



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Físicas
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos

**Cálculo de carga térmica para un sistema de aire
acondicionado para las oficinas Algeciras II, San Isidro
- Lima**

MONOGRAFÍA TÉCNICA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

AUTOR

Luis Miguel AQUINO CHAVARRIA

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Aquino, L. (2022). *Cálculo de carga térmica para un sistema de aire acondicionado para las oficinas Algeciras II, San Isidro - Lima*. [Monografía técnica de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Luis Miguel Aquino Chavarria.
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72542484
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4560-6837
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número de documento de identidad	
URL de ORCID	
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LOZANO PEDRO SÁNCHEZ CORTEZ
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10699870
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	WILSON EMILIO ALVARADO TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07642795
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	ADOLFO CARLOS LOZADA PEDRAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09383020
Miembro del jurado 3	
Nombres y apellidos	
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	
Datos de investigación	
Línea de investigación	A.2.5.1. Energética
Grupo de investigación	CEDITH
Agencia de financiamiento	PROPIA
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: San Isidro Latitud: 12° 4' 14.03'' Longitud: 77° 2' 35.3''
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2019
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.01



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
(Universidad del PERÚ, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

XIII CAP DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE LA MONOGRAFÍA TÉCNICA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO DE FLUIDOS, MODALIDAD DE TITULACIÓN M-3 – POR SUFICIENCIA PROFESIONAL

Siendo las 15:00 horas del día viernes 30 de diciembre de 2022, en la Sala de Sesión Virtual de la Facultad de Ciencias Físicas, bajo la presidencia del Dr. Ing. LOZANO PEDRO SÁNCHEZ CORTEZ y con la asistencia de los miembros MSc. Ing. WILSON EMILIO ALVARADO TORRES y el Mg. Ing. ADOLFO CARLOS LOZADA PEDRAZA, se dio inicio a la Sesión Pública Virtual de Sustentación de la Monografía Técnica para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos, mediante la Modalidad de Titulación M-3 Por Suficiencia Profesional, del Bachiller:

LUIS MIGUEL AQUINO CHAVARRIA

El Presidente del Jurado Examinador dio lectura del Resumen del Expediente, e invitó al Bachiller LUIS MIGUEL AQUINO CHAVARRIA, a realizar la Exposición del trabajo de la Monografía Técnica titulada “CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA PARA UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA LAS OFICINAS ALGECIRAS II, SAN ISIDRO - LIMA”.

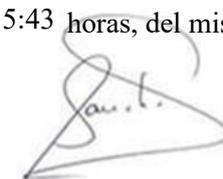
Concluida la exposición del candidato y luego de las preguntas de rigor por parte del Jurado Examinador, el Presidente invitó al Bachiller a abandonar momentáneamente la sala de sesión para dar paso a la deliberación y calificación por parte del Jurado. Se procedió a promediar la nota final del curso de actualización y la nota de la sustentación para obtener la calificación final.

Al término de la deliberación del Jurado, se invitó al candidato a regresar a la sala de sesión para dar lectura a la calificación final obtenida por el Bachiller, la misma que fue:

.....CATORCE..... 14.....

El Presidente del Jurado Dr. Ing. LOZANO PEDRO SÁNCHEZ CORTEZ, a nombre de la Nación y de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, declaró al Bachiller LUIS MIGUEL AQUINO CHAVARRIA Ingeniero Mecánico de Fluidos.

Siendo las 15:43 horas, del mismo día, se levantó la sesión.


Dr. Ing. LOZANO PEDRO SÁNCHEZ CORTEZ
PRESIDENTE DEL JURADO


MSc. Ing. WILSON EMILIO ALVARADO TORRES
MIEMBRO DEL JURADO


Mg. Ing. ADOLFO CARLOS LOZADA PEDRAZA
MIEMBRO DEL JURADO



UNMSM

Firmado digitalmente por LOZANO
BARTRA Whualkuer Enrique FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30.12.2022 21:20:30 -05:00

DR. WHUALKUER ENRIQUE LOZANO BARTRA
VICEDECANO ACADÉMICO FCF

Datos de la plataforma virtual institucional del acto de sustentación:

<https://us06web.zoom.us/j/81369460220?pwd=UzBCeIRZDYxbkpbqMDJCcXhEaFVsUT09>

ID de reunión: 813 6946 0220

Código de acceso: 237178

Grabación archivada en el siguiente enlace:

https://drive.google.com/file/d/1exDFDLG3RwatoqdiK1SEUNlz7n54Ag5o/view?usp=share_link

Anexo 1

Informe de evaluación de Originalidad

1. Facultad de Ciencias Físicas
2. Escuela/Unidad de Posgrado
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos
3. Autoridad Académica que emite el informe de originalidad
El Director de la EPIMF
4. Apellidos y nombres de la autoridad académica
Sarango Julca Douglas Donal
5. Operador del programa Informático de similitudes
Dr. Ing. Douglas Sarango Julca
6. Documento evaluado (1)
"CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA PARA UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA LAS OFICINAS ALGECIRAS II, SAN ISIDRO - LIMA"
7. Autor del documento (2)
LUIS MIGUEL AQUINO CHAVARRIA
8. Fecha de recepción del documento 15/12/22
9. Fecha de aplicación del programa informático de similitudes 17/12/22
10. Software utilizado
 - Turnitin (X)
 - Ithenticate
 - Otro (especificar)
11. Configuración del programa detector de similitudes
 - Excluye textos entrecomillados
 - Incluye Bibliografía
 - Excluye cadenas menores a 40 palabras
12. Porcentaje de similitudes según programa detector de similitudes³
2%
13. Fuentes originales de las similitudes encontradas⁴
14. Observaciones
Ninguna
15. Calificación de originalidad
 - Documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones (X)
 - Documento cumple criterios de originalidad, con observaciones
 - Documento no cumple criterios de originalidad
16. Fecha del Informe 30 /12 /22



UNMSM

Firmado digitalmente por SARANGO
JULCA Douglas Donal FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 01.01.2023 12:14:13 -05:00

DR. ING. Douglas Sarango Julca
DIRECTOR (e) DE LA EPIMF

-
- 1 Otro (especificar) Monografía Técnica Modalidad de Titulación M-3
Suficiencia Profesional
 - 2 Apellidos y Nombres completos
 - 3 En letras y números
 - 4 Indicarlas en orden decreciente y su respectivo porcentaje

Dedicatoria

A Luis Julian Aquino Diaz y Alvia Soraida Chavarria Leyva, mis padres, siendo las personas que me brindan todo su apoyo y amor incondicional y fueron mi mayor soporte en toda mi formación profesional.

Agradecimientos

Agradezco al personal docente de la E.P. Ingeniería Mecánica de Fluidos, gracias a los conocimientos impartidos todo el tiempo de pregrado.

Gracias a mi familia, en especial a mis abuelos y a mis tíos Liliana Aquino Diaz y Temistocles Romero Ceballos, a quienes considero como mis segundos padres y por el apoyo constante durante mi formación profesional.

Resumen

La presente monografía técnica es sobre el cálculo de la cantidad de calor para un sistema de climatización para las oficinas Algeciras II, San Isidro - Lima, Se requiere calcular el calor sensible, calor latente y por ende la cantidad de calor producida por los diferentes componentes: paredes, techos, vidrios, luminarias, personas, equipos, etc. Para los cálculos se hará uso de tablas de fuentes reales para poder obtener la carga térmica total la cual debe ser retirada del ambiente para poder generar un confort térmico por parte de las personas que trabajan en estas oficinas.

Abstract

This technical monograph is about the calculation of the amount of heat for an air conditioning system for the Algeciras II offices, San Isidro - Lima offices. It is required to calculate the sensible heat, latent heat and therefore the amount of heat produced by the different components: walls, ceilings, glass, lighting, people, equipment, etc. For the calculations, tables of real sources will be used to obtain the total thermal load which must be removed from the environment to generate thermal comfort for the people who work in these offices.

Índice de contenido

CAPITULO 1 – GENERALIDADES	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Impostancia del tema	1
1.3 Identificación del problema.....	1
1.4 Propueta de solución.....	1
1.5 Objetivos.....	2
1.5.1 Objetivo general	2
1.5.2 Objetivos específicos.....	2
CAPÍTULO 2 – MARCO TEÓRICO	3
2.1 Antecedentes.....	3
2.2 Concepto del aire acondicionado.....	3
2.3 Calor	4
2.3.1 Calor Sensible.....	4
2.3.2 Calor Latente	4
2.4 Temperatura.....	4
2.4.1 Temperatura de Rocío	5
2.4.2 Temperatura de bulbo seco.....	5
2.4.3 Temperatura de bulbo húmedo	6
2.5 Transferencia de calor	7
2.5.1 Por conducción	7
2.5.2 Por convección	7

2.5.3 Por radiación.....	8
2.6 Cálculo de la carga térmica	9
2.7 Conducción a través de la estructura exterior (paredes, techos y vidrios)	9
2.8 Conducción a través de la estructura interior	10
2.9 Radiación solar a través de vidrios	11
2.10 Carga térmica generada por alumbrado	12
2.11 Carga térmica generada por personas	13
2.12 Carga térmica generada por equipos	14
2.13 Transferencia de calor por infiltración	14
CAPÍTULO 3 – CALCULO TÉRMICO.....	15
3.1 Condiciones de diseño	15
3.2 Ubicación y área del proyecto	15
3.3 Condiciones exteriores e interiores.....	16
3.4 Carga térmica generada a través de paredes exteriores.....	29
3.5. Carga térmica generada por conducción a través de vidrios externo	29
3.6 Carga térmica generada a través de paredes internas	32
3.7 Carga térmica generada a través de ventanas internas	36
3.8 Carga térmica generada de la radiación a través de los vidrios externos	39
3.9 Carga térmica generada por alumbrado.....	41
3.10 Carga térmica generada por personas.....	42
3.11 Carga térmica generada por equipos	45
3.12 Transferencia de calor por infiltración	46

CAPITULO 4 – ANALISIS DE RESULTADOS.....	50
4.1 Cargas térmicas totales para cada ambiente de las oficinas Algeciras II.....	50
CAPÍTULO 5 – CONCLUSIONES.....	51
5.1 Conclusión general.....	51
5.2 Conclusiones específicas.....	51
CAPÍTULO 6 – RECOMENDACIONES.....	52
CAPITULO 7 - BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXOS.....	54

Índice de tablas

Tabla 1: Temperatura Máximas y Mínimas de Enero del 2018.....	17
Tabla 2: Temperatura Máximas y Mínimas de Febrero del 2018.....	18
Tabla 3: Temperatura Máximas y Mínimas de Marzo del 2018.....	19
Tabla 4: Temperatura Máximas y Mínimas de Enero del 2019.....	20
Tabla 5: Temperatura Máximas y Mínimas de Febrero del 2019.....	21
Tabla 6: Temperatura Máximas y Mínimas de Marzo del 2019.....	22
Tabla 7: Temperatura Máximas del 2018 y 2019.....	23
Tabla 8: Temperatura Máximas de Enero, febrero y marzo, del 2018 y 2019.....	24
Tabla 9: Área de las manparas que tienen contacto con el exterior del proyecto.....	31
Tabla 10: Cargas térmicas generadas por conducción a través de vidrios externos.....	32
Tabla 11: Área de las paredes internas de los ambientes del proyecto.....	34
Tabla 12: Cargas térmicas generadas por conducción a través de paredes internas.....	35
Tabla 13: Área de las mamparas internas de los ambientes del proyecto.....	37
Tabla 14: Cargas térmicas generadas por conducción a través de mamparas internas.....	38
Tabla 15: Cargas térmicas generadas de la radiación a través de mamparas externas.....	40
Tabla 16: Cargas térmicas generadas por alumbrado.....	42
Tabla 17: Cargas térmicas sensible generadas por personas.....	43
Tabla 18: Cargas térmicas latentes generadas por personas.....	44
Tabla 19: Cargas térmicas generadas por equipos.....	46
Tabla 20: Cargas de calor sensible generadas debido al aire de ventilación.....	47
Tabla 21: Cargas de calor latente generadas debido al aire de ventilación.....	48

