



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

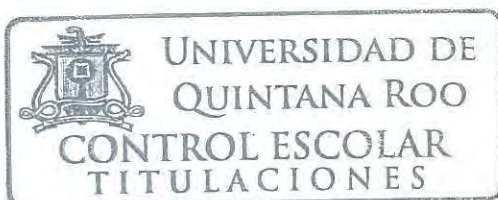
Balance Térmico de las instalaciones del Hotel “Villas Esmeralda” en Bacalar Quintana Roo.

TESIS
Para obtener el grado de
Ingeniero en Sistemas de Energía.

PRESENTA
Aracely Crisóstomo Cuxin.

DIRECTOR DE TESIS
Dr. Fernando Enrique Flores Murrieta.

ASESORES
Dr. Jaime Dionisio Cuevas Domínguez.
Dr. Gliserio Romeli Barbosa Pool.
Dr. José Hernández Rodríguez.
Dr. José Manuel Carrión Jiménez.





UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

TRABAJO DE TESIS TITULADO
**Balance Térmico de las instalaciones del Hotel “Villas Esmeralda”
en Bacalar Quintana Roo**

ELABORADO POR
Aracely Crisóstomo Cuxin.

BAJO SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA Y APROBADO COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO EN SISTEMA DE ENERGIA.

COMITÉ DE TESIS

DIRECTOR:



Dr. Fernando Enrique Flores Murrieta.

ASESOR:



Dr. Jaime Dionisio Cuevas Domínguez.

ASESOR:



Dr. Gliserio Romeli Barbosa Pool.

ASESOR:

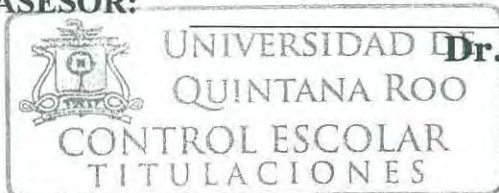


Dr. José Hernández Rodríguez.

ASESOR:



Dr. José Manuel Carrión Jiménez.



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, SEPTIEMBRE DE 2019



DEDICATORIA

Mi gratitud en una hoja no es nada a comparación de lo que has hecho por mí, la mujer que a pesar de todo soporta mis errores y me tiende su mano, agradezco a Dios por tu vida Landy Oneida Cuxin Pacheco, por apoyarme incondicionalmente en el transcurso de esta travesía llamada ingeniería.

Mujer virtuosa ¿Quién la hallará? Porque su estima sobrepasa largamente a la de las piedras preciosas.

Pr. 31:10

Dedicado para ti, Te amo Mom.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme terminar una etapa de mi vida, a mi madre Landy y mis hermanos, Félix, Dylan y Jaqueline por su apoyo incondicional que siempre me brindaron, sus consejos, su paciencia. Por los malos y buenos momentos que hemos pasado juntos (se dice fácil pero no lo es, jaja), los amo.

Al Dr. Fernando Enrique Flores Murrieta por haberme brindado la oportunidad de trabajar este proyecto con él, gracias por todas las herramientas necesarias (libros e información) que me dio para la elaboración de la presente tesis, por sus consejos y por tenerme paciencia a lo largo del tutorado de tesis.

A mis tutores el Dr. Inocente Bojórquez y el M.E.S. Roberto Acosta Olea por su orientación académica a lo largo de su tutorado.

A cada uno de mis Profesores académicos por sus enseñanzas a lo largo de mi carrera universitaria.

A mis amigos y compañeros por su ayuda, por darme una mano cuando siempre la necesite, por aportar considerablemente una parte esencial en mi vida académica, al igual que en mi vida social.

Al Dr. Emmanuel Torres Montalvo por su apoyo académico a lo largo de mi vida universitaria, por sus consejos, pero sobretodo, gracias por su amistad.

RESUMEN

En la presente tesis se desarrolló un balance térmico en los edificios del Hotel "Villas esmeralda" ubicado en el municipio de bacalar, con la finalidad de determinar la capacidad de las unidades de aire acondicionado que debe tener cada espacio en los edificios del Hotel. Primero se explican los antecedentes históricos de los sistemas de refrigeración, la influencia que puede causar en los individuos con el paso del tiempo, desde los factores que influyen en la comodidad, reacción al cambio de la temperatura y el impacto ambiental, económico y social que ha tenido. Seguidamente se tratan algunos métodos empleados para el cálculo de cargas térmicas en edificaciones, y se elige el método más conveniente para este proyecto de tesis. El método que se eligió fue el de balance térmico, el cual permite determinar las cargas térmicas en sensibles y latentes que gana la edificación, estas a su vez están subdivididas en cargas térmicas externas y cargas térmicas internas. Una vez elegido el método se hace una evaluación general en el Hotel de los dispositivos de iluminación, climatización, instalaciones eléctricas, ubicación, condiciones exteriores y condiciones de construcción del edificio. Posteriormente se describe el proceso para implementar la metodología para cargas interiores de Miranda (2004) y la NOM- 008-ENER-2001 "Eficiencia Energética en Edificaciones, Envolvente de Edificios no Residenciales" para cálculos de cargas térmicas exteriores, para determinar la ganancia de calor sensible y latente en las instalaciones de cada uno de los edificios del hotel. Recurriendo al método de balance térmico se obtienen los resultados de las ganancias térmicas para cada uno de los espacios en el Hotel, considerando la implementación de aislamientos térmicos. Por último se presentaran las conclusiones y recomendaciones del análisis térmico de las instalaciones del Hotel "Villas Esmeralda" con el propósito de determinar el dimensionamiento adecuado de las unidades de climatización y el impacto que se tiene en los aires acondicionados por la implementación de aislantes térmicos minimizando las ganancias de calor a través de la envolvente.

INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
OBJETIVOS GENERALES.....	2
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	2
ALCANCES.....	3
CAPITULO1.....	5
Antecedentes.....	5
1.1 Impacto Ambiental.....	5
1.2 Riesgos de la salud.....	8
1.3 Impacto económico.....	8
1.4 Calidad del aire interior.....	8
1.4.1 Confort térmico y ventilación.....	8
1.4.2 Características de los edificios.....	10
1.4.3 Ocupación y actividad.....	11
1.5 Confort térmico.....	12
1.6 Iluminación.....	12
1.7 Ventilación.....	14
1.7.1 Renovación o cambios de aire.....	14
 CAPITULO 2.....	 16
Métodos de cálculos de cargas térmicas.....	16
2.1 Panorama energético nacional.....	16
2.1.1 Consumo de energía a nivel nacional.....	16
2.2 Métodos más empleados.....	19
2.2.1 Método de cargas instantáneas.....	19
2.2.2 Método E20 de Carrier y manual CLTD/CLF.....	20
2.2.3 Método de funciones de Transferencia.....	20
2.2.4 Método del Balance Térmico.....	20
 CAPITULO 3.....	 22
Método del balance térmico.....	22
3.1 Condiciones del proyecto.....	24
3.1.1 Localidad.....	24
3.1.2 El edificio.....	24
3.1.3 Parámetros de diseño.....	24
3.1.3.1 Condiciones exteriores.....	24
3.1.3.2 Condiciones interiores.....	24
3.1.4 Consideraciones de la construcción.....	25
3.2 La norma NOM-008-ENER-2001 “Eficiencia Energética en Edificaciones, Envolvente de edificios no Residenciales”.....	26
3.2.1 Calculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado.....	27
3.2.1.1 Ganancia de calor por conducción.....	27
3.2.1.2 Ganancia de calor por radiación.....	28

3.3 Determinación del coeficiente global de transferencia de calor (K) de las porciones de la envolvente.....	29
3.4 Orientación.....	29
3.5 Calculo de las cargas térmicas internas.....	30
3.5.1 Cálculo de la carga sensible.....	31
3.5.1.1 Calor sensible debido al aire de infiltraciones...	31
3.5.1.2 Calor sensible generado por las personas que ocupan el lugar.....	32
3.5.1.3 Calor sensible generado por la iluminación del local.....	33
3.5.1.4 Calor sensible generado por máquinas y equipo eléctrico en el interior del local.....	34
3.5.1.5 Calor sensible producido por el aire de ventilación.....	35
3.5.2 Calculo de la carga latente.....	37
3.5.2.1 Calor latente debido al aire de infiltraciones.....	37
3.5.2.2 Calor latente generado por las personas que ocupan el local.....	38
3.5.2.3 Calor latente producido por el aire de la ventilación.....	38
3.6 Cálculo de las cargas totales.....	38
3.6.1 Carga sensible efectiva parcial y latente efectiva parcial.....	38
3.6.2 Carga sensible efectiva total y latente efectiva total.....	39
3.7 Factor de by-pass.....	39
 CAPITULO 4.....	 40
Evaluación general de las instalaciones del hotel “Villas Esmeralda”.....	40
4.1 Objetivo del recorrido.....	40
4.2 Estado de los aires acondicionados.....	40
4.3 Estados de iluminación.....	41
4.4 Estado general de las instalaciones eléctricas.....	42
4.5 Censo de cargas.....	44
4.6 Resultados del censo de cargas.....	47
 CAPITULO 5.....	 49
Calculo de las cargas térmicas en las instalaciones del hotel “Villas Esmeralda”.....	49
5.1 Datos generales.....	49
5.2 Calculo de las partidas de calor sensible.....	50
5.2.1 Calor sensible debido a la conducción y radiación a través de la envolvente.....	51
5.2.1.1 Ganancia de calor por conducción.....	51
5.2.1.2 Ganancia de calor por Radiación.....	57

5.2.2 Calor sensible debido a infiltraciones del aire.....	60
5.2.3 Ganancia de calor sensible generado por personas que ocupan el lugar.....	61
5.2.4 Calor sensible generado por la iluminación del local.....	62
5.2.5 Calor sensible generado por maquinas del lugar.....	63
5.2.6 Calor sensible por ventilación del aire.....	65
5.3 Calculo de las cargas latentes.....	66
5.3.1 Calor latente debido al aire de infiltraciones.....	66
5.3.2 Calor latente generado por las personas que ocupan el lugar.....	68
5.3.3 Calor latente generado procedente del aire de ventilación.....	69
5.4 Cargas totales.....	70
5.5 Determinación de la capacidad de los equipos de aire acondicionado.....	71
5.6 Análisis.....	72
5.7 Comparación del consumo de energía de los equipos instalados con los equipos propuestos.....	75
CAPITULO 6.....	76
Aislante térmico.....	76
6.1 Determinación de los equipos de aire acondicionado utilizando aislante térmico de placa de Poliestireno expandido.....	76
6.2 Capacidad de los equipos de aire acondicionado aplicando aislante térmico con placa de Poliestireno expandido.....	83
6.3 Determinación y comparación de los equipos de aire acondicionado aplicando aislante térmico con placa de Poliestireno expandido.....	84
6.4 Determinación de los equipos de aire acondicionado utilizando aislante térmico de placa de Poliestireno extruido.....	85
6.5 Capacidad de los equipos de aire acondicionado aplicando aislante térmico con placa de Poliestireno extruido.....	90
6.6 Determinación y comparación de los equipos de aire acondicionado aplicando aislante térmico con placa de Poliestireno Extruido.....	91
6.7 Determinación de los equipos de aire acondicionado utilizando Impermeabilizante Aislacreto térmico.....	92
6.8 Capacidad de los equipos de aires acondicionados aplicando Impermeabilizante Aislacreto térmico.....	93
6.9 Determinación y comparación de los equipos de aire acondicionado aplicando Impermeabilizante Aislacreto térmico.....	94

6.10 Comparación del consumo de energía eléctrica de los equipos de aire acondicionado Instalados, propuesto con balance térmico, propuestos con aislante térmico con placa de Poliestireno expandido y extruido, y propuesto con impermeabilizante Aislacreto térmico.....	95
6.11 Análisis de reducción de la capacidad de los equipos.....	96
6.12 Análisis de reducción del consumo de energía.....	98
CAPITULO 7.....	99
Conclusiones y recomendaciones.....	99
Bibliografías.....	102
Apéndice A.....	105
Apéndice B.....	126
Apéndice C.....	129
Anexo 1	
Carta psicométrica.....	130
Anexo 2	
Normales climatológicas.....	131
Anexo 3	
Plano Edificio A.....	132
Plano Edificio B.....	134
Plano Edificio C.....	136

Tabla 2.1 Clasificación de las Cargas Térmicas.....	18
Tabla 3.1 Condiciones interiores recomendadas de acuerdo a las combinaciones de temperatura y humedad relativa.....	25
Tabla 3.2 Aire de infiltraciones en metros cúbicos por hora (m^3/h), por persona y puerta.....	32
Tabla 3.3 Calor emitido por personas en Watts (W).....	33
Tabla 3.4 Aire de ventilación en metros cúbicos por hora (m^3/h), por Persona y puerta. Ventilación mínima y ocupación máxima estimada en diversos locales.....	36
Tabla 4.1 Cargas instaladas en el Hotel “Villas Esmeralda”.....	45
Tabla 4.2 Consumo total por edificio.....	47
Tabla 4.3 Consumo total por los diferentes equipos instalados.....	47
Tabla 5.1 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en la habitación 1, Edificio A, planta alta.....	52
Tabla 5.2 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en la habitación 2, Edificio A, planta alta.....	52
Tabla 5.3 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en planta baja (comedor y sala), edificio A.....	53
Tabla 5.4 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en la habitación 1, Edificio B.....	53
Tabla 5.5 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en la habitación 2, Edificio B.....	54
Tabla 5.6 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en la habitación 3, Edificio B.....	54
Tabla 5.7 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en la habitación 4, Edificio B.....	54
Tabla 5.8 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en la habitación 5, Edificio B.....	55
Tabla 5.9 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en la habitación 6, Edificio B.....	55
Tabla 5.10 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en el Edificio C.....	56
Tabla 5.11 Ganancia de calor por radiación en el edificio A, habitación 1, planta alta.....	58
Tabla 5.12 Ganancia de calor por radiación en el edificio A, habitación 2, planta alta.....	58
Tabla 5.13 Ganancia de calor por radiación en el edificio A, planta baja.....	58
Tabla 5.14 Ganancia de calor por radiación en el edificio B, habitación 1.....	58
Tabla 5.15 Ganancia de calor por radiación en el edificio B, habitación 3.....	58
Tabla 5.16 Ganancia de calor por radiación en el edificio B, habitación 4.....	59
Tabla 5.17 Ganancia de calor por radiación en el edificio B, habitación 5.....	59
Tabla 5.18 Ganancia de calor por radiación en el edificio C.....	59

Tabla 5.19 Ganancia de calor sensible debido a infiltraciones de aire exterior.....	61
Tabla 5.20 Calor sensible generado por persona en el Hotel.....	62
Tabla 5.21 Calor sensible generado por iluminación en los edificios A,B y C.	63
Tabla 5.22 Calor sensible generado por equipo eléctrico dentro del Edificio A, planta baja.....	64
Tabla 5.23 Calor sensible generado por equipo eléctrico dentro del edificio B, habitación 1 - 6.....	64
Tabla 5.24 Calor sensible generado por equipo eléctrico dentro del edificio C.....	65
Tabla 5.25 Calor sensible generado por ventilación en los Edificios A, B y C.	66
Tabla 5.26 Calor sensible generado por infiltración de aire en el Hotel “Villas Esmeralda”.....	67
Tabla 5.27 Calor sensible generado por personas que ocupan los edificios de Hotel “Villas Esmeralda”.....	68
Tabla 5.28 Calor latente generado por ventilación en los edificios del hotel “Villas esmeralda”.....	69
Tabla 5.29 Resumen de las cargas térmicas en los espacios a acondicionar.	70
Tabla 5.30 Determinación de la capacidad del equipo de aire acondicionado a seleccionar.....	71
Tabla 5.31 Comparación del consumo de energía de los equipos instalados con los equipos propuestos.....	75
Tabla 6.1 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en edificio A, planta baja.....	77
Tabla 6.2 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en edificio A, Habitación 1, Planta alta, en muros y techumbre.....	78
Tabla 6.3 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en edificio A, Habitación 2, Planta alta, en muros y techumbre.....	78
Tabla 6.4 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en edificio B, Habitación 1.....	79
Tabla 6.5 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en edificio B, Habitación 2.....	79
Tabla 6.6 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en edificio B, habitación 3.....	80
Tabla 6.7 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en edificio B, habitación 4.....	80
Tabla 6.8 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en Edificio B, habitación 5.....	81

Tabla 6.9 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en Edificio B, habitación 6.....	81
Tabla 6.10 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en Edificio C.....	82
Tabla 6.11 Capacidad de los equipos de aire acondicionado utilizando aislante térmico con placa de Poliestireno expandido.....	83
Tabla 6.12 Comparación de los equipos de aire acondicionado utilizando aislante térmico con placa de Poliestireno expandido.....	84
Tabla 6.13 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio A, planta baja.....	85
Tabla 6.14 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio A, Habitación 1, Planta alta, en muros y techumbre.....	86
Tabla 6.15 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio A, Habitación 2, Planta alta, en muros y techumbre.....	86
Tabla 6.16 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio B, Habitación 1.....	86
Tabla 6.17 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio B, Habitación 2.....	87
Tabla 6.18 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio B, Habitación 3.....	87
Tabla 6.19 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio B, Habitación 4.....	88
Tabla 6.20 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio B, Habitación 5.....	88
Tabla 6.21 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio B, Habitación 6.....	89
Tabla 6.22 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio C.....	89
Tabla 6.23 Capacidad de los equipos de aire acondicionado utilizando aislante térmico con placa de Poliestireno extruido.....	90
Tabla 6.24 Capacidad de los equipos de aire acondicionado utilizando aislante térmico con placa de Poliestireno Extruido.....	91
Tabla 6.25 Determinación de los equipos de refrigeración utilizando Aislacreto térmico en el edificio C.....	92

Tabla 6.26 Capacidad de los equipos de refrigeración utilizando Aislacreto térmico en los edificios A, B y C del hotel “Villas Esmeralda”.....	93
Tabla 6.27 Determinación y comparación de los equipos de refrigeración utilizando Aislacreto térmico en el hotel “Villas Esmeralda”.....	94
Tabla 6.28 Comparación del consumo de energía eléctrica de los equipos de aire acondicionado aplicando el método balance térmico y aislantes en el hotel “Villas Esmeralda”.....	95
Tabla 6.29 Análisis de potencias requeridas de los métodos aplicado.....	96
Tabla 6.30 Análisis de potencias requeridas de los métodos aplicados, sin el cálculo del Edificio A planta baja.....	96
Tabla 6.31 Análisis de consumo eléctrico de los métodos aplicados.....	98
Tabla A.1 Valores para el cálculo de flujo del calor a través de la envolvente.....	105

FIGURAS

Pág.

Figura 1.1 Agentes contaminantes.....	7
Figura 1.2 Factores de calidad del aire interior.....	10
Figura 1.3 Distribución deficiente del aire.....	11
Figura 1.4 Confort térmico.....	12
Figura 1.5 Iluminación general localizado.....	13
Figura 2.1 Comparación de complejidad y precisión de los métodos de cálculo de cargas térmicas más empleados.....	19
Figura 3.1 Comportamiento del aire caliente en verano.....	22
Figura 3.2 Comportamiento del aire caliente en invierno.....	23
Figura 3.3 Representación constructiva del muro o pared de la edificación.....	25
Figura 3.4 Representación constructiva del techo de la edificación.....	26
Figura 3.5 Orientación de las paredes de acuerdo a la NOM-008-ENER-2001.....	30
Figura 3.6 Representación esquemática de una instalación que utiliza solo aire del local. UAA, unidad de aire acondicionado, representa el aparato o ventilador que aspira el aire del local, lo enfría y lo vuelve a introducir.....	34
Figura 3.7 Representación esquemática de una instalación que utiliza solo aire del exterior.....	35
Figura 3.8 Representación esquemática de una instalación que mezcla aire del exterior con el aire del local.....	35
Figura 3.9 Representación del factor de by-pass en un sistema de refrigeración.....	39
Figura 4.1 Aires acondicionados con leves infiltraciones.....	41
Figura 4.2 Falta de limpieza en luminarias, obstruye la luminosidad.....	41
Figura 4.3 Lámpara sobrepuesta en el portalámparas.....	42
Figura 4.4 Cables sin canalización, cables sueltos y sin identificación, y receptáculo sin tapa.....	42
Figura 4.5 Portalámparas colgando, cables expuestos a la intemperie cerca de la tubería de agua.....	43
Figura 5.1.- Vista posterior del edificio "A" con vista hacia la laguna.....	50
Figura 5.2.- Vista frontal de edificio "A".....	50
Figura 5.3 Orientación Idónea de inmuebles en México.....	51
Figura 5.4 Afectación de la radiación solar según la orientación de las ventanas y del tamaño del volado.....	57
Figura 5.5 Filtración de aire por fisuras o aperturas de puertas.....	60
Figura 5.6 Calor sensible generado por personas en una habitación.....	61
Figura 5.7 Calor sensible generado por luminarias.....	63
Figura 5.8 Calor sensible generado por Maquinas o equipos eléctricos.....	64
Figura 5.9 Calor latente filtrándose por las aperturas de puertas y ventanas..	67
Figura 5.10 Calor latente generado por persona en el interior de un local.....	68

Grafico 2.1 Porcentaje de Consumo de energía eléctrica por sector a nivel nacional.....	17
Grafico 2.2 Porcentaje de consumo eléctrico a nivel nacional en el año 2016 en un hogar promedio que cuenta con Climatización.....	17
Grafico 4.1 Porcentaje total instalado en el Hotel “Villas Esmeralda”.....	48
Grafico 5.1 Porcentaje de las ganancias de calor en el hotel “Villas esmeralda”.....	72
Grafico 5.2 Porcentaje de las cargas térmicas en Edición A.....	73
Grafico 5.3 Porcentaje de las cargas térmicas en Edición B, habitaciones 1-6.....	73
Grafico 5.4 Porcentaje de las cargas térmicas en Edición C, recepción.....	74
Grafico 6.1 Porcentaje de consumo de energía eléctrica sin el cálculo del Edificio A, planta baja.....	97
Grafico 6.2 Comportamiento del consumo eléctrico en los equipos de enfriamiento.....	98

APÉNDICES

APÉNDICE A

Tabla A.1 Valores para el cálculo de flujo de calor a través de la envolvente.

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

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

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

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

APÉNDICE B Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor (K).

APÉNDICE C Valores de conductividad térmica de los materiales de construcción.

ANEXOS

ANEXO 1 Carta psicométrica.

ANEXO 2 Normales climatológicas, Chetumal quintana roo.

ANEXO 3 Plano arquitectónico de los edificios del Hotel “Villas esmeralda”.

Plano arquitectónico del edificio A, planta baja

Plano arquitectónico del edificio A, planta alta

Plano arquitectónico del edificio B, planta baja

Plano arquitectónico del edificio B, planta alta

Plano arquitectónico del edificio C, recepción.

INTRODUCCION

En la actualidad los aspectos energéticos favorecen al sector de la edificación, donde las instalaciones térmicas proveen refrigeración, agua caliente, calefacción, etc., estas adquieren un papel importante al ser las responsables de la mayor parte del consumo de energía.

El interés por la cantidad de energía que consume un edificio, así como en la aplicación de fuentes renovables de suministro surge a raíz del consumidor final, el cual busca disponer de un edificio cuyo mantenimiento sea el más reducido posible, sin renunciar en ningún momento al confort y bienestar térmico.

Estos puntos son unos de los intereses medioambientales y económicos que se vinculan a la reducción de la factura energética de los países, los grandes impulsores de medidas de ahorro energético.

Entender el edificio como un sistema energético, nos ayuda a simplificar la complejidad con la que las distintas instalaciones térmicas son capaces de mantenernos en razonables condiciones de confort térmico, de acuerdo a las condiciones exteriores.

El dimensionamiento de las instalaciones térmicas comienza por considerar las condiciones climatológicas de la localidad en la que nos ubiquemos, por las características constructivas del edificio y por la actividad humana que ejerce sobre el balance final del consumo térmico.

Para preservar y hacer uso racional de los recursos energéticos en Nuestro País (México) se elaboró la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 “Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales” bajo la coordinación del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) con el apoyo del Instituto de Investigaciones Eléctricas y con la colaboración de diferentes organismos y empresas, la cual tiene como objetivo limitar las ganancias de calor en las edificaciones a través de su envolvente, con objeto de racionalizar el uso de energía eléctrica en los sistemas de enfriamiento. Así mismo se hace uso de la metodología de aires acondicionados (Miranda, 2004) para la determinación de las cargas térmicas internas que gana una edificación. De tal forma que al sumar las cargas externas NOM-008-ENER-2001, más las cargas internas se determina la carga térmica total que gana realmente la edificación, de tal forma que así se obtiene la capacidad de los equipos de enfriamiento.

JUSTIFICACION

Las condiciones térmicas de un edificio dependen de la magnitud de las pérdidas y ganancias de calor que ocurren en el transcurso del día, este tenderá a calentarse cuando las ganancias sean mayores que las pérdidas, y a enfriarse en la situación contraria haciendo que las personas perciban condiciones interiores desagradables (disconfort térmico). El cuerpo humano se puede considerar como una maquina térmica que intercambia energía en su entorno, en forma de calor y humedad., Solo si existe un equilibrio entre el calor producido por el metabolismo, el lugar donde se reside y los tipos de materiales con los que están elaboradas las edificaciones, las cuales en situaciones extremas exigen sistemas de climatización artificial para ser contrarrestadas, se podrá tener un ambiente confortable para la actividad humana. Pero no solo el disconfort térmico para el individuo afecta, sino que también aumentan la demanda de energía y por lo tanto, un gasto extra para los propietarios en cuanto a facturación eléctrica.

En este proyecto se pretende que los propietarios reduzcan gastos innecesarios en los equipos de climatización, es decir, un ahorro de energía en el inmueble, empleando como métodos los descritos por la Secretaría de Energía en la norma NOM-008-ENER-2001 para las ganancias externas de calor del edificio, y el detallado por Miranda (2004) para las ganancias de calor internas del mismo.

OBJETIVO GENERAL.

Evaluar las ganancias de calor mediante un balance térmico en el Hotel “Villas Esmeralda” ubicado en avenida costera 509, en el municipio de Bacalar para proponer estrategias de ahorro energético en los equipos de climatización.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Comparar la ganancia de calor a través de la envolvente en el Hotel “Villas Esmeralda” implementando la metodología para determinar las ganancias de calor externas que describe la Secretaría de Energía en la NOM-008-ENER-01.

Determinar el dimensionamiento óptimo de los equipos de aire acondicionados propuestos a través de la metodología convencional de ganancia de calor internas, Miranda (2004).

Determinar si los equipos instalados están subdimensionados o sobredimensionados.

Proponer tres tipos de aislamientos térmicos en la techumbre para amortiguar la ganancia de calor en la edificación.

Realizar un análisis de las cargas térmicas del sistema de aire acondicionado para mejorar las condiciones de confort en el inmueble y para la disminución del consumo de energía eléctrica en los equipos.

ALCANCES.

Determinar la capacidad de los aires acondicionados mediante la metodología del balance térmico en el Hotel “Villas Esmeralda” y así elaborar una propuesta que permita reducir el consumo de energía eléctrica en las instalaciones y mejorar el confort ambiental para los usuarios.

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos, el presente trabajo está constituido por los siguientes capítulos que se describen a continuación:

CAPITULO 1.- ANTECEDENTES

Se trataran la influencia de los sistemas de refrigeración en los individuos con el paso del tiempo, desde los factores que influyen en la comodidad, reacción al cambio de la temperatura , disipación y efecto que ocurre en el cuerpo humano, hasta sus generalidades y el impacto ambiental, económico y social que ha tenido.

CAPITULO 2.- METODOS DE CALCULO DE CARGAS TERMICAS.

Se trataran algunos métodos empleados para el cálculo de cargas térmicas en edificaciones, y cuál es la mejor opción para el trabajo propuesto.

CAPITULO 3.- METODO DEL BALANCE TERMICO.

Esté método permite determinar las cargas térmicas en sensibles y latentes que gana la edificación a su vez están subdivididas en cargas térmicas externas y cargas térmicas internas.

CAPITULO 4.- UBICACIÓN Y EVALUACION GENERAL DE LAS INSTALACIONES.

Se lleva a cabo una evaluación de los dispositivos de iluminación, climatización, instalaciones eléctricas, ubicación, condiciones exteriores y condiciones de construcción del edificio.

CAPITULO 5.- CALCULO DE LAS CARGAS TERMICAS EN LAS INSTALACIONES DEL HOTEL “VILLAS ESMERALDA”.

Se describe el proceso para implementar la metodología para cargar interiores de Miranda (2004) y la NOM- 008-ENER-2001 “Eficiencia Energética en Edificaciones, Envolverte de Edificios no Residenciales” para cálculos de cargas térmicas exteriores, para determinar la ganancia de calor sensible y latente en las instalaciones del Hotel “Villas Esmeralda”.

CAPITULO 6.-RESULTADOS Y ANALISIS DEL PROYECTO.

Recurriendo a las fórmulas previamente mencionadas y tomando en cuenta las consideraciones para cada una de las partidas expuestas en el capítulo anterior, se obtendrán los resultados de las ganancias térmicas para cada uno de los espacios en el Hotel, considerando la implementación de aislamientos térmicos.

CAPITULO 7.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Se presentaran las conclusiones y recomendaciones del análisis térmico de las instalaciones del Hotel “Villas Esmeralda” ubicado en el municipio de Bacalar con el propósito de determinar el “dimensionamiento adecuado” de las unidades de climatización y el impacto que se tiene en los aires acondicionados por la implementación de aislantes térmicos

ANEXOS

Se mostraran los cálculos de los diversos conceptos que generan las ganancias de calor en el Hotel “Villas Esmeralda”.

CAPITULO 1

ANTECEDENTES

El único ser viviente que tiene capacidad para cambiar su entorno a la medida de sus necesidades es el hombre, siendo, la transformación en honor de la consecución de su propio bienestar y que sigue en constante evolución, que no está exento de consecuencias negativas en el aspecto medioambiental.

El hombre ha llevado y seguirá haciendo modificación de nuestro ámbito térmico. El descubrimiento del fuego es una prueba de esta modificación para un mejor confort.

Cerca de Pekín, en las cuevas de Zukudían se encontraron unas antiguas hogueras de hace unos 500,000 años aproximadamente, estos fuegos acompañaron al hombre al interior de cuevas y chozas con techos horadados para permitir la salida del humo, lo que puede ser considerado como las primeras centrales de sistemas de calefacción. Estos hogares fueron evolucionando, pero no hasta el año 1600 de nuestra era que Louis Savot en Francia desarrollo un sistema de circulación, el cual tomaba aire frío por el fondo y extraía los gases de combustión por una campana.

Un desconocido babilonio del año 2000 a. de C. ordenaba que las paredes y suelos de su vivienda fueran rociadas de agua, lo que le aliviaba del calor, según el principio de la evaporación.

En el medio oriente había almacenes de hielo, ya en el año 1700 a. de C. Zimri-Lin, señor de Mari (ciudad del Éufrates) había erigido las dos primeras construcciones de este tipo en la cuenca de ese río, y Alejandro Magno levantó el primer almacén de hielo de la antigua Grecia.

Uno de los grandes sistemas para suprimir el calor fue el de los egipcios. Se utilizaban principalmente en el palacio del Faraón, cuyas paredes estaban formadas por enormes bloques de piedra, con un peso superior de mil toneladas.

Se cuenta que durante la noche, tres mil esclavos dismantelaban las paredes y acarreaban las piedras al Desierto del Sahara. Como el clima desértico es extremo y la temperatura disminuye a niveles muy bajos durante las horas nocturnas, las piedras se enfriaban notablemente.

Justo antes que amaneciera, los esclavos acarreaban de regreso los bloques de piedra al palacio y volvían a colocarlas en su sitio. Se supone que el Faraón disfrutaba de temperaturas alrededor de los 26 °C Celsius, mientras que en el exterior del palacio las temperaturas subían hasta casi el doble.

También en Egipto, las mujeres colocaban recipientes de barro poco profundos llenos de agua sobre lechos de paja. La evaporación de la parte superior y los laterales, combinada con el descenso de las temperaturas nocturnas, congelaba el agua. Este

fenómeno se debía a la escasa humedad del aire, que permitía la evaporación y producía el enfriamiento.

Los egipcios fueron los que iniciaron los principios de ventilación durante la construcción de las pirámides, al descubrir la necesidad de renovación de aire que tenían los obreros en los subterráneos.

En el siglo I a. de C., el Ingeniero romano, Cayo Sergio Orata creó un sistema de calefacción subterránea llamado Hipocausto, este sistema se usaba en las termas o baños de vapor, los elementos que utilizaba era el barro, madera y ladrillos. Instalaba un horno fuera de casa, por debajo del nivel del suelo, el calor que se generaba pasaba por una cámara de aire sostenida por pilares de ladrillos de 40 a 60 cm. de alto, en las paredes había ladrillos huecos que conducían el aire caliente y almacenaban e irradiaban calor.

En el siglo II, Ateneo describió una práctica muy común en la India, que consistía en poner agua en los tejados de las casas por la noche para mantenerlas frescas.

En los siglos III y IV a. de C., el emperador Chu disponía en China de 94 siervos que suministraban hielo a la corte.

Hoy en día no recurrimos a esos extremos gracias a los avances de la ciencia y al científico William Thomson (Lord Kelvin) que inventó el principio del aire acondicionado en 1842 con el fin de conseguir un ambiente agradable, Lord Kelvin creó un circuito frigorífico hermético, basándose en la absorción del calor a través de un gas refrigerante. Para ello se basó en 3 principios:

- El calor se transmite de la temperatura más alta a la más baja.
- El cambio de estado líquido a gas, absorbe calor.
- La presión y la temperatura están directamente relacionadas.

Unos años después, en 1902 el estadounidense Willis Haviland Carrier sentó las bases de la refrigeración moderna y, al encontrarse con los problemas de la excesiva humidificación del aire enfriado, las del aire acondicionado, desarrollando el concepto de climatización de verano.

Por esa época, un impresor de Brooklyn, Nueva York, tenía serias dificultades durante el proceso de impresión, debido a que los cambios de temperatura y humedad en su taller alteraban ligeramente las dimensiones del papel, impidiendo alinear correctamente las tintas. El frustrado impresor no lograba imprimir una imagen decente a color.

