas empleadas en el inmueble. La Tabla 3.1 muestra el resultado del censo de cargas de iluminación. Dentro de los equipos de iluminación, se tienen instalados en su gran mayoría lámparas de 39 W de la marca Philips, el resto son de igual marca pero de 28 W, de estas lámparas solo tienen 18, y la luminaria de los pasillos que cuenta con lámparas de 10W, 13W, 18W, 20W y 22W de marcas variadas, el censo de luminarias se observa a continuación en la tabla.

Tabla 3.1. Censo de luminarias instaladas en las oficinas de la SAGARPA

FIDEICOMISO DE RIEGO COMPARTIDO				
AREA	LUMINARIA	POTENCIA(W)	CANTIDAD	TOTAL
GERENCIA FIRCO	LAMPARA PHILIPS + 15%	39	8	358.8
SALA DE JUNTAS	LAMPARA PHILIPS + 15%	39	10	448.5
ADMINISTRACION	LAMPARA PHILIPS + 15%	39	8	358.8
AGRONEGOCIOS	LAMPARA PHILIPS + 15%	39	32	1,435.2
			SUBTOTAL	2,601.3
EDIFICIO B PLANTA BAJA				
AREA	LUMINARIA	POTENCIA(W)	CANTIDAD	TOTAL
DELEGADO	LAMPARA PHILIPS + 15%	39	8	358.8
SECRETARIA DELEGADO	LAMPARA PHILIPS + 15%	39	2	89.7
SUBDELEGADO	LAMPARA PHILIPS + 15%	39	4	179.4
RECURSOS HUMANOS	LAMPARA PHILIPS + 15%	39	2	89.7
AUXILIAR	LAMPARA PHILIPS + 15%	39	2	89.7
AREA DE TRABAJO B	LAMPARA PHILIPS + 15%	39	40	1,794.0
			SUBTOTAL	2,601.3
PESCA				
AREA	LUMINARIA	POTENCIA(W)	CANTIDAD	TOTAL
PESCA	LAMPARA PHILIPS + 15%	39	32	1,435.2
SUBDELEGADO PESCA	LAMPARA PHILIPS + 15%	39	8	358.8
			SUBTOTAL	1,794.0

EDIFICIO C PLANTA BAJA				
AREA	LUMINARIA	POTENCIA(W)	CANTIDAD	TOTAL
COMEDOR	LAMPARA PHILIPS + 15%	39	4	179.4
AREA DE TRABAJO C	LAMPARA PHILIPS + 15%	28	18	579.6
AUDITORIA REGIONAL	LAMPARA PHILIPS + 15%	39	4	179.4
			SUBTOTAL	938.4

EDIFICIO C PLANTA ALTA				
AREA	LUMINARIA	POTENCIA(W)	CANTIDAD	TOTAL
CUBICULOS A Y B	LAMPARA PHILIPS + 15%	39	6	269.1
AREA DE TRABAJO C	LAMPARA PHILIPS + 15%	28	18	579.6
JEFE C	LAMPARA PHILIPS + 15%	39	6	269.1
			SUBTOTAL	938.4

BAÑOS				
AREA	LUMINARIA	POTENCIA(W)	CANTIDAD	TOTAL(W)
BAÑOS PLANTA ALTA	LAMPARA TECNOLITE	23	4	92.0
BAÑOS PLANTA BAJA	LAMPARA TECNOLITE	23	4	92.0
			SUBTOTAL	184.0

PASILLOS				
AREA	LUMINARIA	POTENCIA(W)	CANTIDAD	TOTAL(W)
	LAMPARA PHILIPS	18	4	72.0
	LAMPARA FULGOR	20	1	20.0
PASILLO PLANTA BAJA	LAMPARA PHILIPS	20	1	20.0
	LAMPARA PLUS-LIGHTING	22	2	44.0
	LAMPARA PHILIPS	22	4	88.0
	LAMPARA GENERAL ELECTRIC	10	1	10.0
PASILLO PLANTA ALTA	LAMPARA PLUS-LIGHTING	13	1	13.0
	LAMPARA PHILIPS	22	4	88.0
			SUBTOTAL	355.0

TOTAL 9,819.5 W

TOTAL 9.8195 kW

El sistema de iluminación existente representa un 6% del total de la carga instalada en las instalaciones de la SAGARPA, con un total de 9.8 kW. Con la finalidad de visualizar mejor la potencia total de iluminación, en la Figura 3.1 se observa de manera gráfica el porcentaje que ocupa cada una de las áreas.

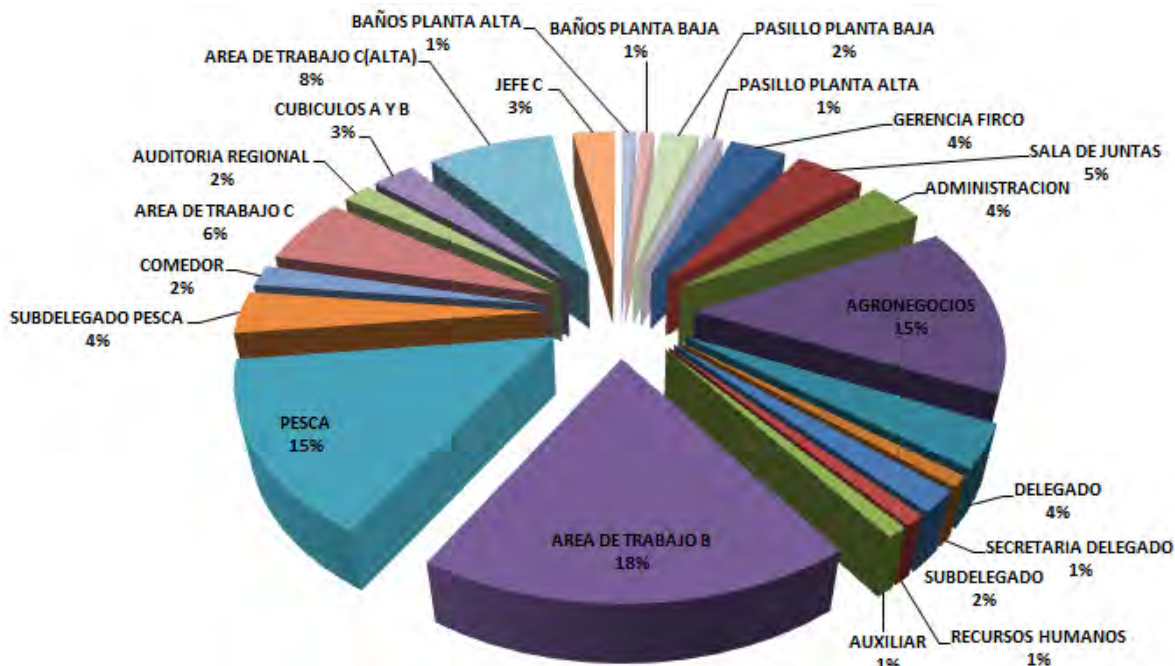


Fig. 3.1.- Porcentaje de luminarias existentes en las oficinas de la SAGARPA

La gráfica muestra como el 18% de la luminaria pertenece a el Área de trabajo B, seguido de Pesca y Agronegocios (área de trabajo firco) con 15% cada una, y el Área de trabajo C (alta) con un 8%, recordemos que estas mismas áreas cuentan con un alto consumo por cargas conectadas, lo cual remarca que dentro de estas áreas de trabajo es donde debemos trabajar para encontrar ahorros de energía; en el sistema de iluminación el cambio de luminaria por equipos más eficientes sería una opción viable para reducir el consumo.

3.2 Nivel de iluminación

Cuando se trabaja bajo la luz artificial de forma permanente, al no apreciar el paso de las horas, nuestro cuerpo no regula correctamente sus biorritmos y se fatiga de un modo más intenso. Se puede hablar de bienestar visual cuando “observamos objetos o realizamos tareas visuales sin molestias ni fatiga gracias a la adecuada combinación de calidad y cantidad de iluminación”.

Al establecer los niveles de iluminación, debe tenerse en cuenta que el flujo luminoso emitido por las lámparas decrece con el tiempo, no solo en función de su promedio de vida, sino también a causa del depósito de polvo y suciedad que tienen lugar sobre ellas.

Una buena iluminación permite una mejor concentración y reduce accidentes de trabajo; sin embargo no basta con establecer un buen nivel de iluminación, además se debe tratar de obtener una correcta distribución de la luz.

La elección del nivel de iluminación es fundamental para obtener una buena visión, la NOM-025-STPS-2008 define niveles de iluminación aconsejables que deben presentarse en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o área de trabajo, [8-10] en la Tabla 3.2 se muestran a continuación.

Tabla 3.2. Niveles mínimos de iluminación

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Area de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> • de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; • exactas y muy prolongadas, y • muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño. 	2,000

3.3 Legislación Energética NOM 028-2010

El entorno energético nacional e internacional juega un rol importante en la conservación de nuestros recursos naturales y en el cuidado del medio ambiente.

México no es ajeno a las tendencias internacionales enfocadas a la conservación del medio ambiente y a salvaguardar los recursos naturales a través de una transformación de sus legisladores y políticas en pro de la eficiencia energética.

Durante el 2010, la Comisión para el Uso Eficiente de la Energía Eléctrica (CONUEE), lidero un proceso en conjunto con la industria de la iluminación para definir la Norma Oficial Mexicana NOM-028-ENER-2010 la cual regula la eficiencia energética de fuentes luminosas para uso general, sus límites y métodos de prueba. Las tecnologías prohibidas aparecen en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Tecnologías prohibidas y vigencia

2011	2012	2013	2014
Todas las lámparas fluorescentes lineales T12 convencionales	Las lámparas incandescentes de 100W o superiores con un eficacia inferior a los 15.53 lúmenes por watt	Las lámparas incandescentes de 75W o superiores con una eficacia inferior a los 14.86 lúmenes por watt	Las lámparas incandescentes de 60W y 40W o superiores con una eficacia inferior a los 13.09 y 14,00 lúmenes por watt respectivamente

Con base en esto buscamos sustitutos a las lámparas utilizadas en la SAGARPA las cuales en su gran mayoría son lámparas fluorescentes T12 convencionales, la Tabla 3.4. muestra la selección de la luminaria sustituta idónea.

Tabla 3.4. Selección de luminaria sustituta

Lámpara prohibida	Sustituto 1 BUENO	Sustituto 2 MEJOR	Sustituto 3 EXCELENTE
Fluorescente lineal T12 39W	Fluorescente lineal T12 30W	Fluorescente lineal T8 28W	Fluorescente lineal T5 25W

3.4 Cálculo para la iluminación de interiores

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

Llamando:

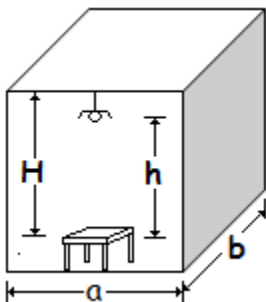
E iluminación Media que se proyecta realizar (en lux);

Φ (Léase F_i), flujo luminoso total emitido exclusivamente por las lámparas para obtener la iluminación deseada (en lúmenes);

S superficie total del local que se proyecta iluminar (en m^2);

u factor de utilización, obtenido experimentalmente en locales normalizados, utilizando luminarias de características fotométricas similares a las que se piensa emplear. Dicho factor depende: del sistema de iluminación, de las características de la luminaria, del índice K del local, del factor de reflexión de techo y paredes (*). El factor de utilización lo proporcionan unas tablas destinadas al efecto como se muestra en la tabla 3.6. Consúltense los fabricantes.





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



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

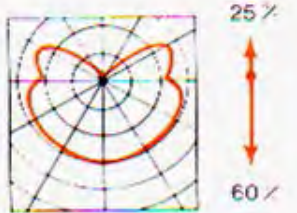

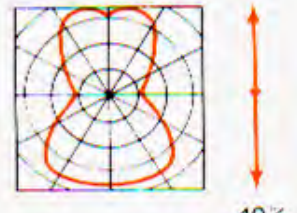



m *factor de mantenimiento*: tiene en cuenta la depreciación de las características fotométricas de las luminarias y el envejecimiento de las lámparas. Varía según las condiciones ambientales y la forma como se efectúa el mantenimiento. La Tabla 3.3 indica los valores apropiados para aparatos de uso corriente.

Tabla 3.3. Factor de mantenimiento para cada tipo de luminaria

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

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

Tabla 3.4. Factor de utilización (u) de algunas luminarias

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

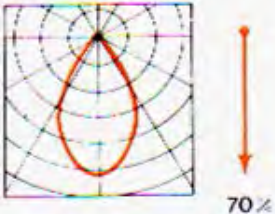

directa	reflectores de haz medio	0.5 ÷ 0.7	0.35	0.32	0.30	0.35	0.32	0.30	0.32	0.30
		0.7 ÷ 0.9	0.43	0.39	0.37	0.42	0.39	0.37	0.39	0.37
		0.9 ÷ 1.10	0.48	0.45	0.42	0.47	0.44	0.42	0.43	0.41
		1.10 ÷ 1.40	0.53	0.50	0.47	0.52	0.49	0.47	0.48	0.46
		1.40 ÷ 1.75	0.57	0.53	0.50	0.55	0.52	0.50	0.52	0.50
		1.75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

Tabla 3.5. Poder reflectante de los materiales y de las superficies

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

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

3.4.1 Metodología del cálculo del método de flujo total, en la oficina de gerencia planta alta edificio b con lámpara marca Phillips.

Definición de las características del local.

Dimensiones:

Ancho(a): 5.39 m

Profundidad (b): 4.72 m

Altura del techo (h): 1.97 m

Colores: pared amarillo claro; techo blanco.

Sistema de iluminación: semidirecta

Datos a determinar o calcular

1. Nivel de Iluminación: $E=350$ lux

2. Superficie del local

Entonces el área total de la superficie es: $S = 5.39\text{m} \times 4.72\text{m} = 25.44\text{m}^2$

3. Índice del local: asumiendo que se va a utilizar una luminaria suspendida del techo, y que el plano de trabajo está a 0.90m del suelo, la altura h a considerar será de 1.97 m. por consiguiente tratándose de una iluminación semidirecta, tendremos:

8. Tipo de mantenimiento previsto: medio =0.70 (ver tabla 3.3)

9. Flujo

total:

Ya que las luminarias T12 entran como tecnologías prohibidas se propone entonces sustituir todas estas lámparas por T5.