Tabla 22: Cargas térmicas totales de las oficinas Algeciras II.....	50
Tabla 23: Coeficiente global U de transferencia de calor para el vidrio.....	54
Tabla 24: Diferencia de conducción de carga de enfriamiento a través de un vidrio	55
Tabla 25: Diferencias de temperaturas para cargas de enfriamiento (DTCE) para calcular cargas debidas a techos planos, 1°F	55
Tabla 26: Diferencias de temperaturas para carga de enfriamiento (DTCE) para cálculo de carga de paredes al sol, 1°F	56
Tabla 27: Descripción de grupos de construcción de paredes	57
Tabla 28: Radiación solar a través de vidrio factores de ganancia máxima de calor para vidrio	58
Tabla 29: Equivalencias de orientación	58
Tabla 30: Equivalencias Coeficientes de sombreado para vidrio con o sin sombreado interior por persianas venecianas enrollables.....	59
Tabla 31: Factores de carga de enfriamiento para vidrio sin sombreado interior (incluye vidrio reflector y absorbente de calor)	60
Tabla 32: Tasas de ganancia de calor debido a los ocupantes del recinto acondicionado	61
Tabla 33: Potencia de equipos de oficina y comedor.....	62
Tabla 34: Requisitos de ventilación para ocupantes	63

Índice de figuras

Figura 1: Líneas de la Temperatura de Punto de Rocío	5
Figura 2: Líneas de la Temperatura de Bulbo Húmedo	6
Figura 3: Líneas de la Temperatura de Bulbo Seco	6
Figura 4: Transferencia de Calor por Conducción.....	7
Figura 5: Transferencia de Calor por Convección	8
Figura 6: Transferencia de Calor por Radiación	8
Figura 7: Ubicación del Local a Través de los Puntos Cardinales.....	15
Figura 8: Temperaturas máximas en los meses de enero, febrero y marzo del 2018.....	24
Figura 9: Temperaturas máximas en los meses de enero, febrero y marzo del 2019.....	25
Figura 10: Temperaturas máximas de los meses de enero, febrero y marzo de los años 2018 y 2019.....	25
Figura 11: Humedad Relativa en los Meses de Enero, febrero y marzo del 2018	26
Figura 12: Humedad Relativa en los Meses de Enero, febrero y marzo del 2019.....	27
Figura 13: Vista del plano de planta con medidas (cotas) de las oficinas.....	28
Figura 14: Vista del plano de planta con medidas (cotas) del ambiente “Presidente ejecutivo”	29
Figura 15: Cuadro de vanos de puertas	33
Figura 16: Vista del plano de planta con medidas (cotas) del ambiente “Presidente ejecutivo”	36

CAPITULO 1 – GENERALIDADES

1.1 Introducción

El aire acondicionado es un equipamiento de exigencia que gozan bastantes personas actualmente en diferentes ambientes, debido a que es muy requerido en oficinas, hogares, empresas, etc. Una incorrecta instalación y por ende mal funcionamiento, lo que provoca es vedar al individuo de esta estructura de climatización, suelen generar inconvenientes de salud, problemas respiratorios, vértigos, tos, etcétera; por lo tanto, es importante realizar un correcto cálculo de carga térmica considerando todos los factores que influyen en esta.

1.2 Importancia del tema

En la actualidad y debido al calentamiento global, la sensación térmica que se percibe es cada vez mayor, por tal motivo es de importancia el estudio de los principios y aplicaciones del aire acondicionado, ya que se debe buscar una manera para que el ser humano llegue al confort térmico.

1.3 Identificación del problema

Por el clima soleado del territorio de San Isidro en la capital de Lima, especialmente en temporada de verano, se debe efectuar el computo de la cantidad de calor requerido para posterior diseñar alguna estructura de aire acondicionado para las oficinas administrativas de Algeciras II (el diseño no es estudio del presente trabajo) para generar un ambiente acondicionado y agradable, de modo que se pueda controlar la humedad, limpieza y temperatura dentro de las oficinas para cubrir la demanda solicitada por el propietario del ambiente.

1.4 Propuesta de solución

Para solucionar este problema, se realizará cálculos de carga térmica para saber con

certeza la proporción de calor que requiere retirar de las oficinas con el fin de brindar confort térmico a las personas de las oficinas Algeciras II.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Calcular carga térmica total por recinto necesaria para poder acondicionar las oficinas Algeciras II, localizado en San Isidro.

1.5.2 Objetivos específicos

- Analizar las condiciones exteriores de diseño.
- Definir los parámetros para calcular la carga térmica.

CAPÍTULO 2 – MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En general, la estructura de climatización sigue un proceso en un equipamiento, con la finalidad de climatizar un ambiente a una humedad específica, flujo y temperatura adecuadas.

La finalidad es proveer durante la temporada más crítica (de mayor temperatura ambiente), el bienestar termosensible y la mejor pureza del aire interno para los ocupantes del recinto.

2.2 Concepto del aire acondicionado

Es una estructura utilizada para verificar y controlar las condiciones de un ambiente, las condiciones son:

- La humedad del aire.
- La calidad del aire.
- La temperatura del aire.
- El movimiento del aire.

El acondicionamiento de aire, por ende, es un desarrollo que consta en un cierto tratamiento del aire de un recinto con el fin de generar una atmósfera agradable para los ocupantes del recinto. Reducir o incrementar el nivel de humedad y la temperatura suelen ser los objetivos más usuales, aunque el procedimiento también suele incluir una filtración y/o renovación del aire.

El acondicionamiento de aire abarca ventilación, circulación de aire, ablución de impurezas, humidificación, deshumidificación, refrigeración y calefacción.

2.3 Calor

Es energía en movimiento; de manera perpetua fluye de una zona de alta temperatura a una zona de baja temperatura, con lo que incrementa la temperatura de la segunda y disminuye la de la primera, debe mantenerse constante el volumen de la materia.

Se encuentra en toda la materia, en diferentes formas y en diferentes grados. Esta forma de energía no se crea ni se destruye, pero existen otras formas de energía que pueden convertirse en calor y viceversa.

2.3.1 Calor Sensible

Se define como aquél que origina una variación de temperatura en un cuerpo sin que cambie de estado. Es perceptible y lo podemos medir con el instrumento correspondiente. Cuando la temperatura de la sustancia o del líquido alguno se incrementa, se encuentra captando calor sensible y, caso opuesto, en el momento que disminuye la temperatura del cuerpo, está desligando calor sensible.

2.3.2 Calor Latente

Es aquel que origina la variación de estado en un cuerpo, sin afectar el cambio de temperatura. La palabra latente significa “escondido”, los sentidos no lo perciben. Para que la materia sufra una variación física, y cambie del estado líquido a vapor, o de sólido a líquido, se debe adicionar una importante cantidad de calor.

2.4 Temperatura

Dimensión física que indica el nivel o grado de calor de los cuerpos o de un recinto, en el Sistema internacional su unidad es Kelvin (K).

2.4.1 Temperatura de Rocío

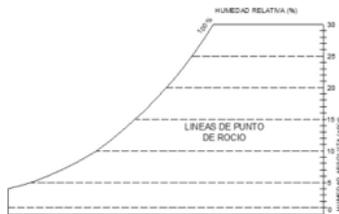
Es aquella donde el rocío líquido en el ambiente empieza a condensarse. Además, es el espacio donde la saturación es 100%. La humedad relativa en una porción de aire puede delimitarse por su punto de rocío. Hay diversos procedimientos para disponer la temperatura del punto de rocío.

Es la temperatura en la que empieza a condensar la humedad sobre un espacio. La medida para las temperaturas de punto de rocío es igual que la medida para las temperaturas de bulbo húmedo; por lo mismo, para ambas propiedades es la misma escala. No obstante, las líneas de la temperatura de punto de rocío son de forma horizontal y van de izquierda a derecha.

Todo punto sobre una línea de punto de rocío constante concierne a la temperatura de punto de rocío referente a la escala (en la línea curva).

Figura 1

Líneas de la Temperatura de Punto de Rocío



Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

2.4.2 Temperatura de bulbo seco

Se le considera como la real temperatura del aire rociado y reiterativamente se la designa únicamente como la temperatura del aire; figura en la escala y/o marca de un termómetro común como la temperatura del aire.

La temperatura del bulbo seco (Tbs), se simboliza sobre la horizontal en el eje de las

abscisas, al mismo tiempo se prolongan líneas verticales en la carta psicrométrica desde la zona inferior a la superior.

Figura 2

Líneas de la Temperatura de Bulbo Húmedo



Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

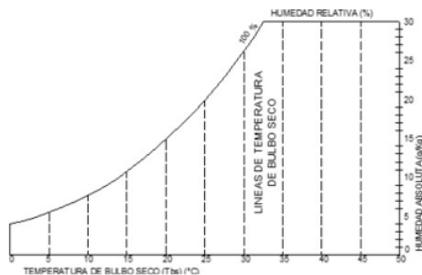
2.4.3 Temperatura de bulbo húmedo

Aquella temperatura la cual se percibe cuando su piel está rociado y exhibido al movimiento del aire. La diferencia respecto a la temperatura de bulbo seco es que la temperatura de bulbo húmedo es una información de la porción de humedad en el aire. Mayor será el enfriamiento mientras humedad relativa del aire sea menor.

La temperatura del bulbo húmedo (T_{bh}), se simboliza de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.

Figura 3

Líneas de la Temperatura del Bulbo Seco



Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

2.5 Transferencia de calor

Se designa como transferencia térmica o transmisión calorífica al fenómeno físico que consta en la cesión de energía calorífica desde un medio de alta temperatura hacia uno de baja temperatura.

Existen 3 tipos:

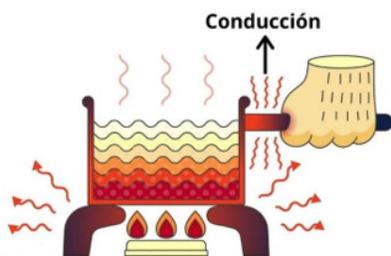
2.5.1 Por conducción

Es la consecuencia de interacciones a nivel molecular.

Las partículas de un elemento que están a una temperatura superior oscilan con mayor velocidad, estas colisionan contra las partículas con escasez energética ubicadas en la parte con baja temperatura del elemento.