El joven investigó cómo resolver el problema y diseñó una máquina que controlaba la temperatura y la humedad por medio de tubos enfriados, dando lugar a la primera unidad de aire acondicionado de la historia. El invento hizo feliz al impresor de Brooklyn, que por fin pudo tener un ambiente estable que le permitió imprimir a cuatro tintas sin ninguna complicación. El "Aparato para Tratar el Aire" fue patentado en 1906. En 1911 Carrier presenta su trabajo "Rational Psychometric Formulae" a la

American Society of Mechanical Engineers. En ese trabajo Carrier analizo la relación entre temperatura, humedad y punto de rocío. (González, 2009).

1.1 IMPACTO AMBIENTAL.

El presidente del Instituto para el Gobierno y Desarrollo Sustentable, Durwood Zaelke dijo a Medscape Today (Revista médica virtual, 2013) que “la cantidad de electricidad utilizada para aire acondicionado es una parte enorme de la carga energética para la mayoría de los países y va a la alza. Se expulsan más contaminante climáticos a medida que se quema más carbón o gas para operar los aparatos, además de los gases de efecto invernadero que funcionan como refrigerantes.”

El 80% del impacto del aire acondicionado proviene de la extracción de energía de combustibles fósiles y el 20% restantes de los agentes líquidos utilizados para enfriar y quitarle humedad al aire.

El uso de agentes enfriadores ha cambiado también. En el pasado se usaban clorofluorocarbonos (CFCs) que han sido reemplazados por hidroclorofluorocarbonos (HFCs), que daña 95% menos ozono. Aunque el impacto sea menor por la falta de clorina, los HFC contienen una característica que no cubre el **Protocolo de Montreal**¹ de 1996: son gases que producen efecto invernadero con un alto potencial de contribuir enormemente al calentamiento global.

En años recientes los HFC empiezan a reemplazarse con agentes menos dañinos en países desarrollados. Sin embargo, la demanda en crecimiento por aire acondicionado en China e India, ha provocado la expulsión de químicos en países en desarrollo entre 20% y 35% cada año, lo que podría atrasar por 25% la recuperación de la capa de ozono. En 2010 esta tecnología se prohibió en Estados Unidos y otras naciones desarrolladas, pero serán legales en el resto del mundo hasta 2040 (Preserving Montreal Protocol Climate Benefits by Limiting HFCs. Science, 2012).

En la figura 1.1 se muestra algunos ejemplos contaminantes como los aerosoles y los refrigerantes que son dañinos para el ambiente.

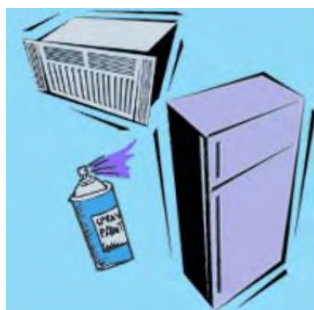


Figura 1.1 Agentes contaminantes.
Fuente: Recursos educativos, 2018.

¹ Protocolo de Montreal: Es un convenio diseñado para proteger la capa de ozono reduciendo la producción y el consumo de numerosas sustancias que se ha estudiado que reaccionan con ella y se cree que son responsables del agotamiento de la misma.

1.2 RIESGOS PARA LA SALUD.

Más allá de las gripas que provoca estar entrando y saliendo de ambientes controlados, se habían identificado problemas por el uso de Aire Acondicionados, una de ellas eran las condiciones respiratorias, de acuerdo a un reporte publicado en el International Journal of Epidemiology (Revista Científica) en 2004, El aire acondicionado crea condensación en los serpentines de enfriamiento y en la bandeja de drenaje, lo que provoca el crecimiento de microorganismos y moho. Estos se propagan por las oficinas y hogares por los conductos del sistema de ventilación, lo que afecta a personas con asma, bronquitis y otras enfermedades respiratorias. A la larga, la exposición puede generar infecciones de pulmón más serias con síntomas peligrosos, como falta de aire, tos, problemas en la parte superior de la tráquea y dificultad para respirar. Otro síntoma puede ser la **legionelosis**².

El día de hoy existen sistemas más novedosos que no tienen un gran impacto negativo en su totalidad ya que son más eficientes y nos ayudan a mejorar el confort sin comprometer al ambiente ni a la salud.

1.3 IMPACTO ECONÓMICO.

Los sistemas de automatización de aire acondicionado surgieron de forma masiva en la década de los 70 con la finalidad de una mayor eficiencia y ahorro. Se puede ahorrar porque se controla de manera automática el encendido y apagado con parámetros de operación.

Dentro de la página del FIDE (Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica) se puede consultar sobre los mejores equipos, la etiqueta energética es útil para diferenciar los sistemas más eficientes, los de clase A son los que tienen un menor consumo seguidos por la B, la C hasta llegar a los menos sustentables, se estima que un equipo eficiente gasta un 60% menos de electricidad comparado con uno de alto consumo que tenga las mismas prestaciones.

El aire acondicionado se ha vuelto indispensable para muchas organizaciones, es vital para tener una temperatura ideal y así permitir que la gente tenga condiciones óptimas para trabajar y desarrollar de mejor manera su labor, prácticamente pasó del confort a la necesidad para los usuarios.

1.4 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR (IAQ).

1.4.1 Confort Térmico y Ventilación.

La ventilación natural como técnica de eliminación de la contaminación interior del aire fue usada durante siglos, hasta la aparición de las técnicas mecánicas de ventilación. La construcción a partir de la crisis del petróleo de los años 70, de edificios cada vez más herméticos, para evitar el consumo excesivo de energía, ha

² Legionelosis: Conocida también como enfermedad del legionario, es una enfermedad infecciosa, causada por una bacteria, que se caracteriza por fiebre, neumonía y congestión; en ocasiones puede producir la muerte.

creado problemas de contaminación interna de los edificios, al haber reducido la ventilación de dichos espacios y “encerrando” con ello los contaminantes dentro de los edificios.

Actualmente cada vez es mayor la preocupación de los distintos países en intentar asegurar una buena calidad del Aire interior (IAQ), ya que cada vez las personas pasan más tiempo de su vida en ambientes interiores. La sociedad actual es fundamentalmente urbana.

Aproximadamente entre el 70% y 80% de la población actual en los países occidentales viven en núcleos urbanos de tamaño medio o grande. Dentro de este grupo mayoritario de la sociedad, entre el 50% y 60% trabaja en el sector de servicios, de un 30% a 40% en el industrial y menos el 6% en la agricultura. De esto se deduce que una gran mayoría de la vida de estas personas transcurre entre su vivienda particular, la oficina o la fábrica, y centros públicos diversos como son los dedicados al ocio, centros comerciales, hospitales, transportes públicos y privados, escuelas y universidades, etc. En conjunto, el ciudadano medio urbano pasa más del 90% de su tiempo en espacios interiores. (Rey & Velasco, 2006)

Mediante la creación de estándares de calidad de obligado cumplimiento se intenta proporcionar confort y satisfacción a los ocupantes de los edificios.

Normalmente, la calidad del Aire Interior (IAQ) puede ser definida como la naturaleza del aire que afecta la salud y el bienestar de los ocupantes de dicho espacio interior. Esta definición incorpora el concepto de salud, que según la Organización Mundial de la Salud (OMS): “La salud es un estado de complemento bienestar físico, mental y social, y no sólo la mera ausencia de enfermedad”. Las quejas sobre la pobre calidad del aire son cada vez más frecuentes, y no es difícil oír protestas entre el personal o los usuarios de oficinas, hospitales, restaurantes, etc. Según Fanger (método científico, 1995), la IAQ es “el nivel a partir del cual se alcanzan las exigencias de las personas en cuanto a su satisfacción personal. La calidad del aire es alta si la gran mayoría de las personas están satisfechas y el riesgo sanitario es despreciable”. Cuando la IAQ no es la adecuada, esto puede ser origen de la aparición de una multitud de problemas de salud y de malestar de los ocupantes de dicho espacio, dando con ello lugar a la aparición del síndrome del edificio enfermo.

La Calidad del Ambiente Interior trata de los factores de Calidad del Aire Interior que son, a su vez la contaminación química y biológica, además del ambiente térmico, incluyendo los factores físicos, tales como iluminación y ruido, tal y como se muestra en el siguiente diagrama de la figura 1.1:

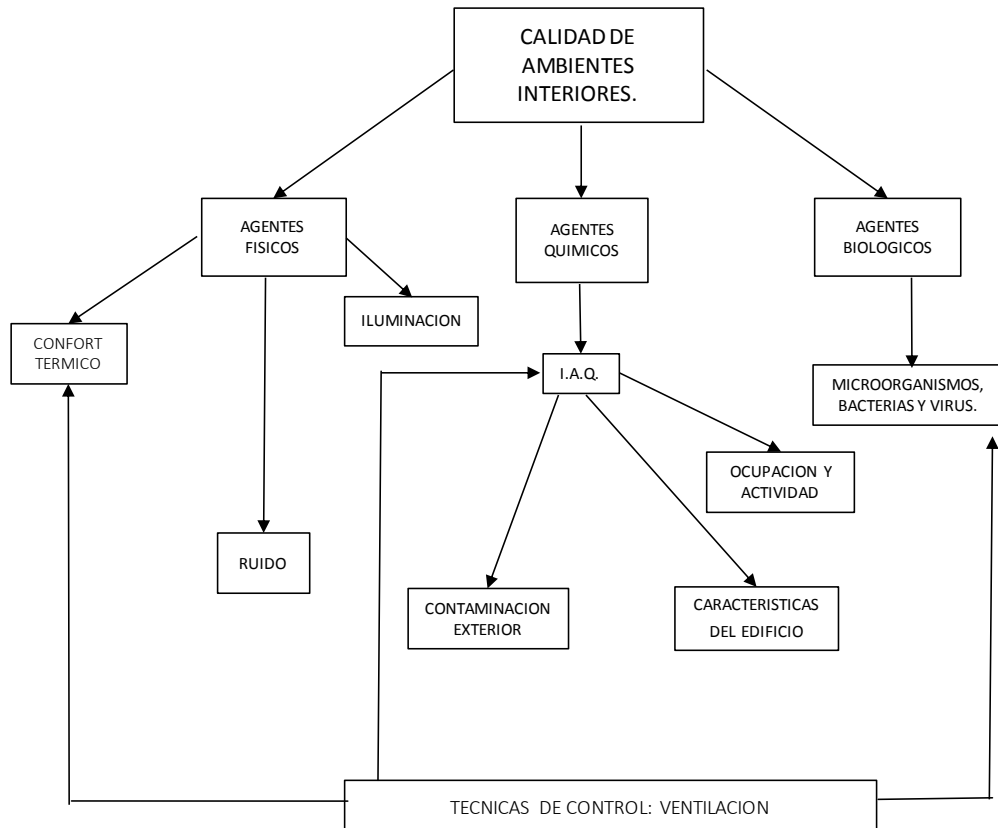


Figura 1.2 Factores de Calidad del Aire Interior.
Fuente: Rey, F.J. & Velasco, E., 2006

1.4.2 Características de los Edificios.

Las características del edificio son, que este no tenga fugas de aire y que cuente con un aislamiento térmico y acústico de muros y parámetros adecuados, etc., influyendo de forma sustancial en la incidencia de los factores exteriores hacia el interior. Suele ser habitual que en edificios modernos, dotados de sistemas de **climatización**³, se imponga como condición de diseño, detectar y evitar las fugas no deseadas, así como la instalación de ventanas fijas. No cabe duda que estas características mejoran notablemente el rendimiento de los sistemas de climatización y que, además aportan una reducción de gasto energético y de costo económico. Por otra parte, este tipo de diseños reducen de forma muy notoria la entrada de contaminación exterior, pero por el contrario, también evitan la entrada de aire fresco, y pueden disminuir o anular la circulación natural del aire del interior. Con lo cual vamos a tener que aumentar el gasto energético en ventilación para suplir estas carencias.

³ Sistemas de Climatización.- Conjunto de equipos que tienen como objetivo el control de las siguientes variables propias del local a acondicionar:

- Temperatura seca
- Humedad
- Grado de pureza del aire de los locales.
- Velocidad del aire.
- Nivel sonoro producido por los equipos de climatización.

1.4.3 Ocupación y Actividad.

La presencia humana en los edificios es origen de contaminación por agentes físicos, químicos y biológicos.

Es notorio que las personas son fuentes de calor y humedad, por lo que estos factores se han de tener presentes en el diseño de los sistemas de ventilación.

El principal biofluentes humano es el dióxido de carbono, pero en menor medida también aparecen amoniaco, acetona y alcoholes. Por otra parte la ocupación es origen de la presencia en el ambiente de partículas y fibras.

En cuanto a la actividad humana, no cabe duda que es un factor que puede modificar sustancialmente las condiciones del ambiente interior. La utilización de fotocopiadoras produce ozono, el reproductor metanol, amoniaco o ácido acético, los productos de limpieza y los protectores de la madera vapores orgánicos, el papel, el formaldehido, etc.

En cierto tipo de edificio, tales como restaurantes o cafeterías, se deben tener en cuenta los compuestos originarios por las cocinas y las planchas de asar, como son gases de combustión, derivados de grasas y aceites.

En la figura 1.3 se muestra un ejemplo de mala distribución de aire por los caudales de ventilación a un local o edificio, no sirve de nada si el aire no está distribuido de manera eficiente.

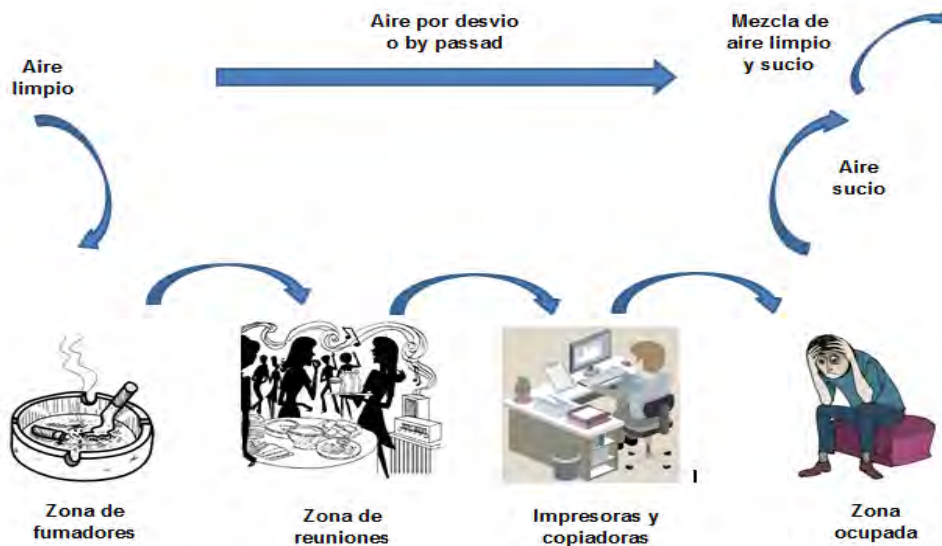


Figura 1.3 Distribución deficiente del aire.

Fuente: Edificios saludables: Aspectos técnicos de la calidad de ambiente en interiores.
Rey, F.J. & Ceña, R., 2006

1.5 CONFORT TERMICO

Las condiciones de confort de las personas dependen de varios factores, pero principalmente de la temperatura, la humedad del aire, y la velocidad del aire.

Hay que comprender que las personas somos mamíferos con temperatura corporal constante en 36,5°C. Para mantener esta temperatura independientemente de la exterior, el cuerpo utiliza dos mecanismos:

- Para aumentar la temperatura quema grasa.
- Para hacer descender la temperatura evapora sudor.

El sudor en la piel se evapora facilitado por el movimiento del aire, y al pasar de líquido a vapor absorbe 540 kcal/kg, que enfría la piel (enfriamiento evaporativo), como se muestra en la **figura 1.4**.

Por este motivo la velocidad del aire produce sensación de confort en verano, pero en invierno perjudica.

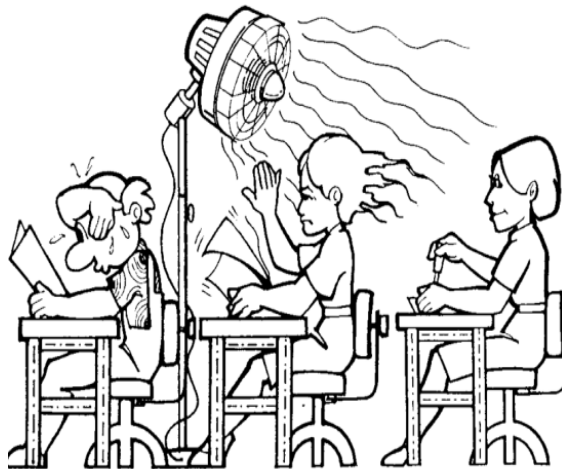


Figura 1.4 Confort térmico.

Fuente: INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) (Abril, 2017)

1.6 ILUMINACIÓN

La historia de los sistemas de alumbrado utilizados en los espacios de oficina es paralela a su propia evolución de estos espacios. Al principio cuando todavía no existía el trabajo de oficina como hoy lo entendemos, el alumbrado se limitaba a una lámpara sobre la superficie de trabajo o una bombilla en el techo.

A finales del siglo pasado, especialmente en estado unidos aparecen los grandes edificios de oficinas y evoluciona el trabajo que se realiza en su interior. Se organiza y se estructura. Aparece y se difunde la lámpara de incandescencia, elemento fijo en la arquitectura de los espacios y a su alrededor se desarrolla una amplia gama de lámparas: lámparas de sobremesa en despachos, piezas en el alumbrado general, etc.

Iluminar correctamente el local y sus respectivos lugares de trabajo es una necesidad real puesto que de un adecuado confort visual depende en cierta medida el bienestar físico y psicológico del usuario.

Siempre que sea posible, es conveniente controlar una serie de parámetros para evitar ciertos problemas lumínicos habituales en los lugares de trabajo.

- Se debe evitar los reflejos en las superficies de trabajo. Este problema se puede solucionar instalando rejillas en los fluorescentes. Producen fatiga visual.
- Tener cuidado con los contrastes de colores de la superficie de trabajo, puesto que también provocan fatiga visual.

La normativa que controla la iluminación en los lugares de trabajo es el NOM-025-STPS-2008. Esta Norma menciona que para determinar las áreas y tareas visuales de los puestos de trabajo debe recabarse y registrarse la información del reconocimiento de las condiciones de iluminación de las áreas de trabajo, así como de las áreas donde exista una iluminación deficiente o se presente deslumbramiento. Una vez obtenida la información obtenida mediante el reconocimiento, se establecerá la ubicación de los dispositivos de iluminación.

En la **figura 1.5** se muestra un ejemplo de iluminación en un área de trabajo. La iluminación proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo, el resto de la habitación se ilumina con una luz más tenue.

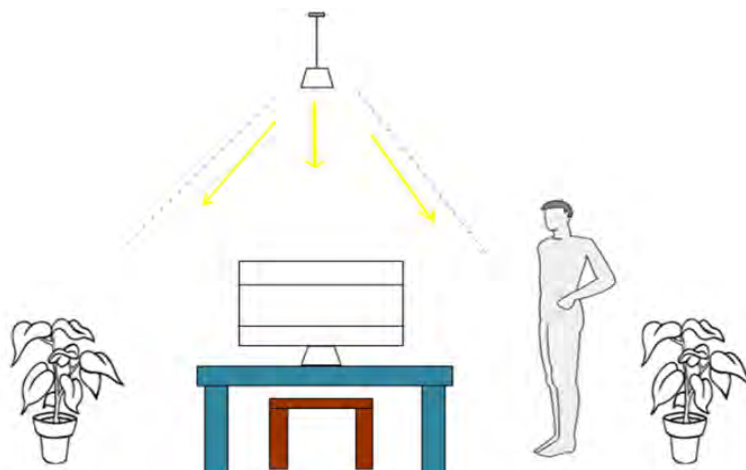


Figura 1.5 Iluminación general localizado.
Fuente: Elaboración propia.

1.7 VENTILACIÓN.

Ventilar es cambiar, renovar extraer el aire interior de un recinto y sustituirlo por aire nuevo del exterior a fin de evitar su enrarecimiento, eliminando el calor, el polvo, el vapor, los olores o impurezas que contenga el aire ambiental encerrado dentro del local. De no llevarse a cabo esta renovación, la respiración de los seres vivos que ocupan el local se haría dificultosa y molesta, siendo un obstáculo para las actividades que realizan normalmente dentro del habitáculo. Por tanto, una correcta ventilación es muy importante en todo lo referente a instalaciones de aire acondicionado HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning), tan presentes hoy en día en nuestra vida cotidiana, en lugares tan diversos como edificios de oficinas, fabricas, hospitales, edificios particulares, hoteles y viviendas particulares.

El movimiento del aire proporcionado por la ventilación puede proporcionar sensaciones agradables de frescor cuando las condiciones del ambiente sean calurosas, pero pueden también incrementar el riesgo de tener unas condiciones demasiado frías, que pongan en peligro la salud de los usuarios, el movimiento del aire puede ser percibido por los ocupantes como proveedor de frescor y bienestar, pero también puede ser percibido como molesto.

Es por ello que existen diferentes técnicas que ofrecen cada una de ellas ventajas e inconvenientes.

Las posibles técnicas de regulación son:

- La ventilación natural
- La ventilación mecánica

Teniendo una mayor capacidad de renovación del aire, la ventilación mecánica se ha desarrollado poco a poco en detrimento de la ventilación natural.

1.7.1 Renovaciones o cambios de aire.

La cantidad de aire necesaria para efectuar una ventilación puede depender de muchos factores como por ejemplo:

- Dimensiones y características del local
- Actividad a que está destinado.
- Calor a disipar o carga térmica.
- Granulometría de los sólidos a transportar.

Entonces se puede definir la renovación del aire como: la cantidad necesaria para renovar por completo de aire el volumen que ocupa dicho local. En otras palabras tendremos que calcular el volumen del local multiplicando el valor de las 3 magnitudes que lo definen: ancho, largo y alto. Dicho volumen de aire corresponde al de 1 renovación de aire del local.

Normalmente cuando se habla de las necesidades de ventilación de un local, lo hacen con el número de Renovaciones/Hora.

La norma española y de muchos países desarrollados se apoyan en la ASHRAE (asociación americana de ingeniería de calefacción, refrigeración y acondicionamiento de aire), independientemente como países tengan su propia normatividad, incluyendo México, nos informa que, para el mantenimiento de una calidad aceptable del aire en los locales ocupados, se consideran los criterios de ventilación en función del tipo de local y del nivel de contaminación de los ambientes. Se debe de considerar que para un local el número de renovaciones debe ser al menos 1 a la hora.

El aire exterior será siempre filtrado y tratado psicrométricamente antes de su introducción en los locales, para evitar la penetración de malos olores en los espacios normalmente ocupados por las personas y las infiltraciones que producen entrada de polvo y corrientes de aire incontroladas.

Hemos visto con el paso de los años, como el humano ha ido evolucionando en busca de un mejor confort térmico en su hábitat, desde utilizar barro para climatizar su espacio donde habita, hasta crear lo que hoy conocemos como el aire acondicionado. Esta tecnología juega un papel muy importante en infinidad de servicios como ejemplo está la refrigeración de los alimentos, sus aplicaciones en las salas de cirugía, oficinas, hoteles, etc., la innovación a la que ha llegado esta tecnología en los últimos tiempos ha hecho que sean de una enorme eficacia y hoy en día es una necesidad en muchos lugares para realizar dichas actividades.

CAPITULO 2

METODOS DE CALCULO DE CARGAS TERMICAS.

2.1 PANORAMA ENERGÉTICO NACIONAL.

La energía es el motor del crecimiento para nuestro desarrollo económico y social. Se estima que dentro de unos años la demanda de energía podría duplicarse o triplicarse a medida que la población aumente, pero, ¿Por qué es importante el sector energético nacional?

Sabemos que México es poseedor de vastos recursos naturales, lugar ideal para el fomento de producción de energía derivada de diversas fuentes, sin embargo, México no lo ha entendido así. El petróleo se convirtió en el energético más importante para la economía del país y para la vida social en el mundo. México ha sido uno de los principales productores del hidrocarburo. Las empresas extranjeras que explotaron nuestros yacimientos tuvieron un alto peso relativo en la economía del país y en función de ello y del apoyo que les brindaron los gobiernos de los países, hubo una influencia política de consideración en la vida nacional.

“Porque no solo se trata de un sector estratégico desde el punto de vista económico, sino que es factor clave en la política exterior y vital para la seguridad nacional, para el buen funcionamiento de las actividades productivas”. (Solórzano, 2007)

A partir del año 2005 la producción petrolera ha caído constantemente, esto debido a la declinación natural de sus yacimientos petroleros, pero a pesar de eso México se seguía manteniendo dentro de los principales países productores de petróleo.

Frente a la situación actual del país, de un prolongado estancamiento económico es preciso dar un cambio radical a las políticas energéticas y en particular a la industria petrolera, pero sin olvidar las nuevas energías limpias y poco convencionales, estas fuentes de energía que actualmente ya existen en el país, pero su aportación al consumo nacional es pequeña comparada a la de los hidrocarburos. Así reduciendo la dependencia que tenemos de los combustibles fósiles.

2.1.1 Consumo de energía a nivel nacional.

En el año 2016, el consumo final total de energía eléctrica en México fue de 18.5 % siendo este el primero de mayor consumo, dejando así en segundo lugar a las energías primarias de consumo a nivel nacional. Información recopilada de la Secretaria de Energía (SENER).

La energía eléctrica es utilizada con mayor demanda en los sectores residenciales, industriales y de transporte, siendo este último el más utilizado con un 47% de la demanda. En el grafico 2.1 se muestra el porcentaje de consumo de energía eléctrica por sector a nivel nacional.

Consumo final de energía por sector, 2016

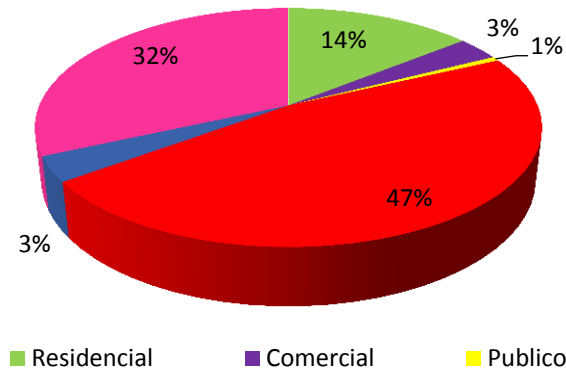


Gráfico 2.1 Porcentaje de Consumo de energía eléctrica por sector a nivel nacional.
Fuente: Elaboración propia con Datos de la Secretaria de Energía.

El análisis sobre el consumo del sector residencial está integrado por las actividades siguientes: calentamiento de agua, calefacción, enfriamiento del espacio, iluminación, refrigeración de alimentos y uso de equipos domésticos.

En México la mayor demanda de energía para uso final en el hogar fue el aire acondicionado con un 44% del consumo total energético del sector residencial. En la figura del gráfico 2.2 se muestra el porcentaje del consumo eléctrico a nivel nacional en un hogar promedio que cuenta con climatización.

Consumo de Electricidad en los aparatos, 2016

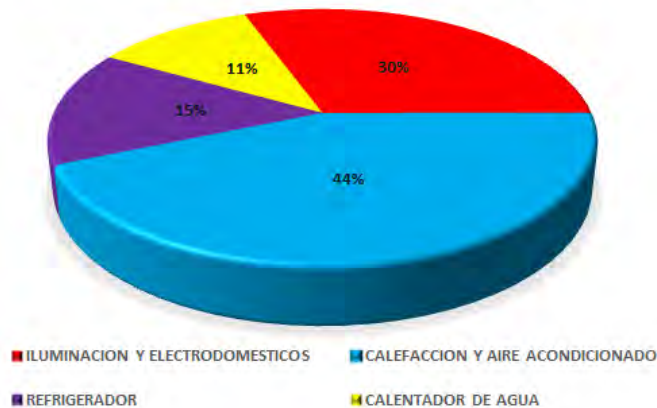


Gráfico 2.2 Porcentaje de consumo eléctrico a nivel nacional en el año 2016 en un hogar promedio que cuenta con Climatización.

Fuente: Elaboración propia, con datos de la Secretaria de Energía y Comisión Federal de electricidad.

En los últimos años se ha buscado y optimizado diferentes estrategias para el ahorro de energía eléctrica, esto es debido a la alta demanda de los sistemas de climatización, no solo en el sector residencial, también en el sector comercial y en algunos casos en el sector industrial. Por esa razón la climatización es un tema que conjunta conocimientos de diseño, ingeniería y arquitectura para brindar al usuario un máximo confort y estética, misma razón por la que los expertos en aires acondicionados, ventilación y calefacción aplican técnicas de climatización para obtener un ambiente agradable para los usuarios, por lo cual es una prioridad saber cómo crearlas.

Las condiciones térmicas de un edificio dependen de la magnitud de las pérdidas y ganancias de calor que están teniendo en un momento dado. El edificio tendera a calentarse cuando las ganancias de calor sean mayores que las pérdidas, y a enfriarse en una situación contraria.

Para acondicionar un edificio, local o vivienda es importante el cálculo de cargas térmicas, en climatización, el cálculo de estas cargas se entiende por el proceso de determinar la cantidad de calor que hay que extraer o aportar a un local de unas determinadas características y situado en una zona determinada, para mantener su interior en condiciones de confort para los usuarios y que ninguna perturbación altere el contenido de la energía del local. Estas perturbaciones suelen tener origen del espacio externo que rodea a los recintos o en las fuentes de energía que se encuentran en el interior del local.

Si tales perturbaciones alteran la temperatura de los locales se denomina cargas sensibles; si hace variar el contenido de vapor de agua, que a su vez modifica el contenido energético del volumen de control, la carga recibe el nombre de Latente.

En la siguiente tabla 2.1, se muestra la clasificación de las cargas térmicas.

Tabla 2.1.- Clasificación de las Cargas Térmicas.
Fuente: Rey, F.J. & Velasco, E. (2006).

CLASIFICACION DE LAS CARGAS TERMICAS.		
EXTERIOR	TIPO:	
	Sensible	Latente
Por ventilación o infiltración de aire.	x	x
Por transmisión a través de ventanas.	x	
Por transmisión a través de techo y paredes.	x	
INTERIOR		
Por número de ocupantes en el edificio o local.	x	x
Cargas por iluminación.	x	
Máquinas, motores, otros.	x	
Por la propia instalación.	x	

2.2 MÉTODOS MÁS EMPLEADOS.

Con el paso del tiempo se han desarrollado varios métodos para el cálculo de cargas térmicas. En el siguiente gráfico de la figura 2.2 se muestran los cinco métodos más empleados tradicionalmente, comparando la complejidad y precisión de cada uno. Entre más complicado es el método de cargas térmicas, se logra obtener más precisión en los datos obtenidos.

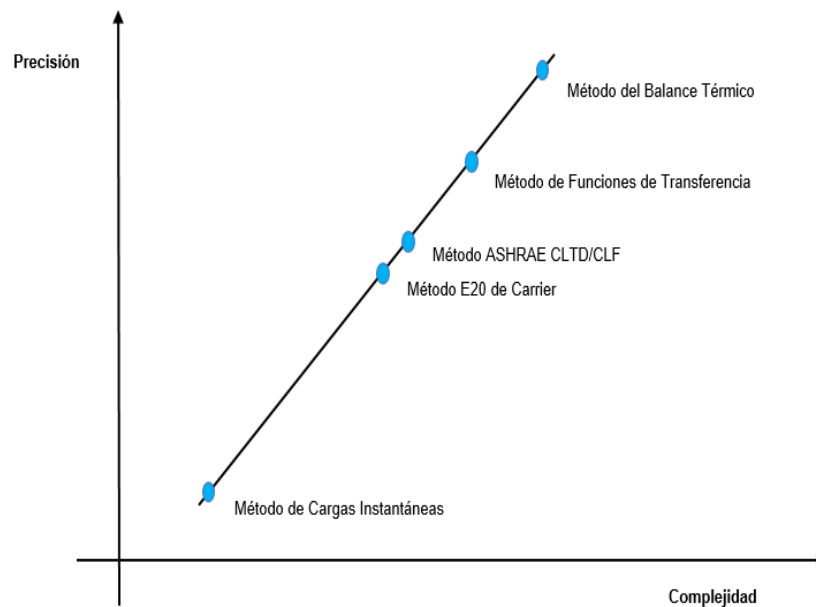


Figura 2.1 Comparación de complejidad y precisión de los métodos de cálculo de cargas térmicas más empleados.

Fuente: Rey, F. J. & Velasco, E (2006).

2.2.1 Método de Cargas Instantáneas.

Este método fue uno de los primeros en emplearse y es el más sencillo. Asume que todas las ganancias o pérdidas de calor se convierten instantáneamente en carga térmica.

Este método explica que cualquier calor adquirido por el local debe ser retirado instantáneamente para que no cambien las condiciones interiores, es decir, no hay almacenamiento de calor debido a los elementos implicados en el proceso térmico.

De este modo, la carga debida a la transmisión de calor por muros y techo se evalúan fácilmente como el calor ganado o perdido mediante la ecuación $Q = K * A * \Delta T$, donde K es el coeficiente global de transmisión de calor, A el área expuesta a esa

transmisión y ΔT a la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior. (Rey & Velasco, 2006)

2.2.2 Método E20 de Carrier y manual CLTD/CLF

Estos métodos son distintos pero, conceptualmente similares. En ambos se emplean tablas de factores de carga pre-calculados para unas condiciones estándar o de referencia. En ellas se tiene en consideración la temperatura exterior y la radiación solar propias de un día del mes de Julio en una localidad de 40° de latitud norte.

Con estos datos se obtiene una carga térmica que luego hay que corregir (en vez de calcular de nuevo) mediante tablas con la temperatura exterior, latitud y características constructivas propias del diseño. Pero estas correcciones son a menudo imprecisas, porque no se tiene en cuenta todas las situaciones específicas (por ejemplo no se pueden considerar regímenes de funcionamiento de los equipos de 12, 16 o 24 horas y no casos intermedios). Esto hace que los resultados con frecuencia sean poco precisos. (Rey & Velasco, 2006)

2.2.3 Método de funciones de Transferencia.

Este método es uno de los más utilizados y tiene como fundamento estimar las cargas hora por hora, lo que predice en alguna medida las condiciones del espacio interior, a diferencia de los anteriores este tiene mayor nivel de precisión y flexibilidad debido a que no se calculan cargas en condiciones de referencia, sino que se calculan como resultado de secuencias concretas de aportaciones de calor para cada aplicación específica.

Esto debe ser apoyado con programas de control y de operación. Es aplicado para el cálculo de flujo unidimensional de transferencia de calor en paredes y techos soleados. El método se desarrolla a partir del Balance Térmico y persisten muchos conceptos de él. (Rey & Velasco, 2006)

2.2.4 Método del Balance Térmico.

Este método toma en cuenta los tres mecanismos de transmisión de calor (conducción, convección y radiación) así como la acumulación de calor.