La Tabla 3.6 muestra un ahorro de cerca del 50% utilizando lámparas T5; aunque el costo inicial será mayor debido a que se tiene que sustituir los gabinetes completos, a la larga el ahorro será mucho mayor.

3.5 Conclusiones

Debido a que un cambio en el número de luminarias y su reubicación en las instalaciones es poco factible porque implica una sustancial inversión por adecuaciones en la obra civil, se recomienda cambiar todas las lámparas T12 de 39 W por lámparas T5 de 25 W ya que esto proporcionaría mejores condiciones de confort lumínico y permitiría lograr un considerable ahorro de energía y disminución de la demanda en cuanto a iluminación. Se tiene en total 194 luminarias T12 de 39 W las cuales si se sustituyen por luminarias T5 de 25 W y considerando un 15% de energía adicional por el consumo del balastro, se obtiene un ahorro de energía el cual se muestra en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7 Calculo del ahorro al cambiar luminarias T12 por T5

Luminarias	W	Watts totales	Balastro 15%	Hrs / día	kW-hr / día	kW-hr / mes	\$/kW-hr	\$/mes	Ahorro \$/mes	Ahorro kW-hr/mes
194	39	7,566	8,700.90	10	87.009	1,914.20	1.1509	\$2,203.05		
194	25	4,850	5,577.50	10	55.775	1227.05	1.1509	\$1,412.21		
Diferencia	14	2,716			31.234	687.148			\$790.84	687.148
								Ahorro Anual	\$9,490.06	8,245.78

Con el cambio sugerido de luminarias se obtiene una reducción de 2.71 kW en demanda y un ahorro de la energía de 687.48 kW-hr. Y con esto también se mejoran las condiciones de iluminación para el personal que labora en el inmueble. Cabe mencionar que el resto de las luminarias de 10, 13, 18, 20 y 22 W que se emplean en diversas áreas de los pasillo por ser ahorradoras no se recomienda el cambio, mas sin embargo, es deseable que se les de mantenimiento periódicamente a fin de alargar su vida útil.

Sin embargo, si la dependencia está en la disposición de invertir y cuenta con los recursos financieros para adecuar las instalaciones (obra civil y cambios en la instalación eléctrica como sustitución de conductores, dispositivos de protección, diámetro de tuberías, etc.) a fin de emplear el número adecuado de luminarias en cada área, en la Tabla 3.8 se presenta la información acerca de la luminaria requerida.

Tabla 3.8 Calculo de luminaria requerida utilizando el método de Flujo total

Lugar	Nivel de ilum lx. (E)	Area superficie (S)			Altura (h)	Índice del local (k)	Coef. de reflexion			Tipo de mnto.	Flujo total lm ϕ	Número de lamparas (n)	
		a	b	s			Techo	Pared	u			T12 ^ϕ L=2200	T5 ^ϕ L=2651
GERENCIA FIRCO	300	5.39	4.72	25.44	1.97	1.277	75	50	0.4	0.7	27,258	12	10
SALA DE JUNTAS	300	6.12	4.72	28.89	1.97	1.353	75	50	0.4	0.7	30,950	14	12
ADMINISTRACION	300	6	4.97	29.82	1.97	1.380	75	50	0.4	0.7	31,950	15	12
AGRONEGOCIOS	300	25.29	6.7	169.44	1.97	2.689	75	50	0.5	0.7	145,237	66	55
DELEGADO	300	7.25	4.28	31.03	1.97	1.366	75	50	0.4	0.7	33,246	15	13
SECRETARIA DELEGADO	300	2.52	4.28	10.79	1.97	0.805	75	50	0.32	0.7	14,445	7	5
SUBDELEGADO	300	3.1	4.28	13.27	1.97	0.913	75	50	0.37	0.7	15,368	7	6
RECURSOS HUMANOS	300	2.83	4.28	12.11	1.97	0.865	75	50	0.32	0.7	16,222	7	6
AUXILIAR	300	2.77	4.28	11.86	1.97	0.854	75	50	0.32	0.7	15,878	7	6
AREA DE TRABAJO B	300	44	4.2	184.80	1.97	1.946	75	50	0.46	0.7	172,174	78	65
PESCA	300	28	3.76	105.28	1.97	1.683	75	50	0.42	0.7	107,429	49	41
SUBDELEGADO PESCA	300	5.05	3.3	16.67	1.97	1.013	75	50	0.37	0.7	19,303	9	7
COMEDOR	300	2.05	5.18	10.62	1.97	0.746	75	50	0.32	0.7	14,222	6	5
AREA DE TRABAJO C	300	9	10.45	94.05	1.97	2.455	75	50	0.5	0.7	80,614	37	30
AUDITORIA REGIONAL	300	6.88	3.3	22.70	1.97	1.132	75	50	0.4	0.7	24,326	11	9
CUBICULOS A Y B	300	2.6	7.35	19.11	1.97	0.975	75	50	0.37	0.7	22,135	10	8
AREA DE TRABAJO C	300	10.64	9	95.76	1.97	2.475	75	50	0.5	0.7	82,080	37	31
JEFE C	300	7.39	3.34	24.68	1.97	1.168	75	50	0.4	0.7	26,446	12	10

CAPITULO IV. DETERMINACION DEL BALANCE ENERGETICO

INTRODUCCIÓN

El cálculo del balance energético, surge de la necesidad de implementar medidas sustanciales que impacten directa e indirectamente en el consumo de la facturación eléctrica, por ejemplo; mejorar el diseño térmico o el cambio de equipos de acondicionamiento de aire, por unos más eficientes para así lograr la comodidad de sus ocupantes con el mínimo consumo de energía.

Desde el punto de vista del análisis del comportamiento térmico de la envolvente se pueden obtener como beneficios, entre otros, el ahorro de energía por la disminución de la capacidad de los equipos de enfriamiento en base a la NOM-008-ENER-01 para la determinación de las cargas térmicas en la envolvente, así como la metodología de Miranda (2004) para determinar las demás cargas térmicas derivadas por otros conceptos, tales como cargas térmicas por infiltración, por personas, por iluminación, por equipo eléctrico que genera calor, etc.

De esta manera, se podrá resolver y satisfacer las necesidades de la institución, garantizando un servicio óptimo y minimizando costos.

4.1 Determinación de las condiciones generales

Edificio

Oficinas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación.

En el Apéndice I se muestra un plano esquemático del mismo.

Localización

Las oficinas se encuentran ubicadas en la carretera Chetumal-Bacalar Km. 3.5, vivero de los mangos C.P. 77040, Chetumal Quintana Roo.

Con las siguientes referencias:

Tabla 4.1. Referencias de la Ciudad de Chetumal

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

4.1.1 Condiciones exteriores

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

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

4.1.2 Condiciones interiores.

Las condiciones recomendadas para diseñar en verano son las que contempla la NOM-008-ENER-2001, de 24°C de temperatura interior de un edificio, la cual es de referencia para el cálculo de la ganancia de calor por conducción y radiación, y según Miranda, se recomienda una humedad relativa del 50 al 60 %, para fines de cálculo da ganancia de calor por infiltraciones.

4.1.3 Consideraciones de diseño

Datos del edificio

Tabla 4.2. Materiales del muro

	l	λ
Material	Espesor (m) L	Conductividad T.
Block, cemento y arena	.15	.99

Tabla 4.3. Materiales de la ventana

	l	λ
Material	Espesor (m) L	Conductividad T.
Vidrio	.05	.93

Tabla 4.4. Materiales del techo

	l	λ
Material	Espesor (m) L	Conductividad T.
Concreto armado	.05	.63
Vigueta y bovedilla	.25	.99
Aplanado interior de mortero	.015	.721

4.2 Descripción de la NORMA Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 "Eficiencia Energética en Edificaciones, Envolvente de Edificios no Residenciales"

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.2.1 Cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado

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

$$Q_p = Q_{pc} + Q_{ps}$$

En donde:

- Qp es la ganancia de calor del edificio proyectado, en W;
- Qpc es la ganancia de calor por conducción a través de las partes opacas y transparentes de la envolvente del edificio proyectado, en W;
- Qps 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:

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

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.

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

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

En donde:

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

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

K es el coeficiente global de transferencia de calor de cada porción, determinado según el Apéndice B de la NOM-008-ENER-2001, en W/m²K;

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

t_{ei} es el valor de la temperatura equivalente promedio, para la orientación *i*, determinada según las Tablas del Apéndice A de la NOM-008-ENER-2001 (Apéndice J), en °C;

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

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

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:

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

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:

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

En donde:

Q_{psi} es la ganancia de calor por radiación solar a través de las porciones transparentes de la envolvente del edificio proyectado, en W;

j son las diferentes porciones transparentes que forman la parte de la componente de la envolvente. Cada porción tendrá un coeficiente de sombreado, un factor de ganancia de calor solar y un factor de corrección por sombreado exterior.

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

CS_j es el coeficiente de sombreado del vidrio de cada porción transparente, según la especificación del fabricante, con valor adimensional entre cero y uno;

FG_j es la ganancia de calor solar por orientación, determinada según determinada según las Tablas del Apéndice A de la NOM-008-ENER-2001 (Apéndice J), en W/m²;

SE_{ij} es el factor de corrección por sombreado exterior para cada porción transparente, determinado de acuerdo a las tablas 2,3, 4 y 5 según corresponda, localizadas en el Apéndice A de la NOM-008-ENER-2001 (Apéndice K), con valor adimensional entre cero y uno.

4.2.2 Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor

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

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

En donde:

- K es el coeficiente global de transferencia de calor de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en W/m² K;
- M es el aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en m² K/W.
- B.1 Aislamiento Térmico total de las porciones de la envolvente de un edificio formado por capas homogéneas, y perpendiculares al flujo de calor, deben de calcularse con la siguiente ecuación:

$$M = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{l_n}{\lambda_n} \quad (\text{B.2})$$

En donde:

- M es el aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en m² K/W.
- h_i es la conductancia superficial interior, en W/m² K. Su valor es 8.1 para superficies verticales, 9.4 para superficies horizontales con flujo de calor hacia arriba (del piso hacia el aire interior o del aire interior hacia el techo), y 6.6 para superficies horizontales con flujo de calor hacia abajo (del techo al aire interior o del aire interior al piso).
- h_e es la conductancia superficial exterior, y es igual a 13 W/m² K;
- n es el número de capas que forman la porción de la envolvente del edificio;
- l es el espesor de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente del edificio, en m;
- k es el coeficiente de conductividad térmica de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente del edificio, en W/m K.

B.2 Aislamiento térmico total de porciones formadas por capas homogéneas y capas no homogéneas.

4.2.3 Orientación

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

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

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

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

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

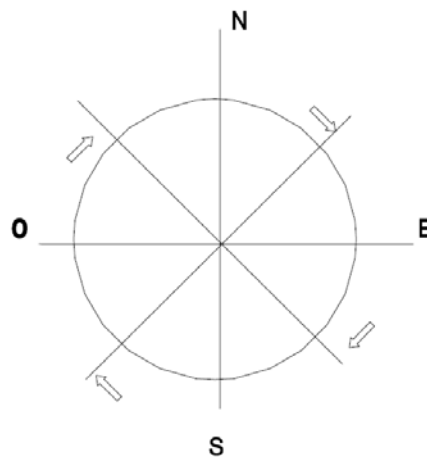


Fig. 4.1 Representación de las orientaciones (NOM-008-ENER-2001).

En los Apéndices A y B se muestran los resultados correspondientes a esta metodología en lo que respecta a ganancias de calor por conducción y radiación.

4.3 Metodología del cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, con base a la NOM-008-ENER-2001.

La metodología del cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, con base a la NOM-008-ENER-2001, consistió en seleccionar un área, espacio u oficina de a SAGARPA, que contara con el mayor número de datos, tales como: muros, puertas y ventanas; y que estos tuvieran la incidencia del sol. Se determinó como modelo para realizar la metodología, la oficina de la gerencia ubicada en la planta alta del edificio b perteneciente al área de FIRCO.

4.3.1 Ganancia de calor por conducción

Lo que respecta a la metodología de las ganancias de calor por conducción en la oficina de la presidenta del Sistema DIF Othón P. Blanco, se tienen las siguientes:

- Ganancia del techo
- Ganancia del muro orientación este
- Ganancia del muro orientación sur
- Ganancia de la ventana orientación sur

4.3.1.1 Metodología del cálculo de la ganancia de calor por conducción a través del techo de la oficina de gerencia planta alta edificio b.

La metodología consistió en utilizar como modelo la oficina de gerencia ubicada en la planta alta del edificio b y calcular sus ganancias de calor de la envolvente.

Ahora bien enfocándose en la ganancia de calor por conducción a través del techo tenemos los siguientes datos:

Área del techo	24.90 m ²
Temperatura del techo de acuerdo a norma	45°C
Temperatura interior recomendada	24°C
Hi	6.6 W/m ² K
He	13 W/m ² K

Materiales de diseño	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m²)
concreto armado	0.05	0.63
Vigueta y bovedilla	0.25	0.99
Aplanado interior de mortero	0.015	0.721

Calculando el aislamiento térmico total

$$Q = 1.721 \times 24.90 \times (45 - 24)$$

$$Q = 899.91 \text{ W}$$

4.3.1.2 Metodología del cálculo de la ganancia de calor por conducción a través del muro orientación este de la oficina de gerencia planta alta edificio b.

Datos:

Área del muro	13.55 m ²
Temperatura del muro	34°C
Temperatura interior recomendada	24°C
Hi	8.1 W/m ² K
He	13 W/m ² K

Materiales de diseño	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m ²)
Block, cemento y arena	0.15	0.99

Calculando el aislamiento térmico total

Materiales de diseño

Espesor (m)

**Conductividad
Térmica (W/m²)**

Block, cemento y arena

0.15

0.99

Calculando el aislamiento térmico total

4.3.1.4 Metodología del cálculo de la ganancia de calor por conducción a través de la ventana orientación sur de la oficina de gerencia planta alta edificio b.