Figura 4

Transferencia de Calor por Conducción



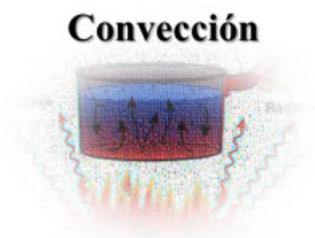
Nota. Fuente: <https://www.lifeder.com/transferencia-calor-conduccion/>

2.5.2 Por convección

Se detalla como el calor transferido en un gas o en un líquido como producto del movimiento real de las moléculas calentadas en su seno. Si este movimiento es requerido producto de la gravitación, en virtud de las diversas densidades, se le denomina como convección natural.

Figura 5

Transferencia de Calor por Convección



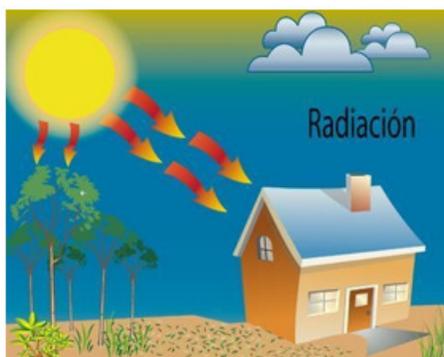
Nota. Fuente: <https://ejemplos.net/ejemplos-de-conveccion/>

2.5.3 Por radiación

Se define como energía transmitida por el cuerpo que está a una cierta temperatura, se origina directamente desde el origen o fuente hacia alrededor y en todos los sentidos. Es originada debido a las variaciones en las distribuciones electrónicas de las moléculas o corpúsculos y movilizada por bucles electromagnéticos motivo por lo que se le denomina radiación electromagnética.

Figura 6

Transferencia de Calor por Radiación



Nota. Fuente: <https://www.educaycrea.com/2014/04/propagacion-del-calor-formas-y-ejemplos/>

2.6 Cálculo de la carga térmica

Cualquier espacio o sector, el balance térmico, se computa sumando los ingresos y salidas de energía calorífica absolutos realizados debido a la transferencia de calor producido por la iluminación artificial, a través de muros, cantidad de personas, impregnación, radiación solar y equipamiento, todos estos componentes se computan por separado y al último se adicionan el total dando un resultado. Ahora, se detallará como se calcula cada punto antes mencionado.

2.7 Conducción a través de la estructura exterior (paredes, techos y vidrios)

“La ganancia de calor por conducción por medio de techos, paredes y vidrios con contacto al exterior se computan con la siguiente ecuación” (Edward G. Pita, 2005, pág. 136):

Ecuación 1

$$Q = U \times A \times DTCE_e$$

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Donde:

Q = ganancia neta del recinto por conducción a través del techo, paredes o vidrio, BTU/h.

U = coeficiente general de transferencia de calor para el techo, paredes o vidrios, BTU/h-ft² -°F.

A = área del techo, pared o vidrios, ft².

$DTCE_e$ = diferencia de temperatura para carga de enfriamiento, °F

Los valores de DTCE que se encuentran deben de ser corregidos como sigue:

Ecuación 2

$$DTCE_e = [(DTCE + LM) \times K + (78 - t_R) + (t_0 - 85)] \times f$$

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Donde:

$DTCE_e$ = valor corregido de $DTCE$, °F.

$DTCE$ = temperatura de la Tabla 25.

LM = corrección para la latitud al color y mes, de la Tabla 28.

K = corrección debido al color de la superficie.

$$K = \begin{cases} 1.0, & \text{para superficies oscuras o areas rurales} \\ 0.5, & \text{para techos de color claro en zonas rurales} \\ 0.65, & \text{para paredes de color claro en zonas rurales} \end{cases}$$

t_R = temperatura del recinto °F

t_0 = temperatura de diseño exterior promedio °F

f = factor de corrección para la ventilación de cielo raso (solo para techos)

$f = 0.75$ para ventiladores de entrepiso (techo falso) en los demás casos, usar $f = 1$.

Para los casos de vidrios el $DTCE_e$ corregida se calcula como sigue:

Ecuación 3

$$DTCE_e = DTCE + (78 - t_R) + (t_0 - 85)$$

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

2.8 Conducción a través de la estructura interior

“La energía que se transmite desde las zonas anteriores sin acondicionamiento hacia las zonas acondicionados por medio de pisos, divisiones y techo liso lo podemos computar con la siguiente ecuación” (G. Pita, 2005, pág. 142):

Ecuación 4

$$Q = UxAxDT$$

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Donde:

Q = velocidad de transferencia de calor de la división, piso o cielo raso, BTU/h

U = coeficiente global de transferencia de calor para la división, piso o cielo raso BTU/h-ft²-°F.

A = área del techo, pared o vidrios, ft².

DT = diferencia de temperatura entre los espacios sin acondicionar y los acondicionados, °F.

“Cuando se desconoce el grado calorífico del recinto carente de acondicionamiento, se usa constantemente una semejanza que consta de considerar que se encuentra a 5°F inferior a la temperatura externa” (G. Pita, 2005, pág. 142).

2.9 Radiación solar a través de vidrios

“El calor centelleante del astro que se transmite de componentes traslucidos como el vidrio y se reforma en ganancia calorífica del espacio. Su estimación cambia de acuerdo a la orientación, hora, el efecto de almacenamiento y el sombreado” (G. Pita, 2005, pág. 142).

Ecuación 5

$$Q = FGCSxAxCSxFCE$$

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Donde:

Q = ganancia neta por radiación solar a través del vidrio, BTU/h.

$FGCS$ = factor de ganancia máxima de calor solar, BTU/h – ft².

A = área del vidrio, ft².

A = área del techo, pared o vidrios, ft².

CS = coeficiente de sombreado.

FCE = factor de carga de enfriamiento para el vidrio.

2.10 Carga térmica generada por alumbrado

Todas las estructuras de iluminación ya sean no fluorescentes como incandescentes, fundamentalmente reforman la energía electrizante que perciben para su trabajo en calor, este se desliga en plenitud desvaneciendo dentro del recinto para acondicionar. “La ecuación con la que se computar la ganancia calorífica por luminotecnia es” (G. Pita, 2005, pág. 149):

Ecuación 6

$$Q = 3.4xWxFBxFCE$$

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Donde:

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

W = capacidad de alumbrado, watts.

FB = factor de balastra.

$FB = 1.25$ para alumbrado fluorescente.

$FB = 1.0$ para alumbrado incandescente, no hay perdidas adicionales.

FCE = factor de carga de enfriamiento para alumbrado.

Esta variable FCE considera la acumulación por el beneficio de incandescencia producto de los alumbrados y obedece al tiempo de funcionamiento de la estructura de climatización, encendido del alumbrado, propiedades de la cimentación, proporción de aireación cinemática en el ambiente y luminarias. No obstante, es importante tener presente que el factor FCE es equivalente a “1”, ósea sin efecto de almacenamiento para los siguientes casos:

Los equipos de climatización operan durante las horas de ocupación.

Los equipos de climatización operan más de 16 horas.

Se permite incrementar la temperatura del ambiente durante las horas cuando no se usa el ambiente (variaciones de temperatura).

2.11 Carga térmica generada por personas

La obtención calorífica proveniente de los ocupantes se constituye de: el calor sensible y el calor latente producto de trasudor. Parte del calor sensible se tiende a impregnar por el fenómeno del acumulamiento calórico, mas no para el calor latente. Las ecuaciones para este tipo de acumulación de calor de las personas son: (G. Pita, 2005, pág. 151).

Ecuación 7

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

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Ecuación 8

$$Q_l = q_l \times n$$

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita Donde:

Q_s, Q_l = ganancia de calor sensible y latente.

q_s, q_l = ganancia de calor sensible y latente por persona.

n = número de personas.

FCE = factor de carga de enfriamiento para las personas.

La variable FCE , producto del depósito calórico, está sujeto al ingreso calórico originado por los individuos. Cuando la estructura de climatización se apaga por las noches no se debe de considerar acumulación de calor y el $FCE = 1.0$. (G. Pita, 2005, pág. 151).

2.12 Carga térmica generada por equipos

Esta acumulación calórica por equipos se computa en circunstancias de modo inmediato con información o datos del fabricante, tomando en consideración si su uso es alterno. Existen equipamiento que producen tanto calor latente como sensible. Hay tablas que exponen ciertos datos de la generación calórica para típicos mecanismos electrógenos. (G. Pita, 2005, pág. 151).

2.13 Transferencia de calor por infiltración

En absoluto se admite parte del aire externo por motivos de confort y sanitaria. El calor latente y sensible del aire es superior al aire del ambiente, por tal motivo se considera fracción de la carga térmica. (G. Pita, 2005, pág. 151).

Las ecuaciones para computar las cargas de enfriamiento latente y sensible debitadas al aire de ventilación son:

Ecuación 9

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

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Ecuación 10

$$Q_l = 0.68 \times CFM \times (W_e - W_i)$$

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Donde:

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

CFM = flujo de aire de ventilación, ft³/min.

CT = Cambio de temperatura entre el aire exterior e interior, °F.

W_e, W_i = Relación de humedad exterior e interior, g de agua/lb aire seco.

CAPÍTULO 3 – CALCULO TÉRMICO

3.1 Condiciones de diseño

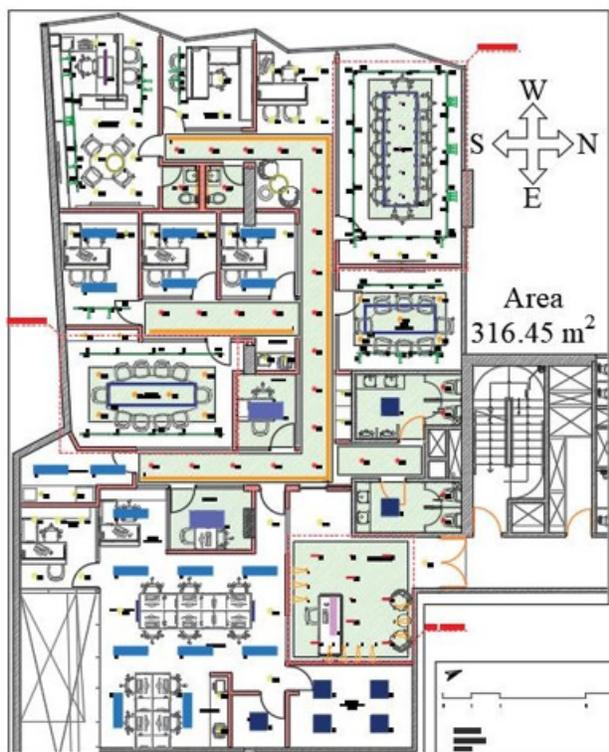
Iniciando con el computo de carga térmica de la estructura de climatización del proyecto se necesita datos del planteamiento de la edificación, luego, se examina los caracteres del clima de diferentes años para comprobar las condiciones de temperaturas mínimas y máximas.

3.2 Ubicación y área del proyecto

Las oficinas Algeciras II se encuentran situado en la Av. Jorge Basadre 335, San Isidro, Lima, localizada a una Latitud $12^{\circ} 4' 14.03''$ Sur y Longitud $77^{\circ} 2' 35.3''$ Oeste.