Para todas las superficies y volúmenes que incluye el local se plantea un balance de energía con las leyes fundamentales de la transmisión de calor. Las ecuaciones que resultan se resuelven simultáneamente ya que en general estarán acopladas.

Las pocas suposiciones y simplificaciones hechas en este modelo matemático se acercan a lo que sucede realmente en los fenómenos naturales. Por esa razón este método es muy exacto.

La desventaja son los exhaustivos cálculos que solo pueden ser resueltos por computadoras. Además, que requiere de información precisa de todos los materiales que aparecen en el local o edificio, lo que alarga la labor de introducción de datos.

Para analizar matemáticamente las cargas en un local, todos los procesos involucrados se deben considerar. El modo más exacto de hacerlo es formular las ecuaciones de transferencia de calor en todos los procesos. (Rey & Velasco, 2006)

Las ganancias de calor se dan por varios factores exteriores e interiores, es muy importante que a la hora de plantear el proyecto se tenga conciencia de la transmisión de calor de los elementos constructivos y se verifique por radiación, convección y conducción. Así que, para el cálculo de proyecto de tesis que se realizara en el Hotel “Villas Esmeralda” tomaremos la opción del Método de balance térmico, el cual es el método más exacto para realizar dicho proyecto. Este método nos permitirá detectar errores de diseño y dimensionamiento en las habitaciones, para poder encontrar el diagnóstico térmico justo que procederá aplicar en el hotel.

CAPITULO 3

METODO DEL BALANCE TERMICO.

Cuando se habla de aire acondicionado, se entiende que es un sistema de refrigeración del aire que se utiliza de modo doméstico o industrial para refrescar las temperaturas del ambiente cuando son muy altas y calurosas, dando así el ambiente deseado para los usuarios.

Como se sabe, el aire acondicionado consume energía eléctrica para operar y este consumo de energía está en función de la energía térmica que se necesita convertir. Es por eso que se requiere de un balance térmico, este balance estudia las cargas térmicas internas y externas que afectan el espacio que se desea acondicionar.

En la mayoría de los casos estará más caliente que el ambiente, debido a la radiación solar sobre techos, paredes y ventanas o por el calor emitido por los usuarios.

En verano para enfriar un local con un sistema de climatización es necesario extraer el aire caliente (calorías) y la transmisión de calor por las paredes, ventanas y techo es hacia el interior de dicho local.

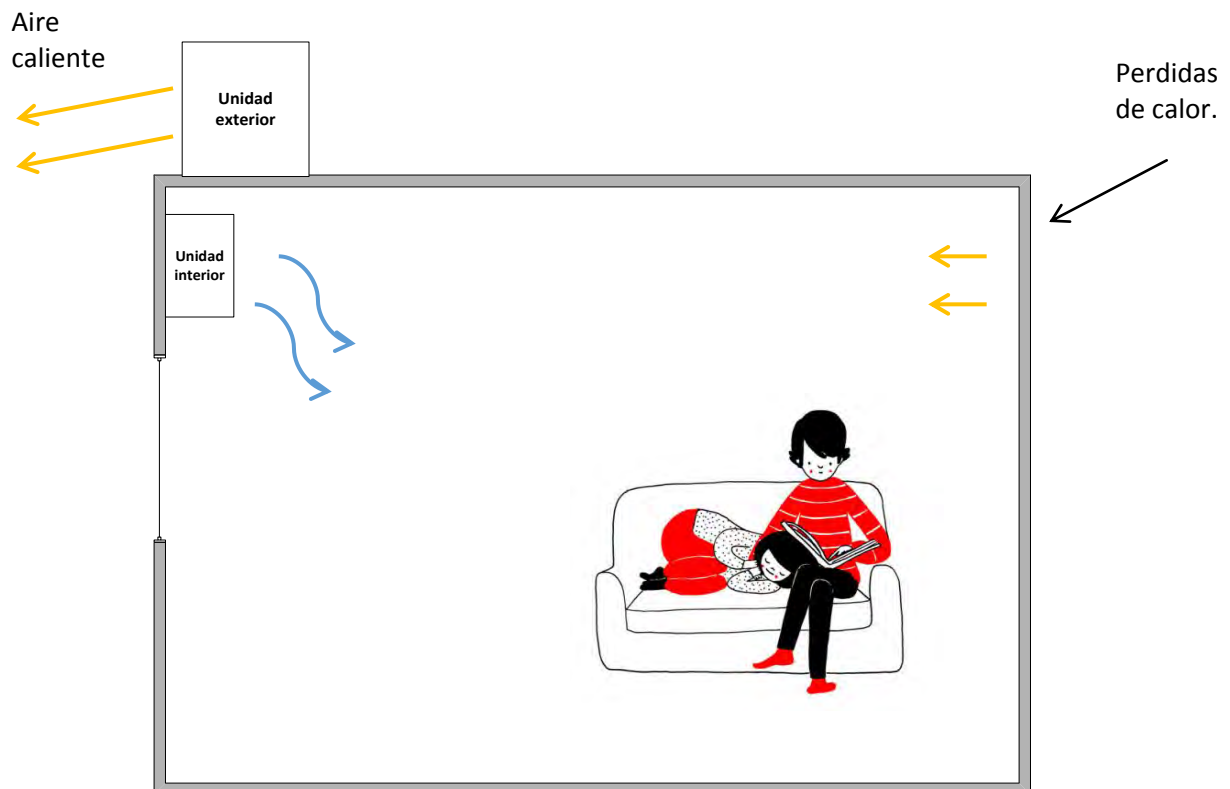


Figura 3.1 Comportamiento del aire caliente (calorías) en verano.

Fuente: Elaboración propia.

En invierno el proceso es lo contrario, se extraen calorías y las pérdidas de calor son hacia el exterior.

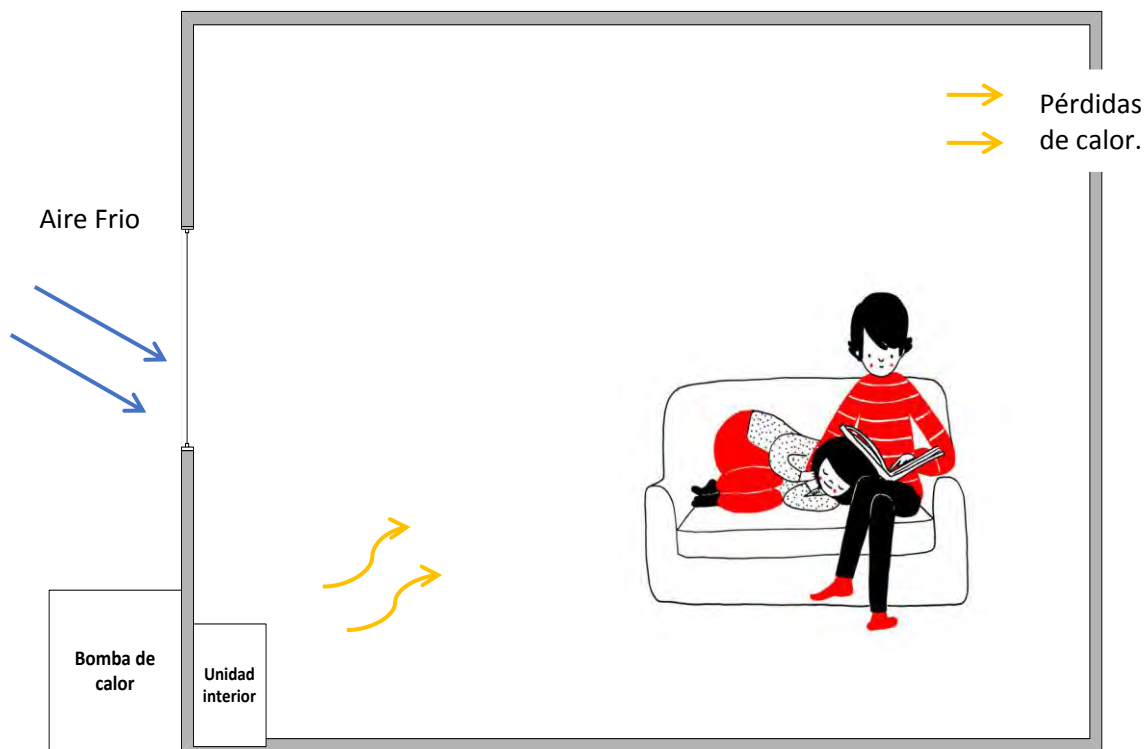


Figura 3.2 Comportamiento del aire caliente (calorías) en invierno.

Fuente: Elaboración propia.

Al final se alcanza un equilibrio entre la potencia del equipo acondicionador y las transmisiones que por las paredes, techo, etc., tienden a restablecer la temperatura inicial.

En ambos casos el aire caliente que entran o salen del local se denomina “pérdidas de calor”, y hay que calcularlas para determinar la potencia del aparato climatizador a instalar. El total de calor necesario a introducir o sacar del local se denomina “demanda térmica” del local.

Para calcular la demanda térmica de dicho local es necesario realizar un balance térmico, este nos permite estimar las cargas que afectan en un espacio y con ellos podemos seleccionar los equipos de aire acondicionado.

En este capítulo se utiliza el método del Balance Térmico, este método es el más efectivo, el cual considera tanto las cargas internas como las externas que intervienen en un local. Además, existe una norma mexicana que rige los lineamientos de la metodología para saber la ganancia de calor en la envolvente y que va de la mano con el método de cálculo de las cargas internas.

3.1 CONDICIONES DEL PROYECTO.

Para calcular la carga térmica, es preciso determinar la posición geográfica del local, la humedad relativa, la temperatura exterior, el diseño del edificio, los materiales de la envolvente, las ventanas y las puertas utilizadas, los cuales son elementos decisivos para conseguir el confort dentro de un edificio.

3.1.1 Localidad.

El lugar geográfico (la localidad) tiene ciertas condiciones de temperatura y humedad:

- Temperatura exterior de proyecto, que es el valor medio de las temperaturas máximas.
- Humedad relativa exterior de proyecto, que es el valor medio de las humedades relativas máximas.

3.1.2 El edificio.

La localización exacta del inmueble de estudio, es decir, la dirección del edificio proyectado o cimentado a analizar.

3.1.3 Parámetros de diseño.

Para calcular la carga térmica, es necesario determinar las condiciones de diseño del local que se desea enfriar. Estas se clasifican en:

- Condiciones exteriores del diseño.
- Condiciones interiores del diseño.

3.1.3.1 Condiciones exteriores.

Las temperaturas de diseño exterior varían de acuerdo a la ubicación y orientación del muro, techo, puerta o ventana según la nomenclatura de la norma (Tabla A1 del apéndice A). La orientación del edificio es muy importante ya que de esta dependerá que tanto incida el sol sobre la edificación, paredes, vidrios, etc. Con orientación Este y Sur están expuestos a mayor calor producido por los rayos del sol.

3.1.3.2 Condiciones interiores.

Para mantener las condiciones de confort en el interior del local deben fijarse determinados valores de temperatura y humedad relativa. En general, la ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) considera un ambiente confortable cuando la temperatura es de 25°C y la humedad relativa de 50%. La Tabla 3.1 muestra las condiciones interiores recomendadas.

Tabla 3.1 Condiciones interiores recomendadas de acuerdo a las combinaciones de temperatura y humedad relativa.

Condiciones		Situación
Temperatura seca (°C)	Temperatura relativa (%)	
20	60	Fuera de la zona de confort: Frio
25	50	Zona de confort
30	40	Fuera de la zona de confort: Caluroso

Fuente: Miranda, (2008).

3.1.4 Consideraciones de la construcción.

Para el cálculo del balance térmico es importante definir cuáles son los materiales que componen la superficie de ganancia de calor. Los materiales utilizados en los sistemas constructivos deben de poseer las mejores condiciones de diseño, de manera que se minimicen dicha ganancia.

Para la construcción de un muro o pared/murete será la representada en la figura 3.3, compuesta por las siguientes capas: mortero, block/tablaroca, mortero; cabe mencionar que los materiales mostrados son los usuales aplicados en la región de la Península de Yucatán.

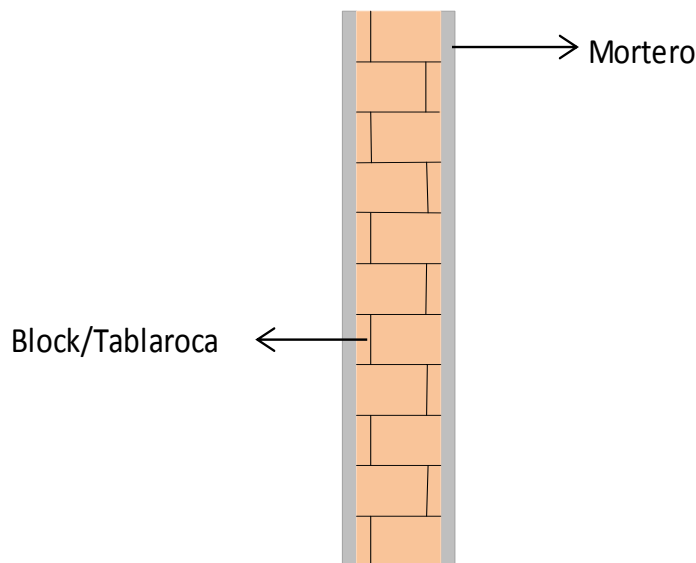


Figura 3.3 Representación constructiva del muro o pared de la edificación.

Fuente: Elaboración propia.

La figura 3.4 presenta la construcción del techo de un inmueble, el cual está compuesto por las siguientes capas: calcreto, concreto armado, vigueta y bovedilla, mortero.

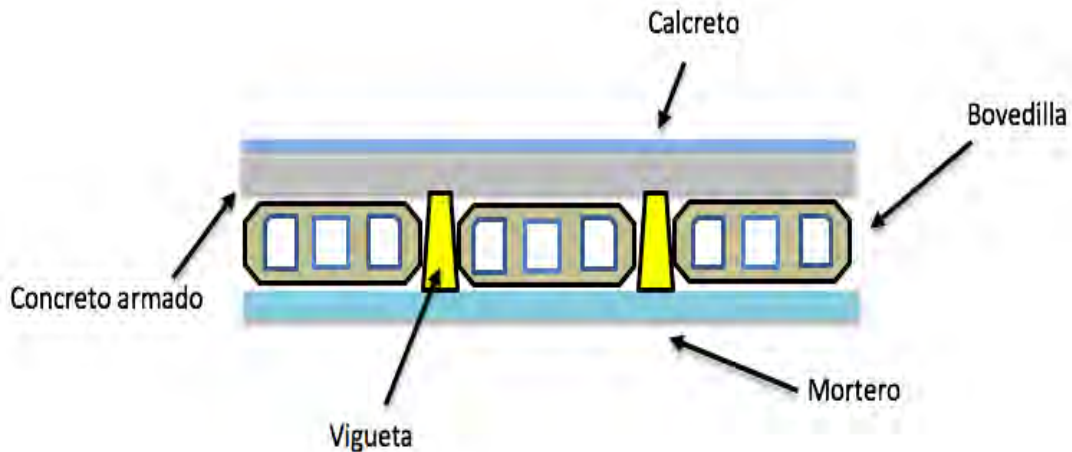


Figura 3.4 Representación constructiva del techo de la edificación.
Fuente: Elaboración propia.

El mortero es la capa constructiva que en la zona es comúnmente llamada como revoco, el cual está compuesto por cemento-polvo; el calcreto es utilizado para evitar que el agua filtre en el techo de las construcciones el cual se compone de cemento-cal-polvo; el concreto armado está compuesto de cemento-polvo-grava.

3.2 LA NORMA NOM-008-ENER-2001 “EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES, ENVOLVENTE DE EDIFICIOS NO RESIDENCIALES”.

Esta norma fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de marzo del 2001 y entro en vigor el agosto del mismo. Tiene como objetivo mejorar el diseño térmico en las edificaciones y así lograr una comodidad en los ocupantes con el mínimo consumo de energía.

La metodología del cálculo de la norma solo se limita a la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio: techo, paredes, pisos y superficies inferiores que conforman el espacio interior de un edificio.

Las cargas térmicas interiores como: alumbrado, calor por personas, calor por equipo eléctrico, por infiltraciones, etc., se realizan mediante otro método que más adelante se explica adelante.

Esta norma aplica a todos los edificios nuevos y a la aplicación de edificios existentes. Quedan excluidos edificios cuyo uso primordial sea industrial.

3.2.1 Cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado.

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

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

En donde:

ϕ_p : Es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, en Watt (W).

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

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

3.2.1.1 Ganancia de calor por conducción.

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

$$\phi_{pc} = \sum_{i=1}^6 \phi_{pci} \quad (3.2)$$

En donde:

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

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

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

$$\phi_{pci} = \sum_{j=1}^n [K_j \times A_{ij} \times (t_{ei} - t)] \quad (3.3)$$

En donde:

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

j: son las diferentes porciones que conforman la parte de la envolvente. Cada porción tendrá un coeficiente global de transferencia de calor.

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

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

t_{ei} : es el valor de la temperatura equivalente promedio para la orientación i, determinada según la tabla A.1 del apéndice A, en $^{\circ}C$.

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

Nota: este valor de temperatura interior de $25^{\circ}C$ es solo una referencia para el cálculo de la ganancia de calor (presupuesto energético).

3.2.1.2 Ganancia de calor por radiación.

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

$$\phi_{ps} = \sum_{i=5}^5 \phi_{psi} \quad (3.4)$$

En donde:

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

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

$$\phi_{psi} = \sum_{j=1}^m [A_{ij} \times CS_j \times FG_i \times SE_{ij}] \quad (3.5)$$

En donde:

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

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

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

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

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

SE_{ij} : es el factor de corrección por sombrado exterior para cada porción transparente, determinado de acuerdo a las Tablas A.2, A.3, A.4 y A.5 según corresponda, localizadas en el apéndice A, con el valor adimensional entre cero y uno.

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

Los valores del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente proyectada, se determina de acuerdo al método de cálculo establecido en el apéndice B.

3.4 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.

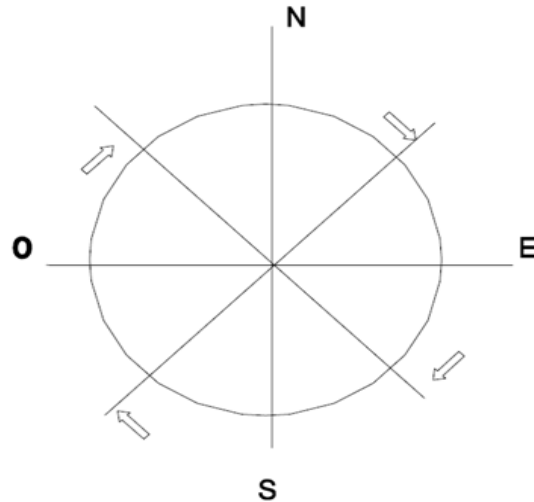


Figura 3.5 Orientación de las paredes de acuerdo a la NOM-008-ENER-2001
Fuente: Secretaría de Energía (2001)

3.5 CALCULO DE LAS CARGAS TERMICAS INTERNAS.

En virtud que la NOM-008-ENER-2001 está limitada únicamente al cálculo de las ganancias de calor a través de la envolvente, para determinar estas cargas se aplicará la metodología descrita por Miranda, (2004).

Estas cargas internas se dividen en dos, el calor sensible que es el que entra como consecuencia de diferencias de temperatura y el calor latente que es el que entra como diferencias de humedades. Tanto la carga sensible como la carga latente se deben a distintos factores que deben calcularse separadamente, estos conceptos diferentes (llamados también “partidas”) son los siguientes:

Carga sensible:

- Calor sensible debido al aire de infiltraciones.
- Calor sensible generado por las personas que ocupan el lugar.
- Calor sensible generado por la iluminación del local.
- Calor sensible generado por maquinas en el interior del local.
- Calor sensible debido a la ventilación del local.

Carga latente:

- Calor latente debido al aire de infiltraciones.
- Calor latente generado por las personas que ocupan el local.
- Calor latente debido a la ventilación del local.

3.5.1 Cálculo de la carga sensible.

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

3.5.1.1. Calor sensible debido al aire de infiltraciones.

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

Para valorar la cantidad de aire que entra por las puertas puede utilizarse la Tabla 3.2, teniendo entendido que el dato obtenido en esta tabla es por puerta y persona.

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

$$\dot{V}_i = \text{Valor de la tabla 3.2} \times \text{número de personas} \times \text{número de puertas} \quad (3.6)$$

Aplicamos la fórmula:

$$\dot{Q}_{si} = 0.34 \dot{V}_i \Delta T \quad (3.7)$$

Siendo:

\dot{V}_i : Volumen de infiltración en m^3/h

ΔT : Salto térmico en $^{\circ}C$.

\dot{Q}_{si} : Calor sensible debido a las infiltraciones; viene dado en W.

En el SI, la formula seria:

$$\dot{Q}_{si} = \dot{m}_i C_{pm} \Delta T = \rho \dot{V}_i C_{pm} \Delta T \quad (3.8)$$

Siendo:

\dot{m}_i : El caudal másico. $\frac{Kg}{s}$

C_{pm} : El calor específico del aire. $\frac{J}{Kg \cdot K}$

\dot{V}_i : El caudal volumétrico. $\frac{m^3}{s}$

ρ : La densidad del aire. $\frac{Kg}{m^3}$

Aceptando valores medios:

$$\dot{Q}_{sl} = 1.2 \times \frac{\dot{V}_l}{3600} \times 1.025\Delta T \cong 0.34\dot{V}_l\Delta T \quad (3.9)$$

Que es la fórmula anterior, con \dot{V}_l en m^3/h . El $C_{p_{\text{aire}}}$ es $1.025 J/Kg K$

Tabla 3.2 Aire de infiltraciones en metros cúbicos por hora (m^3/h), por persona y puerta.

Tipo de local	Volumen V_i en m^3/h por persona y puerta.	
	sin vestibulo	con vestibulo
Bancos	13.5	10.2
Peluquerias	8.5	6.5
Bares	12	9
Estancos	51	38
Pequeños comercios	13.6	10.2
Tienda de confecciones	4.3	3.2
Farmacias	11.9	9
Habitacion Hospital	6	4.4
Sala de té	8.5	6.5
Restaurantes	4.3	3.2
Comercio en general	6	4.4

Fuente: Miranda, (2004).

3.5.1.2 Calor sensible generado por las personas que ocupan el lugar.

Las personas que ocupan el recinto generan el calor sensible y calor latente debido a la actividad que realizan, y a que su temperatura (aproximadamente 37°C) es mayor que la que debe mantenerse en el local (25°C). Cuando se habla de las personas que ocupan el local, se hace referencia al número medio de personas que lo ocupan, no a las personas que puede haber en un instante determinado.

En la Tabla 3.3 se muestra la información que se necesita, según la temperatura del local y el tipo de actividad que realicen las personas del local.

El valor obtenido de la tabla 3.3, bastará multiplicarlo por el número de personas del local. Esta partida se denomina \dot{Q}_{sp} .

$$\dot{Q}_{sp} = \text{Valor de la Tabla 3.3} \times \text{número de personas} \quad (3.10)$$

Tabla 3.3 Calor emitido por personas en Watts (W)

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

Fuente: Miranda, (2004)

3.5.1.3 Calor sensible generado por la iluminación del local.

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

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

a) Incandescente:

$$\dot{Q}_{SIL} = I \quad (3.11)$$

b) Fluorescente:

$$\dot{Q}_{SIL} = 1.25 I \quad (3.12)$$

3.5.1.4 Calor sensible generado por máquinas y equipo eléctrico en el interior del local.

En la mayor parte de climatizaciones de viviendas, oficinas o locales similares no se encuentran estas partidas. Esta partida se denomina \dot{Q}_{SM} .

En el caso que hubiese una máquina, esta partida se calcula a partir de la potencia nominal de la máquina, en W, multiplicado por $1 - \eta$, siendo η el rendimiento de la máquina en tanto por uno. Si la máquina se refrigera con agua que entra y sale del recinto esta partida se ignora.

Así, una vez determinado el calor generado por cada máquina basta con multiplicarlo por el número de componentes.

3.5.1.5 Calor sensible producido por el aire de ventilación.

Es posible extraer el aire de un local, enfriarlo y volver a introducirlo en el mismo (figura 3.6); de hecho, algunos aparatos de aire acondicionado funcionan así. Sin embargo, cuando en el local existen fuentes de mal olor, como son fumadores, olores corporales, etc., el aire siempre es el mismo, aunque lo estemos enfriando. Por lo tanto, no habrá sensación de confort, y no será debido a la temperatura, sino al aire mismo, que provocara mal olor dentro del recinto.

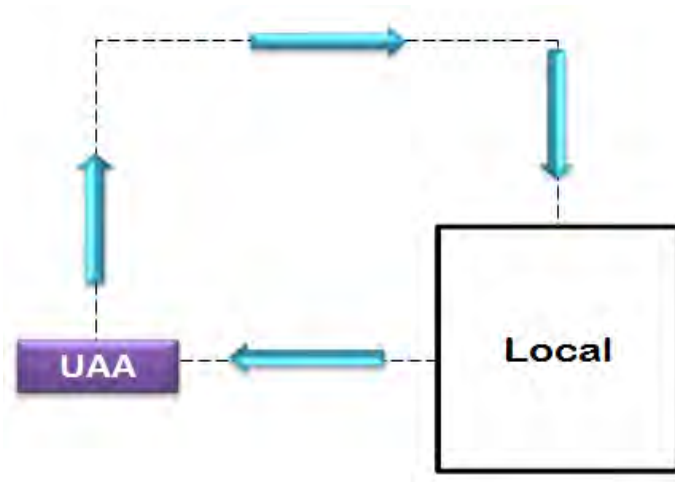


Figura 3.6 Representación esquemática de una instalación que utiliza solo aire del local. UAA, unidad de aire acondicionado, representa el aparato o ventilador que aspira el aire del local, lo enfría y lo vuelve a introducir.

Fuente: Elaboración propia.

Otra posibilidad es no emplear aire del local (figura 3.7), sino únicamente aire exterior. Este sistema no presenta los inconvenientes del primero, sin embargo, la máquina debe enfriar aire exterior que está muy caliente y, por lo tanto, emplea mucha energía en el proceso.

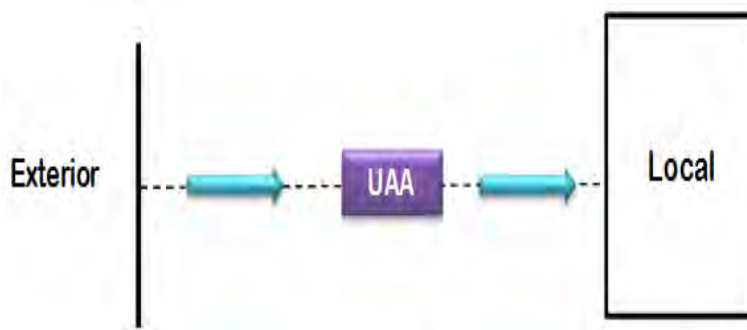


Figura 3.7 Representación esquemática de una instalación que utiliza solo aire del exterior.

Fuente: Elaboración propia.

La tercera posibilidad (Figura 3.8) es mezclar aire del exterior con aire procedente del local; este método es el más adecuado porque reúne las ventajas de los dos anteriores y ninguno de los inconvenientes.

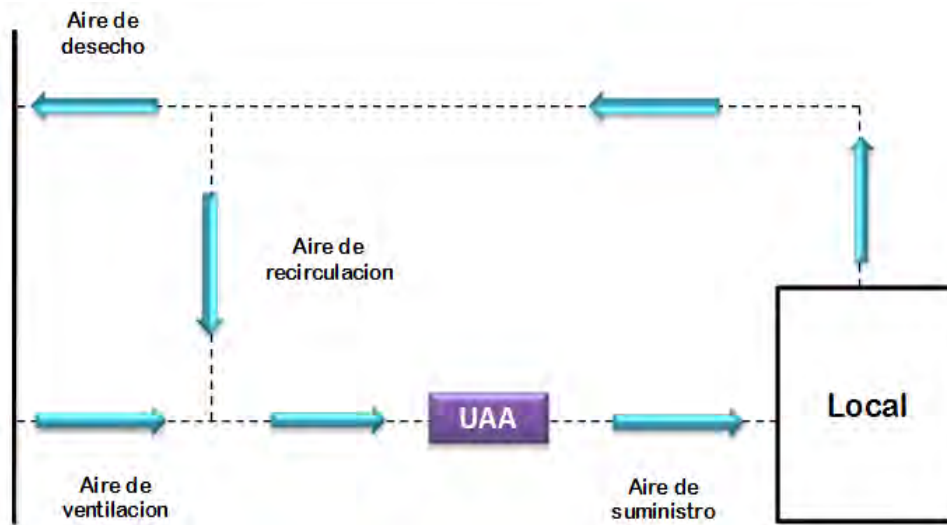


Figura 3.8 Representación esquemática de una instalación que mezcla aire del exterior con el aire del local.

Fuente: Elaboración propia.

La cantidad del aire exterior que se utiliza en la mezcla, se llama aire de ventilación y es estrictamente necesario para producir una renovación conveniente del aire local. En la Tabla 3.4 se presentan los valores usuales que se utilizan, como valor mínimo y valor aconsejado, en m^3/h por persona. Basta multiplicar por el número de personas para tener el caudal de aire de ventilación.

Esta partida se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{SV} = 0.34f\dot{V}_v\Delta T \quad (3.13)$$

Siendo:

\dot{Q}_{SV} : Calor sensible debido a la ventilación, viene dado en W.

f : Es un coeficiente de la batería de enfriamiento, denominado “factor de by-pass”. Miranda (2004) recomienda considerar este valor igual a 0.3.

\dot{V}_v : Es el caudal volumétrico de ventilación, tomado de la tabla 3.4, en m^3/h .

ΔT : Salto térmico en °C.

Tabla 3.4 Aire de ventilación en metros cúbicos por hora (m^3/h), por persona y por puerta. Ventilación mínima y ocupación máxima estimada en diversos locales.

Tipo de local		Ocupación Personas/m2	Caudal mínimo ($m^3/h/persona$)	Caudal mínimo ($m^3/h/m^2$)
Restaurantes y locales de ocio	Comedor	0.75	34	-
	Cafetería	1.1	34	-
	Bar/Pub	1.1	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	1.6	34	-
	Auditorio	1.6	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	-

Fuente: Miranda, (2004).

3.5.2 Cálculo de la carga latente.

Estas partidas se calculan de la siguiente manera:

3.5.2.1 Calor latente debido al aire de infiltraciones.

Con el mismo caudal de infiltraciones \dot{V}_i , obtenido a partir de la tabla 3.2, se aplica la siguiente formula:

$$\dot{Q}_{LI} = 0.83\dot{V}_i\Delta W \quad (3.14)$$

Siendo:

\dot{V}_i : Caudal de infiltraciones, en m^3/h .

\dot{Q}_{LI} : Calor latente de infiltraciones, en W.

ΔW : Diferencia de las humedades absolutas, en $g_{v.a}/kg_{a.s.}$, del aire exterior del local menos la del interior del local. Estas humedades absolutas se obtiene mediante un diagrama psicométrico.

En el SI, la fórmula sería:

$$\dot{Q}_{LI} = \dot{m}_i L_m \Delta W = \rho \dot{V}_i L_m \Delta W \quad (3.15)$$

Siendo:

\dot{m}_i : El caudal másico $\frac{Kg}{s}$

ρ : La densidad del aire $\frac{Kg}{m^3}$

\dot{V}_i : El caudal volumétrico $\frac{m^3}{s}$

L_m : El calor latente medio.

ΔW : La diferencia de humedades en $g_{v.a}/kg_{a.s.}$.

Tomando valores medios:

$$\dot{Q}_{LI} = 1.2 \frac{\dot{V}_i}{3600} 2'478,000 \frac{\Delta W}{1000} = 0.83\dot{V}_i\Delta W \quad (3.16)$$

Que la fórmula anterior, con \dot{V}_i , en m^3/h y ΔW en g de agua/kg de aire seco.

3.5.2.2 Calor latente generado por las personas que ocupan el local.

Esta partida es muy similar a la A.2. En la Tabla 3.3 aparece el dato del calor latente generado por persona. Bastara con multiplicar por el número de personas. Esta partida se denomina \dot{Q}_{LI} , en W.

$$\dot{Q}_{LI} = \text{Valor de la Tabla 3.3} \times \text{número de personas} \quad (3.17)$$

3.5.2.3 Calor latente producido por el aire de la ventilación.

Esta partida se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{LV} = 0.83f\dot{V}_v\Delta W \quad (3.18)$$

Siendo:

\dot{V}_v : Caudal de ventilación, tomado de la Tabla 3.4, en m^3/h .

\dot{Q}_{LV} : Calor latente de ventilación en W.

ΔW : Diferencia de las humedades absolutas, en $g_{v.a}/kg_{a.s.}$, del aire exterior del local menos la del interior del local. Estas humedades absolutas se obtienen mediante un diagrama psicométrico.

f : Es un coeficiente de la batería de enfriamiento, denominado “factor de by-pass”. Miranda (2004) recomienda considerar este valor igual a 0.3.

3.6 CÁLCULO DE LAS CARGAS TOTALES.

3.6.1 Carga sensible efectiva parcial y latente efectiva parcial.

De todo lo anterior, se deriva que:

La carga sensible efectiva parcial \dot{Q}_{SEP} , será:

$$\dot{Q}_{SEP} = \phi_{pc} + \phi_{ps} + \dot{Q}_{SI} + \dot{Q}_{SP} + \dot{Q}_{SIL} + \dot{Q}_{SM} + \dot{Q}_{SV} \quad (3.19)$$

La carga latente efectiva parcial, \dot{Q}_{LEP} , será:

$$\dot{Q}_{LEP} = \dot{Q}_{LI} + \dot{Q}_{LP} + \dot{Q}_{LV} \quad (3.20)$$

Se denomina parcial porque no se considera ningún factor de seguridad aumentativo.

3.6.2 Carga sensible efectiva total y latente efectiva total.

Son las anteriores parciales, aumentadas en un tanto por cierto de seguridad, con el fin de asegurarse de haber calculado todas las posibilidades de producción e ingreso de calor al local. Es preferible calcular la carga térmica, ligeramente por exceso que por defecto.