Datos:

Área de la ventana	8.40 m
Temperatura de la ventana en base norma	29°C
Temperatura interior recomendada	25°C
Hi	8.1 W/m ² K
He	13 W/m ² K

Materiales de diseño	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m ²)
Ventana de vidrio	0.05	0.93

Calculando el aislamiento térmico total

Para conocer la ganancia de calor por conducción a través de la ventana orientación sur, se sustituirán los datos antes calculados en la siguiente fórmula:

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

$$Q = K \times A \times (t_e - t)$$

$$Q = 3.935 \times 8.40 \times (29 - 24)$$

$$Q = 165.27 \text{ W}$$

4.3.1.5 Sumatoria de los cálculos de las ganancias de calor por conducción en la oficina de gerencia planta alta edificio b

Tabla 4.5. Sumatoria de las ganancias de calor por conducción en la oficina de gerencia planta alta edificio B.

LUGAR		ORIENTACION	Q (W)
GERENCIA	TECHO	1	899.91
	MURO	3	385
		4	160.80
	VENTANA	4	165.27
TOTAL			1610.98

Una vez teniendo el total de ganancias por conducción en watts se multiplica por 3.4 para llevar a cabo la conversión a Btu/h.

$$Q = 1610.98 \times 3.4$$

$$Q = \underline{5476.72 \text{ Btu/h}}$$

4.3.2 Ganancia de calor por radiación

Lo que respecta a la metodología de las ganancias de calor por radiación en la oficina de gerencia, se tiene lo siguiente:

- Ganancia de la ventana orientación sur

4.3.2.1 Metodología del cálculo de la ganancia de calor por radiación a través de la ventana orientación sur de la oficina de gerencia planta alta edificio b.

Ventana # 1

Orientación	sur (5)
Altura	1.87 m
Ancho	4.49 m
Área	8.396 m ²
CS	0.8
FG	119
SE	1

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

Sustituyendo la formula obtenemos lo siguiente:

$$Q_1 = 8.396 \text{ m}^2 \times 0.8 \times 119 \times 1$$

$$Q_1 = 799.33 \text{ W}$$

4.3.2.1 Ganancia total del cálculo de las ganancias de calor por radiación en la oficina de gerencia planta alta edificio b.

El total de ganancias de calor por radiación fue de 799.33 w en la oficina de gerencia planta alta edificio B, haciendo el proceso de conversión a Btu/h

$$Q = 799.33 \times 3.4$$

$$Q = \underline{2717.71} \text{ Btu/h}$$

4.4 Ganancia de calor por infiltración

En virtud de 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 Ángel Luis Miranda para determinar las ganancias de calor por infiltraciones. Dicha metodología considera admitir una parte de aire exterior por razones sanitarias y de confort. De esta manera habrá que determinar las cargas de enfriamiento sensible y latente debidas al aire infiltrado al interior del recinto.

4.4.1 Especificaciones para el cálculo de ganancias de calor por infiltraciones (sensible y latente)

El local que se acondiciona debe estar exento de entradas de aire caliente del exterior. Sin embargo, cuando se abren puertas o ventanas, o bien a través de las fisuras, es inevitable que algo de aire exterior entre por el local. Para valorar la cantidad de aire que entra por las puertas puede utilizarse la Tabla 4.6 (del libro Técnicas de climatización de Ángel L. Miranda.), teniendo que el dato obtenido de esta tabla es por puerta y por personas

$$Q_t = Q_s + Q_l$$

En donde:

Q_s carga de calor sensible, en W;

Q_l carga de calor latente, en W

Tabla 4.6. Aire de infiltraciones en metros cúbicos por hora (m³/h), por persona y por puerta. Ventilación mínima y ocupación máxima estimada en diversos locales (ASHRAE 62).

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

4.4.2 Ganancia de calor sensible debido al aire por infiltraciones.

Esta carga se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$Q_s = 0.34V_i\Delta t$$

En donde:

Q_s Calor sensible debido a las infiltraciones, en W

V_i Volumen de infiltración, en m³/h;

Δt Cambio de temperatura entre el aire exterior e interior, en °C.

En el S.I., la formula seria:

$$Q_s = m_a C_{pm} \Delta t = V_i \rho C_{pm} \Delta t$$

Siendo c_i el caudal másico, c_{pm} el calor específico del aire, V_i el caudal volumétrico y ρ la densidad del aire. Aceptando valores medios:

$$Q_s = (V_i/3.600) \times 1.2 \times 1.025 \times \Delta t = 0.34 V_i \rho \Delta t$$

4.4.3 Ganancia de calor latente debido al aire por infiltraciones.

Con el mismo caudal de infiltraciones V_i , obtenido de la Tabla 4.6 (del libro Técnicas de climatización de Ángel L. Miranda.), aplicamos la fórmula:

$$Q_i = 0.83 V_i \Delta w$$

En donde:

Q_i Calor latente de infiltraciones, en W

V_i Volumen de infiltración, en m^3/h ;

Δw diferencia de humedades, en g de agua/kg de aire seco;

Estas humedades absolutas se obtienen mediante el diagrama Psicométrico (Apéndice L)

En el S.I., la fórmula sería:

$$Q_i = m_a L_m \Delta W = \rho V_i L_m \Delta W$$

Siendo c_i el caudal másico, ρ la densidad del aire, V_i el caudal volumétrico L_m el calor latente medio y ΔW la diferencia de humedades en Kg de agua/Kg de aire seco.

Tomando valores medios:

$$Q_i = 1.2 \times (V_i/3.600) \times 2.478 \times (\Delta W/1000) = 0.83 V_i \Delta W$$

4.4.1.1 Cálculo de ganancias de calor debido al aire por infiltraciones de la oficina de gerencia planta alta edificio b (sensible y latente).

El cálculo de las ganancias de calor debido al aire por infiltraciones en la oficina de Gerencia; se calcula primero el calor sensible y posteriormente el calor latente.

Calor sensible:

Para el cálculo de la ganancia de calor sensible en la oficina de gerencia, se tienen los siguientes datos:

Temperatura Exterior	24 °C
Temperatura Interior	24 °C
Nº De personas en la Oficina	1
Nº De puertas en la Oficina	0
Caudal de aire exterior en una oficina	34 m ³ /h

Dentro de los datos encontramos que no se consideran puertas, esto es debido a que la única puerta existente en la oficina por que del otro lado de la puerta el espacio esta acondicionado, motivo por el cual las temperaturas interior y exterior son las mismas.

Calculando el valor del caudal total de infiltraciones:

$V_i =$ Valor de la Tabla 4.6 x número de puertas x número de personas.

$$V_i = 34 \times 0 \times 1$$

$$V_i = 0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sustituyendo los datos en la ecuación 4.12, se obtiene:

$$Q_s = 0.34 V_i \Delta t$$

$$Q_s = 0.34 (0) (24 \text{ °C} - 24 \text{ °C})$$

$$Q_s = \underline{0 \text{ W}}$$

Calor latente:

Para el cálculo de la ganancia de calor latente en la oficina de la Presidenta del Sistema DIF Othón P. Blanco, se tienen los siguientes datos:

Temperatura Exterior	24 °C
Humedad Relativa exterior	87 %
Temperatura Interior	24 °C
Humedad Relativa Interior	50 %
Caudal de aire exterior en oficina	34 m ³ /h

De igual forma para el caso de calor latente, se tendrá que al calcular el valor del caudal total de infiltraciones (V_i), no se tomara en cuenta ninguna puerta, esto debido a que se encuentra en contacto con un área acondicionada.

V_i = valor de la Tabla 4.6 x número de puertas x número de personas

$$V_i = 34 \times 0 \times 1$$

$$V_i = 0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ubicando las temperaturas y humedades relativas de los datos y a través de un diagrama psicrométrico, se encuentran las humedades absolutas en g_w/kg_a .

Datos obtenidos de la carta psicrométrica:

Humedad absoluta	(W)
Exterior	87%
Interior	50%

Utilizando la ecuación 4.13, se tiene que:

$$Q_l = 0.83 V_i \Delta W$$

$$Q_l = 0.83 (0) (87 - 50)$$

$$Q_l = \underline{0 \text{ W}}$$

La ganancia de calor total por infiltración de la oficina de la presidenta es:

$$Q_t = Q_s + Q_l$$

$$Q_t = 0 \text{ W} + 0 \text{ W}$$

$$Q_t = \underline{0 \text{ W}}$$

En este caso como en muchos de los encontrados en las oficinas de la SAGARPA el resultado es cero debido a que la mayoría de las oficinas dan a un área acondicionada, y no se toma en cuenta la puerta; aun así se muestra el procedimiento para poder mostrar la metodología utilizada.

4.5 Ganancias internas de calor

Aquí se toman en cuenta todas aquellas que se generan dentro de la edificación sin considerar la envolvente. Específicamente son aquellas debidas por alumbrado, personas y equipo eléctrico que genera calor, tal como computadoras, fotocopiadoras, etc.

4.5.1 Ganancias de calor por alumbrado

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

Donde:

Q Ganancia neta de calor debida al alumbrado, Btu/h

W Capacidad de alumbrado, watts

FB Factor de balastro

FCE Factor de carga de enfriamiento para el alumbrado

El valor de 3.4 en la ecuación se utiliza para la conversión de watts a Btu/h

Un valor típico de FB es el de 1.25 para el alumbrado fluorescente, para el alumbrado incandescente no hay pérdidas y el FB es de 1.0

El factor FCE es de 1.0 y se utiliza en el caso de que el sistema de enfriamiento no se use más de 16 horas y cuando al sistema no se le permita aumentar la temperatura durante las horas que no se ocupa.

4.5.1.1 Metodología del cálculo de la ganancia de calor por alumbrado en la oficina de gerencia planta alta edificio b

Datos:

Numero de lámparas fluorescentes instaladas	8
FB	1.25
FCE	1.0
Potencia de las lámparas instaladas	312 W

Utilizando la fórmula de ganancia de calor por alumbrado:

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

Y sustituyendo los valores tenemos:

$$Q = 3.4 \times 312 \times 1.25 \times 1.0$$

$$Q = \underline{1326} \text{ Btu/h}$$

4.5.2 Ganancia de calor por 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. Algo del calor sensible se puede absorber por el efecto de almacenamiento de calor, pero no el calor latente. Las ecuaciones para las ganancias de calor sensible y latente originado en las personas son:

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

$$Q_l = q_l \times n$$

Donde:

- Q_s, Q_l Ganancias de calor sensible y latente, Btus/h
 q_s, q_l Ganancias de calor sensible y latentes por persona, Btu/h. determinada por la Tabla 4.7.
 n Número de personas
 FCE Factor de carga de enfriamiento para las personas.

Tabla 4.7. Calor emitido por las personas en W.

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

4.5.2.1 Metodología del cálculo de la ganancia de calor por persona en la oficina de gerencia planta alta edificio b

La actividad que se definió para realizar este cálculo se determinó de la Tabla 4.7 Tasa de ganancia de calor debida a los ocupantes del recinto acondicionado. Donde la actividad fue la de oficinista con actividad moderada y su aplicación típica es en oficinas, hoteles y apartamentos.

Datos:

- n 1
 q_s 70
 q_l 58

Usando la fórmula de calor sensible

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

Y sustituyendo los datos, tenemos que:

$$Q_s = 70 \times 1$$

$$Q_s = \underline{70 \text{ w}}$$

Usando la fórmula de calor latente

$$Q_l = q_l \times n$$

Y sustituyendo los datos, tenemos que:

$$Q_l = 58 \times 1$$

$$Q_l = \underline{58 \text{ w}}$$

Sumando el calor sensible y el calor latente, tenemos que el calor total por personas es:

$$Q_T = \underline{128 \text{ w}}$$

Llevando a cabo la conversión a Btu/h queda de la siguiente manera

$$Q = 128 \times 3.4$$

$$Q = \underline{435.2 \text{ Btu/h}}$$

4.5.3 Ganancia de calor por equipos

La ganancia de calor debida al equipo se puede consultar en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente.

4.5.2.1 Metodología del cálculo de la ganancia de calor por equipo en la oficina de gerencia planta alta edificio b

La metodología consistió en conocer los equipos que se encuentran dentro de la oficina de la gerencia y mediante la potencia de éstos, realizar su conversión a Btu/h.

Equipos	Potencia (W)
Monitor	35 W
CPU	450 W
Impresora	320 W
Total	805 W

Haciendo la conversión a Btu/h

$$Q = 3.4 \times 805$$

$$Q = 2737 \text{ Btu/h}$$

4.7 Resumen de los cálculos de los componentes que generan ganancias de calor en la oficina de gerencia planta alta edificio b

Tabla 4.6. Resumen de ganancias de calor en la oficina de gerencia planta alta edificio B.

LUGAR	Q(Btu/h) CONDUCCION	Q(Btu/h) RADIACION	Q(Btu/h) INFILTRACION	Q(Btu/h) ALUMBRADO	Q(Btu/h) PERSONAS	Q(Btu/h) EQUIPOS	Btu/h Calculado con F.Coreccion
GERENCIA	5476.72	2717.71	0	1326	435.2	2737	13,961.90

En la Tabla 4.6 se observa cuáles son las componentes que generan mayor ganancia de calor y de esta manera poder establecer medidas para generar un ahorro de energía, en este caso la ganancia por conducción es la más grande. La Tabla 4.7 muestra un comparativo entre los Btu/h calculados, los Btu/h propuestos, los Btu/h instalados y el sobredimensionamiento que existe.

Tabla 4.7 Btu/h calculados vs Btu/propuestos en la oficina de gerencia

Btu/h Calculado	Btu/h Propuesto	Btu/h Instalado	Btu/h Sobredimensionado
13,961.90	18,000.0	36,000	22038.1

Se observa claramente un sobredimensionamiento en el sistema de aire acondicionado, corrigiendo estas inconsistencias en el sistema se podrá reducir el consumo y la demanda.

4.8 Conclusiones

La Tabla 4.8 muestra a detalle el resultado de los cálculos de las ganancias de calor existentes por conducción, radiación, infiltración y demás factores que intervienen.