Figura 7

Ubicación del Local a Través de los Puntos Cardinales



Nota. Fuente: Elaboración Propia

3.3 Condiciones exteriores e interiores

Para las condiciones interiores de planteamiento se toma como referencia lo dispuesto por las normativa ASHARE para el bienestar del hombre, datos obtenidos:

Temperatura de Bulbo Seco : 71°F

Humedad Relativa : 50%

Para las circunstancias externas de planteamiento se toman datos de humedad relativa y temperatura, estos se obtienen a partir de datos estadísticos del Senamhi, se tomará en cuenta las condiciones más críticas (mayor temperatura registrada), para prevenir que la estructura sea improductiva si se llega a presentar este requisito.

Evidenciaremos las temperaturas mínimas y máximas para los periodos de enero, febrero y marzo de los años 2018 y 2019.

Tabla 1*Temperatura Máximas y Mínimas de Enero del 2018.*

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD (%)
	MAX	MIN	
1/01/2018	26.2	20.5	84.0
2/01/2018	26.2	20.5	86.0
3/01/2018	26.2	19.0	95.0
4/01/2018	26.2	20.4	87.0
5/01/2018	26.2	20.2	88.0
6/01/2018	26.2	20.0	85.0
7/01/2018	26.2	20.3	88.0
8/01/2018	26.2	19.8	94.0
9/01/2018	26.2	20.2	90.0
10/01/2018	26.2	20.0	93.0
11/01/2018	26.2	19.9	94.0
12/01/2018	26.2	19.9	93.0
13/01/2018	26.2	19.6	93.0
14/01/2018	26.2	19.5	94.0
15/01/2018	26.2	20.1	91.0
16/01/2018	27.0	19.7	93.0
17/01/2018	26.2	19.2	91.0
18/01/2018	26.2	18.5	93.0
19/01/2018	26.2	18.9	93.0
20/01/2018	26.2	19.6	91.0
21/01/2018	26.2	20.0	88.0
22/01/2018	26.2	19.5	93.0
23/01/2018	26.7	20.2	89.0
24/01/2018	26.2	20.0	90.0
25/01/2018	27.2	21.0	89.0
26/01/2018	26.2	19.8	94.0
27/01/2018	26.2	20.1	93.0
28/01/2018	26.2	20.1	91.0
29/01/2018	26.2	20.0	91.0
30/01/2018	26.5	20.1	89.0
31/01/2018	26.2	19.6	92.0

Nota. Fuente: SENAMHI / DR

Tabla 2*Temperatura Máximas y Mínimas de Febrero del 2018.*

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD (%)
	MAX	MIN	
1/02/2018	26.2	19.3	94.0
2/02/2018	26.2	19.3	95.0
3/02/2018	26.2	20.8	87.0
4/02/2018	26.2	21.5	81.0
5/02/2018	26.2	21.2	83.0
6/02/2018	26.2	21.8	87.0
7/02/2018	26.2	21.5	86.0
8/02/2018	26.2	20.6	91.0
9/02/2018	26.2	19.8	94.0
10/02/2018	26.4	21.0	89.0
11/02/2018	26.2	19.9	94.0
12/02/2018	26.2	21.1	88.0
13/02/2018	29.4	21.4	86.0
14/02/2018	26.2	21.4	87.0
15/02/2018	26.2	21.0	88.0
16/02/2018	27.7	21.8	91.0
17/02/2018	27.8	20.9	94.0
18/02/2018	26.2	21.3	94.0
19/02/2018	27.5	20.3	96.0
20/02/2018	28.1	20.2	90.0
21/02/2018	26.4	20.1	94.0
22/02/2018	26.2	19.9	94.0
23/02/2018	26.2	19.4	95.0
24/02/2018	27.6	19.5	94.0
25/02/2018	26.2	19.1	96.0
26/02/2018	26.2	19.4	95.0
27/02/2018	26.2	20.3	92.0
28/02/2018	26.2	19.0	95.0

Nota. Fuente: SENAMHI / DRD

Tabla 3*Temperatura Máximas y Mínimas de Marzo del 2018.*

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD (%)
	MAX	MIN	
1/03/2018	26.2	19.3	95.0
2/03/2018	26.2	18.7	96.0
3/03/2018	26.2	19.1	94.0
4/03/2018	26.2	20.1	92.0
5/03/2018	26.2	19.9	90.0
6/03/2018	26.2	18.6	96.0
7/03/2018	27.6	19.5	93.0
8/03/2018	26.6	19.4	94.0
9/03/2018	27.3	20.1	89.0
10/03/2018	26.4	19.1	94.0
11/03/2018	26.7	19.0	97.0
12/03/2018	26.2	18.7	97.0
13/03/2018	26.2	19.6	93.0
14/03/2018	26.3	19.4	92.0
15/03/2018	27.5	19.6	92.0
16/03/2018	27.6	19.6	95.0
17/03/2018	27.9	20.2	91.0
18/03/2018	27.3	20.3	91.0
19/03/2018	26.2	19.6	93.0
20/03/2018	26.2	19.8	88.0
21/03/2018	26.2	18.8	93.0
22/03/2018	26.2	19.4	90.0
23/03/2018	26.2	19.7	92.0
24/03/2018	26.2	18.5	97.0
25/03/2018	26.2	19.2	94.0
26/03/2018	26.2	18.9	96.0
27/03/2018	26.9	19.1	96.0
28/03/2018	28.2	18.9	94.0
29/03/2018	26.2	19.1	95.0
30/03/2018	26.2	18.4	94.0
31/03/2018	26.2	18.3	89.0

Nota. Fuente: SENAMHI / DRD

Tabla 4*Temperatura Máximas y Mínimas de Enero del 2019.*

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD (%)
	MAX	MIN	
1/01/2019	24.8	20.8	87.0
2/01/2019	26.1	21.0	86.0
3/01/2019	24.8	21.0	87.0
4/01/2019	25.9	20.0	93.0
5/01/2019	26.1	21.2	88.0
6/01/2019	25.4	21.3	86.0
7/01/2019	27.7	22.0	83.0
8/01/2019	27.5	21.0	88.0
9/01/2019	27.2	22.1	86.0
10/01/2019	25.7	21.9	87.0
11/01/2019	26.3	22.0	89.0
12/01/2019	25.9	21.1	88.0
13/01/2019	25.4	21.1	90.0
14/01/2019	25.2	20.6	89.0
15/01/2019	25.3	20.5	90.0
16/01/2019	23.8	20.1	91.0
17/01/2019	23.3	19.6	95.0
18/01/2019	24.3	20.5	90.0
19/01/2019	25.0	19.9	93.0
20/01/2019	26.0	19.4	96.0
21/01/2019	26.1	20.4	92.0
22/01/2019	26.9	21.0	91.0
23/01/2019	27.2	20.6	94.0
24/01/2019	26.0	20.8	96.0
25/01/2019	27.1	21.6	92.0
26/01/2019	28.2	22.2	88.0
27/01/2019	25.9	21.8	91.0
28/01/2019	29.6	23.1	86.0
29/01/2019	30.0	24.1	79.0
30/01/2019	29.2	22.9	88.0
31/01/2019	27.8	22.8	87.0

Nota. Fuente: SENAMHI / DRD

Tabla 5*Temperatura Máximas y Mínimas de Febrero del 2019.*

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD (%)
	MAX	MIN	
1/02/2019	29.3	23.5	91.0
2/02/2019	28.1	22.8	90.0
3/02/2019	28.4	22.9	88.0
4/02/2019	28.0	23.3	90.0
5/02/2019	28.3	23.2	91.0
6/02/2019	27.6	22.8	92.0
7/02/2019	28.9	23.2	90.0
8/02/2019	26.3	23.0	91.0
9/02/2019	28.4	22.7	89.0
10/02/2019	28.8	23.4	87.0
11/02/2019	27.3	23.2	89.0
12/02/2019	28.2	23.3	89.0
13/02/2019	27.0	22.8	93.0
14/02/2019	28.0	22.6	91.0
15/02/2019	29.2	22.8	88.0
16/02/2019	28.7	22.8	88.0
17/02/2019	27.3	22.1	86.0
18/02/2019	29.0	22.9	86.0
19/02/2019	28.4	22.6	89.0
20/02/2019	29.0	24.5	75.0
21/02/2019	30.6	22.7	84.0
22/02/2019	26.7	22.0	86.0
23/02/2019	27.6	21.9	89.0
24/02/2019	27.3	22.0	84.0
25/02/2019	27.8	23.8	82.0
26/02/2019	28.0	23.1	81.0
27/02/2019	28.6	22.0	86.0
28/02/2019	29.6	21.7	88.0

Nota. Fuente: SENAMHI / DRD

Tabla 6*Temperatura Máximas y Mínimas de Marzo del 2019.*

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD (%)
	MAX	MIN	
1/03/2019	29.0	21.6	89.0
2/03/2019	28.7	22.4	85.0
3/03/2019	27.6	21.8	85.0
4/03/2019	28.2	21.1	89.0
5/03/2019	27.9	21.5	90.0
6/03/2019	25.9	21.1	88.0
7/03/2019	27.3	21.3	92.0
8/03/2019	28.5	21.6	90.0
9/03/2019	27.6	21.1	89.0
10/03/2019	27.1	21.7	85.0
11/03/2019	29.0	21.9	86.0
12/03/2019	27.6	21.5	89.0
13/03/2019	31.0	21.2	89.0
14/03/2019	29.7	20.8	92.0
15/03/2019	26.1	20.5	94.0
16/03/2019	26.4	19.6	97.0
17/03/2019	27.4	19.9	92.0
18/03/2019	26.4	19.9	93.0
19/03/2019	25.4	19.4	89.0
20/03/2019	26.2	19.5	88.0
21/03/2019	25.7	19.6	88.0
22/03/2019	25.6	20.2	84.0
23/03/2019	25.3	19.8	89.0
24/03/2019	26.0	20.1	88.0
25/03/2019	25.3	20.0	87.0
26/03/2019	24.5	19.5	90.0
27/03/2019	25.9	19.5	92.0
28/03/2019	26.0	20.4	89.0
29/03/2019	26.5	19.9	91.0
30/03/2019	26.0	19.9	90.0
31/03/2019	25.3	20.0	90.0

Nota. Fuente: SENAMHI / DRD

Tabla 7*Temperatura Máximas del 2018 y 2019.*

Día	Enero (2018)	Febrero (2018)	Marzo (2018)	Enero (2019)	Febrero (2019)	Marzo (2019)
1	26.2	26.2	26.2	24.8	29.3	29.0
2	26.2	26.2	26.2	26.1	28.1	28.7
3	26.2	26.2	26.2	24.8	28.4	27.6
4	26.2	26.2	26.2	25.9	28.0	28.2
5	26.2	26.2	26.2	26.1	28.3	27.9
6	26.2	26.2	26.2	25.4	27.6	25.9
7	26.2	26.2	27.6	27.7	28.9	27.3
8	26.2	26.2	26.6	27.5	26.3	28.5
9	26.2	26.2	27.3	27.2	28.4	27.6
10	26.2	26.4	26.4	25.7	28.8	27.1
11	26.2	26.2	26.7	26.3	27.3	29.0
12	26.2	26.2	26.2	25.9	28.2	27.6
13	26.2	29.4	26.2	25.4	27.0	31.0
14	26.2	26.2	26.3	25.2	28.0	29.7
15	26.2	26.2	27.5	25.3	29.2	26.1
16	27.0	27.7	27.6	23.8	28.7	26.4
17	26.2	27.8	27.9	23.3	27.3	27.4
18	26.2	26.2	27.3	24.3	29.0	26.4
19	26.2	27.5	26.2	25.0	28.4	25.4
20	26.2	28.1	26.2	26.0	29.0	26.2
21	26.2	26.4	26.2	26.1	30.6	25.7
22	26.2	26.2	26.2	26.9	26.7	25.6
23	26.7	26.2	26.2	27.2	27.6	25.3
24	26.2	27.6	26.2	26.0	27.3	26.0
25	27.2	26.2	26.2	27.1	27.8	25.3
26	26.2	26.2	26.2	28.2	28.0	24.5
27	26.2	26.2	26.9	25.9	28.6	25.9
28	26.2	26.2	28.2	29.6	29.6	26.0
29	26.2		26.2	30.0		26.5
30	26.5		26.2	29.2		26.0
31	26.2		26.2	27.8		25.3