Usualmente se considera entre 5 y 10% de aumento. Si consideramos un 10%, se tiene:

$$\dot{Q}_{SE} = \dot{Q}_{SEP} + (0.10 \cdot \dot{Q}_{SEP}) = 1.1 \cdot \dot{Q}_{SEP} \quad (3.21)$$

$$\dot{Q}_{LE} = \dot{Q}_{LEP} + (0.10 \cdot \dot{Q}_{LEP}) = 1.1 \cdot \dot{Q}_{LEP} \quad (3.22)$$

3.7 FACTOR DE BY-PASS.

Cuando el aire se atraviesa por un equipo de enfriamiento, solo una porción de este aire logra tocar la superficie de transferencia de calor y se enfría mientras la proporción restante abandona el equipo sin ser afectado.

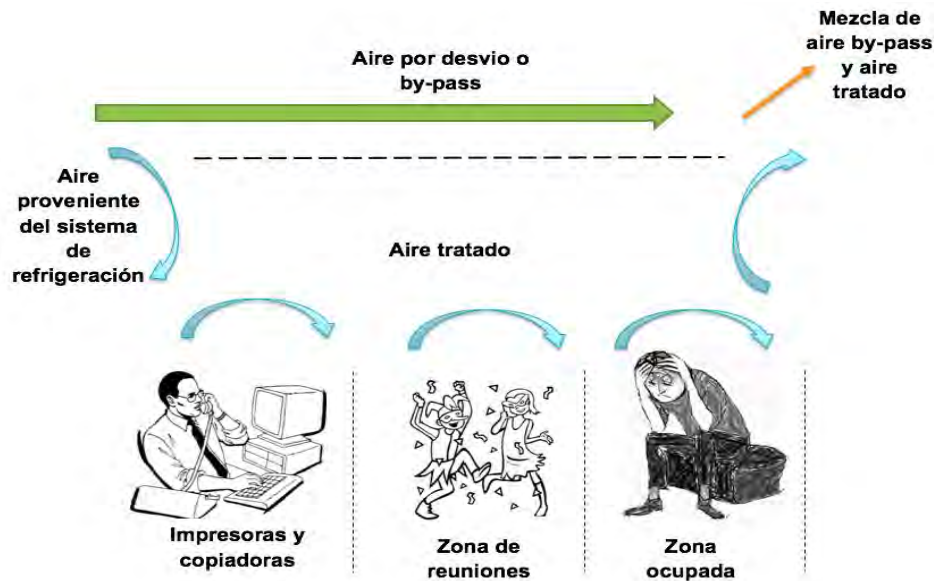


Figura 3.9 Representación del factor de by-pass en un sistema de refrigeración.
Fuente: Elaboración propia.

En otras palabras, el factor de by-pass se define como la relación entre el caudal de aire no tratado que se desvía (por lo tanto no se enfría por este mecanismo) y el caudal total, haciendo que se mezclen en un punto en el sistema.

CAPITULO 4

EVALUACION GENERAL DE LAS INSTALACIONES DEL HOTEL "VILLAS ESMERALDA".

4.1 OBJETIVO DEL RECORRIDO.

La adaptación de la vivienda o edificios en general al clima se ha intentado desde los tiempos de nuestros antepasados, en cuyas construcciones se advierte el conocimiento empírico para adecuarse a las condiciones climáticas y el logro de cierto confort térmico (Carrasco & Morillón, 2005).

En la actualidad, en algunos casos los conocimientos empíricos se ignoran por el malentendido de la palabra "progreso", dañando así al medio ambiente. Otro problema que presenta es la instalación de los sistemas mecánicos de climatización, lo que provoca un uso ineficiente de la energía, lo que afecta directamente la economía del usuario.

El objetivo principal es determinar las condiciones de operaciones y el dimensionamiento de los equipos de aire acondicionado en el hotel y así se pueda efectuar un balance térmico para obtener usos eficientes de energía.

Uno de los inconvenientes que se tuvo fue que el dueño del hotel, no cuenta con los planos del hotel, ya que se construyó como casa-habitación hace aproximadamente 35 años, por lo que se tuvo que hacer un levantamiento de todos los edificios con el fin de utilizar esta información para cálculos en los balances térmicos para determinar la capacidad de los equipos de climatización.

Otra de las problemáticas que cuenta el hotel es la iluminación, algunos porta lámparas no funcionan, en la parte exterior del hotel no hay mucha iluminación y las pocas luminarias que encienden están en malas condiciones.

4.2 ESTADO DE LOS AIRES ACONDICIONADOS.

El aire acondicionado tipo Minisplit ubicado en el edificio A, habitación 1, está mal dimensionado, ya que el espacio es de 23.5 m² y la capacidad del aire es de 33,400 Btu/h, cantidad que es mayor a la requerida, la capacidad correcta para la habitación debería ser de 18,000 BTU, además de que la habitación no cuenta con una puerta que da hacia el pasillo, para poder evitar así la fuga del aire. De igual manera se pudo observar que hay una pequeña infiltración, lo cual provoca humedad, en la imagen no se puede notar a simple vista, ya que pintaron esa parte para esconder ese pequeño problema de humedad.



Figura 4.1 Aires acondicionados con leves infiltraciones.

4.3 ESTADO DE LA ILUMINACIÓN.

El consumo energético de un sistema de iluminación depende de los siguientes factores:

- La eficiencia de los diferentes componentes del sistema: lámparas, luminarias y balastos.
- La manera de cómo se utilizan estos sistemas, muy influenciada por los sistemas de control y la disponibilidad de la luz natural.
- El régimen de mantenimiento.

En el hotel “Villas Esmeralda” hay pasillos que carecen de iluminación, en algunas habitaciones no hay lámparas en funcionamiento y en algunos casos requieren mantenimiento. Cabe mencionar que las luminarias con las que cuenta son lámparas led y ahorradoras de energía.

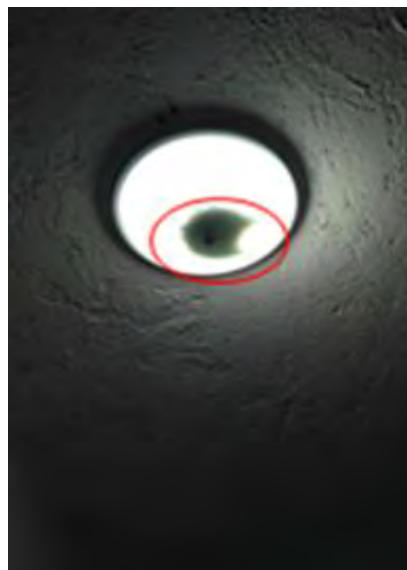


Figura 4.2 Falta de limpieza en luminarias, obstruye la luminosidad.

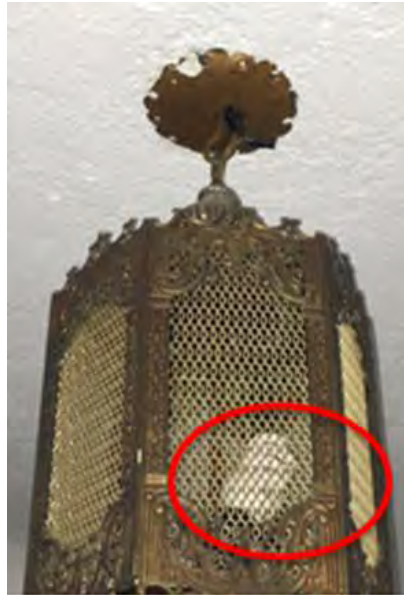


Figura 4.3 lámpara sobrepuesta en el portalámparas.

4.4 ESTADO GENERAL DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Las instalaciones eléctricas del Hotel “Villas Esmeralda” edificio “A” cuenta ya con 35 años aproximadamente en la cual su mantenimiento no es muy regular, mientras que el edificio “B” cuenta aproximadamente con 1 año y medio, el hotel no cuenta con un programa de mantenimiento a sus instalaciones, sin embargo, cabe recalcar que solo son pequeños detalles que requieren mantenimiento. La recepción tiene menos de 6 meses, por lo tanto el mantenimiento aun no es requerido. En las siguientes figuras se pueden observar algunos errores mínimos de la instalación del hotel.

Edificio A: En la instalación del cableado eléctrico utilizaron calibre número 12 para contactos y luminarias.

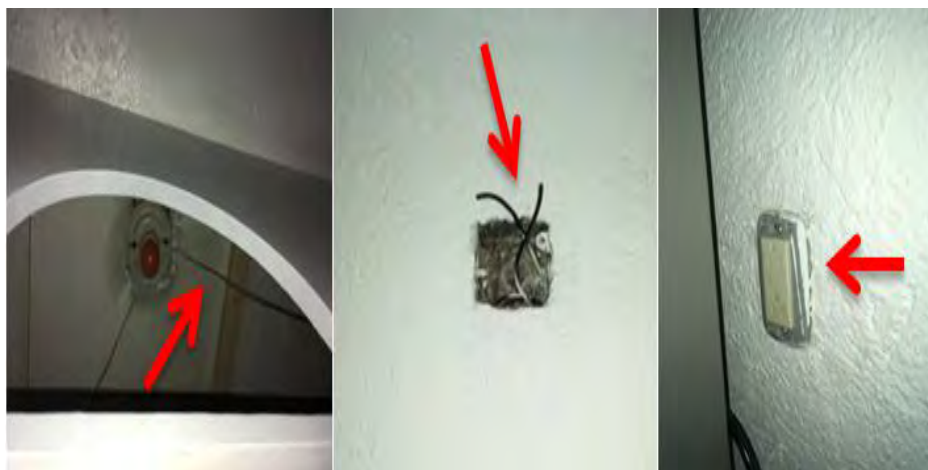


Figura 4.4 Cables sin canalización, cables sueltos y sin identificación, y receptáculo sin tapa.

Sección de referencia a la Norma NOM-001-SEDE-2012

110-12. Ejecución mecánica de los trabajos. Los equipos eléctricos se deben de instalar de manera limpia y competente.

300-4. Protección contra daños físicos. Los conductores, canalizaciones y cables deben estar debidamente protegidos cuando estén expuestos a daños físicos.

310-110. Identificación de conductores.

- b) Conductores de puesta a tierra de equipos. Los conductores de puesta a tierra de los equipos debe de estar de acuerdo con 250-119
- c) Conductores de fase. Los conductores que estén proyectados para usarlos como conductores de fase, si se usan como conductores individuales o en cables multiconductores, deben de estar acabados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y de los conductores de puesta a tierra.

314-25. Cubiertas y tapas ornamentales. En las instalaciones terminadas, cada caja debe tener una cubierta, placa frontal, portalámparas o tapa ornamental para luminaria, excepto cuando la instalación cumple con lo que se especifica en 410-24(b).

Estos errores solo se encuentran en pocas habitaciones, sin embargo en la parte exterior del hotel si requiere de más correcciones como se muestra en la siguiente figura 4.3.



Figura 4.5 Portalámparas colgando, cables expuestos a la intemperie cerca de la tubería de agua.

Sección de referencia a la Norma NOM-001-SEDE-2012

110-12. Ejecución mecánica de los trabajos. Los equipos eléctricos se deben de instalar de manera limpia y competente.

300-4. Protección contra daños físicos. Los conductores, canalizaciones y cables deben estar debidamente protegidos cuando estén expuestos a daños físicos.

310-110. Identificación de conductores.

- b) Conductores de puesta a tierra de equipos. Los conductores de puesta a tierra de los equipos debe de estar de acuerdo con 250-119
- c) Conductores de fase. Los conductores que estén proyectados para usarlos como conductores de fase, si se usan como conductores individuales o en cables multiconductores, deben de estar acabados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y de los conductores de puesta a tierra.

314-25. Cubiertas y tapas ornamentales. En las instalaciones terminadas, cada caja debe tener una cubierta, placa frontal, portalámparas o tapa ornamental para luminaria, excepto cuando la instalación cumple con lo que se especifica en 410-24(b).

Solución:

- Proteger los conductores con tubo conduit de PVC o canaleta.
- Instalar las tapas a cada receptáculo y apagador para evitar accidentes.
- Identificar cada conductor, conforme marca el código de colores.
- Colocar los portalámparas correctamente, para evitar que caigan y provoquen un accidente.
- Limpiar debidamente los portalámparas, cajas de conexión y luminarias para evitar un mal funcionamiento.

Cuando tenemos una buena instalación eléctrica, basada conforme a la NORMA-001-SEDE 2012, nuestros aparatos pueden operar sin ningún problema, dándonos una mejor tranquilidad y confianza.

4.5 CENSO DE CARGAS.

Como ya sabemos, el censo de cargas es una recopilación de datos de placa de los equipos que consumen energía en nuestro local, en este caso, los datos recopilados son del Hotel "Villas Esmeralda".

Para realizar el censo de cargas del hotel se hizo un recorrido por todo el inmueble, se tomaron las potencias de cada aparato para poder realizar el censo de cargas que se muestra en la siguiente tabla 3.5

Tabla 4.1 Cargas instaladas en el Hotel "Villas Esmeralda".

EDIFICIO A (Planta baja)				
AREAS	CARGAS	CANTIDAD	POTENCIA (Watts)	TOTAL
Cocina	Refrigerador	1	760	760
	Tostadora	1	750	750
	Horno de microondass	1	1660	1660
	Licudadora	1	440	440
	Sanwichera	1	700	700
	Extractor	1	30	30
	Cafetera	1	900	900
	Luminarias	4	13	52
Comedor	Luminarias	2	13	26
	Luminarias	1	9	9
	Luminarias T5	3	28	84
Sala	Luminarias	2	13	26
	Ventilador de pedestal	1	70	70
	T.V. plasma	1	250	250
	Ventilador con lampara	1	85	85
	DVD	1	50	50
	Luminarias T5	3	28	84
Pasillo	Luminarias	4	13	52
Baño	Luminarias	1	13	13
Escaleras	Luminarias	5	13	65
EDIFICIO A (Planta alta)				
AREAS	CARGAS	CANTIDAD	POTENCIA (Watts)	TOTAL
Dormitorio 1	Luminarias	1	75	75
	Luminarias	4	13	52
	A.A.	1	3370	3370
				0
Baño 1	Luminarias	1	13	13
	Luminarias T8	2	32	64
Dormitorio 2	Luminarias	2	13	26
	A.A.	1	1090	1090
				0
Baño 2	Luminarias	1	13	13
	Luminaria de 3 focos	1	90	90
Closet	Luminaria	1	13	13
Terraza	Luminaria	2	13	26
Terraza 2 laguna	Luminarias	1	13	13
Pasillo	Luminarias	1	13	13
				0

EDIFICIO B				
AREAS	CARGAS	CANTIDAD	POTENCIA (Watts)	TOTAL
Habitacion 1	Luminarias	1	13	13
	A.A	1	1100	1100
	Ventilador	1	65	65
Baño	Luminarias	2	13	26
Exterior	Luminarias	3	13	39
Habitacion 2	Luminarias	3	13	39
	A.A	1	1100	1100
	Ventilador	1	65	65
Baño	Luminarias	1	13	13
Exterior	Luminarias	2	13	26
Habitacion 3	A.A	1	1100	1100
	Luminarias	2	13	26
	Ventilador	1	65	65
Baño	Luminarias	3	13	39
Exterior	Luminarias	2	13	26
Habitacion 4	A.A	1	1100	1100
	Ventilador	1	65	65
	Luminarias	2	13	26
	LED	1	5	5
Baño	Luminarias	3	13	39
Exterior	Luminarias	2	13	26
Habitación 5	A.A	1	1100	1100
	Luminarias	2	13	26
	Ventilador	1	65	65
	LED	1	5	5
Baño	Luminarias	3	13	39
Exterior	Luminarias	1	13	13
Habitación 6	A.A	1	1100	1100
	Luminarias	2	13	26
	Ventilador	1	65	65
	LED	1	5	5
Baño	Luminarias	3	13	39
Exterior	Luminarias	1	13	13
Escaleras	LED	3	5	15
EDIFICIO C				
AREAS	CARGAS	CANTIDAD	POTENCIA (Watts)	TOTAL
Recepción	Luminarias	6	13	78
	LED	3	5	15
	A.A.	1	1100	1100
	Ventilador	1	75	75
	Microondas	1	1600	1600
	Refrigerador	1	485	485
Baño	Luminarias	1	13	13
	LED	1	5	5
Cafeteria	Cafetera	1	800	800
	Tostadora	1	750	750
	Luminarias	3	13	39
	Refrigerador	1	375	375

Una vez que tenemos los datos de placa de cada aparato, se puede saber cuál es el edificio que demanda mayor energía eléctrica.

4.6 RESULTADO DEL CENSO DE CARGAS.

Se realizó la suma de las potencias por edificio, para saber qué edificio tenía mayor demanda de energía, en la siguiente tabla 4.2, podemos observar que el edificio A, es el que tiene la mayor demanda.

Tabla 4.2 Consumo total por edificio.

Consumo total por edificio en kilowatts (kW)		
Edificio A	Edificio B	Edificio C
10.964	7.514	5.335

En el edificio A, se encuentran la mayoría de aparatos electrodomésticos, aunque en el edificio C se encuentra instalada la cafetería, con un menor consumo de energía debido a que solo cuenta con pocos electrodomésticos y no tiene aire acondicionado, ya que se encuentra a la intemperie.

En la siguiente tabla 4.3 se realizó la demanda requerida por equipos eléctricos, es decir, por iluminación, electrodomésticos, motores y aires acondicionados.

Tabla 4.3 Consumo total por los diferentes equipos instalados.

Consumo total por los diferentes equipos instalados (kW).			
Aires Acondicionados	Electrodomésticos	Luminarias	Motores
12.16	9.55	1.483	0.55

Al realizar la suma de la demanda por equipos instalados, se observa en el grafico 2.3, que la mayor demanda de energía que tiene el Hotel es en el consumo de aires acondicionado con un porcentaje de 51%, esto quiere decir, que el usuario consume más energía en aires acondicionado que en otros equipos eléctricos. Haciendo que la factura de energía eléctrica sea mayor para el usuario, cabe mencionar que aún no hemos detectado que edificios tienen un aire acondicionado sobredimensionado.

Consumo total por los diferentes equipos instalados.

■ Aires Acondicionados ■ Electrodomesticos
■ Luminarias ■ Motores

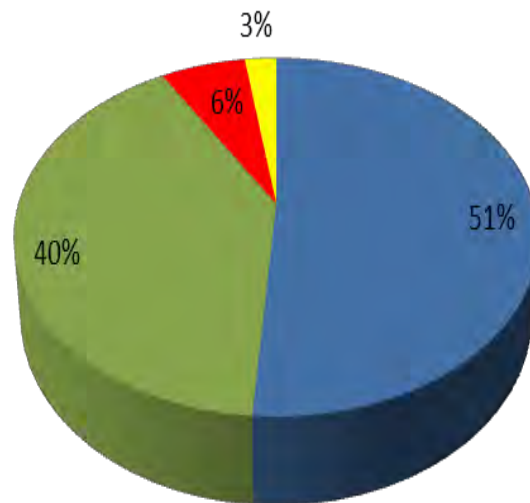


Grafico 4.1 Porcentaje total instalado en el Hotel "Villas Esmeralda".

Los equipos de aire acondicionado están en funcionamiento mínimo 8 horas por día, 5 veces por semana. Cabe mencionar que para temporada alta (vacaciones de semana santa y verano) estos equipos llegan a trabajar más de 8 horas por día, por toda la semana.

Los aires acondicionados no solo se han vuelto algo habitual en los hogares , también en los hoteles, por esa razón la demanda de energía de los hoteles ha ido aumentando cada año.

Desde que bacalar se volvió municipio en el año 2011, esto ha ocasionado que algunos hoteleros recurran a las energías verdes o diseñan sus habitaciones bioclimáticas para un ahorro de energía eficiente, ahorrando dinero o también lo hacen para ahorrar emisiones a la atmosfera, por un mejor planeta para la humanidad.

CAPITULO 5

CALCULO DE LAS CARGAS TERMICAS EN LAS INSTALACIONES DEL HOTEL "VILLAS ESMERALDA"

En este capítulo se implementara la metodología citada en el capítulo 3 para determinar la ganancia de calor de las partidas de calor sensible y latente que gana el edificio, Hotel "Villas Esmeralda", ubicadas en la ciudad de Bacalar, Quintana Roo.

5.1 DATOS GENERALES.

A continuación, se presentan las referencias de la localidad y del edificio a analizar. De igual manera, se muestran las condiciones de diseño interior y exterior de las instalaciones del hotel.

La siguiente información se obtiene de datos proporcionados por la Conagua, tabla que se localiza en el anexo 2 del presente proyecto.

La humedad relativa y temperatura máxima normal se tomó de los datos de la ciudad de Chetumal, puesto que cuenta con datos similares a la de la ciudad de bacalar, con una temperatura de 31.5 °C y humedad relativa de 77% de acuerdo al SMN (Servicio Meteorológico Nacional).

Localidad: Bacalar	Municipio: Bacalar
Estado: Quintana Roo	Dirección: Avenida Costera 509
Colonia: Bacalar	Tipo de local: Habitación
Temperatura máxima normal: 31.5°C	Temperatura interior: 25°C
Diferencia de temperaturas: 6.5°C	Latitud: 18°40'00"N
Longitud: 88° 23'00"W	Altitud: 10 msnm.
Humedad absoluta interior: 15.5g _w /kg _{as}	Humedad absoluta exterior: 22.8 g _w /kg _{as}
Diferencia de humedades abs. : 7.3 g _w /kg _{as}	Humedad relativa: 77% (Chetumal)

La envolvente del Hotel "Villas Esmeralda" consta de muros de Block, cemento, grava y polvo. Una parte de la techumbre del edificio "A" está construido con tabiques de arcilla sólidos (la techumbre es de forma de copula), la parte restante está construido de vigueta y bovedilla.

En la siguiente figura 5.1 se muestra la parte posterior del edificio "A" con vista hacia la laguna y en la figura 5.2 se muestra la parte frontal con vista hacia el estacionamiento.



Figura 5.1.- Vista posterior del edificio “A” con vista hacia la laguna.



Figura 5.2.- Vista frontal de edificio “A”.

5.2 CALCULO DE LAS PARTIDAS DE CALOR SENSIBLE.

Se emplea la NOM-008-ENER-2001, mencionada anteriormente en el capítulo III, para determinar la ganancia de calor por radiación y conducción. En el Anexo 3 Se muestran los planos del edificio a analizar, estos son de gran importancia, ya que nos apoyaremos en ellos para determinar las áreas de las componentes de la envolvente. Los materiales que constituyen la envolvente del mismo se presentan en el apéndice C.

En la figura 5.3 se muestra la orientación idónea de inmuebles en México. Se observa en que orientación geográfica inciden los rayos del sol con más contundencia en las edificaciones.

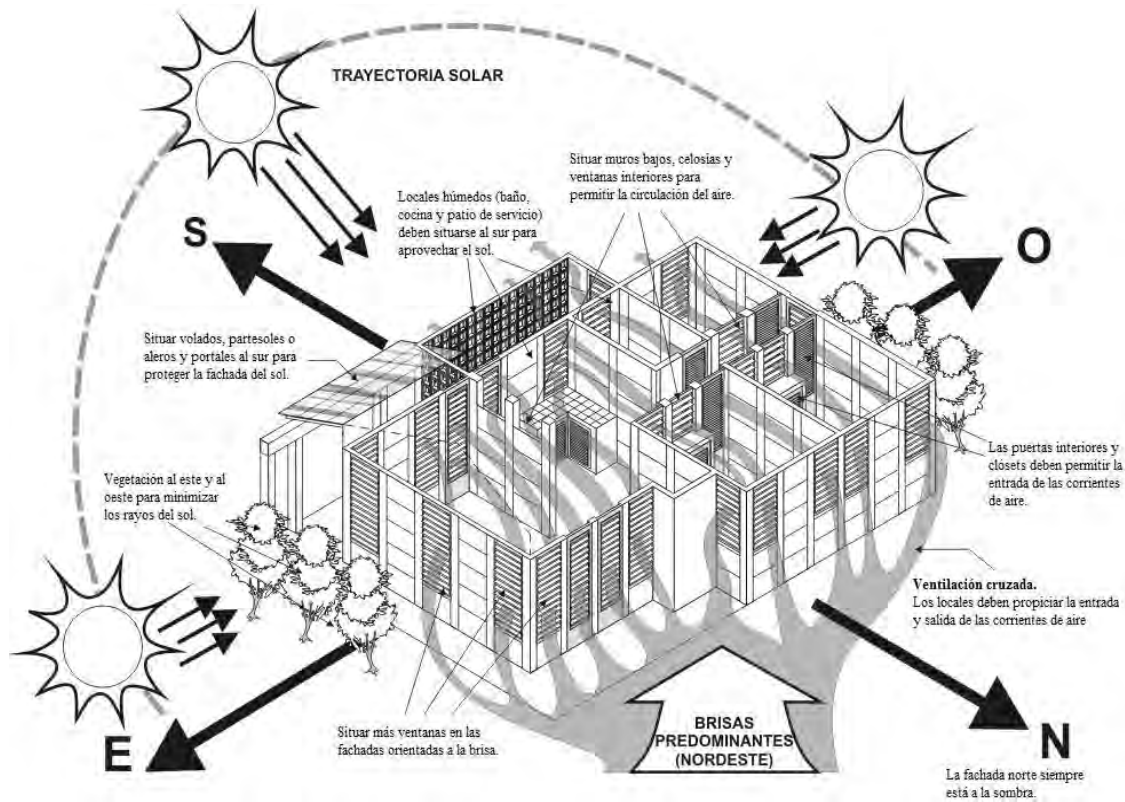


Figura 5.3 Orientación Idónea de inmuebles en México.

Fuente: Vílchez, C (2009)

5.2.1 Calor sensible debido a la conducción y radiación a través de la envolvente.

5.2.1.1 Ganancia de calor por conducción.

Esta ganancia de calor se determina mediante la ecuación (3.3), esta es la ganancia de calor por conducción a través de cada componente con orientación i .

Mediante las formulas $B.1$ y $B.2$ del apéndice B se determinó el coeficiente global de transferencia de calor (K) de las porciones de la envolvente, en este apéndice se explica cada uno de los conceptos (h_e, h_i, k, L, M).

La temperatura exterior corresponde a la temperatura equivalente promedio, se toma de la tabla A.1 del apéndice A. La temperatura interior (25°C) respectivamente es nuestra temperatura deseada. Para algunos casos cuando la barrera o envolvente colinda con otro no acondicionado, la temperatura equivalente promedio se determina por un promedio, tomando el valor correspondiente a la temperatura equivalente promedio para esa parte (ya sea opaca o transparente) y la temperatura interior del local, se suman y se dividen entre dos.

Si el local que se deseada acondicionar colinda con otro recinto que será acondicionado o que ya está acondicionado, el muro que colinda no se tomara en cuenta como algún tipo de carga térmica, esto se debe a que dicho espacio al ser acondicionado no presentara cambios en las temperaturas que afecte a dicho espacio que se desea acondicionar.

En este caso, en los espacios de la planta alta se desprecia esta ganancia para la superficie inferior, ya que los espacios de la planta baja situados debajo de estos, también se climatizaran.

En las siguientes tablas de la 5.1 - 5.10 se presentan los cálculos para la ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente para cada espacio del edificio A planta alta.

Tabla 5.1 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en la habitación 1, Edificio A, planta alta.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	l1/λ1	l2/λ2	l3/λ3	l4/λ4	l5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
TECHO	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0	0.5656	1.7682	113.15	45	25	20	4001.32
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.37570454	2.6617	14.75	31	25	6	235.56
	3	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.37570454	2.6617	29.85	34	25	9	714.94
VENTANA	2	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	3.36	27	25	2	32.65
	3	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	11.62	28	25	3	169.38
MURO	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.37570454	2.6617	10.37	32	25	7	193.21
PUERTA	4	0.1235	0.0769	0.3077	0	0	0	0	0.5081	1.9682	1.98	40	25	15	58.46

Tabla 5.2 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en la habitación 2, Edificio A, planta alta.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	l1/λ1	l2/λ2	l3/λ3	l4/λ4	l5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
TECHO	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0	0.5656	1.7682	17.10	45	25	20	604.71
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	12.35	31	25	6	197.23
	3	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	9.50	34	25	9	227.57
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	9.27	32	25	7	172.72
VENTANA	3	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	5.04	28	25	3	73.45
PUERTA	2	0.1235	0.0769	0.3077	0	0	0	0	0.5081	1.9682	1.98	40	25	15	58.46

Tabla 5.3 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en Planta baja (comedor y sala), Edificio A.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	l1/λ1	l2/λ2	l3/λ3	l4/λ4	l5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
MURO	1	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	17.66	31	25	6	282.05
	5	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	19.54	32	25	7	364.11
	3	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	29.29	34	25	9	701.76
	4	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	21.86	32	25	7	407.29
PUERTA	2	0.12346	0.0769	0.3077	0	0	0	0	0.5081	1.9682	1.98	27	25	2	7.79
	5	0.12346	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	2.270	29	25	4	44.14
	3	0.12346	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	2.270	28	25	3	33.10
VENTANAS	5	0.12346	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	5.04	29	25	4	97.94
	5	0.12346	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	0.40	29	25	4	7.76
	3	0.12346	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	11.62	28	25	3	169.38
	3	0.12346	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	5.04	28	25	3	73.45
	2	0.12346	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	3.36	27	25	2	32.65
	4	0.12346	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	1.14	29	25	4	22.16

Tabla 5.4 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en Habitación 1, Edificio B.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	l1/λ1	l2/λ2	l3/λ3	l4/λ4	l5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
MURO	2	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	4.97	31	25	6	79.43
	5	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	9.20	32	25	7	171.41
	4	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	6.67	32	25	7	124.27
VENTANA	2	0.12346	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	0.89	27	25	2	8.68
VENTANA	5	0.12346	0.0769	0.3077	0	0	0	0	0.5081	1.9682	0.80	29	25	4	6.33
PUERTA	2	0.12346	0.0769	0.3077	0	0	0	0	0.5081	1.9682	1.80	36	25	11	38.97

Tabla 5.5 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en Habitación 2, Edificio B.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	l_1/λ_1	l_2/λ_2	l_3/λ_3	l_4/λ_4	l_5/λ_5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	6.51	31	25	6	103.92
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	9.20	32	25	7	171.41
PUERTA	2	0.1235	0.0769	0.3077	0	0	0	0	0.5081	1.9682	1.80	36	25	11	38.97
VENTANA	2	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	0.89	27	25	2	8.68

Tabla 5.6 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en Habitación 3, Edificio B.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	l_1/λ_1	l_2/λ_2	l_3/λ_3	l_4/λ_4	l_5/λ_5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	10.93	31	25	6	174.51
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	13.80	32	25	7	257.12
	3	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	6	34	25	9	143.73
VENTANA	2	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	0.89	27	25	2	8.68
PUERTA	2	0.1235	0.0769	0.3077	0	0	0	0	0.5081	1.9682	1.80	36	25	11	38.97
	3	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601206	3.20	28	25	3	46.66

Tabla 5.7 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en Habitación 4, Edificio B.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	l_1/λ_1	l_2/λ_2	l_3/λ_3	l_4/λ_4	l_5/λ_5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
Techo	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0	0.5656	1.7682	13.50	45	25	20	477.40
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	9.28	31	25	6	148.16
	5	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	4.21	32	25	7	78.39
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	10.35	32	25	7	192.84
PUERTA	5	0.1235	0.0769	0.3077	0	0	0	0	0.5081	1.9682	1.80	39	25	14	49.60
VENTANA	5	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	0.89	29	25	4	17.35
	2	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	0.89	27	25	2	8.68

Tabla 5.8 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en Habitación 5, Edificio B.

Barrera	Orientación	1/H _i	1/H _e	l ₁ /λ ₁	l ₂ /λ ₂	l ₃ /λ ₃	l ₄ /λ ₄	l ₅ /λ ₅	M	K	Área (m ²)	T _e (°C)	T _i (°C)	ΔT	Q _c (W)
TECHO	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0	0.5656	1.7682	13.50	45	25	20	477.40
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	7.48	31	25	6	119.41
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	10.35	32	25	7	192.84
PUERTA	2	0.1235	0.0769	0.3077	0	0	0	0	0.5081	1.9682	1.80	27	25	2	7.09
VENTANA	2	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	0.89	27	25	2	8.68

Tabla 5.9 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente en Habitación 6, Edificio B.

Barrera	Orientación	1/H _i	1/H _e	l ₁ /λ ₁	l ₂ /λ ₂	l ₃ /λ ₃	l ₄ /λ ₄	l ₅ /λ ₅	M	K	Área (m ²)	T _e (°C)	T _i (°C)	ΔT	Q _c (W)
TECHO	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0	0.5656	1.7682	13.50	45	25	20	477.40
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	10.35	31	25	6	165.29
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	10.35	32	25	7	192.84
	3	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	6.90	34	25	9	165.29
PUERTA	2	0.1235	0.0769	0.3077	0	0	0	0	0.5081	1.9682	1.80	36	25	11	38.97
VENTANA	3	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	0.89	28	25	3	13.02
	2	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	0.89	27	25	2	8.68

Tabla 5.10 Ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente del Edificio C.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	L1/λ1	L2/λ2	L3/λ3	L4/λ4	L5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
Techo	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0	0.5656	1.7682	24	45	25	20	848.72
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	15	31	25	6	239.55
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	11.81	32	25	7	219.99
	5	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	6.01	32	25	7	111.93
	3	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0	0.3757	2.6617	10	34	25	9	239.55
PUERTA	5	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	2.60	39	25	14	176.91
	4	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	1.80	38	25	13	113.73
VENTANA	5	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	1.39	29	25	4	27.07
	4	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	1.39	29	25	4	27.07

Dónde:

Orientación.- Punto cardinal que está dirigido el muro según la NOM-008-ENER-2001.

1/Hi.- Conductancia superficial interior en $W/m^2 K$, 6.6 para superficies horizontales y 8.1 para superficies verticales según NOM-020-ENER-2011.

1/He.- Conductancia superficial exterior es igual a 13 W/m^2 según N NOM-020-ENER-2011.

L.- Espesor de cada uno de los materiales que componen la envolvente del edificio.

λ.- Coeficiente de conductividad térmica de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente del edificio en $W/m^2 K$.

M.- Resistencia térmica total de la superficie ensayada

K.- Coeficiente global de transferencia de calor de una porción de la envolvente en $W/m^2 K$.

Área.- Área de la superficie analizar.

Te.- Temperatura exterior según Tabla A.1, Apéndice A.

Ti.- Temperatura interna de acuerdo a la ASHRAE.

ΔT.- Diferencia de temperatura.

Qc.- Ganancia de calor por Conducción por cada superficie de la envolvente.