Tabla 4.8 Resumen de ganancias totales de calor

LUGAR	Conduccion (W)	Radiacion (W)	Infiltracion (W)		Calor por persona (W)		Alumbrado (W)	Equipos (W)	Qt (kW)	Qt x 1.1 (kW)
			sensible	latente	sensible	latente				
SUBDELEGADO ADMINISTRATIVO	109.59	388.09	0.00	0.00	70	58	195.00	485.00	1.31	1.44
RECURSOS HUMANOS	184.65	393.43	0.00	0.00	70	58	195.00	485.00	1.39	1.52
SECRETARIA DELEGADO FEDERAL	57.29	448.62	0.00	0.00	70	58	97.50	853.00	1.58	1.74
OFICINA DELEGADO FEDERAL	474.34	799.33	0.00	0.00	70	58	195.00	485.00	2.08	2.29
AUXILIAR	617.47	332.90	0.00	0.00	70	58	97.50	485.00	1.66	1.83
AREA DE TRABAJO EDIFICIO B PLANTA BAJA	2,694.31	3,313.22	2,943.18	16.62	1680	1392	1950.00	13,165.00	27.15	29.87
GERENCIA	1,610.80	799.33	0.00	0.00	70	58	390.00	805.00	3.73	4.11
SALA DE JUNTAS	1,395.35	799.33	0.00	0.00	560	464	438.75	368.00	4.03	4.43
ADMINISTRACION	1,402.46	799.33	0.00	0.00	140	116	195.00	1,290.00	3.94	4.34
AREA DE TRABAJO FIRCO	7,084.03	2,279.11	929.42	5.25	840	696	1560.00	7,840.00	21.23	23.36
SUBDELEGADO DE PESCA	304.03	792.21	0.00	0.00	70	58	195.00	485.00	1.90	2.09
AREA DE TRABAJO PESCA	648.04	2,188.07	1,161.78	6.56	840	696	1365.00	8,417.00	15.32	16.85
COMEDOR	582.33	0.00	464.71	2.62	280	232	195.00	1,318.00	3.07	3.38
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA BAJA	1,082.43	1,217.91	1,161.78	6.56	1260	1044	877.50	10,750.00	17.40	19.14
DIRECTOR	1,184.93	792.21	77.45	0.44	70	58	292.50	805.00	3.28	3.61
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA ALTA	5,005.14	1,750.12	697.07	3.94	560	464	877.50	5,900.00	15.26	16.78
CUBICULOS A Y B	886.21	241.60	0.00	0.00	140	116	97.50	887.50	2.37	2.61
	649.40	0.00	0.00	0.00	70	58	195.00	887.50	1.86	2.05
JEFE C	423.43	792.21	0.00	0.00	70	58	195.00	1,125.00	2.66	2.93

En la Tabla 4.9 se muestra la capacidad de requerida por cada una de las áreas de la SAGARPA para ser acondicionada. Como puede observarse en la última columna de la tabla, en todos los casos los equipos instalados se

encuentran sobredimensionados dando como resultado un total de 39 toneladas de refrigeración sobrantes (39 equipos de 12,000 Btus) lo que sin lugar a duda se traduce en un desperdicio de energía que incrementa la facturación de energía eléctrica.

Tabla 4.9 Comparativa de la capacidad calculada y la instalada

LUGAR	Qt x 1.1 (kW)	Btu/h Calculado	Cap. Equip. TRF	Btu/h instalado	Btu/h sobredimensionado
SUBDELEGADO ADMINISTRATIVO	1.44	4,883.24	0.41	24,014.30	19,131.06
RECURSOS HUMANOS	1.52	5,183.94	0.43	20,000.00	14,816.06
SECRETARIA DELEGADO FEDERAL	1.74	5,925.69	0.49	24,014.30	18,088.61
OFICINA DELEGADO FEDERAL	2.29	7,785.45	0.65	20,000.00	12,214.55
AUXILIAR	1.83	6,211.66	0.52	24,014.30	17,802.64
AREA DE TRABAJO EDIFICIO B PLANTA BAJA	29.87	101,557.16	8.46	136,014.30	34,457.14
GERENCIA	4.11	13,961.90	1.16	36,000.00	22,038.10
SALA DE JUNTAS	4.43	15,055.10	1.25	56,040.30	40,959.20
ADMINISTRACION	4.34	14,746.03	1.23	36,000.00	21,253.97
AREA DE TRABAJO FIRCO	23.36	79,414.48	6.62	92,014.30	12,599.82
SUBDELEGADO DE PESCA	2.09	7,121.86	0.59	26,000.00	18,878.14
AREA DE TRABAJO PESCA	16.85	57,305.97	4.78	148,000.00	90,694.03
COMEDOR	3.38	11,499.24	0.96	20,000.00	8,500.76
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA BAJA	19.14	65,076.69	5.42	144,000.00	78,923.31
DIRECTOR	3.61	12,269.17	1.02	24,014.30	11,745.13
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA ALTA	16.78	57,064.01	4.76	86,014.30	28,950.29
CUBICULOS A Y B	2.61	8,859.35	0.74	15,000.00	6,140.65
	2.05	6,956.02	0.58	15,000.00	8,043.98
JEFE C	2.93	9,962.02	0.83	20,000.00	10,037.98
TOTAL	144.36	490,838.99	40.90	966,114.40	475,275.41

Una vez realizado el cálculo de las capacidades de los equipos de aire acondicionado para cada una de las áreas, se requiere seleccionar equipos de alta eficiencia para maximizar el ahorro de energía. En la actualidad existen comercialmente tres tipos de tecnologías básicamente, los equipos tipo ventana que tienen muy baja eficiencia, los equipos mini Split cuya eficiencia es mayor que la de los tipo ventana y finalmente los equipos con tecnología Inverter los cuales de acuerdo a los datos proporcionados por distintos fabricantes tienen una eficiencia mayor que la de los tipo mini Split. Debido a esto se decidió seleccionar equipos de aire acondicionado con tecnología tipo Inverter para maximizar el ahorro de energía.

Después de revisar hojas de datos técnicos y de diferentes marcas con tecnología Inverter se seleccionó el equipo Magnum 13 de la marca Mirage el cual se encuentra en capacidades de 1, 1.5 y 2 toneladas de refrigeración y cuyo consumo en watts es de 900, 1300 y 1600 W respectivamente (*se anexa la hoja de datos técnicos de los equipos en el Apéndice M*). Basado en los datos de la Tabla 4.8, y 4.9 se presenta en la Tabla 4.10 los equipos sugeridos, así como el cálculo del ahorro de energía y en la facturación eléctrica.

Tabla 4.10 Propuesta de equipos de aire acondicionado

LUGAR	Btu/h Calculado	Btu/h Propuesto	Btu/h comerciales	Cap. Equip. TRF	Btu/h Instalado	kW instalado	kW-hr instalado	kW propuesto	kW-hr propuesto	Demanda kW	Ahorro de energía
SUBDELEGADO ADMINISTRATIVO	4,883.24	9,000.00	12,000.00	1	24,014.30	2.33	18.64	0.90	7.20	1.43	11.44
RECURSOS HUMANOS	5,183.94	9,000.00	12,000.00	1	20,000.00	2.10	16.80	0.90	7.20	1.20	9.60
SECRETARIA DELEGADO FEDERAL	5,925.69	9,000.00	12,000.00	1	24,014.30	2.33	18.64	0.90	7.20	1.43	11.44
OFICINA DELEGADO FEDERAL	7,785.45	9,000.00	12,000.00	1	20,000.00	2.10	16.80	0.90	7.20	1.20	9.60
AUXILIAR	6,211.66	9,000.00	12,000.00	1	24,014.30	2.30	18.40	0.90	7.20	1.40	11.20
AREA DE TRABAJO EDIFICIO B PLANTA BAJA	101,557.16	108,000.00	108,000.00		136,014.30						
			24,000.00	2	56,000.00	3.75	30.00	1.60	12.80	2.15	17.20
			24,000.00	2	56,000.00	3.75	30.00	1.60	12.80	2.15	17.20
			24,000.00	2	24,014.30	2.30	18.40	1.60	12.80	0.70	5.60
			18,000.00	1.5			0.00	1.30	10.40	-1.30	-10.40
			18,000.00	1.5			0.00	1.30	10.40	-1.30	-10.40
GERENCIA	13,961.90	18,000.00	18,000.00	1.5	36,000.00	3.70	29.60	1.30	10.40	2.40	19.20
SALA DE JUNTAS	15,055.10	18,000.00	36,000.00		56,040.30						
			24,000.00	2	24,040.30	2.33	18.64	1.60	12.80	0.73	5.84
			12,000.00	2	32,000.00	3.20	25.60	0.90	7.20	2.30	18.40
ADMINISTRACION	14,746.03	18,000.00	180,000.00	1.5	36,000.00	3.70	29.60	1.30	10.40	2.40	19.20
AREA DE TRABAJO FIRCO	79,414.48	90,000.00	90,000.00		92,014.30						
			24,000.00	2	32,000.00	3.20	25.60	1.60	12.80	1.60	12.80
			24,000.00	2	36,000.00	3.70	29.60	1.60	12.80	2.10	16.80
			24,000.00	2	24,014.30	2.33	18.64	1.60	12.80	0.73	5.84
			18,000.00	1.5			0.00	1.30	10.40	-1.30	-10.40
SUBDELEGADO DE PESCA	7,121.86	9,000.00	12,000.00	1	26,000.00	2.00	16.00	0.90	7.20	1.10	8.80
AREA DE TRABAJO PESCA	57,305.97	60,000.00	60,000.00		148,000.00		0.00				
			24,000.00	2	56,000.00	3.75	30.00	1.60	12.80	2.15	17.20
			24,000.00	2	56,000.00	3.75	30.00	1.60	12.80	2.15	17.20
			12,000.00	1	36,000.00	3.75	30.00	0.90	7.20	2.85	22.80
COMEDOR	11,602.06	12,000.00	12,000.00	1	20,000.00	2.10	16.80	0.90	7.20	1.20	9.60

AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA BAJA	65,333.72	72,000.00	72,000.00		144,000.00						
			24,000.00	2	56,000.00	3.75	30.00	1.60	12.80	2.15	17.20
			24,000.00	2	56,000.00	3.75	30.00	1.60	12.80	2.15	17.20
			24,000.00	2	32,000.00	3.20	25.60	1.60	12.80	1.60	12.80
DIRECTOR	11,499.24	18,000.00	18,000.00	1.5	24,014.30	2.30	18.40	1.30	10.40	1.00	8.00
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA ALTA	65,076.69	60,000.00	60,000.00		86,014.30						
			24,000.00	2	32,000.00	3.20	25.60	1.60	12.80	1.60	12.80
			24,000.00	2	32,000.00	3.20	25.60	1.60	12.80	1.60	12.80
			12,000.00	1	24,014.30	2.30	18.40	0.90	7.20	1.40	11.20
CUBICULO A	8,859.35	9,000.00	12,000.00	1	15,000.00	1.60	12.80	0.90	7.20	0.70	5.60
CUBICULO B	6,956.02	9,000.00	12,000.00	1	15,000.00	1.60	12.80	0.90	7.20	0.70	5.60
JEFE C	9,962.02	9,000.00	12,000.00	1	20,000.00	2.10	16.80	0.90	7.20	1.20	9.60
TOTALES					968,140.40	85.47	683.76	41.90	335.20	43.57	348.56

Nota: Se consideró un horario de trabajo de 8 horas.

La Tabla 4.11 muestra la inversión que se debe realizar para adquirir los equipos de aire acondicionado que se recomendaron en la Tabla 4.9, así como el número de equipos de 1, 1.5 y 2T, el monto total de la inversión es de \$447,066.00 M.N. suma que puede parecer un poco elevada, pero aún falta evaluar el ahorro en la facturación derivado del cambio de equipos, para lo cual se elaboró la Tabla 4.12.

Tabla 4.11 Inversión para equipos de aire acondicionado propuestos

NUMERO DE EQUIPOS PROPUESTOS POR "TRF"			COSTO POR EQUIPO			COSTO TOTAL POR EQUIPO A SUSUTITUIR			TOTAL
1	1.5	2	1	1.5	2	1	1.5	2	
12	6	15	\$9,189.00	\$13,023.00	\$17,244.00	\$110,268.00	\$78,138.00	\$258,660.00	\$447,066.00

En la última fila de la Tabla 4.10 se muestra que el ahorro de energía calculado por día es de 348.56 kW-hr, tomando en consideración ocho horas laborales (8:00 a 16:00 hrs), lo que significa que la energía consumida entra dentro del periodo intermedio, por lo tanto, tomando el costo del kW-hr del periodo intermedio para el mes de Noviembre se elabora la Tabla 4.10 en la cual puede observarse que el ahorro anual estimado es de \$105,379.45.

Tabla 4.12 Cálculo del ahorro anual en la facturación eléctrica.

AHORRO TOTAL POR kW/hr DE ENERGÍA	CARGO POR kW/hr DE ENERGIA INTERMEDIA	AHORRO POR		
		DIA	MES	AÑO
348.56	\$1.2597	\$439.08	\$8,781.62	\$105,379.45

Dividiendo la inversión de \$447,066.00 entre el ahorro anual de \$105,379.45 se obtiene como resultado 4.2 lo que representa que en un periodo de aproximadamente 4 años se recuperaría la inversión de los equipos de aire acondicionado, esto sin tomar en cuenta que el costo de la energía se incrementa mensualmente. Considerando que la vida útil de un equipo de aire acondicionado puede ser de 10 años (siempre que opere en condiciones normales, no haya sido reparado y que tenga mantenimiento periódico), una inversión que se recupera en 4 años o menos es atractiva, ya que a partir de la recuperación de la inversión se puede ahorrar una considerable cantidad de dinero el cual puede reinvertirse en mejorar continuamente los equipos del inmueble.

CAPITULO V RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

5.1 RECOMENDACIONES

A continuación se presentan algunas recomendaciones derivadas del estudio realizado.

1. Cambio de ventanas tipo persiana por ventanas fijas que impidan la fuga de aire acondicionado.
2. Sellar adecuadamente el contorno de los equipos de aire acondicionado *(cuando se cambien los equipos de aire acondicionado de ventana por tipo inverter el espacio de la venta de sellarse totalmente)*.
3. -. Establecer un plan de mantenimiento de las cargas e instalaciones eléctricas de acuerdo a NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (Utilización).
4. Concientizar al personal en cuanto al uso de los equipos eléctricos.
5. Sustitución de las luminarias T12 de 39 W por T5 de 25 W las cuales permitirán ahorrar energía con una iluminación óptima.
6. Utilizar temperaturas adecuadas de funcionamiento de entre 25° y 23° en los equipos de aire acondicionado.
7. Sustitución de equipos de aire acondicionado de menor eficiencia por equipos Inverter más eficientes los cuales permitirán un ahorro de energía considerable en la facturación eléctrica.