Nota. Fuente: SENAMHI / DRD

Tabla 8

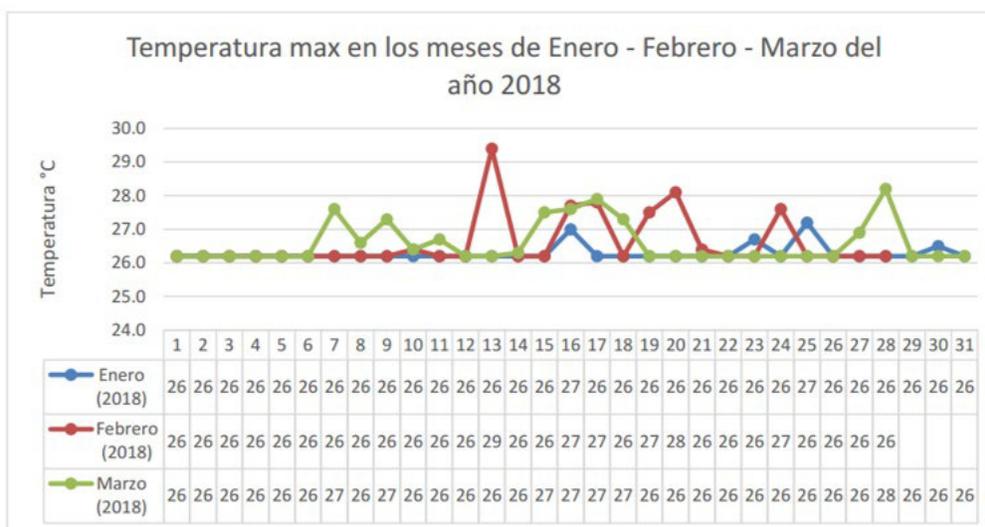
Temperatura Máximas de Enero, febrero y marzo, del 2018 y 2019.

Mes	Temperatura °C	
	2018	2019
Enero	27.2	30.0
Febrero	29.4	30.6
Marzo	28.2	31.0

Nota. Fuente: SENAMHI / DRD

Figura 8

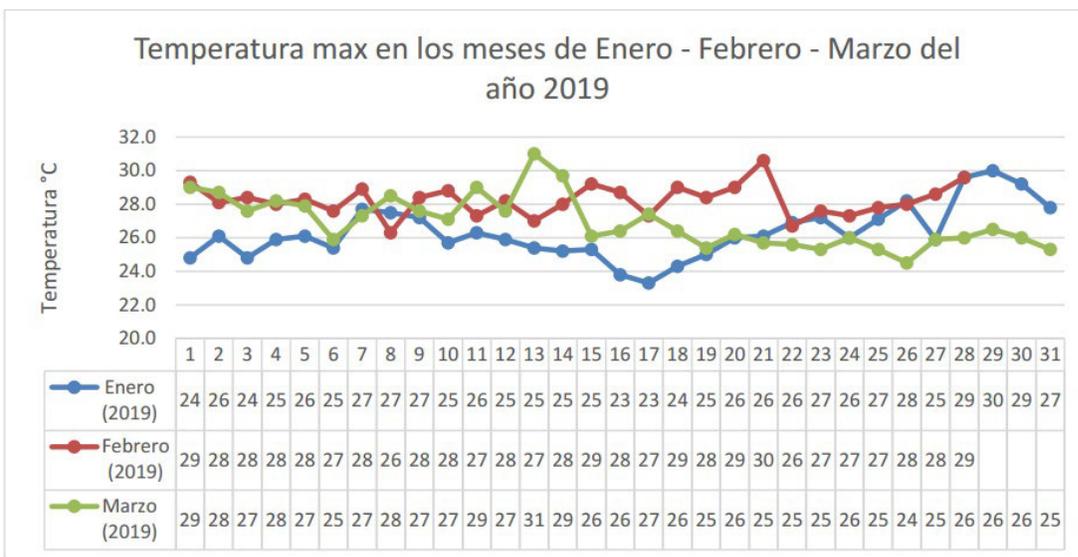
Temperaturas máximas en los meses de enero, febrero y marzo del 2018.



Nota. Fuente: SENAMHI / DRD

Figura 9

Temperaturas máximas en los meses de enero, febrero y marzo del 2019.



Nota. Fuente: SENAMHI / DRD

Figura 10

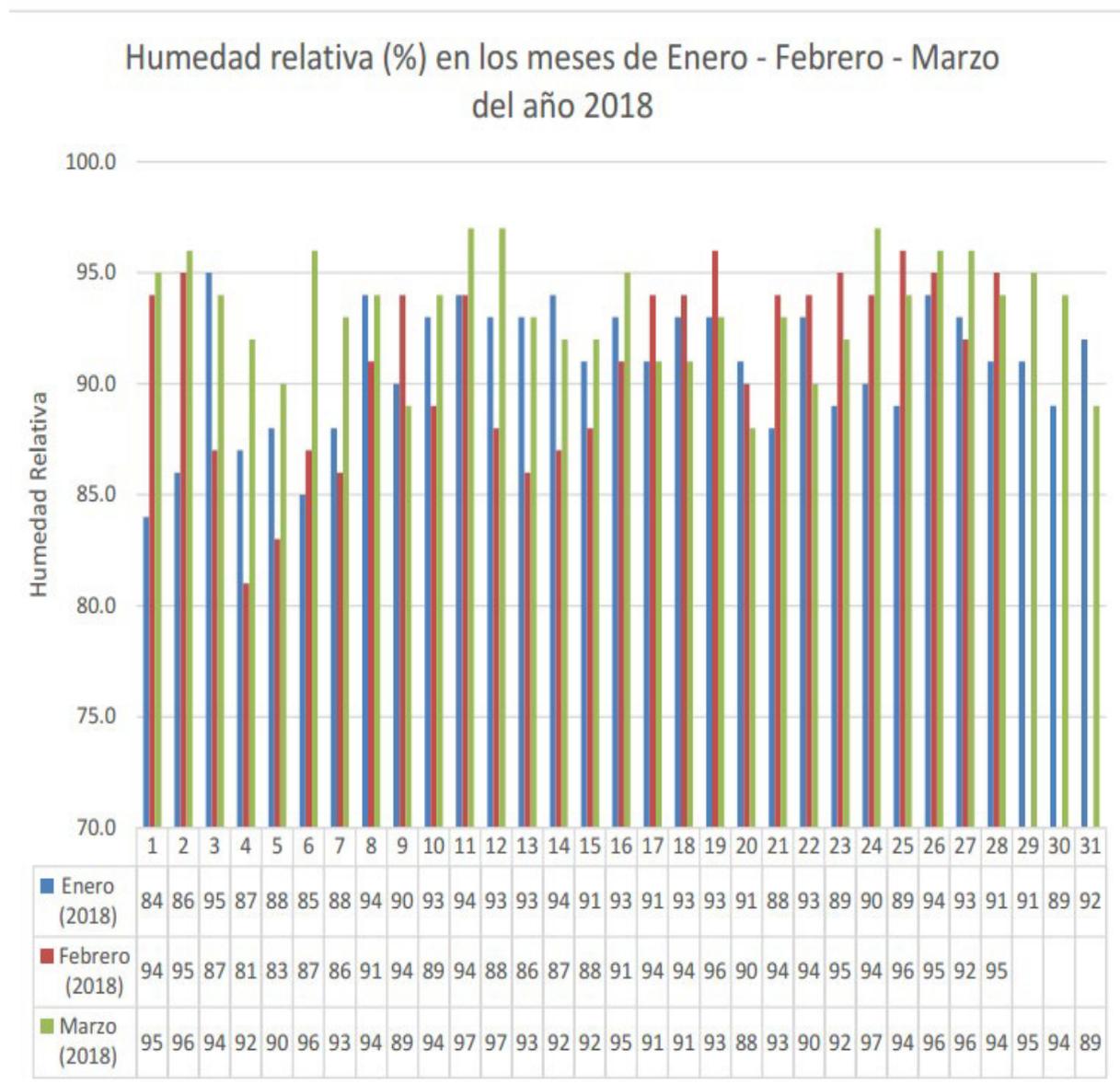
Temperaturas máximas de los meses de enero, febrero y marzo de los años 2018 y 2019.



Nota. Fuente: SENAMHI / DRD

Figura 11

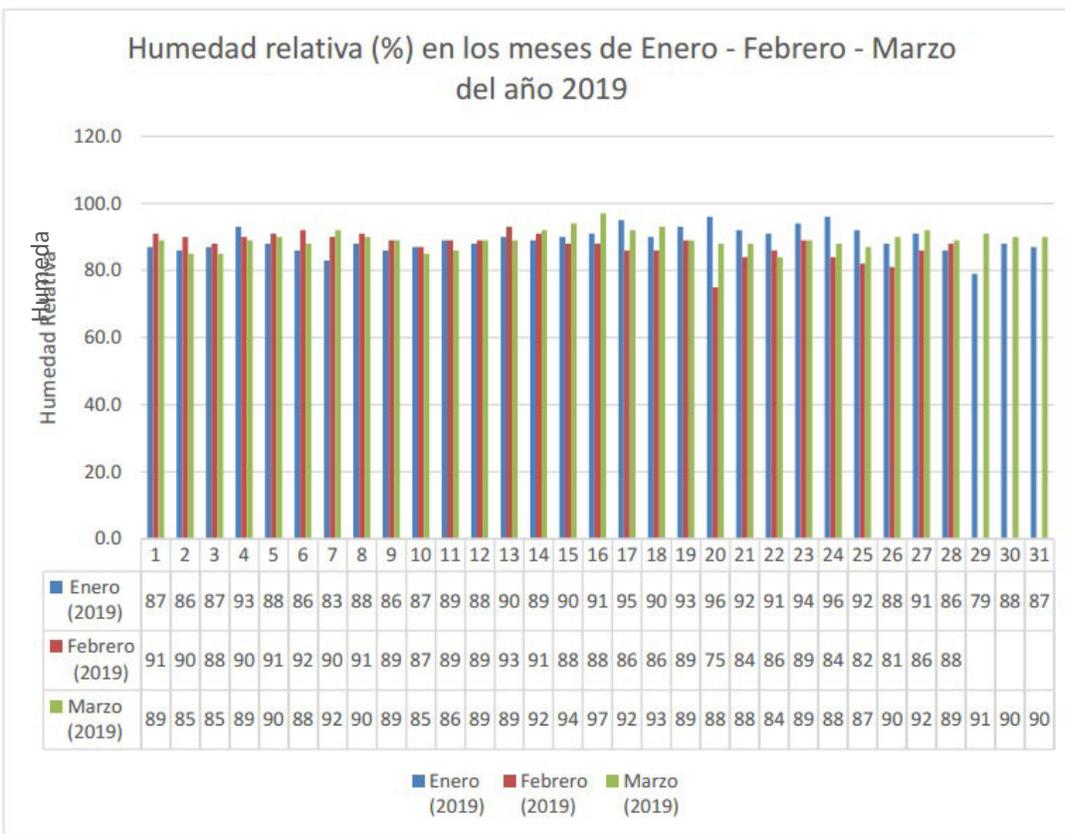
Humedad Relativa en los Meses de Enero, febrero y marzo del 2018.