5.2.1.2 Ganancia de calor por Radiación.

Las aberturas de los edificios están cerradas normalmente con placas de vidrios transparente que permite el paso de luz.

El vidrio se comporta frente a la transmisión de calor por radiación y conducción como otro elemento más de construcción.

La mayor parte del calor que entra a través de los vidrios lo hace por radiación directamente, ya que los vidrios son transparentes a la luz visible. El calor absorbido por el vidrio se acumula en el mismo, haciendo que su temperatura se eleve y produzca una disipación de ese calor hacia dentro del edificio. El calor que absorba el cristal por medio de la radiación va a variar según cada hora del día solar, también a lo largo de los meses, según la posición geográfica de nuestras ventanas y del tamaño de volado en nuestras techumbres.

En la figura 5.4 se muestra cómo afectan los rayos del sol en nuestras ventanas. Si en dado caso el edificio cuenta con un volado mucho mayor o las ventanas están en una posición geográfica donde no perciban los rayos del sol, esta partida de ganancia se despreciaría.

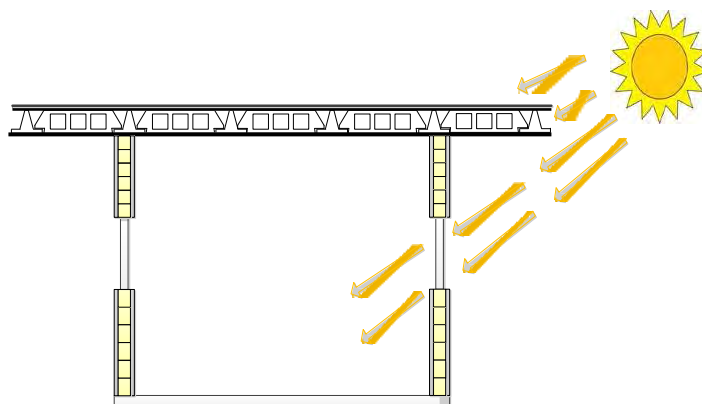


Figura 5.4 Afectación de la radiación solar según la orientación de las ventanas y del tamaño del volado.

Fuente: Aragón, 2014

Se utiliza la ecuación 3.4 descrita en el capítulo 3 del presente proyecto para el cálculo de esta partida. Cabe aclarar que los edificios cuentan con ventanas remetidas de 0.20 metros y volados de 0.70 a 1 metro, lo cual los rayos de sol no pegan en todo el área del vidrio de la ventana, por lo cual se utiliza el factor de

corrección por sombreado exterior (SE), mismo que está presente en la ecuación 3.5. Este factor de corrección se encuentra mediante la tabla A.2 del Apéndice A.

Tabla 5.11 Ganancia de calor por radiación en el Edificio A, Habitación 1, planta alta.

Local	Componente	Orientación	Área (m2)	CS	FG	SE	Qr (W)
Edificio A Hab. 1	Ventana	3	11.62	0.6	152	1	1059.49

Tabla 5.12 Ganancia de calor por radiación en el Edificio A, Habitación 2, planta alta.

Local	Componente	Orientación	Área (m2)	CS	FG	SE	Qr (W)
Edificio A Hab. 2	Ventana	3	5.04	0.6	152	0.82	376.75

Tabla 5.13 Ganancia de calor por radiación en el Edificio A, planta baja.

Local	Componente	Orientación	Área (m2)	CS	FG	SE	Qr (W)
Edificio A (PB)	Ventana	2	3.36	0.6	95	No aplica	0.00
		3	11.62	0.6	152	1	1059.49
		3	5.04	0.6	152	0.85	390.54
		4	1.14	0.6	119	1	81.40
		5	5.04	0.6	133	0.82	329.66
		5	0.40	0.6	133	1	31.84
	Puerta vidrio	3	2.27	0.6	152	No aplica	0.00
		5	2.27	0.6	133	0.28	50.73

Tabla 5.14 Ganancia de calor por radiación en el Edificio B
Habitación 1

Local	Componente	Orientación	Área (m2)	CS	FG	SE	Qr (W)
Edificio B Hab. 1	Ventana	5	0.89	0.6	133	0.62	47.73

Tabla 5.15 Ganancia de calor por radiación en el Edificio B
Habitación 3

Local	Componente	Orientación	Área (m2)	CS	FG	SE	Qr (W)
Edificio B Hab. 3	Puerta vidrio	3	3.2	0.6	152	1	291.84

Tabla 5.16 Ganancia de calor por radiación en el Edificio B
Habitación 4

Local	Componente	Orientación	Área (m2)	CS	FG	SE	Qr (W)
Edificio B Hab. 4	Ventana	5	0.89	0.6	133	0.67	47.73

Tabla 5.17 Ganancia de calor por radiación en el Edificio B
Habitación 6

Local	Componente	Orientación	Área (m2)	CS	FG	SE	Qr (W)
Edificio B Hab. 6	Ventana	3	0.89	0.6	152	0.62	50.48

Tabla 5.18 Ganancia de calor por radiación en el Edificio C

Local	Componente	Orientación	Área (m2)	CS	FG	SE	Qr (W)
Edificio C	Ventana	4	1.39	0.6	119	1	99.44
		5			133		111.14
	Puerta vidrio	4	1.8	0.6	119	1	128.52
		5	2.6		133	1	207.48

Nota: En la tabla 5.13 no se le aplica el factor de corrección porque los rayos de sol no inciden con la puerta, ya que esta se encuentra remetida a 3.20 m, en el caso de la ventana no aplica porque tiene orientación hacia el norte al igual que la habitación 2 y 5 del edificio B.

5.2.2 Calor sensible debido a infiltraciones del aire.

La carga transmitida por infiltraciones y ventilación del aire exterior se calcula por la ecuación 3.7 y la tabla 3.4 del capítulo 3 de este proyecto.

Se consideró como tipo de local “Hoteles” para las habitaciones, “oficina” para el área de recepción (Edificio C) y “restaurante y locales de ocio” para el edificio A planta baja.

La temperatura exterior de la ciudad de Bacalar es de 31.5 °C, dato tomado del servicio meteorológico nacional de la ciudad de Chetumal (anexo 2), ya que no se encontró el dato de la temperatura de Bacalar actualizada, la temperatura interior considera es de 25°C y la diferencia de estas es de 6.5°C, dato que se utilizara en el cálculo de ganancia de calor sensible de la tabla 5.19.

En la figura 5.5 se describe como el aire exterior va filtrándose dentro del edificio por las aperturas de las puertas, ventanas y al momento que ingresa una persona, haciendo que al mezclarse con el aire interior del edificio se caliente el ambiente de nuestro recinto.

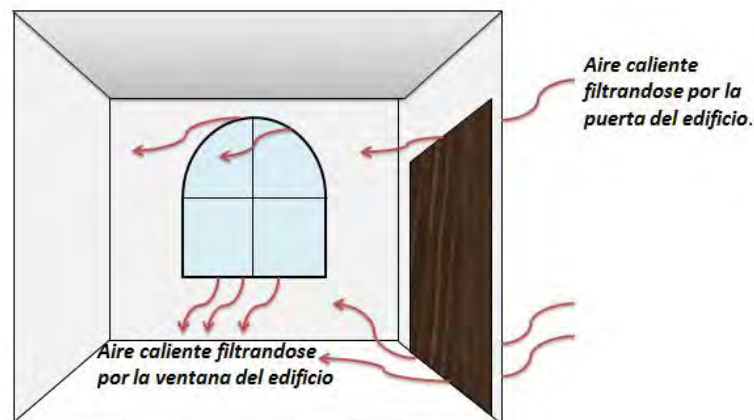


Figura 5.5 Filtración de aire por fisuras o aperturas de puertas.
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5.19 se muestra el cálculo de la ganancia de calor sensible debido a infiltraciones de aire exterior en cada uno de los edificios y habitaciones.

En donde:

Personas: Es el número de individuos que ocupan el lugar en dicha habitación.

Puerta: Numero de puertas con las que cuenta la habitación, si esta colinda con otra habitación que este climatizada, la puerta no se considera.

V_i : Caudal volumétrico total de la habitación a acondicionar, dado en m^3/h .

Te: Temperatura exterior del lugar.

Ti: Temperatura interior adecuada del edificio.

ΔT : Diferencia de temperaturas.

Qsi: Ganancia de calor sensible debido a infiltraciones de aire en la habitación en W.

Tabla 5.19 Ganancia de calor sensible debido a infiltraciones de aire exterior.

Área	Tabla 3.4	Personas	Puerta	V _i (m ³ /h)	Te (°C)	Ti (°C)	ΔT (°C)	Q _{si} (W)
Edificio A (PB)	34	8	3	816	31.5	25	6.5	1803.36
Edificio A (PA) H1	50	5	2	500	31.5	25	6.5	1105
Edificio A (PA) H2	50	3	2	300	31.5	25	6.5	663
Edificio B Hab. 1 y 2	50	2	1	100	31.5	25	6.5	221
Edificio B Hab. 3	50	2	2	200	31.5	25	6.5	442
Edificio B Hab. 4,5 y 6	50	2	1	100	31.5	25	6.5	221
Edificio C	25	1	2	50	31.5	25	6.5	110.5

5.2.3 Ganancia de calor sensible generado por personas que ocupan el lugar.

Esta ganancia de calor es igual a la cantidad de personas presentes en la habitación y a la actividad que desarrolla la persona. En la figura 5.6 se puede observar como los individuos transmiten cierto calor a la habitación cuando hacen alguna actividad.



Figura 5.6 Calor sensible generado por personas en una habitación.

Fuente: Elaboración propia.

Consultando la tabla 3.3 del capítulo 3, se consideró “persona en reposo” para las personas que ocuparan el lugar. Puesto que en la tabla 3.3 no hay un valor para la temperatura recomendada de 25°C se procedió hacer una interpolación lineal entre los valores de 26°C y 24°C, dando como resultados valores igual al de la temperatura de 24°C, de la cual tomamos como referencia para hacer los cálculos de las ganancias de calor sensible generado por personas.

Tabla 5.20 Calor sensible generado por persona en el Hotel.

Área	Tabla 3.3	personas	Qsp (W)
Edificio A (PB)	70	8	560
Edificio A (PA) H1	70	5	350
Edificio A (PA) H2	70	3	210
Edificio B Hab. 1 y 2	70	2	140
Edificio B Hab. 3	70	2	140
Edificio B Hab. 4,5 y 6	70	2	140
Edificio C	70	1	70

En el Edificio B el número de personas permitidas en cada habitación es de 2, por la cual se procedió acomodar y hacer los cálculos en uno solo.

5.2.4 Calor sensible generado por la iluminación del local.

La iluminación es una fuente muy importante de calor sensible y principalmente depende del número de luces que tenemos en el lugar, la potencia que consume cada una y el tipo de luminaria (incandescente y fluorescente). La potencia consumida termina disipándose como calor en el lugar como se muestra en la figura 5.7.

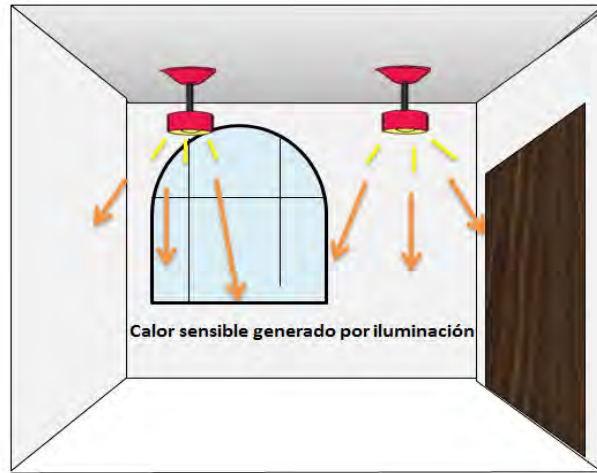


Figura 5.7 Calor sensible generado por luminarias.
Fuente: Elaboración propia.

Para la elaboración de la tabla 5.21 se utilizó la ecuación 3.12 para lámparas fluorescentes del capítulo 3 y la tabla 3.5 para saber la potencia de las luminarias instaladas en las habitaciones del Hotel “Villas esmeralda”.

Tabla 5.21 Calor sensible generado por iluminación en los edificios A, B y C.

Área	Portencia (W)	Lamparas	Qsil (W)
Edificio A (PB)	62.5	18	400
Edificio A (PA) H1	110	5	158.75
Edificio A (PA) H2	16.25	1	16.25
Edificio B Hab. 1	16.25	1	16.25
Edificio B Hab. 2	16.25	3	48.75
Edificio B Hab. 3	16.25	2	32.5
Edificio B Hab. 4	16.25	2	32.5
Edificio B Hab. 5	16.25	2	32.5
Edificio B Hab. 6	16.25	2	32.5
Edificio C	16.25	5	81.25

5.2.5 Calor sensible generado por maquinas del lugar.

Las maquinas o equipos eléctricos también generan calor sensible afectando el área ocupada, las maquinas que generan más calor son las que se utilizan en oficinas, como fotocopiadoras, computadoras, impresoras, etc. En la figura 5.8 se muestra como este calor sale de la maquina hacia la habitación afectando la estabilidad del usuario.

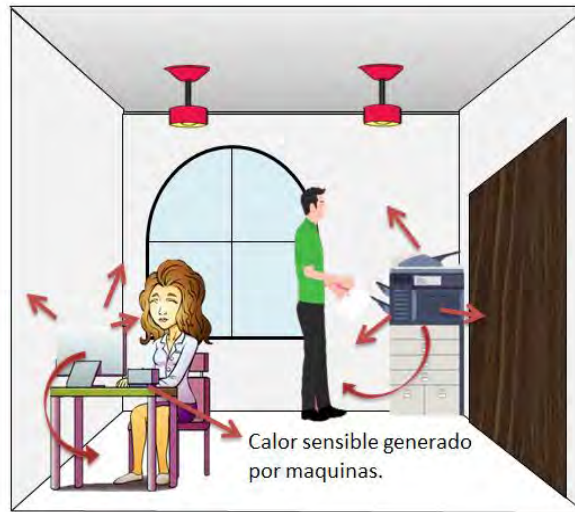


Figura 5.8 Calor sensible generado por Maquinas o equipos eléctricos.
Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 5.22-5.24 se puede observar los cálculos de los edificios A, planta baja, Edificio B y Edificio C. La potencia eléctrica de los aparatos los obtuvimos de la tabla 4.1 del capítulo 4 de este proyecto. No se realizó el cálculo del Edificio A, planta alta, Habitación 1 y 2, ya que estos no cuentan con máquinas o equipos eléctricos en su interior.

Tabla 5.22 Calor sensible generado por equipo eléctrico dentro del Edificio A, planta baja.

Área	Ganancia por	Cantidad	W c/uno	Q (W)	Qsm (W)
Edificio A (PB)	Refrigerador	1	760	760	5695
	Tostadora	1	750	750	
	Microondas	1	1660	1660	
	Licuada	1	440	440	
	Sanwichera	1	700	700	
	Extractor	1	30	30	
	Cafetera	1	900	900	
	Ventilador pedestal	1	70	70	
	T.V. plasma	1	250	250	
	Ventilador con lampara de techo	1	85	85	
	DVD	1	50	50	

Tabla 5.23 Calor sensible generado por equipo eléctrico dentro del Edificio B, habitación 1 - 6.

Área	Ganancia por	Cantidad	W c/uno	Q (W)	Qsm (W)
Edificio B Hab. 1-6	Ventilador	1	65	65	65

En esta tabla anterior se hizo un solo cálculo para las 6 habitaciones del edificio B, ya que cuentan con los mismos equipos eléctricos.

Tabla 5.24 Calor sensible generado por equipo eléctrico dentro del Edificio C.

Área	Ganancia por	Cantidad	W c/uno	Q (W)	Qsm (W)
Edificio C	Ventilador	1	75	75	2160
	Microondas	1	1600	1600	
	Refrigerador	1	485	485	

Dónde:

Q.- Es el producto de la cantidad de equipos eléctricos por su potencia.

Qsm.-Es el calor sensible total generado por los equipos eléctricos en la habitación en W.

5.2.6 Calor sensible por ventilación del aire.

Este calor se genera por el aire que se encuentra dentro de la habitación, el cual se filtró por ventanas y puertas como se explica en el punto 5.2.2 de este capítulo. Para evitar una sensación de malestar dentro de la habitación es importante que el aire que se encuentra dentro del lugar se renueve por medio del equipo de aire acondicionado.

Para el cálculo de este calor sensible se considera un caudal volumétrico dependiendo el tipo de local (tabla 3.4 capítulo 3) y la cantidad de personas dentro de la habitación. Se utiliza la ecuación 3.13.

Se utilizó el caudal 34 m³/h para el edificio A, planta baja, el caudal 50 m³/h para planta alta (habitación 1 y 2) y para las habitaciones del edificio B, mientras que en el edificio C se utilizó el caudal 25 m³/h para recepción.

Se pueden observar los resultados de los cálculos en la tabla 5.25

Tabla 5.25 Calor sensible generado por ventilación en los Edificios A, B y C.

Área	f	Personas	Tabla 3.4	Vv(m3/h)	Te (°C)	Ti (°C)	ΔT (°C)	Qsv (W)
Edificio A (PB)	0.3	8	34	272	31.5	25	6.5	180.34
Edificio A (PA) H1	0.3	5	50	250	31.5	25	6.5	165.75
Edificio A (PA) H2	0.3	3	50	150	31.5	25	6.5	99.45
Edificio B Hab. 1	0.3	2	50	100	31.5	25	6.5	66.30
Edificio B Hab. 2	0.3	2	50	100	31.5	25	6.5	66.30
Edificio B Hab. 3	0.3	2	50	100	31.5	25	6.5	66.30
Edificio B Hab. 4	0.3	2	50	100	31.5	25	6.5	66.30
Edificio B Hab. 5	0.3	2	50	100	31.5	25	6.5	66.30
Edificio B Hab. 6	0.3	2	50	100	31.5	25	6.5	66.30
Edificio C	0.3	1	25	25	31.5	25	6.5	16.58

5.3 CALCULO DE LAS CARGAS LATENTES.

5.3.1 Calor latente debido al aire de infiltraciones.

Al igual que la sección 5.2.2 de este capítulo, también se toma en consideración la tabla 3.4 del capítulo 3, que como se mencionó anteriormente se tomó como tipo de local “Hoteles” para las habitaciones, “oficina para la recepción y “restaurantes y locales de ocio para el edificio A planta baja. El número de personas y puertas son las mismas. Para este cálculo necesitaremos la diferencia de las humedades absolutas del lugar, con ayuda de la carta psicrométrica, Anexo 1, y las temperaturas interior (25°C) y exterior (31.5°C) se procedió a encontrarlas, dando como resultado 7.3 g/kg de aire seco.

En la figura 5.9 se representa cuando el aire se infiltra por las aperturas de puertas y ventanas, llevando consigo humedad.

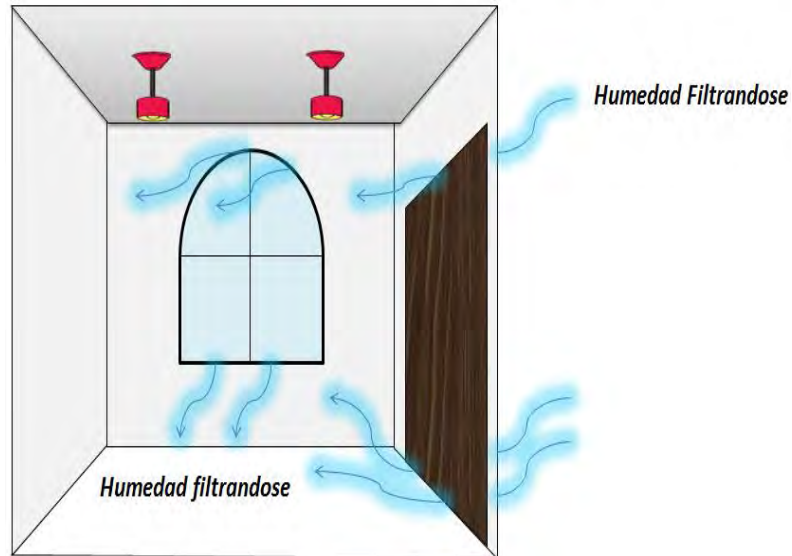


Figura 5.9 Calor latente filtrándose por las aperturas de puertas y ventanas.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5.26 se muestra el resultado de las ganancias de calor latente por infiltración de aire en el edificio A, B y C.

Tabla 5.26 Calor latente generado por infiltración de aire en el Hotel “Villas Esmeralda”

Área	Tabla 3.4	Personas	Puertas	Vi (m ³ /h)	We (g/kg as)	Wi (g/kg as)	ΔW (g/kg as)	Qli (W)
Edificio A (PB)	34	8	3	816	22.8	15.5	7.3	4944.14
Edificio A (PA) H1	50	5	2	500	22.8	15.5	7.3	3029.50
Edificio A (PA) H2	50	3	2	300	22.8	15.5	7.3	1817.70
Edificio B Hab. 1	50	2	1	100	22.8	15.5	7.3	605.90
Edificio B Hab. 2	50	2	1	100	22.8	15.5	7.3	605.90
Edificio B Hab. 3	50	2	2	200	22.8	15.5	7.3	1211.80
Edificio B Hab. 4	50	2	1	100	22.8	15.5	7.3	605.90
Edificio B Hab. 5	50	2	1	100	22.8	15.5	7.3	605.90
Edificio B Hab. 6	50	2	1	100	22.8	15.5	7.3	605.90
Edificio C	25	1	2	50	22.8	15.5	7.3	302.95

5.3.2 Calor latente generado por las personas que ocupan el lugar.

Como en la sección 5.2.3 de este capítulo, se consideró “persona en reposo” para las personas que ocuparan el lugar. Utilizando la tabla 3.3 para hacer una interpolación lineal y obtener los valor de 25°C, pero ahora para calor latente.

En la figura 5.10 se representa el calor latente generado por las personas, este emerge del cuerpo en forma de sudor, se mantiene sobre la piel y se desprende en forma de vapor.



Figura 5.10 Calor latente generado por persona en el interior de un local.
Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la tabla 5.27 se multiplico el dato obtenido en la tabla 3,3 por la cantidad de personas que ocupan el lugar (Ecuación 3.17).

Tabla 5.27 Calor latente generado por personas que ocupan los edificios de Hotel “Villas Esmeralda”.

Área	Tabla 3.3	personas	Qsp (W)
Edificio A (PB)	47	8	376
Edificio A (PA) H1	30	5	150
Edificio A (PA) H2	30	3	90
Edificio B Hab. 1	30	2	60
Edificio B Hab. 2	30	2	60
Edificio B Hab. 3	30	2	60
Edificio B Hab. 4	30	2	60
Edificio B Hab. 5	30	2	60
Edificio B Hab. 6	30	2	60
Edificio C	30	1	30

5.3.3 Calor latente generado procedente del aire de ventilación.

Para el cálculo del calor latente procedente del aire de ventilación se utilizó la ecuación 3.18 y la tabla 3.4 del capítulo 3, anteriormente en la sección 5.3.1 se calcularon las humedades interior y exterior del lugar, dando como resultado 7.3 g/kg as de diferencia de humedades.

Tabla 5.28 Calor latente generado por ventilación en los edificios del hotel “Villas esmeralda”.

Área	f	Personas	Tabla 3.4	Vv(m3/h)	We (g/kg as)	Wi (g/kg as)	ΔW (g/kg as)	Qlv (W)
Edificio A (PB)	0.3	8	34	272	22.8	15.5	7.3	494.41
Edificio A (PA) H1	0.3	5	50	250	22.8	15.5	7.3	454.425
Edificio A (PA) H2	0.3	3	50	150	22.8	15.5	7.3	272.655
Edificio B Hab. 1	0.3	2	50	100	22.8	15.5	7.3	181.77
Edificio B Hab. 2	0.3	2	50	100	22.8	15.5	7.3	181.77
Edificio B Hab. 3	0.3	2	50	100	22.8	15.5	7.3	181.77
Edificio B Hab. 4	0.3	2	50	100	22.8	15.5	7.3	181.77
Edificio B Hab. 5	0.3	2	50	100	22.8	15.5	7.3	181.77
Edificio B Hab. 6	0.3	2	50	100	22.8	15.5	7.3	181.77
Edificio C	0.3	1	25	25	22.8	15.5	7.3	45.4425

5.4 CARGAS TOTALES.

En la tabla 5.29 se presentan todos los cálculos resumidos de calor sensible y latente que influyen en los edificios del hotel “Villas esmeralda” que se acondicionaran.

Tablas 5.29 Resumen de las cargas térmicas en los espacios a acondicionar.

CARGAS TERMICAS										
AREA	CALOR SENSIBLE (W)							CALOR LATENTE (W)		
	CONDUCCION (Qc)	RADIACION (Qr)	AIRE DE INFILTRACION (Qsi)	POR PERSONA (Qsp)	POR ILUMINACION (Qsil)	POR MAQUINAS (Qsm)	POR VENTILACION (Qsv)	AIRE DE INFILTRACION (Qii)	POR PERSONA (Qip)	POR VENTILACION (Qiv)
<i>Edificio A (PB)</i>	2243.59	1943.65	1803.36	560	400	5695	180.34	4944.14	376	494.4144
<i>Edificio A (PA) H1</i>	5405.52	1059.49	1105	350	158.75	0	165.75	3029.50	150	454.425
<i>Edificio A (PA) H2</i>	1334.14	376.75	663	210	16.25	0	99.45	1817.70	90	272.655
<i>Edificio B Hab. 1</i>	429.09	47.73	221	140	16.25	65	66.30	605.90	60	181.77
<i>Edificio B Hab. 2</i>	322.98	0.00	221	140	48.75	65	66.30	605.90	60	181.77
<i>Edificio B Hab. 3</i>	669.66	291.84	442	140	32.5	65	66.30	1211.80	60	181.77
<i>Edificio B Hab. 4</i>	972.42	47.73	221	140	32.5	65	66.30	605.90	60	181.77
<i>Edificio B Hab. 5</i>	805.42	0.00	221	140	32.5	65	66.30	605.90	60	181.77
<i>Edificio B Hab. 6</i>	1061.48	50.48	221	140	32.5	65	66.30	605.90	60	181.77
<i>Edificio C</i>	2004.52	546.58	110.5	70	81.25	2160	16.58	302.95	30	45.4425

5.5 Determinación de la capacidad de los equipos de aire acondicionado.

En la tabla 5.30 se muestra la carga térmica total en cada una de las habitaciones del hotel, para llegar a este cálculo se agregó un coeficiente de seguridad de 10% en la cargas térmica total. Una vez que obtuvimos este dato (carga térmica con coeficiente de seguridad), se procedió a calcular la capacidad del equipo utilizando un factor de conversión para obtener nuestros resultados de calor a toneladas de refrigeración (TRF) y Btu/h.

Tabla 5.30 Determinación de la capacidad del equipo de aire acondicionado a seleccionar.

CAPACIDAD DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO A SELECCIONAR.							
AREA	Calor sensible (W)	Calor latente (W)	Carga termica total (kW)	Carga termica con coeficiente de seguridad (Kw)	Capacidad en toneladas de refrigeracion (TRF)	Capacidad del equipo (Btu/h)	Capacidad del equipo (TRF)
Edificio A (PB)	12825.93	5814.56	18.64	20.50	5.83	69901.82	6
Edificio A (PA) H1	8244.50	3633.93	11.88	13.07	3.71	44544.11	4
Edificio A (PA) H2	2699.59	2180.36	4.88	5.37	1.52	18299.80	1 1/2
Edificio B Hab. 1	985.37	847.67	1.83	2.02	0.57	6873.90	1/2
Edificio B Hab. 2	864.03	847.67	1.71	1.88	0.53	6418.88	1/2
Edificio B Hab. 3	1707.30	1453.57	3.16	3.48	0.99	11853.27	1
Edificio B Hab. 4	1544.95	847.67	2.39	2.63	0.75	8972.32	3/4
Edificio B Hab. 5	1330.22	847.67	2.18	2.40	0.68	8167.07	3/4
Edificio B Hab. 6	1636.76	847.67	2.48	2.73	0.78	9316.61	3/4
Edificio C	4989.42	378.39	5.37	5.90	1.68	20129.29	1 1/2

*Factor de conversión para determinar la capacidad de los equipos:
1 tonelada de refrigeración (TRF)= 12,000 Btu/h=3516.8 W= 3.52 kW*

5.6 Análisis.

Se hizo el análisis de las cargas térmicas para saber cuál es la de mayor ganancia en todo el hotel, se determinó que la carga más pesada es la de calor sensible con 68% respectivamente, Esto se ve representado en el grafico 5.1.

Cargas termicas

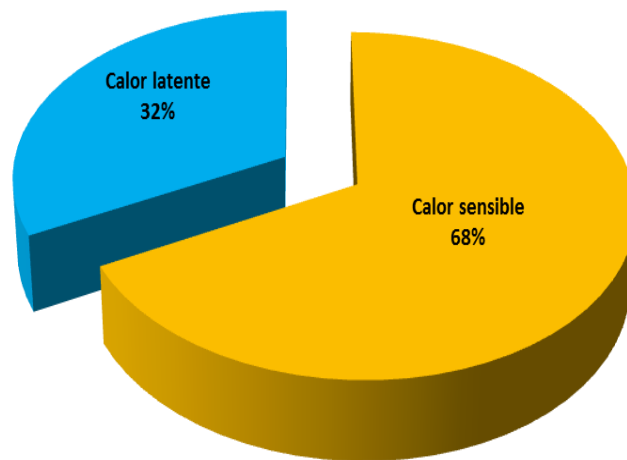


Grafico 5.1 Porcentaje de las ganancias de calor en el hotel "Villas esmeralda".
Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta las gráficas (5.2 – 5.4) de porcentaje de ganancias de calor en cada uno de los Edificios A, B y C respectivamente. En el edificio A planta baja se encuentra la sala de estar, comedor y una pequeña cocina, mientras que en la planta alta se encuentra las habitaciones 1 y 2.

EDIFICIO A

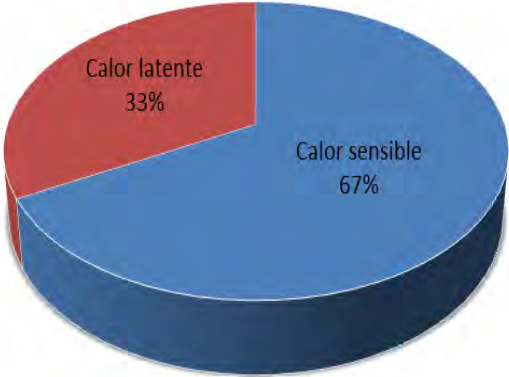


Grafico 5.2 Porcentaje de las cargas térmicas en Edición A.
Fuente: Elaboración propia.

EDIFICIO B

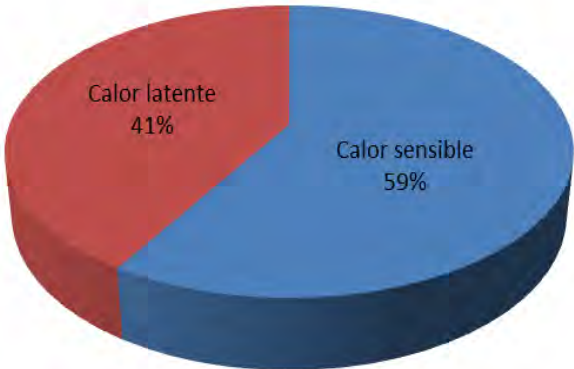


Grafico 5.3 Porcentaje de las cargas térmicas en Edición B, habitaciones 1- 6.
Fuente: Elaboración propia.

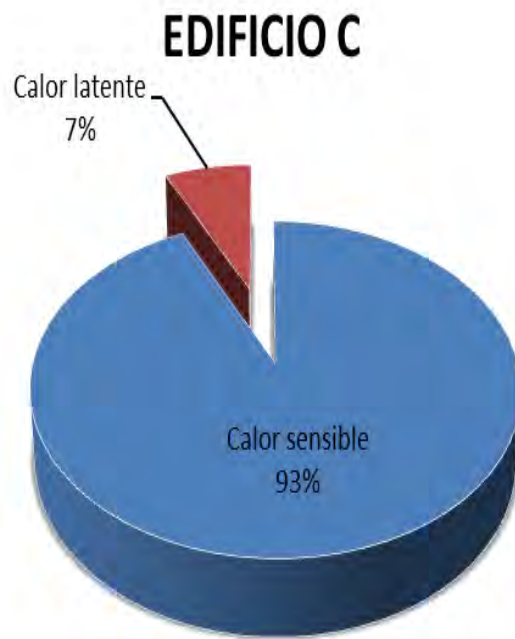


Grafico 5.4 Porcentaje de las cargas térmicas en Edición C, recepción.
Fuente: Elaboración propia.

5.7 Comparación del consumo de energía de los equipos instalados con los equipos propuestos.

En la tabla 5.31 se hizo la comparación de los equipos instalados en el hotel “Villas esmeralda”, esto con el fin de demostrar que hay un mal dimensionamiento de los equipos de aire acondicionado y así poder reducir el consumo de energía eléctrica.

Se calculó el balance térmico del edificio A, planta baja, con el fin de que al dueño del hotel en un futuro desee instalar los equipos de aire acondicionado, sean los adecuados.

Tabla 5.31 Comparación del consumo de energía de los equipos instalados con los equipos propuestos.

<i>Área</i>	<i>Capacidad del equipo instalado (TRF)</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Capacidad del equipo propuesto (TRF)</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Dimensionamiento</i>
<i>Edificio A (PB)</i>	---	---	6	6600	No tiene A.A.
<i>Edificio A (PA) H1</i>	3	3370	4	4400	Subdimensionado
<i>Edificio A (PA) H2</i>	1	1100	1 1/2	1650	Subdimensionado
<i>Edificio B Hab. 1</i>	1	1100	1/2	550	Sobredimensionado
<i>Edificio B Hab. 2</i>	1	1100	1/2	550	Sobredimensionado
<i>Edificio B Hab. 3</i>	1	1100	1	1100	Adecuado
<i>Edificio B Hab. 4</i>	1	1100	3/4	825	Sobredimensionado
<i>Edificio B Hab. 5</i>	1	1100	3/4	825	Sobredimensionado
<i>Edificio B Hab. 6</i>	1	1100	3/4	825	Sobredimensionado
<i>Edificio C</i>	1	1100	1 1/2	1650	Subdimensionado

CAPITULO 6

AISLANTE TERMICO.

El aislante térmico es un material que se utiliza para establecer una barrera al paso del calor por conducción. Dichos materiales tienen una resistencia térmica según el fabricante, entre más alta sea la resistencia del material, más eficiente.