8. Revisar en los equipos de aire acondicionado el estado de los aislantes que recubren los tubos de distribución del refrigerante y sus accesorios.
9. Revisar las conexiones y los cables de todos los equipos eléctricos principalmente los de aires acondicionados e iluminación.
10. Efectuar trabajos de re-balanceo de cargas en los tableros de distribución de los edificios, esto para reducir pérdidas por sobre-corrientes en el neutro de los circuitos ramales; además de que permitirá que los equipos eléctricos y electrónicos tengan un óptimo funcionamiento.
11. Estar alerta de calentamientos y pérdidas de energía excesiva en conexiones y contactos.

5.2 CONCLUSIONES

Durante este trabajo de tesis tuve la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera. Considero que se cumple con el objetivo del trabajo de identificar y evaluar las oportunidades de la reducción de la facturación eléctrica, proponiendo estrategias de ahorro energético y así desarrollar una propuesta técnico- económica a fin de reducir costos de facturación eléctrica.

Implementando nueva tecnología y haciendo un buen uso de la energía en las áreas de mayor impacto como son los equipos de aire acondicionado e iluminación, se logra mejorar la economía del usuario, el nivel de confort y eficiencia de las instalaciones. La propuesta presentada es clara y el tiempo de recuperación de la inversión adecuado.

Este trabajo me proporcionó experiencia para trabajos posteriores y me brindó herramientas las cuales me permitirán desarrollarme como un profesional en las tareas que se me encomienden.

Pienso que la carrera de Ingeniería en Sistemas de Energía me proporciona las bases necesarias para mi desarrollo profesional, sin embargo más adelante dependerá de mí tener la iniciativa para aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera.

Bibliografía

- [1] Compresión scroll: mejoras en forma de espiral (2010, Abril). Revista MUNDO HVACR, Año IX (112), 26-37.
- [2] López, D.A. (2010, Octubre). Soluciones de eficiencia energética. Revista MUNDO HVACR, Año VI (66), 30-32.
- [3] Eficiencia Energética, Revista del FIDE, año 1, No. 2, Octubre-Diciembre 2013.
- [4] <http://www.fide.org.mx>, última consulta 2 de Diciembre 2013.
- [5] Estadísticas destacadas del sector energético, <http://www.sener.gob.mx/res/380/Prontuario.pdf>, última consulta 2 de Diciembre 2013.
- [6] Diario oficial. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, *Instalaciones Eléctricas (Utilización)*.
- [7] *Instructivo para la interpretación y aplicación de las tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica noviembre de 2004*.CFE.
- [8] *Medición y registro de la energía en las pequeñas y medianas empresas*. CONAE PyME SENER
- [9] Diario oficial. Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, *Condiciones de iluminación en los centros de trabajo*.
- [10] Diario oficial. Norma Oficial Mexicana NOM-028-ENER-2010, *Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba*.
- [11] Miranda Barreras Ángel L., "*aire acondicionado*". 5a edición 2004. Ed. CEAC. España. ISBN: 84-329-6242-1.Z

[12] García Ramos Abril Ita Ndehui., "Trabajo de Tesis titulada: Balance energético en las oficinas de la comisión federal de electricidad de transmisión y transformación Chetumal". DCI, Universidad de Quintana Roo, 28 Junio 2011.

APÉNDICE

Apéndice A. TABLAS DE GANANCIA DE CALOR POR CONDUCCION EN LAS OFICINAS DE LA SAGARPA

TABLA EDIFICIO B PLANTA BAJA

LUGAR	ORIENTACION	1/hi	1/he (13 W/M2 K)	L1/k1	L2/k2	L3/k3	Área	M	K	A	te	t	Qpc (W)	Q Btu/h
SUBDELEGADO ADMINISTRATIVO	MURO	4	0.123	0.0769	0.152	0	(3.1*2.87)-(2.18*1.87)	0.352	2.842	4.82	32	24	109.59	
	VENTANA	4	0.123	0.0769	0.054	0	2.18*1.87	0.254	3.935	4.08	29	24	80.20	
total													109.59	372.596579
RECURSOS HUMANOS	MURO	4	0.123	0.0769	0.152	0	2.83*2.87	0.352	2.842	8.12	32	24	184.65	
	VENTANA	4	0.123	0.0769	0.054	0	2.21*1.87	0.254	3.935	4.13	29	24	81.31	
total													184.65	627.804056
SECRETARIA DELEGADO FEDERAL	MURO	4	0.123	0.0769	0.152	0	(2.52*2.87)-(2.52*1.87)	0.352	2.842	2.52	32	24	57.29	
	VENTANA	4	0.123	0.0769	0.054	0	2.52*1.87	0.254	3.935	4.71	29	24	92.71	
total													57.29	194.785366
OFICINA DELEGADO FEDERAL	MURO	4	0.123	0.0769	0.152	0	7.27*2.87	0.352	2.842	20.86	32	24	474.34	
	VENTANA	4	0.123	0.0769	0.054	0	4.49*1.87	0.254	3.935	8.40	29	24	165.19	
total													474.34	1612.76872
AUXILIAR	MURO	3	0.123	0.0769	0.152	0	4.98*2.87	0.352	2.842	14.29	34	24	406.16	
		4	0.123	0.0769	0.152	0	(2.77*2.87)-(1.87*1.87)	0.352	2.842	4.45	32	24	101.23	
	VENTANA	4	0.123	0.0769	0.054	0	1.87*1.87	0.254	3.935	3.50	32	24	110.08	
total													617.47	2099.40522
AREA DE TRABAJO EDIFICIO B PLANTA BAJA	MURO	2	0.123	0.0769	0.152	0	(25.67*2.87)-((4.44*1.87)+(4.49*1.87)+(2.51*1.87)+(1.77*2.87)+(1.75*2.87))	0.352	2.842	42.18	31	24	839.01	
		3	0.123	0.0769	0.152	0	7.04*2.87	0.352	2.842	20.20	34	24	574.17	
		4	0.123	0.0769	0.152	0	(6.22*2.87)-(4.51*2.87)	0.352	2.842	4.91	32	24	111.57	
		5	0.123	0.0769	0.152	0	12.52*2.87	0.352	2.842	35.93	32	24	816.89	
		4	0.123	0.0769	0.054	0	4.51*2.87	0.254	3.935	12.94	29	24	254.65	
	VENTANA	2	0.123	0.0769	0.054	0	4.44*1.87	0.254	3.935	8.30	27	24	98.01	
		2	0.123	0.0769	0.054	0	4.49*1.87	0.254	3.935	8.40	27	24	99.11	
		2	0.123	0.0769	0.054	0	2.51*1.87	0.254	3.935	4.69	27	24	55.41	
	PUERTA	2	0.123	0.0769	0.054	0	1.77*2.87	0.254	3.935	5.08	32	24	159.91	
		2	0.123	0.0769	0.054	0	1.75*2.87	0.254	3.935	5.02	32	24	158.10	
TOTAL													2694.31	9160.64171

TABLA EDIFICIO B PLANTA ALTA FIRCO

LUGAR	ORIENTACION	1/hi	1/hi (13 W/M2 K)	L1/k1	L2/k2	L3/k3	Área	M	K	A	te	t	Qpc (W)	Q Btu/h		
GERENCIA	TECHO	1	0.152	0.0769	0.079	0.253	0.021	5.39*4.62	0.581	1.721	24.90	45	24	899.86		
	MURO	3	0.123	0.0769	0.152	0	0	4.72*2.87	0.352	2.842	13.55	34	24	384.96		
		4	0.123	0.0769	0.152	0	0	(5.39*2.87)-(4.49*1.87)	0.352	2.842	7.07	32	24	160.80		
		VENTANA	4	0.123	0.0769	0.054	0	0	4.49*1.87	0.254	3.935	8.40	29	24	165.19	
													total	1610.80	5476.72355	
SALA DE JUNTAS	TECHO	1	0.152	0.0769	0.079	0.253	0.021	6.12*4.62	0.581	1.721	28.27	45	24	1021.73		
	MURO	4	0.123	0.0769	0.152	0	0	(6.12*2.87)-(4.49*1.87)	0.352	2.842	9.17	32	24	208.43		
		VENTANA	4	0.123	0.0769	0.054	0	0	4.49*1.87	0.254	3.935	8.40	29	24	165.19	
															total	1395.35
ADMINISTRACION	TECHO	1	0.152	0.0769	0.079	0.253	0.021	(4.62*5.37)+(1.65*3.04)	0.581	1.721	29.83	45	24	1077.78		
	MURO	4	0.123	0.0769	0.152	0	0	(5.37*2.87)-(4.49*1.87)	0.352	2.842	7.02	32	24	159.49		
		VENTANA	4	0.123	0.0769	0.054	0	0	4.49*1.87	0.254	3.935	8.40	29	24	165.19	
															total	1402.46
AREA DE TRABAJO FIRCO	TECHO	1	0.152	0.0769	0.079	0.253	0.021	6.7*25.67	0.581	1.721	171.99	45	24	6215.05		
	MURO	2	0.123	0.0769	0.152	0	0	(25.67*2.87)-((4.44*1.87)+(4.49*1.87)+(4.39*1.87)+(1.77*2.87))	0.352	2.842	43.68	31	24	868.99		
		3	0.123	0.0769	0.152	0	0	6.7*2.87	0.352	2.842	19.23	34	24	546.44		
		5	0.123	0.0769	0.152	0	0	6.7*2.87	0.352	2.842	19.23	32	24	437.15		
	VENTANA	2	0.123	0.0769	0.054	0	0	4.44*1.87	0.254	3.935	8.30	31	24	228.69		
		2	0.123	0.0769	0.054	0	0	4.49*1.87	0.254	3.935	8.40	31	24	231.26		
		2	0.123	0.0769	0.054	0	0	4.39*1.87	0.254	3.935	8.21	31	24	226.11		
	PUERTA	2	0.123	0.0769	0.054	0	0	1.77*2.87	0.254	3.935	5.08	31	24	139.92		
														total	7084.03	24085.7162

TABLA EDIFICIO C PLANTA BAJA

LUGAR	ORIENTACION	1/hi	1/he (13 W/M2 K)	L1/k1	L2/k2	L3/k3	Área	M	K	A	te	t	Qpc (W)	Q Btu/h	
SUBDELEGADO DE PESCA	MURO	4	0.123	0.0769	0.152	0	(5.05*2.87)-(4.45*1.87)	0.352	2.842	6.17	32	24	140.31		
	VENTANA	4	0.123	0.0769	0.054	0	4.45*1.87	0.254	3.935	8.32	29	24	163.72		
													total	304.03	1033.70629
LUGAR	ORIENTACION	1/hi	1/he (13 W/M2 K)	L1/k1	L2/k2	L3/k3	Área	M	K	A	te	t	Qpc (W)	Q Btu/h	
AREA DE TRABAJO PESCA	MURO	2	0.123	0.0769	0.152	0	(11.63*2.87)-((4.45*1.87)+(4.45*1.87))	0.352	2.842	16.74	31	24	332.90		
		4	0.123	0.0769	0.152	0	(6.58*2.87)-(1.75*2.87)	0.352	2.842	13.86	32	24	315.14		
		5	0.123	0.0769	0.152	0	12.28*2.87	0.352	2.842	35.24	32	24	801.23		
	VENTANA	2	0.123	0.0769	0.054	0	4.45*1.87	0.254	3.935	8.32	31	24	229.20		
		2	0.123	0.0769	0.054	0	4.45*1.87	0.254	3.935	8.32	31	24	229.20		
		4	0.123	0.0769	0.054	0	2.5*1.87	0.254	3.935	4.68	29	24	91.98		
	PUERTA	4	0.123	0.0769	0.054	0	1.75*2.87	0.254	3.935	5.02	32	24	158.10		
														total	648.04
LUGAR	ORIENTACION	1/hi	1/he (13 W/M2 K)	L1/k1	L2/k2	L3/k3	Área	M	K	A	te	t	Qpc (W)	Q Btu/h	
COMEDOR	MURO	3	0.123	0.0769	0.152	0	5.18*2.87	0.352	2.842	14.87	34	24	422.47		
		4	0.123	0.0769	0.152	0	2.45*2.87	0.352	2.842	7.03	32	24	159.85		
													TOTAL	582.33	1979.91209
LUGAR	ORIENTACION	1/hi	1/he (13 W/M2 K)	L1/k1	L2/k2	L3/k3	Área	M	K	A	te	t	Qpc (W)	Q Btu/h	
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA BAJA	MURO	2	0.123	0.0769	0.152	0	(13.48*2.87)-((4.5*1.87)+(4.45*1.87))	0.352	2.842	21.95	31	24	436.66		
		3	0.123	0.0769	0.152	0	6.7*2.87	0.352	2.842	19.23	34	24	546.44		
	VENTANA	2	0.123	0.0769	0.054	0	4.5*1.87	0.254	3.935	8.42	27	24	99.33		
		2	0.123	0.0769	0.054	0	4.45*1.87	0.254	3.935	8.32	27	24	98.23		
													total	1082.43	3680.27182
LUGAR	ORIENTACION	1/hi	1/he (13 W/M2 K)	L1/k1	L2/k2	L3/k3	Área	M	K	A	te	t	Qpc (W)	Q Btu/h	
JEFE C	MURO	4	0.123	0.0769	0.152	0	(6.88*2.87)-(4.45*1.87)	0.352	2.842	11.42	32	24	259.72		
	VENTANA	4	0.123	0.0769	0.054	0	4.45*1.87	0.254	3.935	8.32	29	24	163.72		
													total	423.43	1439.67145