Nota. Fuente: SENAMHI / DRD

Figura 12

Humedad Relativa en los Meses de Enero, Febrero y Marzo del 2019



Nota. Fuente: SENAMHI / DRD

Para las condiciones exteriores de planteamiento se usara datos estadísticos de humedades relativas y temperaturas conseguidas del Senamhi para el presente computo, teniendo en contemplación las máximas temperaturas conseguidas para impedir que la estructura sea insuficiente cuando se exhiba dicho requisito, para el presente caso se ha adquirido los siguientes valores.

Temperatura de Bulbo Seco : 87.8°F

Humedad Relativa : 89%

Las tablas que se utilizaran para elaborar el computo de calor por conducción y radiación están justificadas para las condiciones del 13 de marzo del 2019 a las 13:00, horario en el cual se dieron las condiciones máximas según data de Senamhi.

Figura 13

Vista del plano de planta con medidas (cotas) de las oficinas.



Nota. Fuente: Elaboración Propia

3.4 Carga térmica generada a través de paredes exteriores.

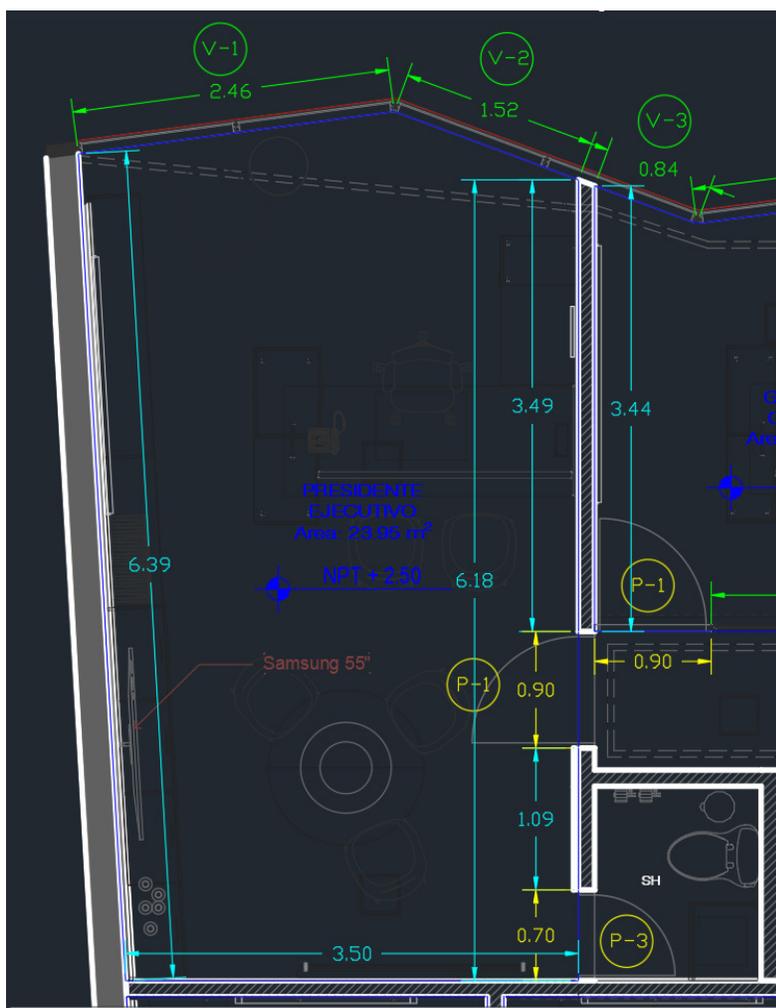
En el presente proyecto no existen paredes que tengan contacto con el exterior, por tal motivo no existe carga térmica producida por medio de paredes externas.

3.5. Carga térmica generada por conducción a través de vidrios externo

Se realizará el análisis para el ambiente “Presidente ejecutivo”.

Figura 14

Vista del plano de planta con medidas (cotas) del ambiente “Presidente ejecutivo”.



Nota. Fuente: Elaboración Propia

La carga térmica se obtiene usando la ecuación 1:

$$Q = UxAxDTCE_e$$

Empleando la ecuación 3:

$$DTCE_e = DTCE + (78 - t_R) + (t_0 - 85) \dots (1)$$

El $DTCE$ se obtiene de la Tabla 24, interpolando se obtiene la $DTCE=11^\circ F$, luego reemplazando el valor obtenido en (1), se obtiene:

$$DTCE_e = 11 + (78 - 71) + (87.8 - 85)$$

$$DTCE_e = 20.8 \text{ } ^\circ F \dots (2)$$

El valor de U se obtiene de la Tabla 23, las mamparas son un tipo de vidriado aislante – con espacio doble de aire de 1/4" (exterior), su valor sería $U=0.61 \text{ BTU/h-ft}^2\text{-}^\circ F$

El área sería el siguiente:

$$A=3.98 \times 2.50=9.95 \text{ m}^2=107.10 \text{ ft}^2 \dots (3)$$

Reemplazándolos " U ", (2) y (3) en la ecuación 1, obtenemos:

$$Q = UxAxDTCE_e$$

$$Q = 0.61 \times 107.10 \times 20.8$$

$$Q = 1358.90 \text{ BTU/h}$$

Debido a que el proyecto tiene 13 ambientes para climatizar, se calculara el área de las mamparas (ventanas) correspondiente de cada ambiente con los datos de los planos de arquitectura, los cuales serían los siguientes:

Tabla 9

Área de las mamparas que tienen contacto con el exterior del proyecto.

Ambiente	Ancho (m)	Alto (m)	Área de mamparas exteriores (m ²)	Área de mamparas exteriores (ft ²)
1. Presidente Ejecutivo	3.98	2.50	9.95	107.10
2. Gerencia General	3.23	2.50	8.08	86.92
3. Directorio	4.42	2.50	11.05	118.94
4. Gerencia Legal	-	-	-	-
5. Oficina G. Ochoa	-	-	-	-
6. Oficina C. Wong	-	-	-	-
7. Sala de reuniones 01	-	-	-	-
8. Sala de reuniones 02	-	-	-	-
9. Oficina 2	-	-	-	-
10. Oficina Jimmy	-	-	-	-
11. Oficina 1	-	-	-	-
12. Back Office	-	-	-	-
13. Recepción	-	-	-	-

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Para los demás ambientes se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 10

Cargas térmicas generadas por conducción a través de vidrios externos.

Ambiente	U (BTU/h-ft ² - °F)	A (ft ²)	DTCEe (°F)	Q (BTU/h)
1. Presidente ejecutivo	0.61	107.10	20.80	1358.90
2. Gerencia General	0.61	86.92	20.80	1102.82
3. Directorio	0.61	118.94	20.80	1509.13
4. Gerencia Legal	-	-	-	-
5. Oficina G. Ochoa	-	-	-	-
6. Oficina C. Wong	-	-	-	-
7. Sala de reuniones 01	-	-	-	-
8. Sala de reuniones 02	-	-	-	-
9. Oficina 2	-	-	-	-
10. Oficina Jimmy	-	-	-	-
11. Oficina 1	-	-	-	-
12. Back Office	-	-	-	-
13. Recepción	-	-	-	-

Nota. Fuente: Elaboración Propia

3.6 Carga térmica generada a través de paredes internas

Se realizará el estudio para el ambiente “Presidente ejecutivo”.

La carga térmica se obtiene usando la ecuación 4:

$$Q = UxAxDT$$

El valor de U se obtiene de la Tabla 27, las paredes son ladrillo común de 4” (Tipo D),

su valor sería: $U=0.415 \text{ BTU/h-ft}^2\text{-}^\circ\text{F}$.

El valor del área de las paredes según los datos del plano de arquitectura y la Figura 14, se calcularía de la siguiente manera:

$$A = (6.39 \times 2.50) + (3.50 \times 2.50) + (6.18 \times 2.50)$$

$$A = 40.175 \text{ m}^2$$

A este resultado debemos restarle el área de las puertas tipo P-1 y P-3, sus dimensiones son:

Figura 15

Cuadro de vanos de puertas.

CUADRO DE VANOS PUERTAS			
TIPO	ANCHO	ALTO	ALF.
P-1	0.90	2.20	---
P-2	0.80	2.20	---
P-3	0.70	2.20	---

Nota. Fuente: Elaboración Propia

El área de paredes internas sería:

$$A = 40.175 - (0.90 \times 2.20) - (0.70 \times 2.20)$$

$$A = 36.66 \text{ m}^2$$

$$A = 394.55 \text{ ft}^2 \dots (4)$$

Para obtener DT emplearemos una aproximación de 5°F menos que la Temperatura de diseño exterior:

$$DT = ((87.8 - 5) - 75)$$

$$DT = 7.8 \text{ } ^\circ F \text{ (5)}$$

Ahora reemplazamos el valor de “ U ”, (4) y (5) en la ecuación 4, la carga térmica sería:

$$Q = 0.415 \times 394.55 \times 7.8$$

$$Q = 1277.76 \text{ BTU/h}$$

Debido a que el proyecto tiene 13 ambientes para climatizar, se calculara el área de las paredes internas correspondiente de cada ambiente con los datos de los planos de arquitectura, los cuales serían los siguientes:

Tabla 11

Área de las paredes internas de los ambientes del proyecto.