Una de las principales zonas que debemos proteger en una construcción con un aislante térmico, son los techos. Esto para un mejor confort, ya que sin ellos la temperatura interior de la habitación aumentaría.

Existen varios tipos de aislante térmico, para madera, lamina, losa, muros, etc., los más habituales son Poliestireno expandido, Poliestireno extruido, espuma de poliuretano, lana de roca y fibra de vidrio, pero los más usados para techos de losa y muros son los de Poliestireno.

El aislante térmico de Poliestireno expandido o conocido como corcho blanco es un material sintético, muy versátil, se puede manipular sin medidas de protección y es muy usado en construcción. Se encuentra en muchos espesores y densidades con una conductividad térmica entre 0.029 a 0.053 W/mK .

El aislante térmico de Poliestireno extruido es un material muy similar al Poliestireno expandido, solo que este material puede mojarse, por esa razón se instala mucho en cubiertas, tiene gran resistencia mecánica que permite cargas como nieve, peso de tejas, presión y succión del viento. Su conductividad térmica se encuentra entre 0.025 a 0.040 W/mK .

En el proyecto de tesis se recomendara el aislante térmico de Poliestireno (expandido y extruido), dichos materiales se utilizaron en proyectos de tesis anteriores como el trabajo de Noé Merlín Euan (10) y José A. Aragón Salazar (11).

6.1 Determinación de los equipos de aire acondicionado utilizando aislante térmico de placa de Poliestireno expandido.

Para minimizar la ganancia de calor obtenida en el balance térmico que se calculó en el capítulo 5 del presente proyecto, se realizara de nuevo el cálculo de ganancia de calor por conducción, aplicando el espesor y conductividad térmica de dicho material (Apéndice C). Este dato solo se aplica para techumbre y muros.

En la tabla 6.1 se puede observar como disminuye la ganancia de calor por conducción al implementar la placa de Poliestireno expandido.

Tabla 6.1 Cálculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en edificio A, planta baja.

Aplicando el aislante térmico.

Barrera	Orientación	$1/H_i$	$1/H_e$	l_1/λ_1	l_2/λ_2	l_3/λ_3	l_4/λ_4	l_5/λ_5	M	K	Área (m ²)	$T_e(^{\circ}C)$	$T_i(^{\circ}C)$	ΔT	$Q_c(W)$
MURO	1	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.3432	0.7189	1.3909	17.66	31	25	6	147.39
	5	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.3432	0.7189	1.3909	19.54	32	25	7	190.28
	3	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.3432	0.7189	1.3909	29.29	34	25	9	366.72
	4	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.3432	0.7189	1.3909	21.86	32	25	7	212.84
PUERTA	2	0.12346	0.0769	0.3077	0	0	0	0	0.5081	1.9682	1.98	27	25	2	7.79
	5	0.12346	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	2.270	29	25	4	44.14
	3	0.12346	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	2.270	28	25	3	33.10
VENTANAS	5	0.12346	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	5.04	29	25	4	97.94
	5	0.12346	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	0.40	29	25	4	7.76
	3	0.12346	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	11.62	28	25	3	169.38
	3	0.12346	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	5.04	28	25	3	73.45
	2	0.12346	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	3.36	27	25	2	32.65
	4	0.12346	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	1.14	29	25	4	22.16

Tabla 6.2 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en edificio A, Habitación 1, Planta alta, en muros y techumbre.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	L1/λ1	L2/λ2	L3/λ3	L4/λ4	L5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
TECHO	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0.34324324	0.9088	1.1003	113.15	45	25	20	2490.08
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	14.75	31	25	6	123.10
	3	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	29.85	34	25	9	373.61
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	10.37	32	25	7	100.97

Tabla 6.3 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en edificio A, Habitación 2, Planta alta, en muros y techumbre.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	L1/λ1	L2/λ2	L3/λ3	L4/λ4	L5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
TECHO	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0.34324324	0.9088	1.1003	17.10	45	25	20	376.32
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	12.35	31	25	6	103.07
	3	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	9.50	34	25	9	118.92
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	9.27	32	25	7	90.26

Tabla 6.4 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en edificio B, Habitación 1.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	L1/λ1	L2/λ2	L3/λ3	L4/λ4	L5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
MURO	2	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	4.97	31	25	6	41.51
	5	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	9.20	32	25	7	89.58
	4	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	6.67	32	25	7	64.94

Tabla 6.5 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en edificio B, Habitación 2.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	L1/λ1	L2/λ2	L3/λ3	L4/λ4	L5/λ5	M	K	(m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	6.51	31	25	6	54.31
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	9.20	32	25	7	89.58

Tabla 6.6 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en edificio B, habitación 3.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	L1/λ1	L2/λ2	L3/λ3	L4/λ4	L5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	10.93	31	25	6
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	13.80	32	25	7
	3	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	6	34	25	9

Tabla 6.7 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en edificio B, habitación 4.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	L1/λ1	L2/λ2	L3/λ3	L4/λ4	L5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
Techo	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0.34324324	0.9088	1.1003	13.50	45	25	20	297.09
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	9.28	31	25	6	77.42
	5	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	4.21	32	25	7	40.96
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	10.35	32	25	7	100.77

Tabla 6.8 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en Edificio B, habitación 5.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	L1/λ1	L2/λ2	L3/λ3	L4/λ4	L5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
TECHO	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0.34324324	0.9088	1.1003	13.50	45	25	20	297.09
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	7.48	31	25	6	62.40
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	10.35	32	25	7	100.77

Tabla 6.9 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en Edificio B, habitación 6.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	L1/λ1	L2/λ2	L3/λ3	L4/λ4	L5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
TECHO	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0.34324324	0.9088	1.1003	13.50	45	25	20	297.09
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	10.35	31	25	6	86.376
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	10.35	32	25	7	100.77
	3	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	6.90	34	25	9	86.376

Tabla 6.10 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno expandido en Edificio C.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	L1/λ1	L2/λ2	L3/λ3	L4/λ4	L5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
Techo	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0.34324324	0.9088	1.1003	24	45	25	20	528.17
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	15	31	25	6	125.18
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	11.81	32	25	7	114.96
	5	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	6.01	32	25	7	58.49
	3	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.34324324	0.7189	1.3909	10	34	25	9	125.18

6.2 Capacidad de los equipos de aire acondicionado aplicando aislante térmico con placa de Poliestireno expandido.

En la tabla 6.11 se determinó la capacidad de refrigeración que tendrían los equipos equipo de aire acondicionado si aplicamos el aislante térmico en la envolvente de cada uno de los edificios del hotel “Villas esmeralda”.

Tabla 6.11 Capacidad de los equipos de aire acondicionado utilizando aislante térmico con placa de Poliestireno expandido.

CAPACIDAD DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO A SELECCIONAR							
AREA	Calor sensible (W)	Calor latente (W)	Carga termica total (kW)	Carga termica con coeficiente de seguridad (Kw)	Capacidad en toneladas de refrigeracion (TRF)	Capacidad del equipo (Btu/h)	Capacidad del equipo (TRF)
Edificio A (PB)	11987.95	5814.56	17.80	19.58	5.56	66759.39	5 1/2
Edificio A (PA) H1	6187.22	3633.93	9.82	10.80	3.07	36829.30	3
Edificio A (PA) H2	2185.93	2180.36	4.37	4.80	1.36	16373.57	1 1/2
Edificio B Hab. 1	806.28	847.67	1.65	1.82	0.52	6202.31	1/2
Edificio B Hab. 2	732.58	847.67	1.58	1.74	0.49	5925.94	1/2
Edificio B Hab. 3	1432.61	1453.57	2.89	3.17	0.90	10823.18	1
Edificio B Hab. 4	1164.41	847.67	2.01	2.21	0.63	7545.32	3/4
Edificio B Hab. 5	1000.83	847.67	1.85	2.03	0.58	6931.88	1/2
Edificio B Hab. 6	1206.56	847.67	2.05	2.26	0.64	7703.36	3/4
Edificio C	4281.67	378.39	4.66	5.13	1.46	17475.23	1 1/2

6.3 Determinación y comparación de los equipos de aire acondicionado aplicando aislante térmico con placa de Poliestireno expandido.

En la tabla 6.12 están plasmadas las capacidades de los aires acondicionados instalados en los edificios, al igual que la capacidad de equipo propuesto con balance térmico y la capacidad de los equipo aplicando el aislante térmico con placa de Poliestireno expandido, esto con la finalidad de comparar si hay una reducción en este último.

Tabla 6.12 Comparación de los equipos de aire acondicionado utilizando aislante térmico con placa de Poliestireno expandido.

<i>Área</i>	<i>Capacidad del equipo instalado (TRF).</i>	<i>Capacidad del equipo propuesto con Balance termico (TRF).</i>	<i>Capacidad del equipo utilizando aislante de poliestireno expandido (TRF).</i>
Edificio A (PB)	---	6	5 1/2
Edificio A (PA) H1	3	4	3
Edificio A (PA) H2	1	1 1/2	1 1/2
Edificio B Hab. 1	1	1/2	1/2
Edificio B Hab. 2	1	1/2	1/2
Edificio B Hab. 3	1	1	1
Edificio B Hab. 4	1	3/4	3/4
Edificio B Hab. 5	1	3/4	1/2
Edificio B Hab. 6	1	3/4	3/4
Edificio C	1	1 1/2	1 1/2

6.4 Determinación de los equipos de aire acondicionado utilizando aislante térmico de placa de Poliestireno extruido.

En la tabla 6.13 se determinó el cálculo de ganancia de calor por conducción como en el punto 6.1 de este mismo apartado, pero ahora utilizamos el aislante térmico de placa de Poliestireno extruido, esto con la finalidad de comparar cuál de los 2 aislante es la mejor alternativa de ahorro de energía.

Tabla 6.13 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio A, planta baja.

Barrera	Orientación	$1/H_i$	$1/H_e$	L_1/λ_1	L_2/λ_2	L_3/λ_3	L_4/λ_4	L_5/λ_5	M	K	Área (m ²)	$T_e(^{\circ}C)$	$T_i(^{\circ}C)$	ΔT	$Q_c(W)$
MURO	1	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	17.66	31	25	6	85.28
	5	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	19.54	32	25	7	110.10
	3	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	29.29	34	25	9	212.19
	4	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	21.86	32	25	7	123.15

Tabla 6.14 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio A, Habitación 1, Planta alta, en muros y techumbre.

Barrera	Orientación	$1/H_i$	$1/H_e$	L_1/λ_1	L_2/λ_2	L_3/λ_3	L_4/λ_4	L_5/λ_5	M	K	Área (m ²)	$T_e(^{\circ}C)$	$T_i(^{\circ}C)$	ΔT	$Q_c(W)$
TECHO	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0.8668516	1.4324	0.6981	113.15	45	25	20	1579.84
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	14.75	31	25	6	71.22
	3	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	29.85	34	25	9	216.17
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	10.37	32	25	7	58.42

Tabla 6.15 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio A, Habitación 2, Planta alta, en muros y techumbre.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	l_1/λ_1	l_2/λ_2	l_3/λ_3	l_4/λ_4	l_5/λ_5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
TECHO	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0.8668516	1.4324	0.6981	17.10	45	25	20	238.76
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	12.35	31	25	6	59.64
	3	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	9.50	34	25	9	68.81
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	9.27	32	25	7	52.22

Tabla 6.16 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio B, Habitación 1.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	l_1/λ_1	l_2/λ_2	l_3/λ_3	l_4/λ_4	l_5/λ_5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
MURO	2	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	4.97	31	25	6	24.02
	5	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	9.20	32	25	7	51.83
	4	0.12346	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	6.67	32	25	7	37.58

Tabla 6.17 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio B, Habitación 2.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	L1/λ1	L2/λ2	L3/λ3	L4/λ4	L5/λ5	M	K	(m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	6.51	31	25	6	31.42
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	9.20	32	25	7	51.83

Tabla 6.18 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio B, Habitación 3.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	L1/λ1	L2/λ2	L3/λ3	L4/λ4	L5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	10.93	31	25	6	52.77
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	13.80	32	25	7	77.74
	3	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	6	34	25	9	43.459

Tabla 6.19 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio B, Habitación 4.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	L1/λ1	L2/λ2	L3/λ3	L4/λ4	L5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
Techo	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0.8668516	1.4324	0.6981	13.50	45	25	20	188.49
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	9.28	31	25	6	44.80
	5	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	4.21	32	25	7	23.70
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	10.35	32	25	7	58.31

Tabla 6.20 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio B, Habitación 5.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	L1/λ1	L2/λ2	L3/λ3	L4/λ4	L5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
TECHO	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0.8668516	1.4324	0.6981	13.50	45	25	20	188.49
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	7.48	31	25	6	36.11
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	10.35	32	25	7	58.31

Tabla 6.21 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio B, Habitación 6.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	L1/λ1	L2/λ2	L3/λ3	L4/λ4	L5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
TECHO	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0.8668516	1.4324	0.6981	13.50	45	25	20	188.49
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	10.35	31	25	6	49.978
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	10.35	32	25	7	58.307
	3	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	6.90	34	25	9	49.978

Tabla 6.22 Calculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente utilizando aislante térmico de Poliestireno extruido en edificio C.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	L1/λ1	L2/λ2	L3/λ3	L4/λ4	L5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
Techo	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0.8668516	1.4324	0.6981	24	45	25	20	335.10
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	15	31	25	6	72.43
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	11.81	32	25	7	66.52
	5	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	6.01	32	25	7	33.84
	3	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.8668516	1.2426	0.8048	10	34	25	9	72.43

6.5 Capacidad de los equipos de aire acondicionado aplicando aislante térmico con placa de Poliestireno extruido.

Se hicieron los cálculos para saber la capacidad del equipo de refrigeración aplicando la placa de Poliestireno extruido, se puede observar que la ganancia de calor por conducción disminuyo más que si le aplicamos la placa de Poliestireno expandido.

Tabla 6.23 Capacidad de los equipos de aire acondicionado utilizando aislante térmico con placa de Poliestireno extruido.

CAPACIDAD DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO A SELECCIONAR							
AREA	Calor sensible (W)	Calor latente (W)	Carga termica total (kW)	Carga termica con coeficiente de seguridad (Kw)	Capacidad en toneladas de refrigeracion (TRF)	Capacidad del equipo (Btu/h)	Capacidad del equipo (TRF)
Edificio A (PB)	11601.43	5814.56	17.42	19.16	5.44	65309.95	5 1/2
Edificio A (PA) H1	5025.13	3633.93	8.66	9.52	2.71	32471.47	2 3/4
Edificio A (PA) H2	1916.79	2180.36	4.10	4.51	1.28	15364.29	1 1/2
Edificio B Hab. 1	723.67	847.67	1.57	1.73	0.49	5892.54	1/2
Edificio B Hab. 2	671.95	847.67	1.52	1.67	0.47	5698.57	1/2
Edificio B Hab. 3	1305.91	1453.57	2.76	3.04	0.86	10348.06	1
Edificio B Hab. 4	963.46	847.67	1.81	1.99	0.57	6791.74	1/2
Edificio B Hab. 5	823.47	847.67	1.67	1.84	0.52	6266.77	1/2
Edificio B Hab. 6	982.70	847.67	1.83	2.01	0.57	6863.87	1/2
Edificio C	3910.01	378.39	4.29	4.72	1.34	16081.50	1 1/2

6.6 Determinación y comparación de los equipos de aire acondicionado aplicando aislante térmico con placa de Poliestireno Extruido.

Al igual que en el punto 6.3 se plasmaron las capacidades de los equipos de refrigeración para comparar cual aislante de Poliestireno me ayuda a reducir la capacidad y consumo de los aires acondicionados. Se puede observar que el aislante con placa de Poliestireno extruido es el más recomendable, por que ayuda a la disminución de la capacidad de los aires acondicionados.

Tabla 6.24 Capacidad de los equipos de aire acondicionado utilizando aislante térmico con placa de Poliestireno Extruido.

<i>Área</i>	<i>Capacidad del equipo instalado (TRF).</i>	<i>Capacidad del equipo propuesto con Balance termico (TRF).</i>	<i>Capacidad del equipo utilizando aislante de poliestireno expandido (TRF).</i>	<i>Capacidad del equipo utilizando aislante de poliestireno extruido (TRF).</i>
Edificio A (PB)	---	6	5 1/2	5 1/2
Edificio A (PA) H1	3	4	3	2 3/4
Edificio A (PA) H2	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2
Edificio B Hab. 1	1	1/2	1/2	1/2
Edificio B Hab. 2	1	1/2	1/2	1/2
Edificio B Hab. 3	1	1	1	1
Edificio B Hab. 4	1	3/4	3/4	1/2
Edificio B Hab. 5	1	3/4	1/2	1/2
Edificio B Hab. 6	1	3/4	3/4	1/2
Edificio C	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2

6.7 Determinación de los equipos de aire acondicionado utilizando Impermeabilizante Aislacreto térmico.

Al igual que las placas de Poliestireno, el impermeabilizante también es un buen aislante térmico y ayuda mucho a la disminución de la temperatura interior de una edificación, en la tabla 6.25 se determinara el cálculo de la ganancia de calor por conducción con el Aislacreto térmico, esto con la finalidad de saber si hay un aislante que nos ayude ahorrar aún más que las placas de Poliestireno en el consumo de energía.

Tabla 6.25 Determinación de los equipos de refrigeración utilizando Aislacreto térmico en el edificio C.

Barrera	Orientación	1/Hi	1/He	L1/λ1	L2/λ2	L3/λ3	L4/λ4	L5/λ5	M	K	Área (m ²)	Te(°C)	Ti(°C)	ΔT	Qc(W)
Techo	1	0.1515	0.0769	0.0321	0.0287	0.2525	0.0238	0.02660	0.5922	1.6887	24	45	25	20	810.60
MURO	2	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.02660	0.4023	2.4857	15	31	25	6	223.71
	4	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.02660	0.4023	2.4857	11.81	32	25	7	205.45
	5	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.02660	0.4023	2.4857	6.01	32	25	7	104.53
	3	0.1235	0.0769	0.1515	0.0238	0	0	0.02660	0.4023	2.4857	10	34	25	9	223.71
PUERTA	5	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	2.60	39	25	14	176.91
	4	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	1.80	38	25	13	113.73
VENTANA	5	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	1.39	29	25	4	27.07
	4	0.1235	0.0769	0.0054	0	0	0	0	0.2058	4.8601	1.39	29	25	4	27.07

Nota: Este cálculo se aplicó para todas las habitaciones para poder calcular la capacidad de los equipos de refrigeración.

6.8 Capacidad de los equipos de aires acondicionados aplicando Impermeabilizante Aislacreto térmico.

En la tabla 6.26 se puede observar la capacidad de cada equipo de refrigeración si aplicáramos el Impermeabilizante térmico.

Tabla 6.26 Capacidad de los equipos de refrigeración utilizando Aislacreto térmico en los edificios A, B y C del hotel “Villas Esmeralda”.

CAPACIDAD DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO A SELECCIONAR							
AREA	Calor sensible (W)	Calor latente (W)	Carga termica total (kW)	Carga termica con coeficiente de seguridad (Kw)	Capacidad en toneladas de refrigeracion (TRF)	Capacidad del equipo (Btu/h)	Capacidad del equipo (TRF)
Edificio A (PB)	12709.89	5814.56	18.52	20.38	5.79	69466.69	5 3/4
Edificio A (PA) H1	7989.18	3633.93	11.62	12.79	3.63	43586.65	3 1/2
Edificio A (PA) H2	2632.93	2180.36	4.81	5.29	1.50	18049.82	1 1/2
Edificio B Hab. 1	960.57	847.67	1.81	1.99	0.57	6780.90	1/2
Edificio B Hab. 2	845.83	847.67	1.69	1.86	0.53	6350.62	1/2
Edificio B Hab. 3	1669.26	1453.57	3.12	3.44	0.98	11710.63	1
Edificio B Hab. 4	1495.78	847.67	2.34	2.58	0.73	8787.94	3/4
Edificio B Hab. 5	1288.13	847.67	2.14	2.35	0.67	8009.26	3/4
Edificio B Hab. 6	1580.72	847.67	2.43	2.67	0.76	9106.45	3/4
Edificio C	4897.68	378.39	5.28	5.80	1.65	19785.29	1 1/2

6.9 Determinación y comparación de los equipos de aire acondicionado aplicando Impermeabilizante Aislacreto térmico.

En la tabla 6.27 se puede observar que el Impermeabilizante no nos ayuda a disminuir las capacidades de los equipos de refrigeración. De las 3 opciones de aislantes que se presentan, la más viable y eficiente es el aislante con placa de Poliestireno extruido.

Tabla 6.27 Determinación y comparación de los equipos de refrigeración utilizando Aislacreto térmico en el hotel “Villas Esmeralda”.

Área	Capacidad del equipo instalado (TRF).	Capacidad del equipo propuesto con Balance termico (TRF).	Capacidad del equipo utilizando aislante de poliestireno expandido (TRF).	Capacidad del equipo utilizando aislante de poliestireno extruido (TRF).	Capacidad del equipo propuesto utilizando Impermeabilizante Aislacreto térmico (TRF)
Edificio A (PB)	---	6	5 1/2	5 1/2	5 3/4
Edificio A (PA) H1	3	4	3	2 3/4	3 1/2
Edificio A (PA) H2	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
Edificio B Hab. 1	1	1/2	1/2	1/2	1/2
Edificio B Hab. 2	1	1/2	1/2	1/2	1/2
Edificio B Hab. 3	1	1	1	1	1
Edificio B Hab. 4	1	3/4	3/4	1/2	3/4
Edificio B Hab. 5	1	3/4	1/2	1/2	3/4
Edificio B Hab. 6	1	3/4	3/4	1/2	3/4
Edificio C	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2

6.10 Comparación del consumo de energía eléctrica de los equipos de aire acondicionado Instalados, propuesto con balance térmico, propuestos con aislante térmico con placa de Poliestireno expandido y extruido, y propuesto con impermeabilizante Aislacreto térmico.

Se realizó la comparación de las capacidades de los aires acondicionados instalados, con las capacidades de los aires acondicionados propuestos con balance térmico y aplicando aislantes térmicos.

Al comparar y analizar las propuestas para una mejor eficiencia en los equipos, el método más eficiente sería aplicando el aislante térmico con placa de Poliestireno extruido.

Tabla 6.28 Comparación del consumo de energía eléctrica de los equipos de aire acondicionado aplicando el método balance térmico y aislantes en el hotel “Villas Esmeralda”.

Área	Capacidad del equipo instalado (W).	Capacidad del equipo propuesto con Balance termico (W).	Capacidad del equipo utilizando aislante de poliestireno expandido (W).	Capacidad del equipo utilizando aislante de poliestireno extruido (W).	Capacidad del equipo propuesto utilizando Impermeabilizante Aislacreto térmico (W)
Edificio A (PB)	---	6600	6050	6050	6325
Edificio A (PA) H1	3370	4400	3300	3025	3850
Edificio A (PA) H2	1100	1650	1650	1650	1650
Edificio B Hab. 1	1100	550	550	550	550
Edificio B Hab. 2	1100	550	550	550	550
Edificio B Hab. 3	1100	1100	1100	1100	1100
Edificio B Hab. 4	1100	825	825	550	825
Edificio B Hab. 5	1100	825	550	550	825
Edificio B Hab. 6	1100	825	825	550	825
Edificio C	1100	1650	1650	1650	1650

Nota: El edificio A, planta baja no cuenta con aire acondicionado, pero se hizo el cálculo como parte de la propuesta de este proyecto y para ver si es factible acondicionarlo.

6.11 Análisis de reducción de la capacidad de los equipos.

En la tabla 6.29 se realizó el cálculo de la capacidad de los equipos de refrigeración con el método propuesto e implementado los aislamientos térmicos propuestos ya mencionado anteriormente (tabla 6.28) y los equipos de refrigeración ya instalados, esto con la finalidad de comprobar que realmente el método más factible es aplicando el aislante térmico con placa de Poliestireno extruido.

Tabla 6.29 Análisis de potencias requeridas de los métodos aplicado.

Potencia de los equipos de refrigeracion Instalados (kW)	Potencia de los equipos de refrigeracion determinado con Balance Térmico (kW)	Potencia de los equipos de refrigeracion determinado con aislante termico de Poliestireno Expandido (kW)	Potencia de los equipos de refrigeracion determinado con aislante termico de Poliestireno Extruido (kW)	Potencia de los equipos de refrigeracion determinado con Impermeabilizante de Aislacreto Térmico (kW)
12.17	18.98	17.05	16.23	18.15

Ahora si se omite el cálculo de la potencia requerida de los equipos del edificio A planta baja nuestra tabla quedaría de la siguiente manera:

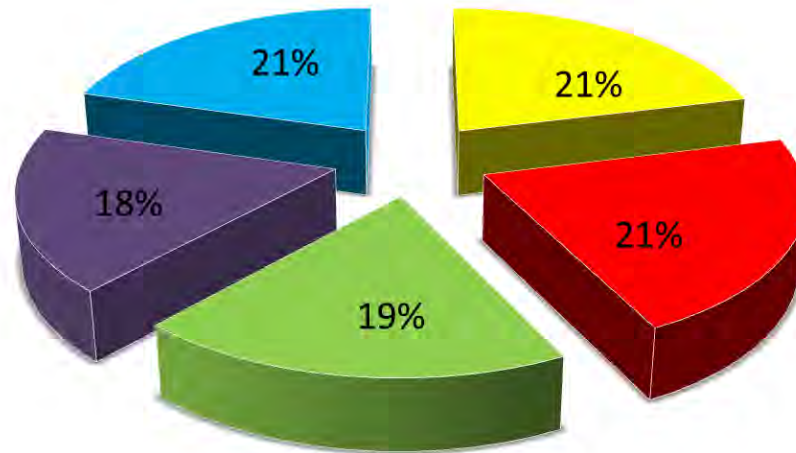
Tabla 6.30 Análisis de potencias requeridas de los métodos aplicados, sin el cálculo del Edificio A planta baja.

Potencia de los equipos de refrigeracion Instalados (kW)	Potencia de los equipos de refrigeracion determinado con Balance Térmico (kW)	Potencia de los equipos de refrigeracion determinado con aislante termico de Poliestireno Expandido (kW)	Potencia de los equipos de refrigeracion determinado con aislante termico de Poliestireno Extruido (kW)	Potencia de los equipos de refrigeracion determinado con Impermeabilizante de Aislacreto Térmico (kW)
12.17	12.38	11.00	10.18	11.83

Se puede analizar que la propuesta más viable sigue siendo el método con aislante térmico con placa de Poliestireno extruido.

En la gráfica 6.1 se muestra el porcentaje de cada propuesta, con balance térmico y aislantes, sin contemplar el cálculo del edificio A, planta baja (tabla 6.30).

PORCENTAJE DE CONSUMO DE POTENCIA REQUERIDA DE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACION.



- Potencia de los equipos de refrigeracion Instalados (kW)
- Potencia de los equipos de refrigeracion determinado con Balance Térmico (kW)
- Potencia de los equipos de refrigeracion determinado con aislante termico de Poliestireno Expandido (kW)
- Potencia de los equipos de refrigeracion determinado con aislante termico de Poliestireno Extruido (kW)
- Potencia de los equipos de refrigeracion determinado con Impermeabilizante de Aislacreto Térmico (kW)

Gráfico 6.1 Porcentaje de consumo de energía eléctrica sin el cálculo del Edificio A, planta baja.

6.12 Análisis de reducción del consumo de energía.

En la tabla 6.31 se realizó el cálculo del consumo de energía de los equipos de enfriamiento con el método balance térmico e implementando los aislantes propuestos anteriormente. Considerando que los equipos trabajan 8 horas al día, por un mes, en la temporada de vacaciones.

Tabla 6.31 Análisis de consumo eléctrico de los métodos aplicados.

<i>Capacidad del equipo instalado (kW/h).</i>	<i>Capacidad del equipo propuesto con Balance termico (kW/h).</i>	<i>Capacidad del equipo utilizando aislante de poliestireno expandido (kW/h).</i>	<i>Capacidad del equipo utilizando aislante de poliestireno extruido (kW/h).</i>	<i>Capacidad del equipo propuesto utilizando Impermeabilizante Aislacreto térmico (kW/h)</i>
2920.80	2970	2640	2442	2838

En el grafico 6.2 se muestra más detallado los resultados de la tabla 6.31

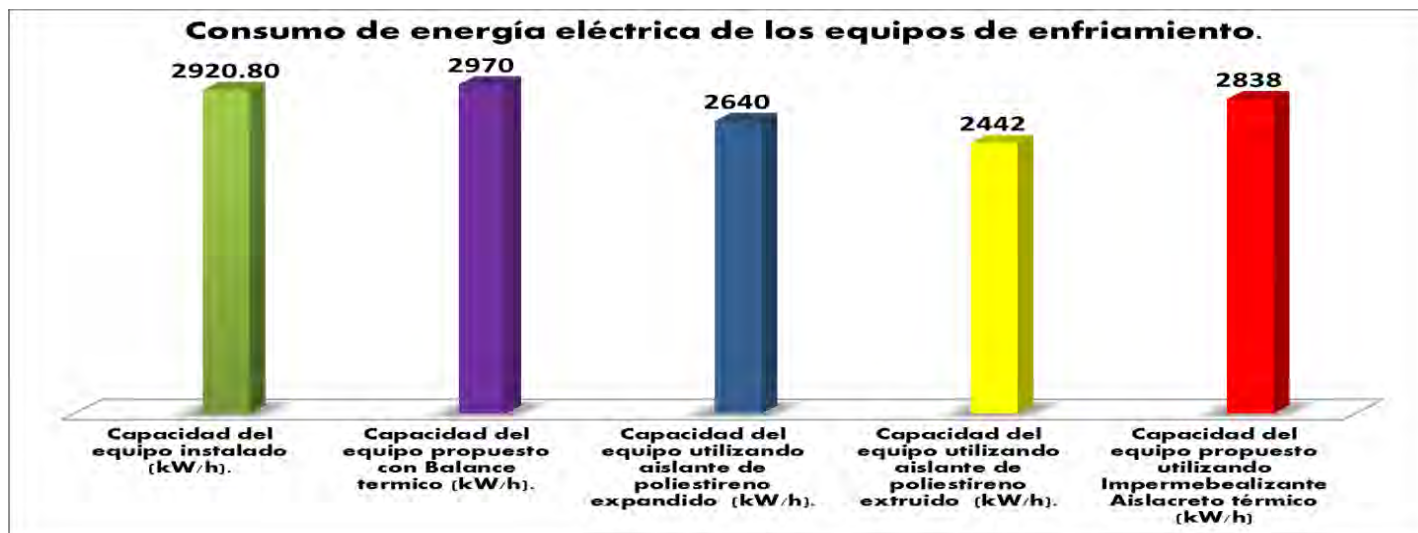


Grafico 6.2 Comportamiento del consumo eléctrico en los equipos de enfriamiento.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En este proyecto de Tesis se realizó el Balance Térmico de las instalaciones del Hotel “Villas Esmeralda” ubicado en la ciudad de Bacalar, Quintana Roo. Esto con la finalidad de determinar si la capacidad de los equipos de refrigeración son los adecuados para cada espacio en el hotel y así tener un uso eficiente de ellos para un mejor ahorro energético en los equipos de climatización. Se plasmó como realizar el cálculo del balance térmico para edificaciones y viviendas.

También explicamos algunos conceptos que generan ganancias de calor en cada uno de los espacios de nuestro edificio.

Se propusieron tres tipos de aislamiento térmicos para amortiguar la ganancia de calor dentro de las habitaciones del Hotel. Por lo tanto, las conclusiones derivadas del trabajo realizado son las siguientes:

- ❖ En los cálculos de ganancia de calor que se realizaron, se determinó que de los 9 aires acondicionados instalados, 3 están subdimensionados, 5 sobredimensionados y solo uno tiene la capacidad adecuada para acondicionar la habitación.
- ❖ La mayor ganancia de calor que se genera en el Hotel es la ganancia sensible.
- ❖ El espacio que tiene más cargas térmicas es el edificio A, planta baja, en este se encuentra la sala de estar, el comedor y una pequeña cocina. Esta habitación no cuenta con aire acondicionado, pero se hizo el cálculo de la capacidad del equipo de refrigeración por si el dueño del hotel en un futuro quisiera instalarlo.
- ❖ En la habitación 1 del edificio A, no cuenta con la puerta interior, esto provoca que su eficiencia del equipo de aire acondicionado baje y se desgaste prematuramente, además que el mal uso de los equipos se ve reflejado a la hora de pagar el recibo de energía eléctrica.
- ❖ El hotel cuenta con luminarias LED y lámparas T5, esto hace que la ganancia de calor por luminaria sea baja, algunas luminarias están sobrepuestas en el portalámparas, en otros casos el portalámparas esta opaco por falta de limpieza, provocando que no haya una iluminación correcta. También en el

edificio A, el cableado de las luminarias es el cable calibre #12, El calibre correcto marcado por la NOM-001-SEDE-2012 es el calibre #14 para luminarias.

- ❖ Los aires acondicionados de las habitaciones del Edificio A tienen leves infiltraciones de humedad.

Las recomendaciones para obtener un adecuado ahorro de energía y el uso adecuado de los equipos de refrigeración son:

- ❖ Instalar unidades de aire acondicionado con tecnología inverter, ya que son más eficientes que una unidad mini Split convencional y según proveedores tiene un 50% de ahorro de energía, esta tecnología le da más potencia al compresor y alcanza la temperatura deseada, manteniéndola confortable y constante, funciona como calefacción, es ecológico, enfría rápidamente, es silencioso, tienen mayor rendimiento, dado que esta es capaz de conseguir un coeficiente energético más elevado comparado con el mini Split convencional.
- ❖ Instalar una puerta en la habitación 1 del edificio A, para un mejor uso del equipo de refrigeración. Lo anterior es con el fin de evitar la entrada del aire de los espacios adyacentes.
- ❖ Elaborar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de refrigeración, para la instalación eléctrica y luminarias del hotel.
- ❖ Utilizar un aislante térmico para reducir el calor dentro de las habitaciones.
- ❖ El aislante térmico recomendado es la placa de Poliestireno extruido, esto debido a que tiene una mejor resistencia al calor.
- ❖ Si el dueño del Hotel opta por instalar el equipo de refrigeración en la planta baja del Edificio A, es recomendable colocar una puerta corrediza de vidrio, esto para evitar que el aire se escape al pasillo que da hacia las habitaciones 1 y 2.
- ❖ Se recomienda hacer un mantenimiento preventivo a los equipos de aire acondicionado del edificio A, habitación 1.