TABLA EDIFICIO C PLANTA ALTA

LUGAR	ORIENTACION	1/hi	1/he (13 W/M2 K)	L1/k1	L2/k2	L3/k3	Área	M	K	A	te	t	Qpc (W)	Q Btu/h		
OFICINA DIRECTOR	TECHO	1	0.152	0.0769	0.079	0.253	0.021	3.34*7.39	0.581	1.721	24.68	45	24	891.94		
	MURO	4	0.123	0.0769	0.152	0	0	(7.39*2.87)-(4.45*1.87)	0.352	2.842	12.89	32	24	292.99		
	VENTANA	4	0.123	0.0769	0.054	0	0	4.45*1.87	0.254	3.935	8.32	29	24	163.72		
														total	1184.93	4028.76173
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA ALTA	TECHO	1	0.152	0.0769	0.079	0.253	0.021	(12.45*7.14)+(3.83*6.09)	0.581	1.721	112.22	45	24	4055.13		
	MURO	2	0.123	0.0769	0.152	0	0	(9.85*2.87)-((2.8*1.87)+(4.45*1.87))	0.352	2.842	14.71	31	24	292.66		
		3	0.123	0.0769	0.152	0	0	3.83*2.87	0.352	2.842	10.99	34	24	312.37		
		4	0.123	0.0769	0.152	0	0	(6.09*2.87)-(1.75*2.87)	0.352	2.842	12.46	32	24	283.17		
	VENTANA	2	0.123	0.0769	0.054	0	0	2.8*1.87	0.254	3.935	5.24	27	24	61.81		
		2	0.123	0.0769	0.054	0	0	4.45*1.87	0.254	3.935	8.32	27	24	98.23		
	PUERTA	4	0.123	0.0769	0.054	0	0	1.75*2.87	0.254	3.935	5.02	32	24	158.10		
															total	5005.14
CUBICULO 1	TECHO	1	0.152	0.0769	0.079	0.253	0.021	4.35*2.6	0.581	1.721	11.31	45	24	408.70		
	MURO	2	0.123	0.0769	0.152	0	0	(2.6*2.87)-(1.7*1.87)	0.352	2.842	4.28	31	24	85.20		
		3	0.123	0.0769	0.152	0	0	4.35*2.87	0.352	2.842	12.48	34	24	354.78		
	VENTANA	2	0.123	0.0769	0.054	0	0	1.7*1.87	0.254	3.935	3.18	27	24	37.53		
														total	886.21	3013.09872
CUBICULO 2	TECHO	1	0.152	0.0769	0.079	0.253	0.021	3.7*2.6	0.581	1.721	9.62	45	24	347.63		
	MURO	3	0.123	0.0769	0.152	0	0	3.7*2.87	0.352	2.842	10.62	34	24	301.77		
														total	649.40	2207.95117

Apéndice B. TABLAS DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACION EN LAS OFICINAS DE LA SAGARPA

TABLA EDIFICIO B PLANTA BAJA

EDIFICIO B PLANTA BAJA		Orient.	Area	A	CS	FG	SE	Q (W)	Q Btu/h
SUBDELEGADO	VENTANA	4	2.18*1.87	4.0766	0.8	119	1	388.09	1319.51
RECURSOS HUMANOS	VENTANA	4	2.21*1.87	4.133	0.8	119	1	393.43	1337.67
AREA DE TRABAJO EDIFICIO B PLANTA BAJA	VENTANA	2	4.51*1.87	8.434	0.8	95	1	640.96	2179.27
	VENTANA	2	4.44*1.87	8.303	0.8	95	1	631.01	2145.44
	VENTANA	2	4.49*1.87	8.396	0.8	95	1	638.12	2169.60
	VENTANA	4	2.51*1.87	4.694	0.8	119	1	446.84	1519.26
	PUERTA	2	1.75*2.87	5.023	0.8	119	1	478.14	1625.68
	PUERTA	2	1.75*2.87	5.023	0.8	119	1	478.14	1625.68
SECRETARIA DELEGADO FEDERAL	VENTANA	4	2.52*1.87	4.712	0.8	119	1	448.62	1525.31
DELEGADO FEDERAL	VENTANA	4	4.49*1.87	8.396	0.8	119	1	799.33	2717.71
AUXILIAR	VENTANA	4	1.87*1.87	3.497	0.8	119	1	332.90	1131.88

TABLA EDIFICIO B PLANTA ALTA FIRCO

FIRCO		Orient.	Area	A	CS	FG	SE	Q (W)	Q Btu/h
GERENCIA	VENTANA	4	4.49*1.87	8.396	0.8	119	1	799.33	2717.71
SALA DE JUNTAS	VENTANA	4	4.49*1.87	8.396	0.8	119	1	799.33	2717.71
ADMINISTRACION	VENTANA	4	4.49*1.87	8.396	0.8	119	1	799.33	2717.71
AREA DE TRABAJO FIRCO	VENTANA	2	4.44*1.87	8.303	0.8	95	1	631.01	2145.44
	VENTANA	2	4.49*1.87	8.396	0.8	95	1	638.12	2169.60
	VENTANA	2	4.39*1.87	8.209	0.8	95	1	623.91	2121.28
	PUERTA	2	1.77*2.87	5.08	0.8	95	1	386.07	1312.65

TABLA EDIFICIO C PLANTA ALTA

EDIFICIO C PLANTA ALTA		Orient.	Area	A	CS	FG	SE	Q (W)	Q Btu/h
CUBICULO 1	VENTANA	2	1.7*1.87	3.179	0.8	95	1	241.60	821.45
OFICINA DIRECTOR	VENTANA	4	4.45*1.87	8.322	0.8	119	1	792.21	2693.50
AREA DE TRABAJO	VENTANA	2	4.5*1.87	8.415	0.8	95	1	639.54	2174.44
	VENTANA	2	4.45*1.87	8.322	0.8	95	1	632.43	2150.28
	PUERTA	4	1.75*2.87	5.023	0.8	119	1	478.14	1625.68

TABLA EDIFICIO C PLANTA BAJA

EDIFICIO C PLANTA BAJA		Orient.	Area	A	CS	FG	SE	Q (W)	Q Btu/h
SUBDELEGADO PESCA	VENTANA	4	4.45*1.87	8.322	0.8	119	1	792.21	2693.50
AREA DE TRABAJO PESCA	VENTANA	2	4.45*1.87	8.322	0.8	95	1	632.43	2150.28
	VENTANA	2	4.45*1.87	8.322	0.8	95	1	632.43	2150.28
	VENTANA	4	2.5*1.87	4.675	0.8	119	1	445.06	1513.20
JEFE C	VENTANA	4	4.45*1.87	8.322	0.8	119	1	792.21	2693.50
AREA DE TRABAJO	VENTANA	2	4.5*1.87	8.415	0.8	95	1	639.54	2174.44
	VENTANA	2	4.45*1.87	8.322	0.8	95	1	632.43	2150.28

Apéndice C. TABLAS DE GANANCIA DE CALOR SENSIBLE POR INFILTRACION EN LAS OFICINAS DE LA SAGARPA

TABLA EDIFICIO B PLANTA BAJA

Lugar	Constante	Tabla 4.6	# De personas	# De puertas	Vi	Te	Ti	Te-Ti(°C)	Qsi(w)
SUBDELEGADO ADMINISTRATIVO	0.34	34	1	0	0	24	24	0	0
RECURSOS HUMANOS	0.34	34	1	0	0	24	24	0	0
SECRETARIA DELEGADO FEDERAL	0.34	34	1	0	0	24	24	0	0
OFICINA DELEGADO FEDERAL	0.34	34	1	0	0	24	24	0	0
AUXILIAR	0.34	34	1	0	0	24	24	0	0
AREA DE TRABAJO EDIFICIO B PLANTA BAJA	0.34	34	19	2	1292	30.7	24	6.7	2943.176

TABLA EDIFICIO B PLANTA ALTA FIRCO

Lugar	Constante	Tabla 4.6	# De personas	# De puertas	Vi	Te	Ti	Te-Ti(°C)	Qsi(w)
GERENCIA	0.34	34	1	0	0	24	24	0	0
SALA DE JUNTAS	0.34	34	8	0	0	24	24	0	0
ADMINISTRACION	0.34	34	2	0	0	24	24	0	0
AREA DE TRABAJO FIRCO	0.34	34	12	1	408	30.7	24	6.7	929.424

TABLA EDIFICIO C PLANTA ALTA

Lugar	Constante	Tabla 4.6	# De personas	# De puertas	Vi	Te	Ti	Te-Ti(°C)	Qsi(w)
DIRECTOR	0.34	34	1	1	34	30.7	24	6.7	77.452
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA ALTA	0.34	34	9	1	306	30.7	24	6.7	697.068
CUBICULO 1	0.34	34	2	0	0	24	24	0	0
CUBICULO 2	0.34	34	1	0	0	24	24	0	0

TABLA EDIFICIO C PLANTA BAJA

Lugar	Constante	Tabla 4.6	# De personas	# De puertas	Vi	Te	Ti	Te-Ti(°C)	Qsi(w)
SUBDELEGADO DE PESCA	0.34	34	1	0	0	24	24	0	0
AREA DE TRABAJO PESCA	0.34	34	15	1	510	30.7	24	6.7	1161.78
COMEDOR	0.34	34	6	1	204	30.7	24	6.7	464.712
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA BAJA	0.34	34	15	1	510	30.7	24	6.7	1161.78
JEFE C	0.34	34	1	0		24	24	0	0

Apéndice D. TABLAS DE GANANCIA DE CALOR LATENTE POR INFILTRACION EN LAS OFICINAS DE LA SAGARPA

TABLA EDIFICIO B PLANTA BAJA

Lugar	Constante	Tabla 4.6	# De personas	# De puertas	Vi	We(g/kg)	Wi(g/kg)	We-Wi(g/kg)	Qli(w)
SUBDELEGADO ADMINISTRATIVO	0.83	34	1	0	0	25	9.5	15.5	0
RECURSOS HUMANOS	0.83	34	1	0	0	25	9.5	15.5	0
SECRETARIA DELEGADO FEDERAL	0.83	34	1	0	0	25	9.5	15.5	0
OFICINA DELEGADO FEDERAL	0.83	34	1	0	0	25	9.5	15.5	0
AUXILIAR	0.83	34	1	0	0	25	9.5	15.5	0
AREA DE TRABAJO EDIFICIO B PLANTA BAJA	0.83	34	19	2	1292	25	9.5	15.5	16621.58

TABLA EDIFICIO B PLANTA ALTA FIRCO

Lugar	Constante	Tabla 4.6	# De personas	# De puertas	Vi	We(g/kg)	Wi(g/kg)	We-Wi(g/kg)	Qli(w)
GERENCIA	0.83	34	1	0	0	25	9.5	15.5	0
SALA DE JUNTAS	0.83	34	8	0	0	25	9.5	15.5	0
ADMINISTRACION	0.83	34	2	0	0	25	9.5	15.5	0
AREA DE TRABAJO FIRCO	0.83	34	12	1	408	25	9.5	15.5	5248.92

TABLA EDIFICIO C PLANTA BAJA

Lugar	Constante	Tabla 4.6	# De personas	# De puertas	Vi	We(g/kg)	Wi(g/kg)	We-Wi(g/kg)	Qli(w)
SUBDELEGADO DE PESCA	0.83	34	1	0	0	25	9.5	15.5	0
AREA DE TRABAJO PESCA	0.83	34	15	1	510	25	9.5	15.5	6561.15
COMEDOR	0.83	34	6	1	204	25	9.5	15.5	2624.46
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA BAJA	0.83	34	15	1	510	25	9.5	15.5	6561.15
JEFE C	0.83	34	1	0		25	9.5	15.5	0

TABLA EDIFICIO C PLANTA ALTA

Lugar	Constante	Tabla 4.6	# De personas	# De puertas	Vi	We(g/kg)	Wi(g/kg)	We-Wi(g/kg)	Qli(w)
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA ALTA	0.83	34	9	1	306	25	9.5	15.5	3936.69
CUBICULO 1	0.83	34	2	0	0	25	9.5	15.5	0
CUBICULO 2	0.83	34	1	0	0	25	9.5	15.5	0
DIRECTOR	0.83	34	1	1	34	25	9.5	15.5	437.41

Apéndice E. TABLAS DE GANANCIA DE CALOR SENSIBLE POR PERSONAS EN LAS OFICINAS DE LA SAGARPA

TABLA EDIFICIO B PLANTA BAJA

Lugar	Dato 4.7	Tabla	# De personas	Qsp(W)
SUBDELEGADO ADMINISTRATIVO		70	1	70
RECURSOS HUMANOS		70	1	70
SECRETARIA DELEGADO FEDERAL		70	1	70
OFICINA DELEGADO FEDERAL		70	1	70
AUXILIAR		70	1	70
AREA DE TRABAJO EDIFICIO B PLANTA BAJA		70	19	1330

TABLA EDIFICIO B PLANTA ALTA FIRCO

Lugar	Dato 4.7	Tabla	# De personas	Qsp(W)
GERENCIA		70	1	70
SALA DE JUNTAS		70	8	560
ADMINISTRACION		70	2	140
AREA DE TRABAJO FIRCO		70	12	840

TABLA EDIFICIO C PLANTA BAJA

Lugar	Dato 4.7	Tabla	# De personas	Qsp(W)
SUBDELEGADO DE PESCA		70	1	70
AREA DE TRABAJO PESCA		70	15	1050
COMEDOR		70	6	420
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA BAJA		70	15	1050
JEFE C		70	1	70

TABLA EDIFICIO C PLANTA ALTA

Lugar	Dato 4.7	Tabla	# De personas	Qsp(W)
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA ALTA		70	9	630
CUBICULO 1		70	2	140
CUBICULO 2		70	1	70
DIRECTOR		70	1	70

Apéndice F. TABLAS DE GANANCIA DE CALOR LATENTE POR PERSONAS EN LAS OFICINAS DE LA SAGARPA

TABLA EDIFICIO B PLANTA BAJA

Lugar	Dato 4.7	Tabla	# De personas	Qlp(W)
SUBDELEGADO ADMINISTRATIVO		58	1	58
RECURSOS HUMANOS		58	1	58
SECRETARIA DELEGADO FEDERAL		58	1	58
OFICINA DELEGADO FEDERAL		58	1	58
AUXILIAR		58	1	58
AREA DE TRABAJO EDIFICIO B PLANTA BAJA		58	19	1102