Ambiente	Área de paredes interiores (m ²)	Área de paredes interiores (ft ²)
1. Presidente Ejecutivo	36.66	394.55
2. Gerencia General	18.10	194.77
3. Directorio	36.77	395.79
4. Gerencia Legal	33.25	357.85
5. Oficina G. Ochoa	21.97	236.48
6. Oficina C. Wong	17.40	187.24
7. Sala de reuniones 01	10.51	113.13
8. Sala de reuniones 02	33.42	359.73
9. Oficina 2	11.44	123.14
10. Oficina Jimmy	14.37	154.62
11. Oficina 1	12.39	133.36
12. Back Office	46.28	498.10

13. Recepción	39.01	419.86
---------------	-------	--------

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Para los demás ambientes se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 12

Cargas térmicas generadas por conducción a través de paredes internac

Ambiente	U (BTU/h-ft ² - °F)	A (ft ²)	DT (°F)	Q (BTU/h)
1. Presidente Ejecutivo	0.415	394.55	7.80	1277.16
2. Gerencia General	0.415	194.77	7.80	630.48
3. Directorio	0.415	395.79	7.80	1281.17
4. Gerencia Legal	0.415	357.85	7.80	1158.35
5. Oficina G. Ochoa	0.415	236.48	7.80	765.50
6. Oficina C. Wong	0.415	187.24	7.80	606.09
7. Sala de reuniones 01	0.415	113.13	7.80	366.20
8. Sala de reuniones 02	0.415	359.73	7.80	1164.45
9. Oficina 2	0.415	123.14	7.80	398.60
10. Oficina Jimmy	0.415	154.62	7.80	500.52
11. Oficina 1	0.415	133.36	7.80	431.70
12. Back Office	0.415	498.10	7.80	1612.35
13. Recepción	0.415	419.86	7.80	1359.08

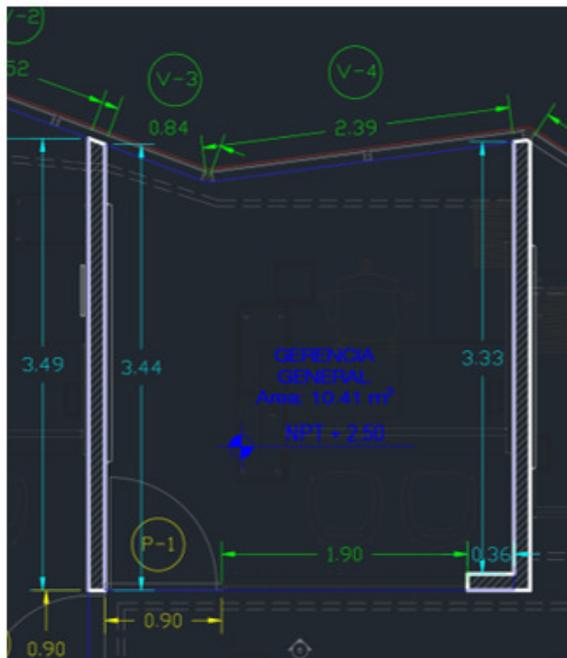
Nota. Fuente: Elaboración Propia

3.7 Carga térmica generada a través de ventanas internas

Debido a que el ambiente “Presidente ejecutivo” no tiene ventanas internas, se realizará el análisis para el ambiente “Gerencia general”.

Figura 16

Vista del plano de planta con medidas (cotas) del ambiente “Presidente ejecutivo”.



Nota. Fuente: Elaboración Propia

La carga térmica se obtiene usando la ecuación 4:

$$Q = UxAxDT$$

El valor de U se obtiene de la Tabla 23, las mamparas son un tipo de vidriado aislante – espacio doble de aire de 1/4" (interior), su valor sería $U=0.49$ BTU/h-ft²-°F.

El valor del área de las paredes según los datos del plano de arquitectura y la Figura 16, se calcularía de la siguiente manera:

$$A = 1.90 \times 2.50 = 4.75 \text{ m}^2 = 51.13 \text{ ft}^2 \dots (6)$$

Para obtener DT emplearemos una acercamiento de 5°F inferior a la Temperatura de diseño externo:

$$DT = ((87.8 - 5) - 75)$$

$$DT = 7.8^\circ\text{F} \dots (7)$$

Ahora reemplazamos el valor de “ U ”, (6) y (7) en la ecuación 4, la carga térmica sería:

$$Q = 0.49 \times 51.13 \times 7.8$$

$$Q = 195.41 \text{ BTU/h}$$

Debido a que el proyecto tiene 13 ambientes para climatizar, se calculara el área de los vidrios internos correspondiente de cada ambiente con los datos de los planos de arquitectura, los cuales serían los siguientes:

Tabla 13

Área de las mamparas internas de los ambientes del proyecto.

Ambiente	Área de mamparas interiores (m ²)	Área de mamparas interiores (ft ²)
1. Presidente Ejecutivo	-	-
2. Gerencia General	4.75	51.13
3. Directorio	7.35	79.11
4. Gerencia Legal	-	-
5. Oficina G. Ochoa	4.28	46.02
6. Oficina C. Wong	8.98	96.61
7. Sala de reuniones 01	6.53	70.23
8. Sala de reuniones 02	14.95	160.92
9. Oficina 2	11.10	119.48

10. Oficina Jimmy	11.65	125.40
11. Oficina 1	13.78	148.27
12. Back Office	38.60	415.49
13. Recepción	9.45	101.72

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Para los demás ambientes se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 14

Cargas térmicas generadas por conducción a través de mamparas internas.

Ambiente	U (BTU/h-ft ² -°F)	A (ft ²)	DT (°F)	Q (BTU/h)
1. Presidente Ejecutivo	0.49	-	7.80	0.00
2. Gerencia General	0.49	51.13	7.80	195.41
3. Directorio	0.49	79.11	7.80	302.38
4. Gerencia Legal	0.49	-	7.80	0.00
5. Oficina G. Ochoa	0.49	46.02	7.80	175.87
6. Oficina C. Wong	0.49	96.61	7.80	369.23
7. Sala de reuniones 01	0.49	70.23	7.80	268.44
8. Sala de reuniones 02	0.49	160.92	7.80	615.04
9. Oficina 2	0.49	119.48	7.80	456.65
10. Oficina Jimmy	0.49	125.40	7.80	479.28
11. Oficina 1	0.49	148.27	7.80	566.70
12. Back Office	0.49	415.49	7.80	1587.99

13. Recepción	0.49	101.72	7.80	388.77
---------------	------	--------	------	---------------

Nota. Fuente: Elaboración Propia

3.8 Carga térmica generada de la radiación a través de los vidrios externos

Se realizará el análisis para el ambiente “Presidente ejecutivo”.

La carga térmica se obtiene usando la ecuación 5:

$$Q = FGCSxAxCSxFCE$$

Para calcular $FGCS$, para el caso de nuestro proyecto se encuentra en el Sur, latitud 12° SW, de acuerdo a nuestra bibliografía, solo tenemos datos de $FGCS$ para latitudes Norte según la Tabla 28, desarrollamos la semejanza usando la Tabla 29, su equivalencia sería: hemisferio Norte con coordenadas NW, ahora usando la Tabla F obtenemos:

$$FGCS = 156 \text{ BTU/h} - ft^2 \dots (8)$$

El área sería:

$$A = (2.46 \times 1.52) \times 2.50 = 9.95 \text{ m}^2 = 107.10 \text{ ft}^2 \dots (9)$$

Para calcular el coeficiente de sombreado “ CS ”, el tipo de vidrio (mampara) es aislante doble de 1/4" carente de sombra interna, utilizando la Tabla 30 tenemos:

$$CS = 0.81 \dots (10)$$

Para calcular el valor de carga de enfriamiento FCE , debemos tener en cuenta que tenemos una edificación media de muro externo de 4 pulgadas, con localización geográfica SW a las 13:00 horas, usando la Tabla 31, obtenemos:

$$FCE = 0.24 \dots (11)$$

Reemplazando (8), (9), (10) y (11) en la ecuación 5:

$$Q = 156 \times 107.10 \times 0.81 \times 0.24$$

$$Q = 3247.98 \text{ BTU/h}$$

Debido a que el proyecto tiene 13 ambientes para climatizar. La carga térmica de los otros ambientes sería:

Tabla 15

Cargas térmicas generadas de la radiación a través de mamparas externos.

Ambiente	FGCS (BTU/h-ft ²)	A (ft ²)	CS	FCE	Q (BTU/h)
1. Presidente Ejecutivo	156.00	107.10	0.81	0.24	3247.98
2. Gerencia General	156.00	86.92	0.81	0.24	2635.93
3. Directorio	156.00	118.94	0.81	0.24	3607.06
4. Gerencia Legal	-	-	-	-	-
5. Oficina G. Ochoa	-	-	-	-	-
6. Oficina C. Wong	-	-	-	-	-
7. Sala de reuniones 01	-	-	-	-	-
8. Sala de reuniones 02	-	-	-	-	-
9. Oficina 2	-	-	-	-	-
10. Oficina Jimmy	-	-	-	-	-
11. Oficina 1	-	-	-	-	-
12. Back Office	-	-	-	-	-
13. Recepción	-	-	-	-	-

Nota. Fuente: Elaboración Propia

3.9 Carga térmica generada por alumbrado

Se realizará el estudio para el ambiente “Presidente ejecutivo”.

La carga térmica se obtiene usando la ecuación 6:

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

Calculamos la capacidad de alumbrado “ W ”, para el ambiente a analizar sería el siguiente:

$$W = (9 \times 20) + (4 \times 24) + (1 \times 12)$$

$$W = 288 \text{ watts} \dots (12)$$

El factor de balastro “ FB ”, se relaciona de forma directa con el tipo de luminosidad, para este proyecto sería:

$$FB = 1.25 \dots (13)$$

El factor de carga de enfriamiento debido a las horas de ocupación se recomienda:

$$FCE = 1 \dots (14)$$

Ahora reemplazando (12), (13) y (14) en la ecuación 6:

$$Q = 3.4 \times 288 \times 1.25 \times 1$$

$$Q = 1224.0 \text{ BTU/h}$$

Debido a que el proyecto tiene 13 ambientes para climatizar. La carga térmica de los otros ambientes sería:

Tabla 16*Cargas térmicas generadas por alumbrado.*

Ambiente	W (watts)	FB	FCE	Q (BTU/h)
1. Presidente Ejecutivo	288.00	1.25	1.00	1224.00
2. Gerencia General	92.00	1.25	1.00	391.00
3. Directorio	216.00	1.25	1.00	918.00
4. Gerencia Legal	42	1.25	1.00	178.50
5. Oficina G. Ochoa	42	1.25	1.00	178.50
6. Oficina C. Wong	42	1.25	1.00	178.50
7. Sala de reuniones 01	214	1.25	1.00	909.50
8. Sala de reuniones 02	236	1.25	1.00	1003.00
9. Oficina 2	16	1.25	1.00	68.00
10. Oficina Jimmy	60	1.25	1.00	255.00
11. Oficina 1	16	1.25	1.00	68.00
12. Back Office	283	1.25	1.00	1202.75
13. Recepción	150	1.25	1.00	637.50

Nota. Fuente: Elaboración Propia

3.10 Carga térmica generada por personas

Se realizará el análisis para el ambiente “Presidente ejecutivo”, el cual contempla 7 personas.

Se da de acuerdo a las actividades de las personas en el recinto, las ganancias de carga son sensibles y latentes, las cuales se hallan de la siguiente forma:

Para el calor sensible se usa la ecuación 7:

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

El valor de “ q_s ” se halla de la Tabla 31, debido a que el proyecto son oficinas, el valor seria:

$$q_s = 230 \text{ BTU/h} \dots (15)$$

Debido a que la estructura de climatización se apacigua durante las noches, se estima el factor de enfriamiento $FCE=1$.

Entonces reemplazando (15), “FCE” en la ecuación 7, se obtiene:

$$Q_s = 230 \times 7 \times 1$$

$$Q_s = 1610 \text{ BTU/h}$$

Debido a que el proyecto tiene 13 ambientes para climatizar. La carga térmica de los otros ambientes seria:

Tabla 17

Cargas térmicas sensible generadas por personas.