La mayoría de las personas al momento de adquirir una unidad de aire acondicionado, se les pregunta los metros cuadrados de la habitación, eso dependerá

de la capacidad del equipo que les proporcionen, esto debido a una medida estándar que se ha dado a los vendedores de estos equipos, sin considerar que en estos tiempos los parámetros han cambiado, la temperatura y la humedad aumentaron para las épocas más calurosas en los diferentes lugares del mundo. Esto ha provocado que al momento de adquirir los equipos de enfriamiento nos proporcionen uno de inadecuada capacidad.

Por eso es muy importante considerar el balance térmico para:

- ❖ Una mejor calidad de aire interior y confort.
- ❖ Mejorar la productividad de los ocupantes.
- ❖ Limitar las emisiones de gases de efecto invernadero.
- ❖ Permitir un ahorro de energía considerable.

El ahorro de energía consiste en la optimización del consumo energético, cuyo objetivo es disminuir el mal uso de ella, con resultados favorables.

BIBLIOGRAFÍAS

- 1.- Abaroa, Sharai. Electrodomésticos y la eficiencia energética, 04 mayo, 2015. http://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj_2015/bol305_Electrodomesticos.asp
- 2.- Aragón, José. Balance Térmico de la Preparatoria del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No. 10 en Chetumal Quintana Roo, (Mayo, 2014).
- 3.- Ahorro de Energía, Comisión Federal de Electricidad, septiembre, 2012. http://www.cfe.gob.mx/casa/4_informacionalcliente/paginas/ahorro-de-energia.aspx
- 4.- Balance Nacional de Energía: Consumo de energía en los sectores residencial, comercial y público, Sistema de información energética, (citado: abril, 2017). <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=IE7C03>
- 5.- Beltrán, L., Alexandri, R., Herrera, J., Balance nacional de energía, 2015. Secretaria de energía, https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/44353/Balance_Nacional_de_Energ_a_2014.pdf
- 6.- Cálculo de cargas térmicas, ingenieros industriales, abril 2009, http://www.ingenierosindustriales.com/wpcontent/uploads/2009/04/calculo_carga_termica.pdf
7. - Dahl, Richard. Alternatives to Air Conditioning for a Warm World: Environmental Impacts of Air Conditioners. Environ Health Perspect. 2013;121(1):A19-A25. https://www.medscape.com/viewarticle/778174_2
- 8.- Energía, Secretaría de. Norma oficial mexicana NOM-008-ENER-2001, eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales. 2001.
- 9.- Garzón, Beatriz. Arquitectura bioclimática. 2015. Bogotá, Colombia.
- 10.- Garzón, Beatriz, Arquitectura sostenible bases, soportes y casos demostrativos, Enero 2012, Bogotá, Colombia.
- 11.- González, Conti. Historia del aire acondicionado, citado: febrero, 2017, <http://www.elaireacondicionado.com/articulos/historia-del-aire-acondicionado>.
- 12.- Iglesias, Fernando. La iluminación en los entornos de oficina. 1999, ediciones Ofita
- 13.- Merlín, Noé. Balance Térmico en las oficinas del PRI, Kantunilkin, Quintana Roo. s.l. : Universidad de Quintana Roo, (Septiembre, 2013).
- 14.- Miranda, A. Técnicas de climatización, Segunda Edición. Barcelona, España: Marcombo. Ediciones Técnicas, (2008).
- 15.- Moreno, A., Guerrero, J., Tesis Instalación de equipos de aire acondicionado para oficinas, Instituto Politécnico Nacional, Octubre, 2011.
- 16.- Normales climatológicas, servicio meteorológico nacional, (citado: abril, 2017) <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=groo>
- 17.- Rey, F.J. & Velasco, E. Noviembre 2006. Curso Universitario de Ingeniería de Climatización. Valladolid, España.

18.- Tablas de consumo eléctrico, Soluciones integrales para generación y ahorro de energía, (citado: abril, 2017) http://cimepowersystems.com.mx/descargas/Tablas_Consumo-Electrico.pdf

19.- Torrella, E., Navarro, J., Cabello, R., Gómez, F. Manual de Climatización. 2005. Madrid, España: AMV Ediciones.

20.- Vaquero, M. P., & Toxqui, L. (Eds.) (2012). Agua para la salud: pasado, presente y futuro. España: Editorial CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas. <http://aguasimple.org.mx/revistav6/index.php/curiosidades/58-calefaccion-en-la-antigua-roma>.

21.- Velders, G., Ravishankara, A., Miller, M., Molina, M., Alcamo, J., Daniel J., Fahey D., Montzka, S., Reimann, S., Science, 2012. Preserving Montreal Protocol Climate Benefits by Limiting HFCs, Revista virtual.

APENDICES

APÉNDICE A

Tabla A.1 Valores para el cálculo de flujo del calor a través de la envolvente.

ESTADO	CIUDAD	CONDUCCION																RADIACION					Barrera para vapor	
		OPACA								TRANSPARENTE								TRANSPARENTE						
		Coeficiente de transferencia de calor, K (W/m ² K)		Temperatura equivalente promedio te (°C)														Factor de ganancia solar promedio FG (W/m ²)						
				Superficie inferior	Techo	Muro masivo				Muro ligero				Tragaluz y domo	Ventanas									
Techo	Muro	N	E			S	O	N	E	S	O	N	E		S	O	Tragaluz y domo	N	E	S	O			
AGUASCALIENTES	Aguascalientes	0.391	2.200	26	37	24	27	25	25	30	33	32	32	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	
BAJA CALIFORNIA SUR	La Paz	0.358	0.722	30	44	30	34	32	32	36	40	38	39	25	27	28	28	28	322	70	159	131	164	
	Cabo San Lucas	0.360	0.798	30	43	30	33	31	31	35	39	37	38	25	27	28	28	28	322	70	159	131	164	
BAJA CALIFORNIA	Ensenada	0.391	2.200	24	35	22	24	23	23	28	31	30	30	20	22	22	22	22	322	70	159	131	164	
	Mexicali	0.354	0.521	32	47	33	36	34	35	38	42	40	41	27	28	30	30	30	322	70	159	131	164	
	Tijuana	0.391	2.200	26	37	24	26	25	25	29	32	31	32	21	23	23	24	24	322	70	159	131	164	
CAMPECHE	Campeche	0.357	0.640	31	45	31	35	32	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	284	95	152	119	133	Si
	Cd. Del Carmen	0.356	0.601	31	45	32	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	284	95	152	119	133	
COAHUILA	Monclova	0.357	0.666	31	45	31	34	32	33	36	40	38	39	26	27	28	29	29	322	70	159	131	164	
	Piedras Negras	0.356	0.598	31	46	32	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	322	70	159	131	164	Si
	Saltillo	0.391	2.200	27	38	25	28	26	26	30	34	33	33	22	24	24	24	25	322	70	159	131	164	
	Torreón	0.360	0.792	30	43	30	33	31	31	35	39	37	38	25	27	28	28	28	322	70	159	131	164	
COLIMA	Colima	0.362	1.020	29	42	28	32	30	30	34	38	36	37	24	26	27	27	27	274	91	137	118	146	Si
	Manzanillo	0.358	0.691	31	44	31	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	28	29	274	91	137	118	146	Si
CHIAPAS	Arriaga	0.357	0.629	31	45	31	35	33	33	36	41	39	40	26	27	29	29	29	272	102	140	114	134	Si
	Comitán	0.391	2.200	24	35	22	24	23	23	28	31	30	30	20	22	22	22	23	272	102	140	114	134	
	San Cristóbal	0.391	2.200	22	31	19	20	20	20	25	27	27	26	18	20	20	20	20	172	102	140	114	134	
	Tapachula	0.361	0.867	30	43	29	33	31	31	35	38	37	38	25	26	27	27	28	272	102	14'	114	134	Si
	Tuxtla Gutiérrez	0.362	1.033	29	42	28	32	30	30	34	38	36	37	24	26	27	27	27	272	102	140	114	134	Si
CHIHUAHUA	N. Casas Grandes	0.391	1.724	28	40	27	30	28	28	32	36	34	35	23	25	25	26	26	322	70	159	131	164	
	Chihuahua	0.365	1.362	28	41	27	30	29	29	33	36	35	36	24	25	26	26	226	322	70	159	131	164	
	Cd. Juárez	0.363	1.153	29	41	28	31	29	29	33	37	35	36	24	25	26	27	27	322	70	159	131	164	
	Hidalgo del Parral	0.391	2.200	27	39	26	28	27	27	31	34	33	34	23	24	25	25	25	322	70	159	131	164	
D.F.	México (a)	0.391	2.200	23	32	20	22	21	21	26	28	28	27	19	20	21	21	21	272	102	140	114	134	
DURANGO	Durango	0.391	2.200	26	37	24	27	25	25	30	33	32	32	22	23	24	24	24	322	70	159	131	164	
	Lerdo	0.360	0.848	30	43	29	33	31	31	35	39	37	38	25	26	27	28	28	322	70	159	131	164	
GUANAJUATO	Guanajuato	0.391	2.200	25	35	23	25	24	24	28	31	30	30	21	22	23	23	23	274	91	137	118	146	
	León (b)	0.391	2.200	26	38	25	27	26	26	30	33	32	33	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	

ESTADO	CIUDAD	CONDUCCION																RADIACION					Barrera para vapor	
		OPACA								TRANSPARENTE								TRANSPARENTE						
		Coeficiente de transferencia de calor, K (W/m ² K)		Temperatura equivalente promedio te (°C)														Factor de ganancia solar promedio FG (W/m ²)						
				Superficie inferior	Techo	Muro masivo				Muro ligero				Tragaluz y domo	Ventanas									
Techo	Muro	N	E			S	O	N	E	S	O	N	E		S	O	Tragaluz y domo	N	E	S	O			
GUERRERO	Acapulco	0.356	0.621	31	45	31	35	33	33	36	41	39	40	26	28	29	29	29	274	91	137	118	146	Si
	Chilpancingo	0.391	2.200	26	38	25	27	26	26	30	34	32	33	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	
	Zihuatanejo	0.362	0.944	29	42	29	32	30	30	34	38	36	37	25	26	27	27	27	274	91	137	118	146	
HIDALGO	Pachuca	0.391	2.200	22	30	18	20	20	19	24	26	26	26	18	19	19	19	20	272	102	140	114	134	
	Tulancingo	0.391	2.200	22	31	19	21	20	20	25	27	27	27	18	20	20	20	20	272	102	140	114	134	
JALISCO	Guadalajara ©	0.391	2.200	26	37	24	27	26	26	30	33	32	32	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	
	Huejucar	0.391	2.200	26	38	25	27	26	26	30	33	32	33	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	
	Lagos de Morelos	0.391	2.200	26	36	23	26	25	25	29	32	31	31	21	23	23	23	24	274	91	137	118	146	
	Ocotlán	0.391	2.200	26	38	25	27	26	26	30	34	33	33	22	23	24	24	25	274	91	137	118	146	
	Puerto Vallarta	0.391	0.639	31	45	31	35	32	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	274	91	137	118	146	
MEXICO	Chapingo	0.391	2.200	23	32	20	22	21	21	26	28	28	27	19	20	21	21	21	274	91	137	118	146	
	Toluca	0.391	2.200	21	28	17	18	18	17	23	25	25	24	17	18	18	18	19	274	91	137	118	146	
MICHOACAN	Morelia	0.391	2.200	25	35	22	25	24	23	28	31	30	30	20	22	22	22	23	274	91	137	118	146	
	Lázaro Cárdenas	0.358	0.700	30	44	30	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	28	28	274	91	137	118	146	
	Uruapan	0.391	2.200	25	35	22	25	24	24	28	31	30	30	21	22	22	23	23	274	91	137	118	146	
MORELOS	Cuernavaca	0.391	2.200	26	38	25	27	26	26	30	33	32	33	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	
	Cuautla	0.391	1.368	28	41	27	30	29	29	33	36	35	36	24	25	26	26	26	274	91	137	118	146	
NAYARIT	Tepic	0.391	2.200	27	39	26	29	27	27	31	35	33	34	23	24	25	25	25	274	91	137	118	146	
NUEVO LEON	Monterrey (d)	0.359	0.768	30	44	30	33	31	32	35	39	37	38	25	27	28	28	28	272	102	140	114	134	
OAXACA	Oaxaca	0.391	2.200	26	37	24	27	26	25	30	33	32	32	22	23	24	24	24	272	102	140	114	134	
	Salina Cruz	0.355	0.586	31	46	32	35	33	34	37	41	39	40	26	28	29	29	29	272	102	140	114	134	
PUEBLA	Puebla	0.391	2.200	24	33	21	23	22	22	27	29	29	28	20	21	21	21	22	272	102	140	114	134	
	Atlixco	0.391	2.200	25	35	22	25	24	24	28	31	30	30	21	22	22	23	23	272	102	140	114	134	
	Tehuacán	0.391	2.200	25	35	22	25	24	24	28	31	30	30	21	22	22	23	23	272	102	140	114	134	
QUERETARO	Querétaro	0.391	2.200	26	37	24	26	25	25	29	33	32	32	21	23	23	24	24	274	91	137	118	146	
	San Juan del Rio	0.391	2.200	24	34	22	24	23	23	27	30	29	29	20	21	22	22	22	274	91	137	118	146	
QUINTANA ROO	Cozumel	0.359	0.763	30	44	30	33	31	32	35	39	37	38	25	27	28	28	28	284	95	152	119	133	Si
	Chetumal	0.358	0.679	31	45	31	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	29	29	284	95	152	119	133	Si
	Cancún	0.355	0.587	31	46	32	35	33	34	37	41	39	40	26	28	29	29	29	284	95	152	119	133	
	Playa del Carmen	0.356	0.623	31	45	31	35	33	33	36	41	39	40	26	28	29	29	29	284	95	152	119	133	
SAN LUIS POTOSI	Río Verde	0.391	1.503	28	40	27	20	28	29	32	36	35	35	23	25	26	26	25	274	91	137	118	146	
	San Luis Potosí	0.391	2.200	24	34	21	24	23	23	27	30	29	29	20	21	22	22	22	274	91	137	118	146	
	Cd. Valles	0.356	0.611	31	45	31	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	274	91	137	118	146	
	Matehuala	0.391	2.200	27	39	25	28	27	27	31	34	33	34	22	24	25	25	25	274	91	137	118	146	

ESTADO	CIUDAD	CONDUCCION														RADIACION					Barrera para vapor			
		OPACA							TRANSPARENTE							TRANSPARENTE								
		Coeficiente de transferencia de calor, K (W/m2 K)		Temperatura equivalente promedio te (°C)														Factor de ganancia solar promedio FG (W/m2)						
				Superficie inferior	Techo	Muro masivo				Muro ligero				Tragaluz y domo	Ventanas									
Techo	Muro	N	E			S	O	N	E	S	O	N	E		S	O	Tragaluz y domo	N	E	S	O			
SINALOA	Culiacán	0.355	0.579	31	46	32	35	33	34	37	41	39	41	26	28	29	29	29	322	70	159	131	164	Si
	Mazatlán	0.358	0.720	30	44	30	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	28	28	322	70	159	131	164	Si
	Guasave	0.355	0.563	32	46	32	36	33	34	37	41	39	41	27	28	29	29	30	322	70	159	131	164	
	Los Mochis	0.357	0.651	31	45	31	34	32	33	36	40	38	40	26	27	28	29	29	322	70	159	131	164	
SONORA	Guaymas	0.354	0.521	32	47	33	36	34	35	38	42	40	41	27	28	30	30	30	322	70	159	131	164	Si
	Hermosillo	0.352	0.467	33	48	34	38	35	36	39	43	41	43	28	29	30	31	31	322	70	159	131	164	
	Cd. Obregón	0.357	0.634	31	45	31	35	33	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	322	70	159	131	164	Si
	Navojua	0.348	0.392	34	50	35	40	37	38	40	45	43	45	29	30	32	32	32	322	70	159	131	164	
	Nogales	0.391	1.557	28	40	27	30	28	28	32	36	35	35	23	25	26	26	26	322	70	159	131	164	
TABASCO	Villahermosa	0.354	0.540	32	46	32	36	34	34	38	42	40	41	27	28	29	30	30	272	102	140	114	134	
	Comalcalco	0.356	0.617	31	45	31	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	272	102	140	114	134	
TAMAULIPAS	Cd. Victoria	0.357	0.631	31	45	31	35	33	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	272	102	140	114	134	
	Tampico	0.358	0.715	30	44	30	34	32	32	46	40	38	39	26	27	28	28	28	272	102	140	114	134	
	Matamoros	0.364	1.223	29	41	28	31	29	29	33	37	35	36	24	25	26	26	27	272	102	140	114	134	
	Reynosa	0.355	0.583	31	46	32	35	33	34	37	41	39	40	26	28	29	29	29	272	102	140	114	134	
	Nuevo Laredo	0.354	0.546	32	46	32	36	34	34	37	42	40	41	27	28	29	30	20	272	102	140	114	134	
TLAXCALA	Tlaxcala	0.391	2.200	23	33	20	23	22	21	26	29	28	28	19	21	21	21	21	272	102	140	114	134	
VERACRUZ	Coatzacoalcos	0.358	0.677	31	45	31	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	29	29	272	102	140	114	134	Si
	Córdoba	0.391	2.200	27	38	25	28	27	26	31	34	33	33	22	24	24	25	25	272	102	140	114	134	
	Jalapa	0.391	2.200	25	35	23	25	24	24	28	31	31	31	21	22	23	23	23	272	102	140	114	134	
	Orizaba	0.391	2.200	26	37	24	26	25	25	29	32	31	32	21	23	23	23	24	272	102	140	114	134	
	Tuxpan	0.360	0.792	30	43	30	33	31	31	35	39	37	38	25	27	28	28	28	272	102	140	114	134	Si
	Poza Rica	0.357	0.642	31	45	31	35	32	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	272	102	140	114	134	
	Veracruz	0.358	0.687	31	44	31	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	28	28	272	102	140	114	134	Si
YUCATAN	Mérida	0.358	0.704	30	44	30	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	28	28	284	95	152	119	133	Si
	Progreso	0.359	0.741	30	44	30	34	31	32	35	39	38	39	25	27	28	28	28	284	95	152	119	133	Si
	Valladolid	0.360	0.815	30	43	30	33	31	31	35	39	37	38	25	26	27	28	28	284	95	152	119	133	Si
ZACATECAS	Fresnillo	0.391	2.200	24	24	21	23	22	22	27	30	29	29	20	21	21	22	22	274	91	137	118	146	
	Zacatecas	0.391	2.200	22	31	18	20	20	19	24	27	27	26	18	19	20	20	20	274	91	137	118	146	

(a) Utilizar los mismos valores para los municipios conurbados del Estado de México que forman la zona metropolitana.

(b) Utilizar los mismos valores para las ciudades de Celaya, Irapuato, Salamanca y Silao.

(c) Utilizar los mismos valores para los municipios de Tlaquepaque, Tonalá y Zapopan.

Utilizar los mismos valores para los municipios de Apodaca, Garza García, Guadalupe, San Nicolás de los Garza y Santa Catarina.

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

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

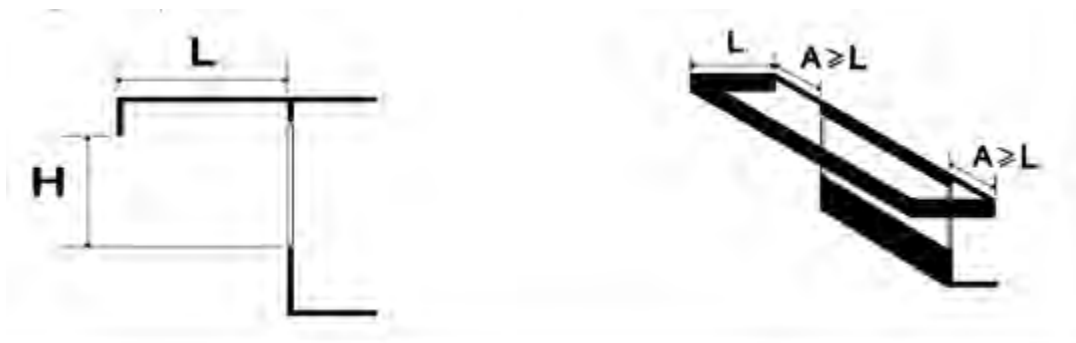


Tabla A.2 Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de volados sobre la ventana, con extensión lateral más allá de los límites de ésta.

L/H	Este y Oeste		Sur	
	I(*)	II(**)	I(*)	II(**)
0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.10	0.95	0.98	0.92	0.96
0.20	0.90	0.96	0.85	0.93
0.30	0.85	0.93	0.79	0.90
0.40	0.80	0.92	0.73	0.87
0.50	0.77	0.90	0.68	0.84
0.60	0.73	0.89	0.63	0.82
0.70	0.70	0.87	0.59	0.79
0.80	0.67	0.86	0.55	0.78
1.00	0.63	0.84	0.49	0.75
1.20	0.60	0.83	0.45	0.74

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

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

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

Volado sobre la ventana, con extensión lateral hasta los límites de ésta.

Si se construye un volado sobre la ventana y se extiende lateralmente hasta los límites de ésta, o más allá de los límites de ésta, una distancia menor a la proyección del volado (L), se podrá afectar el valor del coeficiente de sombreado

del vidrio, multiplicándolo por el factor de corrección por sombreado exterior de la Tabla A.3.



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

Ventanas al Norte con latitud de 14° y hasta 19°						
W/H	0.5	1	2	4	6	8 y Mayor
L/H						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.94	0.91	0.91	0.90	0.89	0.89
0.2	0.90	0.85	0.82	0.81	0.80	0.80
0.3	0.88	0.81	0.77	0.74	0.73	0.72
0.4	0.84	0.77	0.72	0.69	0.67	0.66
0.5	0.82	0.73	0.67	0.64	0.62	0.61
0.6	0.80	0.70	0.63	0.60	0.57	0.56
0.7	0.79	0.67	0.61	0.56	0.53	0.52
0.8	0.78	0.66	0.58	0.53	0.50	0.49
1.0	0.75	0.64	0.54	0.48	0.44	0.43
1.2	0.73	0.62	0.51	0.44	0.40	0.39

Ventanas al Norte con latitud de 19° y hasta 23°						
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	0.93	0.92	0.91	0.91	0.91
0.2	0.90	0.89	0.87	0.84	0.84	0.84
0.3	0.87	0.85	0.83	0.78	0.78	0.79
0.4	0.85	0.83	0.79	0.74	0.74	0.74
0.5	0.83	0.80	0.80	0.74	0.74	0.70
0.6	0.82	0.78	0.77	0.74	0.74	0.72
0.7	0.81	0.76	0.76	0.74	0.72	0.70
0.8	0.84	0.75	0.75	0.74	0.69	0.68
1.0	0.79	0.73	0.72	0.70	0.66	0.64
1.2	0.78	0.72	0.70	0.68	0.63	0.61

Ventanas al Norte con latitud de 23° y hasta 28°						
W/H	0.5	1	2	4	6	8 y Mayor
L/H						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.94	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93
0.2	0.90	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
0.3	0.86	0.83	0.83	0.82	0.82	0.82
0.4	0.84	0.79	0.79	0.78	0.77	0.77
0.5	0.82	0.77	0.76	0.75	0.74	0.74
0.6	0.80	0.75	0.73	0.71	0.70	0.70
0.7	0.79	0.73	0.71	0.68	0.67	0.67
0.8	0.78	0.71	0.69	0.66	0.65	0.64
1.0	0.76	0.69	0.66	0.62	0.61	0.60
1.2	0.74	0.67	0.63	0.59	0.57	0.56

Ventanas al Norte con latitud de 28° y hasta 32°						
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	0.95	0.95	0.94	0.93	0.93	0.93
0.2	0.92	0.91	0.89	0.88	0.88	0.88
0.3	0.90	0.88	0.86	0.84	0.84	0.84
0.4	0.89	0.86	0.83	0.81	0.81	0.80
0.5	0.87	0.84	0.81	0.78	0.78	0.77
0.6	0.86	0.82	0.80	0.76	0.75	0.74
0.7	0.86	0.81	0.78	0.74	0.73	0.72
0.8	0.85	0.80	0.77	0.72	0.71	0.70
1.0	0.84	0.79	0.74	0.69	0.68	0.67
1.2	0.84	0.78	0.72	0.68	0.66	0.65

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 14° y hasta 19°						
W/H	0.5	1	2	4	6	8 y Mayor
L/H						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.94	0.92	0.91	0.90	0.89	0.89
0.2	0.89	0.84	0.83	0.81	0.80	0.79
0.3	0.86	0.78	0.76	0.73	0.71	0.71
0.4	0.83	0.73	0.70	0.65	0.64	0.63
0.5	0.79	0.69	0.65	0.59	0.58	0.57
0.6	0.77	0.65	0.61	0.54	0.52	0.51
0.7	0.76	0.63	0.58	0.50	0.48	0.47
0.8	0.74	0.61	0.54	0.46	0.44	0.43
1.0	0.72	0.57	0.48	0.40	0.37	0.36
1.2	0.71	0.54	0.44	0.36	0.32	0.30

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 19° y hasta 23°						
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	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
0.2	0.87	0.86	0.85	0.85	0.85	0.85
0.3	0.82	0.80	0.79	0.79	0.79	0.79
0.4	0.78	0.76	0.74	0.73	0.73	0.73
0.5	0.75	0.72	0.69	0.68	0.68	0.68
0.6	0.73	0.68	0.65	0.64	0.64	0.63
0.7	0.70	0.65	0.62	0.60	0.59	0.59
0.8	0.68	0.62	0.59	0.57	0.56	0.56
1.0	0.65	0.58	0.54	0.51	0.50	0.50
1.2	0.63	0.55	0.50	0.47	0.45	0.45

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 23° y hasta 28°						
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	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91	0.91
0.2	0.86	0.85	0.84	0.83	0.83	0.83
0.3	0.82	0.79	0.77	0.76	0.76	0.76
0.4	0.78	0.74	0.72	0.70	0.70	0.70
0.5	0.74	0.70	0.67	0.65	0.64	0.64
0.6	0.71	0.66	0.62	0.60	0.59	0.59
0.7	0.69	0.63	0.59	0.56	0.55	0.55
0.8	0.67	0.60	0.55	0.52	0.51	0.51
1.0	0.64	0.56	0.50	0.46	0.45	0.45
1.2	0.61	0.53	0.46	0.42	0.40	0.40

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 28° y hasta 32°						
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	0.93	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91
0.2	0.87	0.86	0.83	0.83	0.83	0.82
0.3	0.83	0.79	0.78	0.76	0.75	0.74
0.4	0.79	0.74	0.72	0.69	0.68	0.67
0.5	0.76	0.70	0.67	0.63	0.62	0.61
0.6	0.73	0.66	0.62	0.59	0.57	0.56
0.7	0.71	0.63	0.58	0.55	0.52	0.52
0.8	0.69	0.60	0.55	0.51	0.49	0.48
1.0	0.66	0.56	0.49	0.45	0.43	0.41
1.2	0.64	0.52	0.45	0.40	0.38	0.36

Ventanas al Sur con latitud de 14° y hasta 19°						
W/H	0.5	1	2	4	6	8 y Mayor
L/H						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.94	0.91	0.90	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

Ventanas al Sur con latitud de 19° y hasta 23°						
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	0.92	0.91	0.91	0.89	0.86	0.87
0.2	0.87	0.84	0.84	0.82	0.81	0.75
0.3	0.82	0.79	0.79	0.79	0.79	0.71
0.4	0.79	0.74	0.72	0.72	0.73	0.69
0.5	0.75	0.71	0.67	0.67	0.67	0.64
0.6	0.73	0.67	0.63	0.63	0.62	0.59
0.7	0.71	0.64	0.60	0.59	0.58	0.55
0.8	0.70	0.62	0.57	0.56	0.54	0.51
1.0	0.68	0.60	0.53	0.51	0.49	0.46
1.2	0.67	0.58	0.50	0.48	0.45	0.42

Ventanas al Sur con latitud de 23° y hasta 28°						
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	0.91	0.89	0.89	0.89	0.88	0.88
0.2	0.86	0.82	0.80	0.79	0.79	0.79
0.3	0.82	0.77	0.73	0.72	0.71	0.71
0.4	0.80	0.72	0.68	0.65	0.65	0.64
0.5	0.76	0.69	0.63	0.60	0.59	0.58
0.6	0.74	0.65	0.59	0.55	0.53	0.53
0.7	0.73	0.63	0.55	0.51	0.49	0.48
0.8	0.71	0.61	0.52	0.47	0.45	0.44
1.0	0.69	0.58	0.48	0.42	0.40	0.38
1.2	0.68	0.56	0.46	0.39	0.36	0.35

Ventanas al Sur con latitud de 28° y hasta 32°						
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	0.90	0.89	0.87	0.86	0.85	0.84
0.2	0.85	0.79	0.77	0.74	0.73	0.72
0.3	0.81	0.74	0.69	0.65	0.63	0.62
0.4	0.78	0.69	0.63	0.58	0.55	0.54
0.5	0.76	0.67	0.59	0.53	0.50	0.48
0.6	0.75	0.64	0.56	0.49	0.46	0.44
0.7	0.74	0.63	0.53	0.46	0.43	0.41
0.8	0.74	0.62	0.52	0.44	0.41	0.39
1.0	0.73	0.61	0.50	0.42	0.39	0.37
1.2	0.73	0.60	0.49	0.40	0.37	0.35

VENTANA REMETIDA

Si se construye una ventana remetida, se podrá afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio, multiplicándolo por el factor de corrección por sombreado exterior de la Tabla A.4

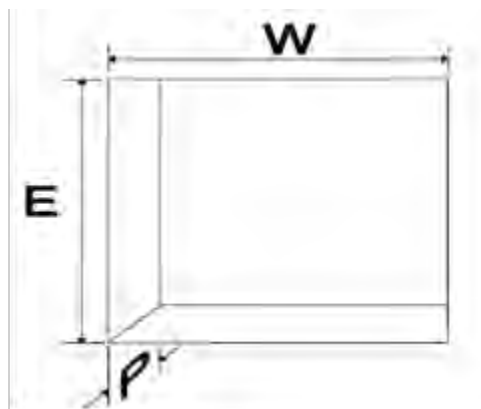


Tabla A.4 Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de

ventanas remetidas.