TABLA EDIFICIO B PLANTA ALTA FIRCO

Lugar	Dato 4.7	Tabla	# De personas	Qlp(W)
GERENCIA		58	1	58
SALA DE JUNTAS		30	8	240
ADMINISTRACION		58	2	116
AREA DE TRABAJO FIRCO		58	12	696

TABLA EDIFICIO C PLANTA BAJA

Lugar	Dato 4.7	Tabla	# De personas	Qlp(W)
SUBDELEGADO DE PESCA		58	1	58
AREA DE TRABAJO PESCA		58	15	870
COMEDOR		30	6	180
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA BAJA		58	15	870
JEFE C		70	1	70

TABLA EDIFICIO C PLANTA ALTA

Lugar	Dato 4.7	Tabla	# De personas	Qlp(W)
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA ALTA		58	9	522
CUBICULO 1		58	2	116
CUBICULO 2		58	1	58
DIRECTOR		70	1	70

Apéndice G. TABLAS DE GANANCIA DE CALOR SENSIBLE POR ILUMINACION EN LAS OFICINAS DE LA SAGARPA

TABLA EDIFICIO B PLANTA BAJA

LUGAR	# de Lámparas	Capacidad de Alumbrado (W)	Factor de Balastro (FB)	Factor de Carga de Enfriamiento (FCE)	Ganancia Neta de Calor (Btu/h)
SUBDELEGADO ADMINISTRATIVO	4	156	1.25	1.0	663
RECURSOS HUMANOS	4	156	1.25	1.0	663
SECRETARIA DELEGADO FEDERAL	2	78	1.25	1.0	331.5
OFICINA DELEGADO FEDERAL	4	156	1.25	1.0	663
AUXILIAR	2	78	1.25	1.0	331.5
AREA DE TRABAJO EDIFICIO B PLANTA BAJA	40	1560	1.25	1.0	6630

TABLA EDIFICIO B PLANTA ALTA FIRCO

LUGAR	# de Lámparas	Capacidad de Alumbrado (W)	Factor de Balastro (FB)	Factor de Carga de Enfriamiento (FCE)	Ganancia Neta de Calor (Btu/h)
GERENCIA	8	312	1.25	1.0	1326
SALA DE JUNTAS	9	351	1.25	1.0	1491.75
ADMINISTRACION	4	156	1.25	1.0	663
AREA DE TRABAJO FIRCO	32	1248	1.25	1.0	5304

TABLA EDIFICIO C PLANTA BAJA

LUGAR	# de Lámparas	Capacidad de Alumbrado (W)	Factor de Balastro (FB)	Factor de Carga de Enfriamiento (FCE)	Ganancia Neta de Calor (Btu/h)
SUBDELEGADO DE PESCA	4	156	1.25	1.0	663
AREA DE TRABAJO PESCA	28	1092	1.25	1.0	4641
COMEDOR	4	156	1.25	1.0	663
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA BAJA	18	702	1.25	1.0	2983.5
JEFE C	4	156	1.25	1.0	663

TABLA EDIFICIO C PLANTA ALTA

LUGAR	# de Lámparas	Capacidad de Alumbrado (W)	Factor de Balastro (FB)	Factor de Carga de Enfriamiento (FCE)	Ganancia Neta de Calor (Btu/h)
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA ALTA	18	702	1.25	1.0	2983.5
CUBICULO 1	2	78	1.25	1.0	331.5
CUBICULO 2	4	156	1.25	1.0	663
DIRECTOR	6	234	1.25	1.0	994.5

Apéndice H. TABLAS DE GANANCIA DE CALOR SENSIBLE POR EQUIPOS EN LAS OFICINAS DE LA SAGARPA

TABLA EDIFICIO B PLANTA BAJA

LUGAR	EQUIPO	Potencia (W)	# de Equipos	Total (W)	Btu/h	
DELEGADO	MONITOR	35.0	1	35.0	119	
	CPU	450.0	1	450.0	1530	
SECRETARIA DELEGADO	MONITOR	35.0	1	35.0	119	
	CPU	450.0	1	450.0	1530	
	CAFETERA TURMIX	368.0	1	368.0	1251.2	
SUBDELEGADO	MONITOR	35.0	1	35.0	119	
	CPU	450.0	1	450.0	1530	
RECURSOS HUMANOS	MONITOR	35.0	1	35.0	119	
	CPU	450.0	1	450.0	1530	
AUXILIAR	MONITOR	35.0	1	35.0	119	
	CPU	450.0	1	450.0	1530	
AREA DE TRABAJO B	MONITOR	35.0	21	735.0	2499	
	CPU	450.0	21	9,450.0	32130	
	MULTIFUNCIONAL KYOCERA 420i	1,380.0	1	1,380.0	4692	
	IMPRESORA HP	320.0	5	1,600.0	5440	54257.2

TABLA EDIFICIO B PLANTA ALTA FIRCO

LUGAR	EQUIPO	Potencia (W)	# de Equipos	Total (W)	Btu/h	
GERENCIA	MONITOR	35.0	1	35.0	119	
	CPU	450.0	1	450.0	1530	
	IMPRESORA HP	320.0	1	320.0	1088	
SALA DE JUNTAS	CAFETERA TURMIX	368.0	1	368.0	1251.2	
ADMINISTRACION	MONITOR	35.0	2	70.0	238	
	CPU	450.0	2	900.0	3060	
	IMPRESORA HP	320.0	1	320.0	1088	
AREADE TRABAJO FIRCO	MONITOR	35.0	12	420.0	1428	
	CPU	450.0	12	5,400.0	18360	
	MULTIFUNCIONAL KYOCERA KM-3050	1,380.0	1	1,380.0	4692	
	IMPRESORA HP	320.0	2	640.0	2176	35030.2

TABLA EDIFICIO C PLANTA ALTA

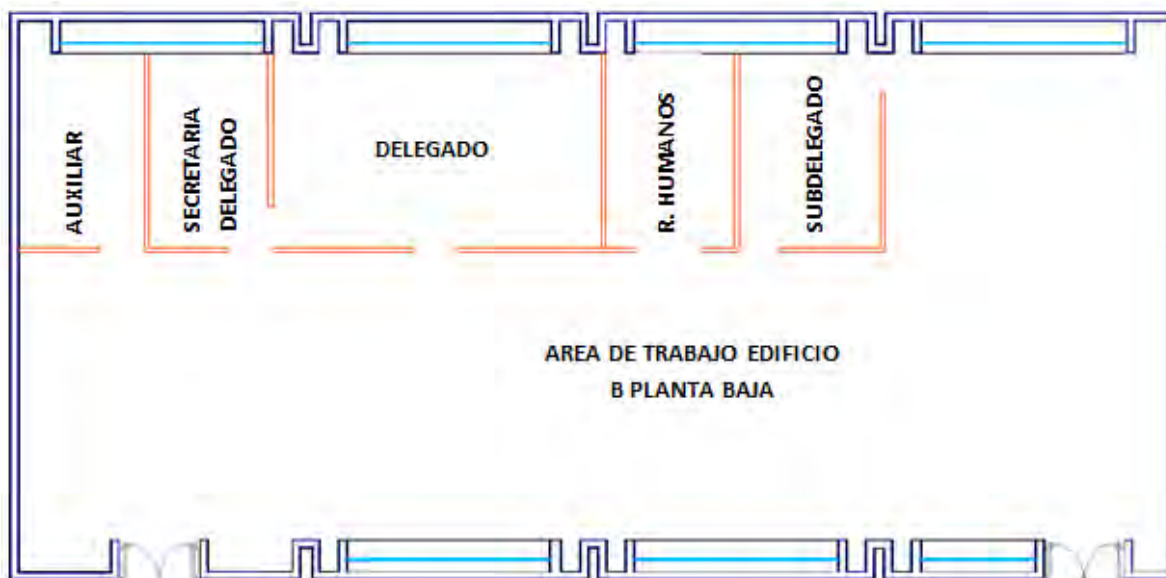
LUGAR	EQUIPO	Potencia (W)	# de Equipos	Total (W)	Btu/h	
CUBICULOS A Y B	MONITOR	35.0	3	105.0	357	
	CPU	450.0	3	1,350.0	4590	
	IMPRESORA HP	320.0	1	320.0	1088	
AREA DE TRABAJO C	MULTIFUNCIONAL KYOCERA 420i	1,380.0	1	1,380.0	4692	
	MONITOR	35.0	8	280.0	952	
	CPU	450.0	8	3,600.0	12240	
	IMPRESORA HP	320.0	2	640.0	2176	
DIRECTOR	MONITOR	35.0	1	35.0	119	
	CPU	450.0	1	450.0	1530	
	IMPRESORA HP	320.0	1	320.0	1088	28832

TABLA EDIFICIO C PLANTA BAJA

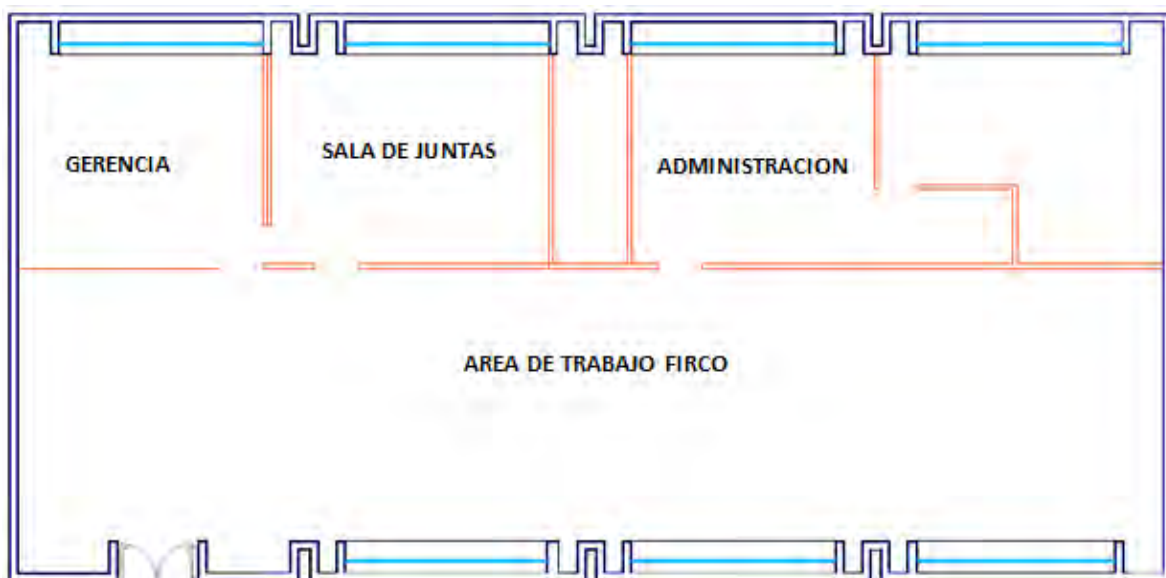
LUGAR	EQUIPO	Potencia (W)	# de Equipos	Total (W)	Btu/h	
SUBDELEGADO PESCA	MONITOR	35.0	1	35.0	119	
	CPU	450.0	1	450.0	1530	
AREA DE TRABAJO PESCA	MULTIFUNCIONAL KYOCERA 420i	1,380.0	1	1,380.0	4692	
	MONITOR	35.0	11	385.0	1309	
	CPU	450.0	11	4,950.0	16830	
	CAFETERA PHILIPS	742.0	1	742.0	2522.8	
COMEDOR	IMPRESORA HP	320.0	3	960.0	3264	
	HORNO DE MICROONDAS LG	950.0	1	950.0	3230	
AREA DE TRABAJO EDIFICIO C PLANTA BAJA	CAFETERA	368.0	1	368.0	1251.2	
	MONITOR	35.0	18	630.0	2142	
	CPU	450.0	18	8,100.0	27540	
	MULTIFUNCIONAL KYOCERA 420i	1,380.0	1	1,380.0	4692	
JEFE C	IMPRESORA HP	320.0	2	640.0	2176	
	MONITOR	35.0	1	35.0	119	
	CPU	450.0	1	450.0	1530	
	IMPRESORA HP	320.0	2	640.0	2176	75123

Apéndice I. ESQUEMA DE LA SAGARPA

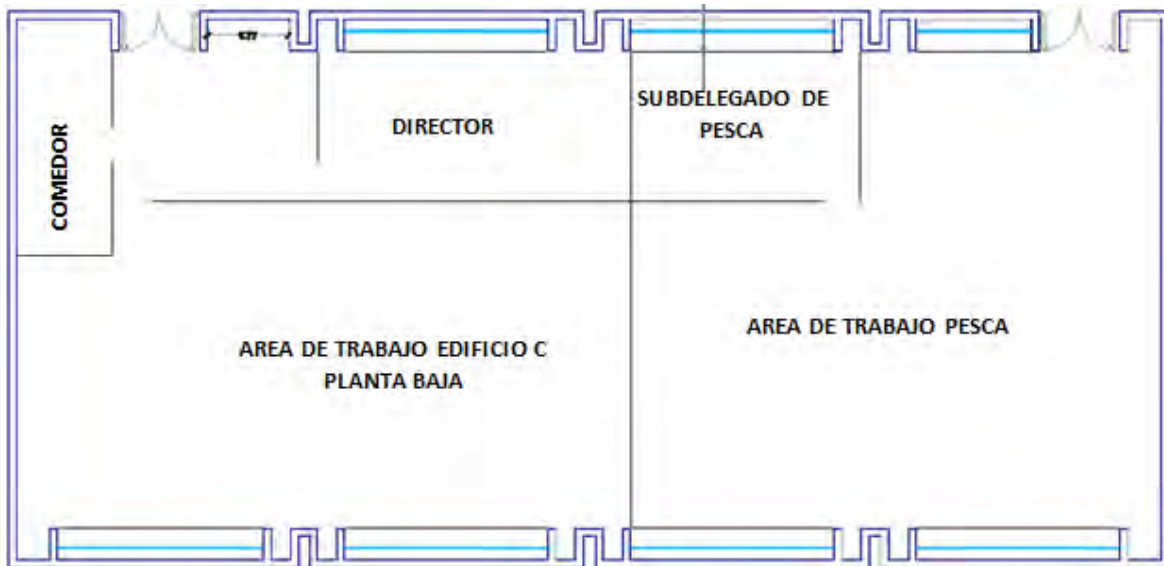
EDIFICIO B PLANTA BAJA



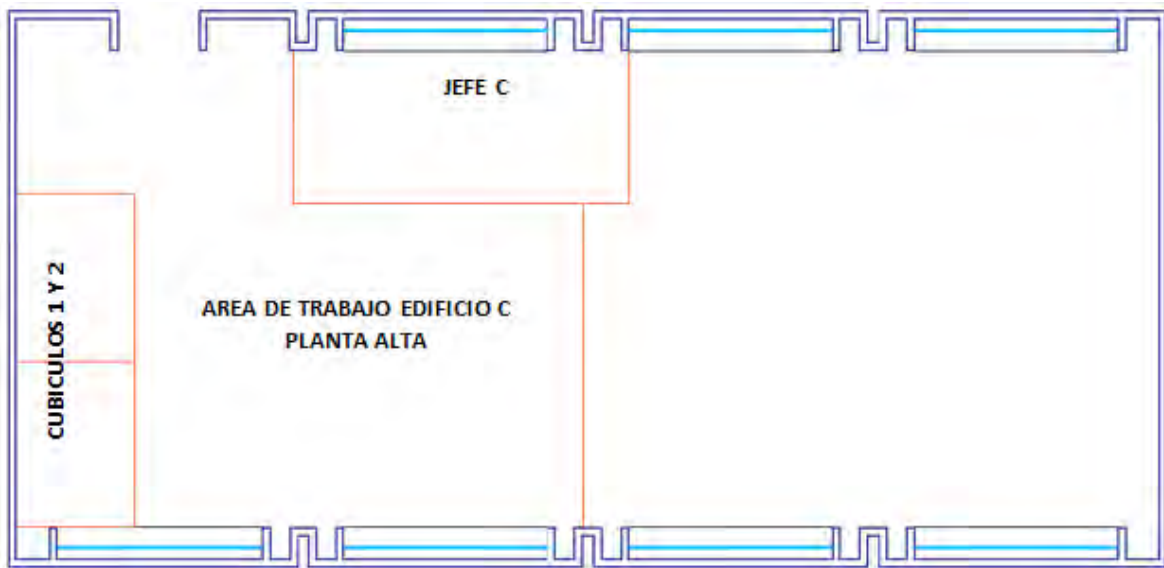
EDIFIO B PLANTA ALTA FIRCO



EDIFICIO C PLANTA BAJA



EDIFICIO C PLANTA ALTA



Apéndice J. TABLA DE VALORES PARA EL CÁLCULO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE (APÉNDICE A DE LA NOM-008-ENER-2001)

Tabla 1. Valores para Cálculo del Flujo de Calor a Través de la Envolvente (continuación)

ESTADO	Ciudad	K de referencia (W/m ² K)		CONDUCCIÓN																RADIACIÓN		Barrera para vapor			
				OPACA								TRANSPARENTE								TRANSPARENTE					
				Temperatura equivalente promedio te (°C)																					
				Hasta tres niveles y Conjunto horizontal con muros compartidos		Mas de tres niveles		T _{exterior}	Superficie inferior	Techo	Muro masivo				Muro ligero				Tegula y domo	Ventanas				Factor de ganancia solar promedio FG (W/m ²)	
Techo y muro	Techo	Muro	N	E	S	O	N				E	S	O	N	E	S	O	Tegula y domo		N	E	S	O		
								JALISCO	Guadalajara (c)	0.791								0.791	2.200					25	26
	Huajuarc	0.798	0.798	2.200	24	26	38	25	27	26	26	30	34	32	33	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146
	Lagos de Mor.	0.920	0.920	2.200	23	26	37	24	26	25	25	29	33	32	32	21	23	23	24	24	274	91	137	118	146
	Ocotlán	0.823	0.823	2.200	25	27	38	25	28	26	26	30	34	33	33	22	24	24	24	25	274	91	137	118	146
	Puerto Vallarta	0.424	0.424	0.639	25	31	45	31	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	274	91	137	118	146
MÉXICO	Chapingo, Texc.	0.997	0.997	2.200	23	23	32	20	22	22	21	26	29	28	28	19	21	21	21	21	274	91	137	118	146
	Toluca	1.620	1.620	2.200	22	21	29	17	18	18	18	23	25	25	24	17	18	18	19	19	274	91	137	118	146
MICHOACÁN	Morelia	0.872	0.872	2.200	24	25	35	23	25	24	24	28	31	30	30	21	22	23	23	23	274	91	137	118	146
	Lázaro Carden.	0.438	0.438	0.700	25	31	46	32	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	274	91	137	118	146
	Uruapan	0.957	0.957	2.200	24	25	35	23	25	24	24	28	31	30	30	21	22	23	23	23	274	91	137	118	146
MORELOS	Cuernavaca	0.721	0.721	2.200	25	27	39	26	28	27	27	31	34	33	34	22	24	25	25	25	274	91	137	118	146
	Cuautla	0.559	0.559	1.368	25	29	41	28	31	29	29	33	37	35	36	24	25	26	26	27	274	91	137	118	146
NAYARIT	Tepic	0.800	0.800	2.200	24	27	39	26	29	27	27	31	35	34	34	23	24	25	25	25	274	91	137	118	146
NUEVO LEÓN	Monterrey (d)	0.480	0.480	0.768	25	30	44	30	33	31	32	35	39	37	38	25	27	28	28	28	274	91	137	118	146
OAXACA	Oaxaca	0.855	0.855	2.200	24	26	38	25	27	26	26	30	34	33	33	22	23	24	24	24	272	102	140	114	134
	Salina Cruz	0.411	0.411	0.586	25	31	46	32	36	33	34	37	41	39	41	26	28	29	29	29	272	102	140	114	134
PUEBLA	Puebla	0.889	0.889	2.200	24	24	34	21	23	23	22	27	30	29	29	20	21	22	22	22	272	102	140	114	134
	Atlixco	0.861	0.861	2.200	23	25	35	23	25	24	24	28	31	30	30	21	22	23	23	23	272	102	140	114	134
	Tehuacán	0.754	0.754	2.200	24	25	35	23	25	24	24	28	31	31	31	21	22	23	23	23	272	102	140	114	134
QUERÉTARO	Querétaro	0.873	0.873	2.200	24	26	37	24	27	26	25	30	33	32	32	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146
	San Juan del Río.	0.829	0.829	2.200	24	24	34	22	24	23	23	27	30	29	29	20	21	22	22	22	274	91	137	118	146
QUINTANA ROO	Cozumel	0.466	0.466	0.763	25	30	44	30	33	31	32	35	39	37	38	25	27	28	28	28	284	95	152	119	133
	Chetumal	0.438	0.438	0.679	25	31	45	31	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	29	29	284	95	152	119	133
	Cancún	0.439	0.439	0.587	25	31	46	32	35	33	34	37	41	39	40	26	28	29	29	29	284	95	152	119	133
	Playa Camen	0.423	0.423	0.623	25	31	45	31	35	33	33	36	41	39	40	26	28	29	29	29	284	95	152	119	133
SAN LUIS POTOSÍ	Río Verde	0.599	0.599	1.503	25	28	41	27	30	29	29	33	36	35	35	24	25	26	26	26	274	91	137	118	146
	San Luis Potosí	0.830	0.83	2.200	25	24	34	22	24	23	23	27	30	30	30	20	22	22	22	22	274	91	137	118	146
	Cd. Valles	0.417	0.417	0.611	25	31	45	32	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	274	91	137	118	146
	Motulua	0.930	0.93	1.500	25	27	39	25	28	27	27	31	34	33	34	22	24	25	25	25	274	91	137	118	146
SINALOA	Culiacán	0.409	0.409	0.579	25	31	46	32	36	33	34	37	41	39	41	27	28	29	29	29	322	70	159	131	164
	Mazatlán	0.449	0.449	0.720	25	31	45	31	34	32	33	36	40	38	39	26	27	28	29	29	322	70	159	131	164
	Gusave	0.425	0.425	0.563	25	32	47	33	36	34	34	38	42	40	41	27	28	30	30	30	322	70	159	131	164
	Los Mochis	0.434	0.434	0.651	25	32	47	33	36	34	34	38	42	40	41	27	28	30	30	30	322	70	159	131	164

Apéndice K. TABLA 2 Y 3 FACTORES DE CORRECCIÓN DE SOMBREADO EXTERIOR (APÉNDICE A DE LA NOM-008-ENER-2001)

Tabla 2. Factor de corrección de sombreado exterior (SE)

L/H	NORTE		ESTE Y OESTE		SUR	
	I(*)	II(**)	I(*)	II(**)	I(*)	II(**)
0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,10	0,94	0,94	0,95	0,98	0,92	0,96
0,20	0,90	0,90	0,90	0,96	0,85	0,93
0,30	0,86	0,88	0,85	0,93	0,79	0,90
0,40	0,84	0,84	0,80	0,92	0,73	0,87
0,50	0,82	0,82	0,77	0,90	0,68	0,84
0,60	0,80	0,80	0,73	0,89	0,63	0,82
0,70	0,79	0,79	0,70	0,87	0,59	0,79
0,80	0,78	0,78	0,67	0,86	0,55	0,78
1,00	0,76	0,75	0,63	0,84	0,49	0,75
1,20	0,74	0,73	0,60	0,83	0,45	0,74

(*) ZONA I (latitud desde 33° y hasta 23°)
 (**) ZONA II (latitud menor de 23° y hasta 14°)

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

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

Apéndice L. CARTA PSICOMETRICA



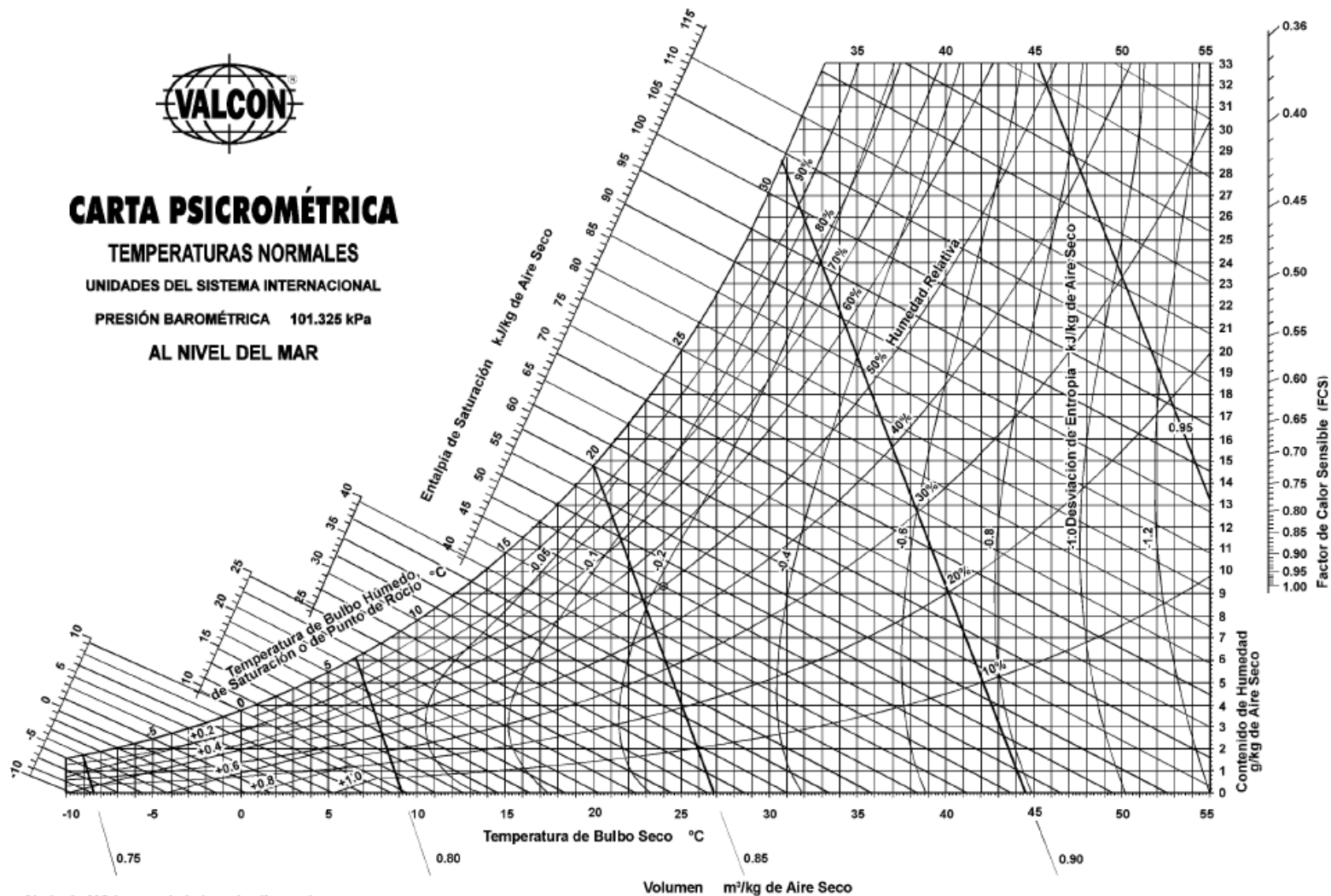
CARTA PSICOMÉTRICA

TEMPERATURAS NORMALES

UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL

PRESIÓN BAROMÉTRICA 101.325 kPa

AL NIVEL DEL MAR



Abajo de 0°C las propiedades y las líneas de desviación de la entalpia son para el hielo

Apéndice M. Cotización de aires acondicionados

**Minisplit Mirage Magnum 13 110v 1 ton. Frio Calor
M13FC10/110**
[M13FC10/110]

El flete se cotiza por separado. ¡Contáctanos!

Precio \$9,189.00MXP



**Minisplit Mirage Magnum13 220v 1.5 ton. Frio
Calor M13FC15/220**
[M13FC15/220]

El flete se cotiza por separado. ¡Contáctanos!

Precio \$13,023.00MXP



**Minisplit Mirage Magnum13 220v 2.0 ton. Frio
Calor M13FC20/220**
[M13FC20/220]

El flete se cotiza por separado. ¡Contáctanos!



Precio \$17,244.00MXP