Ventanas al Norte con latitud de 14° y hasta 19°						
W/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	0.71	0.82	0.87	0.88	0.88	0.89
0.2	0.57	0.64	0.74	0.75	0.79	0.80
0.3	0.45	0.54	0.62	0.68	0.68	0.72
0.4	0.38	0.48	0.53	0.62	0.63	0.65
0.5	0.28	0.42	0.47	0.57	0.57	0.57
0.6	0.27	0.33	0.42	0.50	0.52	0.52
0.7	0.22	0.29	0.37	0.46	0.49	0.49
0.8	0.21	0.25	0.35	0.40	0.45	0.45
1.0	0.17	0.17	0.29	0.34	0.38	0.40
1.2	0.13	0.15	0.23	0.30	0.32	0.36

Ventanas al Norte con latitud de 19° y hasta 23°						
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	0.69	0.83	0.86	0.89	0.90	0.91
0.2	0.57	0.68	0.72	0.78	0.83	0.84
0.3	0.45	0.61	0.87	0.72	0.74	0.78
0.4	0.38	0.56	0.79	0.67	0.70	0.73
0.5	0.29	0.52	0.75	0.75	0.65	0.67
0.6	0.28	0.45	0.69	0.69	0.70	0.64
0.7	0.24	0.42	0.65	0.67	0.67	0.67
0.8	0.23	0.39	0.63	0.62	0.65	0.64
1.0	0.20	0.32	0.58	0.57	0.60	0.61
1.2	0.17	0.30	0.52	0.54	0.55	0.58

Ventanas al Norte con latitud de 23° y hasta 28°						
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	0.70	0.83	0.90	0.92	0.92	0.93
0.2	0.54	0.66	0.80	0.83	0.87	0.87
0.3	0.40	0.57	0.71	0.77	0.78	0.81
0.4	0.32	0.51	0.63	0.73	0.74	0.77
0.5	0.22	0.46	0.60	0.69	0.69	0.70
0.6	0.20	0.39	0.54	0.63	0.66	0.67
0.7	0.16	0.35	0.50	0.60	0.63	0.64
0.8	0.14	0.32	0.48	0.55	0.60	0.61
1.0	0.10	0.24	0.43	0.49	0.55	0.57
1.2	0.06	0.23	0.37	0.46	0.49	0.53

Ventanas al Norte con latitud de 28° y hasta 32°						
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	0.71	0.85	0.91	0.92	0.92	0.93
0.2	0.58	0.71	0.81	0.83	0.87	0.87
0.3	0.47	0.63	0.73	0.78	0.80	0.83
0.4	0.41	0.58	0.66	0.75	0.77	0.78
0.5	0.34	0.53	0.62	0.71	0.73	0.74
0.6	0.33	0.47	0.59	0.67	0.71	0.70
0.7	0.30	0.44	0.55	0.65	0.68	0.68
0.8	0.30	0.42	0.54	0.61	0.66	0.66
1.0	0.27	0.36	0.51	0.56	0.61	0.63
1.2	0.25	0.35	0.46	0.54	0.57	0.60

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 14° y hasta 19°						
W/H	0.5	1	2	4	6	8 y Mayor
L/H						
0.0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0.1	0,80	0,85	0,89	0,89	0,88	0,89
0.2	0,68	0,68	0,77	0,76	0,79	0,79
0.3	0,57	0,60	0,67	0,68	0,68	0,70
0.4	0,49	0,53	0,58	0,60	0,61	0,63
0.5	0,41	0,47	0,51	0,54	0,55	0,54
0.6	0,39	0,39	0,44	0,48	0,49	0,49
0.7	0,35	0,35	0,39	0,43	0,45	0,44
0.8	0,33	0,32	0,36	0,38	0,40	0,40
1.0	0,29	0,23	0,30	0,31	0,33	0,34
1.2	0,25	0,21	0,24	0,27	0,27	0,29

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 19° y hasta 23°						
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	0.78	0.87	0.91	0.91	0.92	0.92
0.2	0.64	0.73	0.80	0.82	0.85	0.85
0.3	0.51	0.63	0.72	0.76	0.76	0.79
0.4	0.42	0.56	0.63	0.70	0.71	0.72
0.5	0.32	0.50	0.58	0.65	0.66	0.66
0.6	0.29	0.43	0.53	0.59	0.61	0.62
0.7	0.23	0.38	0.48	0.55	0.57	0.58
0.8	0.21	0.34	0.45	0.50	0.53	0.54
1.0	0.15	0.26	0.38	0.43	0.47	0.48
1.2	0.11	0.23	0.32	0.39	0.41	0.44

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 23° y hasta 28°						
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	0.77	0.86	0.90	0.91	0.91	0.92
0.2	0.62	0.71	0.79	0.80	0.83	0.83
0.3	0.49	0.62	0.69	0.73	0.73	0.76
0.4	0.39	0.54	0.60	0.66	0.67	0.69
0.5	0.30	0.48	0.55	0.61	0.62	0.62
0.6	0.27	0.40	0.49	0.54	0.56	0.57
0.7	0.21	0.35	0.44	0.50	0.52	0.53
0.8	0.19	0.31	0.40	0.45	0.49	0.49
1.0	0.14	0.23	0.35	0.38	0.42	0.43
1.2	0.10	0.19	0.28	0.34	0.35	0.38

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 28° y hasta 32°						
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	0.83	0.88	0.90	0.91	0.91	0.91
0.2	0.73	0.76	0.80	0.81	0.82	0.82
0.3	0.63	0.67	0.72	0.73	0.73	0.75
0.4	0.56	0.60	0.64	0.66	0.66	0.67
0.5	0.48	0.55	0.58	0.60	0.60	0.60
0.6	0.45	0.48	0.52	0.55	0.55	0.55
0.7	0.40	0.44	0.47	0.50	0.51	0.50
0.8	0.38	0.40	0.44	0.45	0.47	0.47
1.0	0.33	0.33	0.38	0.39	0.41	0.41
1.2	0.29	0.29	0.32	0.34	0.35	0.36

Ventanas al Sur con latitud de 14° y hasta 19°						
W/H	0.5	1	2	4	6	8 y Mayor
L/H						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.77	0.83	0.87	0.85	0.85	0.87
0.2	0.66	0.67	0.74	0.71	0.74	0.73
0.3	0.57	0.59	0.62	0.62	0.61	0.63
0.4	0.52	0.53	0.52	0.55	0.53	0.54
0.5	0.46	0.47	0.47	0.49	0.47	0.46
0.6	0.44	0.40	0.41	0.42	0.42	0.41
0.7	0.41	0.37	0.37	0.39	0.38	0.37
0.8	0.41	0.35	0.35	0.34	0.35	0.34
1.0	0.38	0.28	0.31	0.29	0.30	0.29
1.2	0.36	0.27	0.26	0.26	0.25	0.26

Ventanas al Sur con latitud de 19° y hasta 23°						
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	0.72	0.83	0.89	1.04	0.85	0.87
0.2	0.55	0.67	0.76	0.91	0.80	0.74
0.3	0.40	0.56	0.67	0.82	0.75	0.71
0.4	0.31	0.48	0.58	0.75	0.69	0.68
0.5	0.21	0.41	0.52	0.68	0.63	0.61
0.6	0.19	0.34	0.46	0.61	0.58	0.56
0.7	0.14	0.29	0.41	0.56	0.54	0.52
0.8	0.13	0.26	0.37	0.50	0.50	0.49
1.0	0.10	0.20	0.32	0.43	0.44	0.43
1.2	0.08	0.18	0.27	0.40	0.39	0.40

Ventanas al Sur con latitud de 23° y hasta 28°						
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	0.74	0.81	0.86	0.88	0.87	0.88
0.2	0.56	0.66	0.74	0.75	0.78	0.79
0.3	0.43	0.55	0.63	0.67	0.68	0.71
0.4	0.36	0.49	0.54	0.61	0.62	0.63
0.5	0.28	0.42	0.49	0.55	0.55	0.56
0.6	0.26	0.34	0.43	0.48	0.50	0.50
0.7	0.22	0.31	0.38	0.44	0.46	0.46
0.8	0.21	0.27	0.35	0.38	0.42	0.42
1.0	0.19	0.21	0.30	0.33	0.35	0.37
1.2	0.17	0.19	0.25	0.29	0.31	0.33

Ventanas al Sur con latitud de 28° y hasta 32°						
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	0.73	0.80	0.84	0.84	0.84	0.84
0.2	0.60	0.64	0.70	0.70	0.72	0.71
0.3	0.50	0.55	0.60	0.61	0.60	0.62
0.4	0.46	0.48	0.51	0.54	0.53	0.54
0.5	0.40	0.45	0.47	0.49	0.48	0.47
0.6	0.39	0.40	0.42	0.44	0.44	0.43
0.7	0.36	0.37	0.39	0.41	0.41	0.40
0.8	0.36	0.35	0.38	0.38	0.40	0.38
1.0	0.34	0.31	0.36	0.35	0.37	0.36
1.2	0.32	0.30	0.32	0.34	0.34	0.35

PARTESOLES

Si se construye una ventana con partesoles, se podrá afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio, multiplicándolo por el factor de corrección por sombreado exterior de la Tabla A.5.

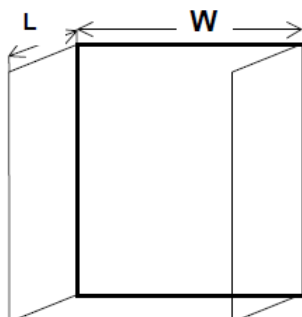


Tabla A.5 Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de ventanas con partesoles.

Latitud 14° hasta 19°			
L/W	Norte	Este y Oeste	Sur
0	1.00	1.00	1.00
0.5	0.52	0.64	0.56
1	0.26	0.44	0.34
1.5	0.13	0.35	0.24
2	0.05	0.3	0.17
Latitud 19° hasta 23°			
L/W	Norte	Este y Oeste	Sur
0	1.00	1.00	1.00
0.5	0.54	0.67	0.56
1	0.28	0.45	0.32
1.5	0.16	0.32	0.2
2	0.09	0.24	0.14
Latitud 23° hasta 28°			
L/W	Norte	Este y Oeste	Sur
0	1.00	1.00	1.00
0.5	0.54	0.67	0.57
1	0.28	0.47	0.31
1.5	0.15	0.35	0.18
2	0.06	0.27	0.11
Latitud 28° hasta 32°			
L/W	Norte	Este y Oeste	Sur
0	1.00	1.00	1.00
0.5	0.53	0.77	0.62
1	0.28	0.62	0.4
1.5	0.16	0.53	0.29
2	0.1	0.47	0.23

Ejemplos de interpolación de datos en las Tablas anteriores.

Primer caso.

Supóngase la siguiente Tabla:

W/H→	X_n	X_{n+1}
L/H		
Y_n	a	b
y_{n+1}	c	d

Si el valor buscado corresponde a:

$$Y_n < Y < Y_{n+1} \text{ y } X_n < X < X_{n+1}$$

Dónde:

X_n , X_{n+1} , Y_n , Y_{n+1} son los índices de las tablas “X” y “Y” son los valores que correspondan al resultado buscado en la Tabla, se utilizan las siguientes fórmulas:

$$F_x = \frac{(X - X_n)}{(X_{n+1} - X_n)}$$

$$F_y = \frac{(Y - Y_n)}{(Y_{n+1} - Y_n)}$$

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

Ejemplo 1. Supóngase una ventana orientada al oeste en un edificio con latitud de 19° 40'. La ventana tiene una altura de 80 cm (H), un ancho de 135 cm (W) y un volado de 135 cm de ancho (A= 0) y una proyección de 65 cm (L).

$$L/H = 65/80 = 0.8125 = Y$$

$$W/H = 135/80 = 1.6875 = X$$

Se utiliza la siguiente Tabla:

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 28° y hasta 32°						
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	0.93	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91
0.2	0.87	0.86	0.83	0.83	0.83	0.82
0.3	0.83	0.79	0.78	0.76	0.75	0.74
0.4	0.79	0.74	0.72	0.69	0.68	0.67
0.5	0.76	0.70	0.67	0.63	0.62	0.61
0.6	0.73	0.66	0.62	0.59	0.57	0.56
0.7	0.71	0.63	0.58	0.55	0.52	0.52
0.8	0.69	0.60	0.55	0.51	0.49	0.48
1.0	0.66	0.56	0.49	0.45	0.43	0.41
1.2	0.64	0.52	0.45	0.40	0.38	0.36

$$F_x = \frac{(1.6875 - 1)}{(2 - 1)} = 0.6875$$

$$F_y = \frac{(0.8125 - 0.8)}{(1.0 - 0.8)} = 0.0625$$

Factor de corrección por sombreado exterior: $0.6875 \times 0.0625(0.49 - 0.56 + 0.60) + 0.6875(0.55 - 0.60) + 0.0625(0.56 - 0.60) + 0.60 = 0.5623$

Segundo caso.

Supóngase la siguiente Tabla:

L/H	Norte	Este y Oeste	Sur
Y _n	a		
Y _{n+1}	b		

Si el valor buscado corresponde a:

$$Y_n < Y < Y_{n+1}$$

dónde:

Y_n y Y_{n+1} son los índices de la Tabla, y a y b los valores anterior y posterior, que corresponden al valor buscado en la Tabla, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Valor buscado} = \frac{b - a}{Y_{n+1} - Y_n} (Y - Y_n) + a$$

Ejemplo 2. Supóngase una ventana orientada al Norte, en un edificio con latitud 15° . La ventana tiene un ancho de 150 cm (W) y el parteso un ancho de 80 cm (L).

$$L/W = 0,80/1,50 = 0,5333 = Y$$

Se utiliza la siguiente Tabla:

Latitud 14° hasta 19°			
L/W	Norte	Este y Oeste	Sur
0	1.00	1.00	1.00
0.5	0.52	0.64	0.56
1	0.26	0.44	0.34
1.5	0.13	0.35	0.24
2	0.05	0.3	0.17

$$\text{Factor de corrección por sombreado exterior: } \frac{0.26 - 0.52}{1.0 - 0.5} (0.5333 - 0.5) + (0.52) = 0.537$$

APÉNDICE B

CALCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (K)

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

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

Dónde:

K : es el coeficiente global de transferencia de calor de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en W/m^2K

M : es el aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en m^2K/W .

$B. 1$: Aislamiento térmico total de las porciones de la envolvente de un edificio formado por capas homogéneas.

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

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

Dónde:

M : es el aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en m^2K/W .

h_i : es la conductancia superficial interior, en W/m^2K . Su valor es 8.1 para superficies verticales, 9.4 para superficies horizontales con flujo de calor hacia arriba (del piso hacia el aire interior o del aire interior hacia el techo), y 6.6 para superficies horizontales con flujo de calor hacia abajo (del techo al aire interior o del aire interior al piso).

h_e : es la conductancia superficial exterior, y es igual a 13 W/m^2K .

n : es el número de capas que forman la porción de la envolvente del edificio.

t : es el espesor de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente del edificio, en m.

λ : es el coeficiente de conductividad térmica de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente del edificio, en W/mK .

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

El aislamiento térmico total de las porciones de las envolvente de un edificio, formado con capas térmicamente homogéneas y térmicamente no homogéneas paralelas a la superficie, como se muestra esquemáticamente en la Figura 1A, se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$M = \frac{1}{\frac{1}{M_{parcial}} + \frac{F_1}{g/\lambda_1} + \frac{F_2}{g/\lambda_2} + \frac{F_n}{g/n}} \quad (B.3)$$

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

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

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

g : es el grueso de la capa no homogénea.

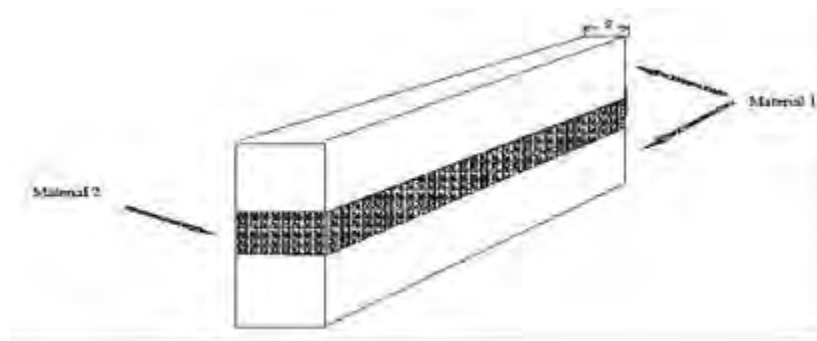


Figura B.1

Ejemplo:

Supóngase un muro estructurado de la forma siguiente: madera con triplay y mortero en la superficie exterior, tablero de yeso en la superficie interior y entre ambos una estructura de madera con polines verticales y aislante térmico.

Entonces, la estructura de madera (polines), y el aislamiento térmico son lo que se llama capas no homogéneas. En este caso particular se asume que el aislante térmico es el material 1 y que los polines son el material 2 (véase la figura B.1). Para fines de cálculo se utilizarán las áreas totales.

Datos requeridos para el cálculo:

$h_i = 8.1 \text{ W/m K}$		
$h_e = 13 \text{ W/m K}$		
Mortero de cal al exterior de 5mm	$\lambda = 0.872 \text{ W/m K}$	$l = 0.005\text{m}$
Triplay de 9.6mm	$\lambda = 0.116 \text{ W/m K}$	$l = 0.0096\text{m}$
Aislante térmico	$\lambda = 0.035 \text{ W/m K}$	$l = 0.1\text{m}$
Polín de madera de 0.05 por 0.1m	$\lambda = 0.130 \text{ W/m K}$	$l = 0.1\text{m}$
Tablero de yeso de 9.6mm	$\lambda = 0.168 \text{ W/m K}$	$l = 0.0096\text{m}$

El muro es de 2.4 m de altura y de 10 m de ancho. Por lo tanto, incluyendo los polines de los extremos se cuenta con 17 polines (se supone que la distancia entre polines es de 60 cm).

Área de muro = $2.4 \times 10 = 24 \text{ m}^2$

Área de polines = $17 \times 0.05 \times 2.4 = 2.04 \text{ m}^2$

Fracción del área total de polines = $2.04/24 = 0.085$

Fracción del área total de aislante térmico = $(24-2.04)/24 = 0.915$

$$M = \frac{1}{8.1} + \frac{1}{13} + \frac{0.005}{0.872} + \frac{0.0096}{0.116} + \frac{0.0096}{0.168} = 0.3460152 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$M = \frac{1}{\frac{1}{0.3460152} + \frac{0.085}{0.1/0.130} + \frac{0.915}{0.1/0.035}} = 0.03011326 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$K = \frac{1}{0.03011326} = 3.321 \text{ W/m}^2\text{K}$$

APÉNDICE C

VALORES DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

Material del Muro		
Materiales	L Espesor(m)	K Conductividad Térmica (W/m K)
Block, cemento, polvo, grava	0.15	0.99
Aplanado de mortero (cemento arena)	0.015	0.63
Tablaroca	0.12	0.16
Material de Ventanas		
Material	L Espesor(m)	K Conductividad Térmica (W/m K)
Vidrio Ordinario	0.005	0.93
Vidrio Florentino	0.003	0.814
Material de Puertas		
Material	L Espesor(m)	K Conductividad Térmica (W/m K)
Madera pino	0.04	0.13
Vidrio florentino	0.003	0.814
Material del Techo		
Material	L Espesor(m)	K Conductividad Térmica (W/m K)
Calcreto	0.025	0.78
Concreto armado	0.05	1.74
Vigüeta y bovedilla	0.25	0.99
Aplanado de mortero (cemento arena)	0.015	0.63
Aislante termico		
Materiales	L Espesor(m)	K Conductividad Térmica (W/m K)
Placa de poliestireno expandido	0.0127	0.037
Placa de poliestireno extruido	0.025	0.02884
Impermeabilizante		
Materiales	L Espesor(m)	K Conductividad Térmica (W/m K)
Aislacreto térmico	0.0015	0.0564

ANEXO 2



NORMALES CLIMATOLÓGICAS



LATITUD N 18° 29'
LONGITUD W 88° 18'
ALTITUD 9 msnm

CHETUMAL, Q. ROO.

PERIODO 1981-2000

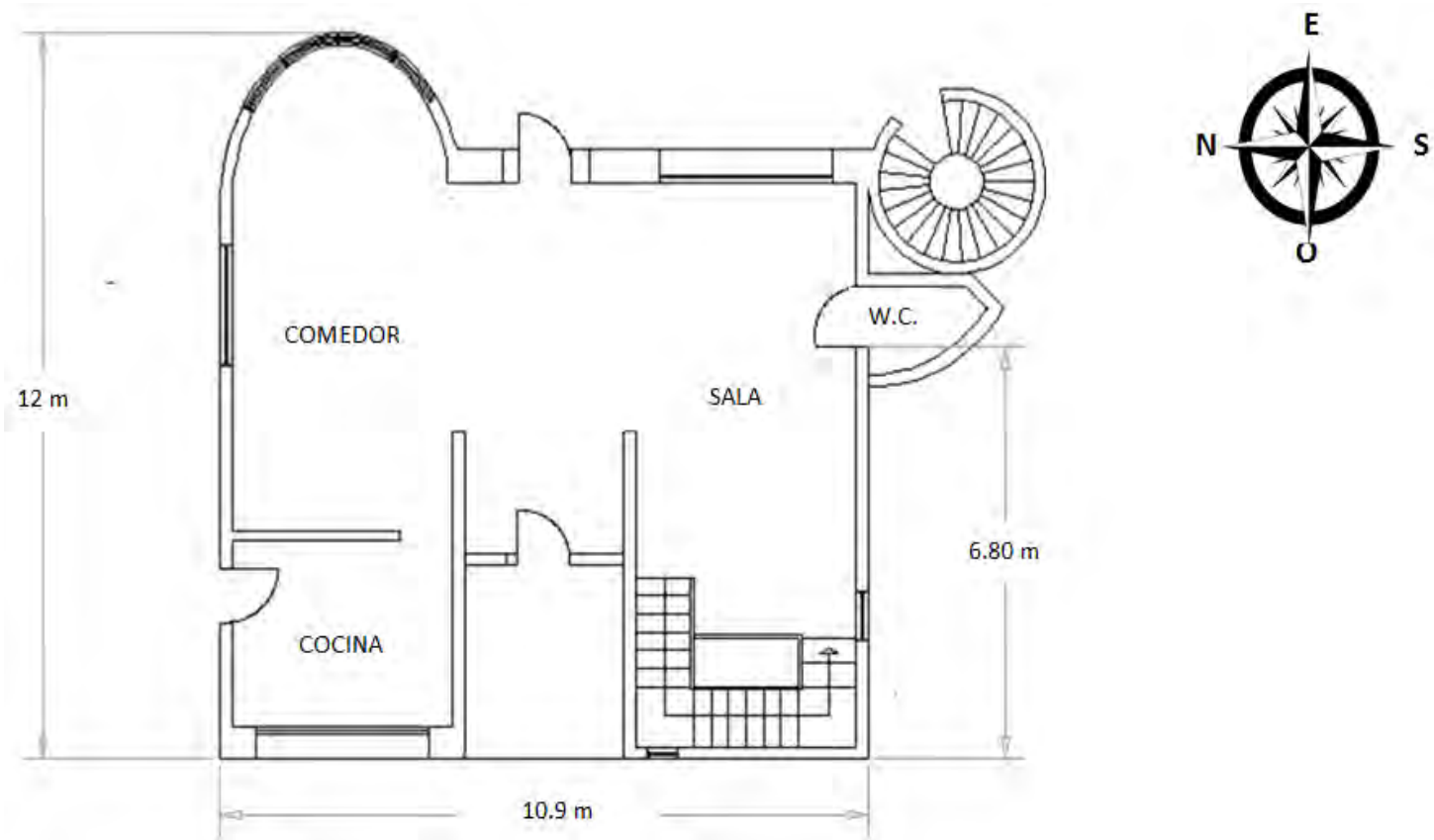
OBSERVATORIO SINOPTICO
DEPENDENCIA: SMN-CNA

PARAMETROS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA													
MAXIMA EXTREMA	36.6	36.0	36.2	39.0	39.6	39.5	36.0	37.0	39.7	39.7	39.2	33.0	39.7
PROMEDIO DE MAXIMA	28.9	30.0	31.0	32.3	33.2	32.6	32.5	33.1	32.9	31.9	30.5	29.4	31.5
MEDIA	24.0	25.0	26.2	27.9	28.9	28.9	28.5	28.7	28.5	27.3	25.9	24.5	27.0
PROMEDIO DE MINIMA	19.0	20.0	21.4	23.5	24.6	25.1	24.4	24.3	24.1	22.6	21.2	19.7	22.5
MINIMA EXTREMA	8.8	9.7	7.3	12.0	14.9	17.7	20.4	19.5	21.0	16.0	12.5	8.5	7.3
OSCILACION	9.9	10.0	9.7	8.7	8.6	7.5	8.1	8.8	8.8	9.3	9.3	9.8	9.0
TOTAL HORAS INSOLACION	209	165	175	183	201	165	190	182	158	186	205	211	2228
HUMEDAD													
TEMPERATURA BULBO HUMEDO	21.6	21.9	22.5	24.0	25.0	25.7	25.4	25.6	25.4	24.3	23.2	22.1	23.9
HUMEDAD RELATIVA MEDIA	80	76	74	73	74	78	78	77	79	80	80	80	77
EVAPORACION	97	127	177	195	203	169	165	160	136	127	102	96	1755.5
PRECIPITACION													
TOTAL	81.3	27.8	26.3	48.2	67.4	175.3	139.7	125.7	172.1	146.6	109.7	59.6	1179.7
MAXIMA	221.9	111.4	85.2	229.5	194.8	332.2	317.9	205.0	392.7	304.7	195.4	163.0	392.7
MAXIMA EN 24 HRS.	59.3	73.5	62.2	101.9	50.3	162.9	102.2	120.4	164.3	140.3	98.4	44.6	164.3
MAXIMA EN 1 HORA	10.8	8.0	9.2	28.0	29.3	38.3	44.6	21.1	35.7	19.3	9.5	5.0	44.6
PRESION													
MEDIA EN LA ESTACION	1010.8	1009.8	1008.6	1007.2	1007.0	1006.9	1009.0	1008.2	1006.2	1007.1	1009.2	1010.3	1008.4
VIENTO MAXIMO DIARIO													
MAGNITUD MEDIA	7.9	9.2	10.5	10.5	10.0	9.4	9.0	8.7	8.0	7.2	7.3	7.3	8.7
FENOMENOS ESPECIALES													
LLUVIA APRECIABLE	9.5	5.0	3.8	4.6	7.2	14.2	13.6	12.9	14.8	14.2	12.5	9.1	121.4
DESPEJADOS	10.4	12.5	14.3	8.9	5.9	1.5	4.4	3.4	2.3	4.8	6.6	7.8	82.7
MEDIO NUBLADOS	13.1	11.3	13.0	17.5	16.4	14.5	16.6	16.8	15.3	16.1	15.1	16.9	182.7
NUBLADO/CERRADO	7.6	4.2	3.7	3.5	8.8	14.0	10.0	10.8	12.4	10.0	8.3	6.4	99.6
GRANIZO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HELADA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TORMENTA ELECTRICA	0.3	0.1	0.2	1.1	1.1	1.6	2.8	2.9	2.6	1.3	0.7	0.3	15.0
NIEBLA	2.7	1.3	0.4	0.3	0.5	0.1	0.6	1.5	1.8	2.2	3.0	2.1	16.5

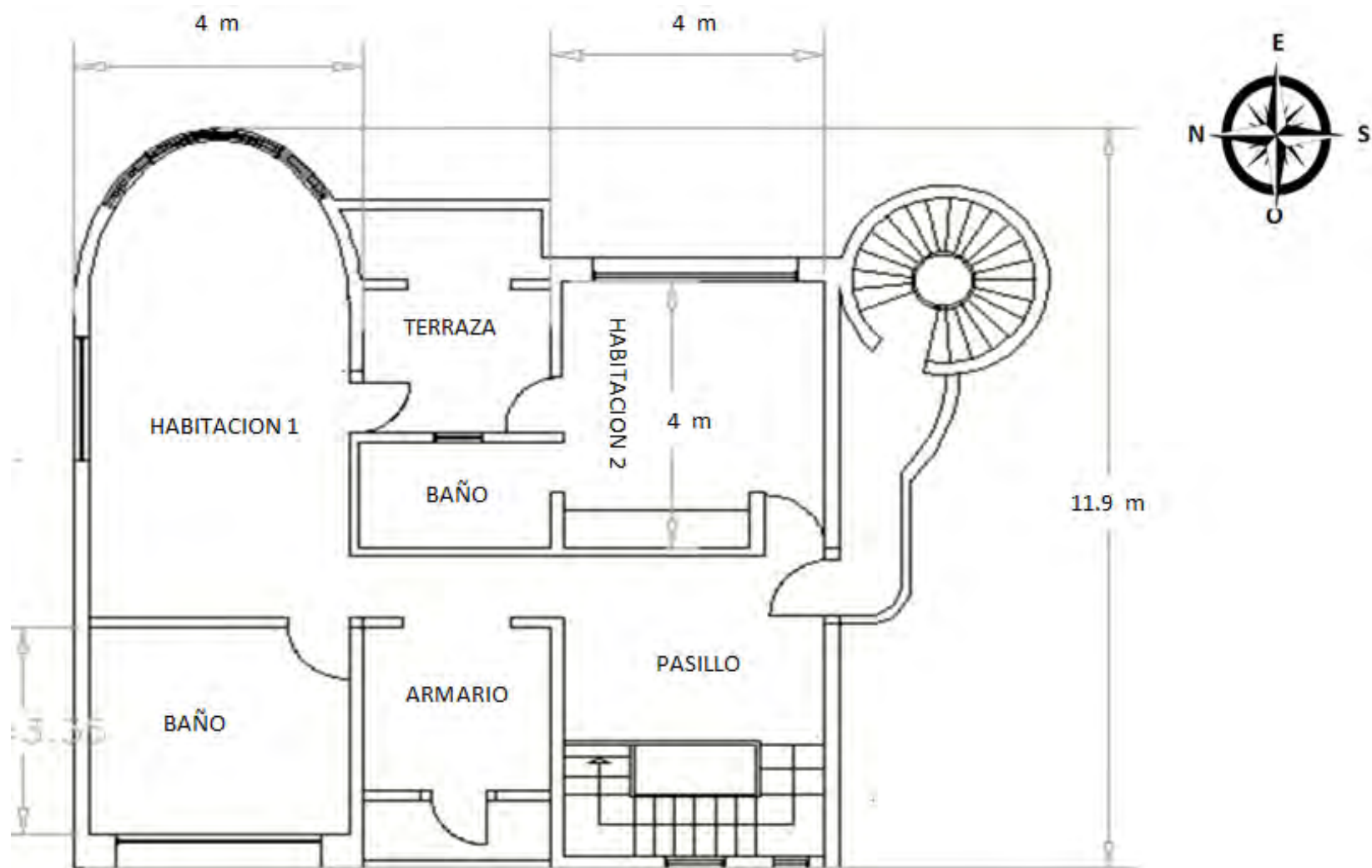
UNIDADES: TEMPERATURA (°C), HUMEDAD RELATIVA (%), PRECIPITACION Y EVAPORACION (mm), PRESION (mb), VIENTO (m/s) Y FENOMENOS ESPECIALES (dias)

ANEXO 3

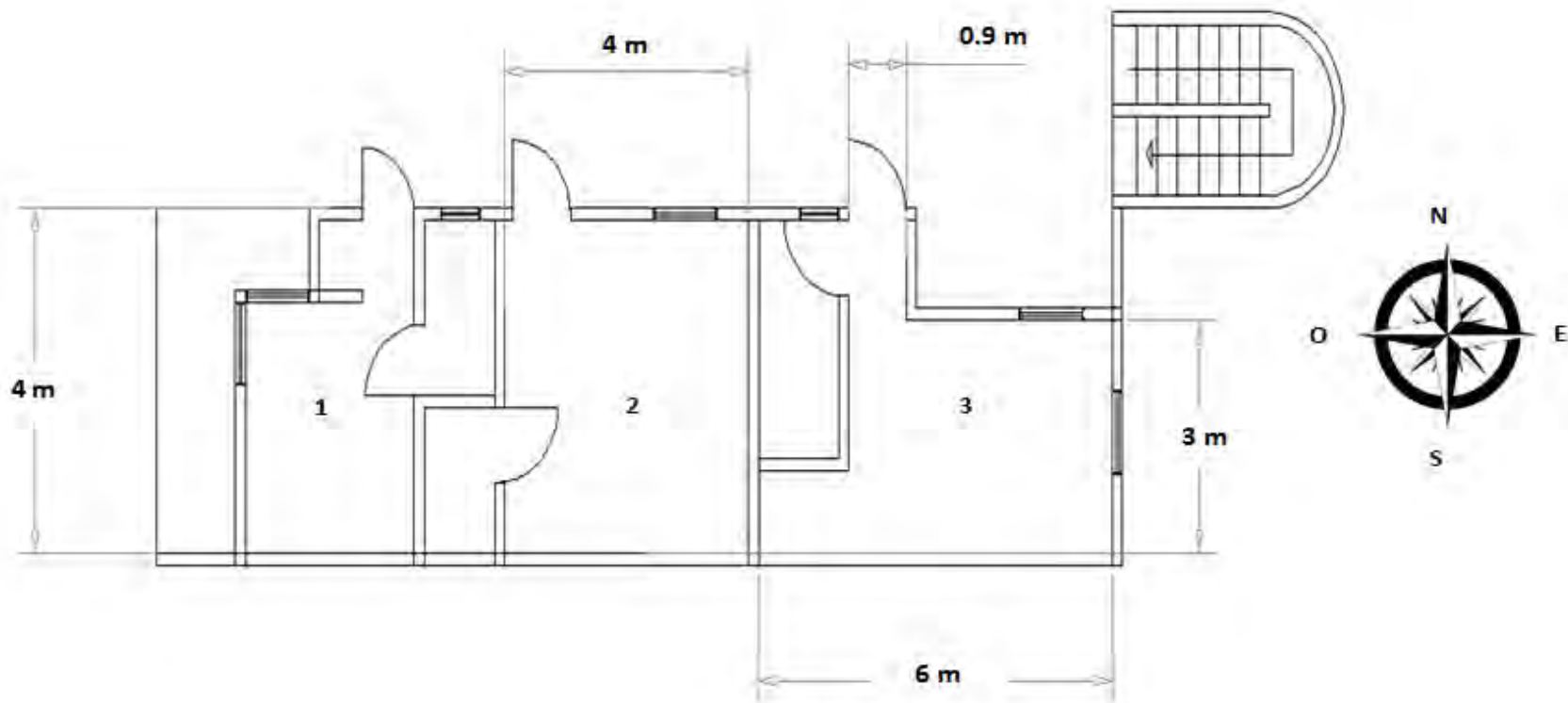
EDIFICIO A, PLANTA BAJA.



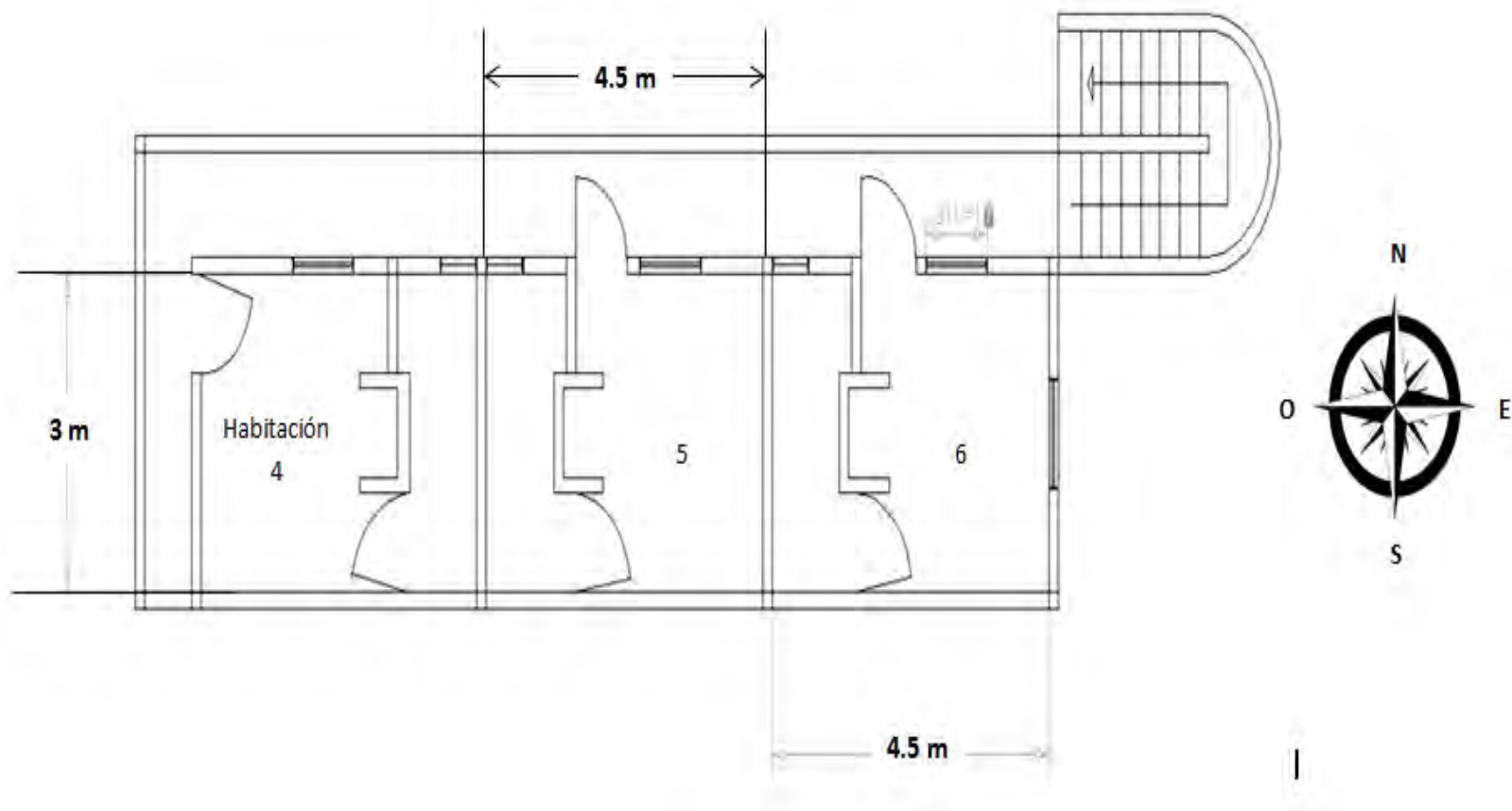
EDIFICIO A, PLANTA ALTA.



EDIFICIO B, PLANTA BAJA



EDIFICIO B, PLANTA ALTA



EDIFICIO C, RECEPCION.