Ambiente	q_s (BTU/h)	n	FCE	Q (BTU/h)
1. Presidente Ejecutivo	230.00	7.00	1.00	1610.00
2. Gerencia General	230.00	4.00	1.00	920.00
3. Directorio	230.00	15.00	1.00	3450.00
4. Gerencia Legal	230.00	5.00	1.00	1150.00
5. Oficina G. Ochoa	230.00	3.00	1.00	690.00
6. Oficina C. Wong	230.00	3.00	1.00	690.00
7. Sala de reuniones 01	230.00	9.00	1.00	2070.00
8. Sala de reuniones 02	230.00	11.00	1.00	2530.00
9. Oficina 2	230.00	3.00	1.00	690.00

10. Oficina Jimmy	230.00	3.00	1.00	690.00
11. Oficina 1	230.00	3.00	1.00	690.00
12. Back Office	230.00	13.00	1.00	2990.00
13. Recepción	230.00	3.00	1.00	690.00

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Para el calor latente se usa la ecuación 8:

$$Q_l = q_l \times n$$

El valor de “ q_l ” se halla de la Tabla 32, debido a que el proyecto son oficinas, el valor seria:

$$q_l = 190 \text{ BTU/h} \dots (16)$$

Entonces reemplazando (16) en la ecuación 8, se obtiene:

$$Q_l = 190 \times 7$$

$$Q_l = 1330 \text{ BTU/h} \dots (17)$$

Debido a que el proyecto tiene 13 ambientes para climatizar. La carga térmica de los otros ambientes seria:

Tabla 18

Cargas térmicas latentes generadas por personas.

Ambiente	q_l (BTU/h)	n	Q (BTU/h)
1. Presidente Ejecutivo	190.00	7.00	1330.00
2. Gerencia General	190.00	4.00	760.00

3. Directorio	190.00	15.00	2850.00
4. Gerencia Legal	190.00	5.00	950.00
5. Oficina G. Ochoa	190.00	3.00	570.00
6. Oficina C. Wong	190.00	3.00	570.00
7. Sala de reuniones 01	190.00	9.00	1710.00
8. Sala de reuniones 02	190.00	11.00	2090.00
9. Oficina 2	190.00	3.00	570.00
10. Oficina Jimmy	190.00	3.00	570.00
11. Oficina 1	190.00	3.00	570.00
12. Back Office	190.00	13.00	2470.00
13. Recepción	190.00	3.00	570.00

Nota. Fuente: Elaboración Propia

3.11 Carga térmica generada por equipos

Se realizará el análisis para el ambiente “Presidente ejecutivo”, el cual contempla 1 computadora y 1 televisor.

Para este caso usaremos la Tabla 33:

$$Q_{equipos} = (1 \times 200) + (1 \times 200)$$

$$Q_{equipos} = 400W = 1364.84 \text{ BTU/h}$$

Debido a que el proyecto tiene 13 ambientes para climatizar. La carga térmica de los otros ambientes sería:

Tabla 19*Cargas térmicas generadas por equipos.*

Ambiente	Equipos	Q (W)	Q (BTU/h)
1. Presidente Ejecutivo	1 televisor 1 Computadora	400.00	1364.84
2. Gerencia General	1 computadora	200.00	682.42
3. Directorio	1 televisor	200.00	682.42
4. Gerencia Legal	1 computadora	200.00	682.42
5. Oficina G. Ochoa	1 computadora 1 impresora	350.00	1194.24
6. Oficina C. Wong	1 computadora 1 impresora	350.00	1194.24
7. Sala de reuniones 01	1 televisor	200.00	682.42
8. Sala de reuniones 02	1 televisor	200.00	682.42
9. Oficina 2	1 computadora 1 impresora	350.00	1194.24
10. Oficina Jimmy	1 computadora 1 impresora	350.00	1194.24
11. Oficina 1	1 computadora 1 impresora	350.00	1194.24
12. Back Office	11 computadora 1 cafetera 1 impresora	2950.00	10065.70
13. Recepción	1 computadora 1 impresora	350.00	1194.24

Nota. Fuente: Elaboración Propia

3.12 Transferencia de calor por infiltración

Se realizará el análisis para el ambiente “Presidente ejecutivo”.

La carga térmica sensible se obtiene usando la ecuación 9:

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

De la Tabla 34, se obtiene el valor de “CFM”, para nuestro caso como son oficinas, usaremos los CFM recomendados de tabla:

$$CFM = 25ft^2/min \dots (18)$$

El valor de “CT”, sería:

$$CT = (87.8 - 71) = 16.8 \text{ } ^\circ F \dots (19)$$

Reemplazando (18) y (19) en la ecuación 9:

$$Q_s = 1.1 \times 25 \times 16.8$$

$$Q_s = 462.00 \text{ BTU/h}$$

Debido a que el proyecto tiene 13 ambientes para climatizar. La carga de calor de los otros ambientes sería:

Tabla 20

Cargas de calor sensible generadas debido al aire de ventilación.

Ambiente	CFM (ft ² /min)	CT (°F)	Q (BTU/h)
1. Presidente Ejecutivo	25.00	16.80	462.00
2. Gerencia General	25.00	16.80	462.00
3. Directorio	25.00	16.80	462.00
4. Gerencia Legal	25.00	16.80	462.00
5. Oficina G. Ochoa	25.00	16.80	462.00
6. Oficina C. Wong	25.00	16.80	462.00
7. Sala de reuniones 01	40.00	16.80	739.20
8. Sala de reuniones 02	40.00	16.80	739.20
9. Oficina 2	25.00	16.80	462.00
10. Oficina Jimmy	25.00	16.80	462.00
11. Oficina 1	25.00	16.80	462.00
12. Back Office	40.00	16.80	739.20

13. Recepción	25.00	16.80	462.00
---------------	-------	-------	---------------

Nota. Fuente: Elaboración Propia

La carga térmica latente se obtiene usando la ecuación 10:

$$Q_l = 0.68 \times CFM \times (W_e - W_i)$$

De la Tabla 33, se obtiene el valor de “CFM”, para nuestro caso como son oficinas, usaremos los CFM recomendados de tabla:

$$CFM = 25 \text{ ft}^2/\text{min} \dots (20)$$

Los nexos de saturación para las condiciones exteriores e interiores son 95.0 y 77.0 g agua/lb a.s.

Reemplazando los valores anteriores y (20) en la ecuación 10:

$$Q_l = 0.68 \times 25 \times (95.0 - 77.0)$$

$$Q_l = 306.00 \text{ BTU/h}$$

Debido a que el proyecto tiene 13 ambientes para climatizar. La carga de calor de los otros ambientes sería:

Tabla 21

Cargas de calor latente generadas debido al aire de ventilación.

Ambiente	CFM (ft ² /min)	W _e - W _i	Q (BTU/h)
1. Presidente Ejecutivo	25.00	18.00	306.00
2. Gerencia General	25.00	18.00	306.00
3. Directorio	25.00	18.00	306.00
4. Gerencia Legal	25.00	18.00	306.00
5. Oficina G. Ochoa	25.00	18.00	306.00

6. Oficina C. Wong	25.00	18.00	306.00
7. Sala de reuniones 01	40.00	18.00	489.60
8. Sala de reuniones 02	40.00	18.00	489.60
9. Oficina 2	25.00	18.00	306.00
10. Oficina Jimmy	25.00	18.00	306.00
11. Oficina 1	25.00	18.00	306.00
12. Back Office	40.00	18.00	489.60
13. Recepción	25.00	18.00	306.00

Nota. Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 4 – ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 Cargas térmicas totales para cada ambiente de las oficinas Algeciras II

El resultado del cómputo de la carga térmica latente y sensible para cada ambiente fue resumido en las tablas anteriores, ahora sumando todas las cargas térmicas por ambiente, se obtendría los resultados a continuación:

Tabla 22

Cargas térmicas totales de las oficinas Algeciras II.

Ambiente	Q_s (BTU/h)	Q_l (BTU/h)	Q_{total} (BTU/h)
1. Presidente Ejecutivo	10544.88	1636.00	12180.88
2. Gerencia General	7020.06	1066.00	8086.06
3. Directorio	12212.15	3156.00	15368.15
4. Gerencia Legal	3631.27	1256.00	4887.27
5. Oficina G. Ochoa	3466.10	876.00	4342.10
6. Oficina C. Wong	3500.05	876.00	4376.05
7. Sala de reuniones 01	5035.75	2199.60	7235.35
8. Sala de reuniones 02	6734.10	2579.60	9313.70
9. Oficina 2	3269.49	876.00	4145.49
10. Oficina Jimmy	3581.03	876.00	4457.03
11. Oficina 1	3412.64	876.00	4288.64
12. Back Office	18197.99	2959.60	21157.59
13. Recepción	4731.58	876.00	5607.58

Nota. Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 5 – CONCLUSIONES

5.1 Conclusión general

La carga térmica se realizó teniendo en cuenta el calor sensible y latente, los resultados obtenidos están en la Tabla 22.

5.2 Conclusiones específicas

- Usando datos del Senamhi, tomando las condiciones críticas de temperatura (enero, febrero y marzo) del 2019, se obtuvo los requisitos exteriores de planteamiento:
 - Temperatura de Bulbo Seco: 87.8°F
 - Humedad relativa: 89%
- Se uso datos del proyecto, tales como: tipo de material, ubicación geográfica, orientación cardinal, etc., para obtener valores de carga térmica más precisos.

CAPÍTULO 6 – RECOMENDACIONES

- Para tener un cálculo más preciso de la carga térmica a extraer del recinto, se recomienda conocer y tener datos reales del recinto.
- Se sugiere realizar el cálculo en el mes y día más caluroso según el registro obtenido por los datos estadísticos del Senamhi, debido a que el diseño se debe dar para la condición más crítica.

CAPITULO 7 – BIBLIOGRAFÍA

- EDWARD G. PITA, Acondicionamiento de aire, principios y sistemas, segunda edición.
- ASHRAE, Handbook & Product Directory, 1985 Fundamentalsl.
- Manual de acondicionamiento de aire – Carrier.
- MANUAL AZAHUANCHE ASMAT, sistema de aire acondicionado.
- ASHRAE, Load Calculation Manual, 1979.

ANEXOS

Tabla 23

Coefficiente global U de transferencia de calor para el vidrio ($BTU/hr-ft^2-^{\circ}F$).

Paneles verticales (ventanas exteriores, puertas corredizas de vidrio y particiones) Vidrio plano, tragaluz y lámina de plástico		Paneles horizontales — vidrio plano, tragaluz y domos de plástico			
Descripción	Exterior		Descripción	Interior	
	Invierno	Verano		Invierno	Verano
Vidrio plano vidrio sencillo vidrio aislante - doble espacio de aire de 1/4" ^a espacio de aire de 1/2" ^b espacio de aire de 1/2" ^b recubrimiento de baja emisión ^c e = 0.20 e = 0.40 e = 0.60 Vidrio aislante - triple ^d Espacio de aire de 1/4" ^a espacio de aire de 1/2" ^b Ventanas dobles espacio de aire de 1" a 4" ^e	1.10	1.04	0.73	0.96	0.83
	0.58	0.61	0.49	0.65	0.54
	0.49	0.56	0.46	0.59	0.49
	0.32	0.38	0.32	0.48	0.36
	0.38	0.45	0.38	0.42	0.42
	0.43	0.51	0.42	0.56	0.46
	0.39	0.44	0.38	0.53	0.35
	0.31	0.39	0.30	0.51	0.34
	0.50	0.50	0.44	1.15	0.80
	0.70	0.46	--	0.70	0.46
Lámina de plástico sencilla 1/8" espesor 1/4" espesor 1/2" espesor unidad aislante - doble espacio de aire de 1/4" ^a espacio de aire de 1/2" ^b Tragaluz ^a 6 x 6 x 4 in espesor 8 x 8 x 4 in espesor — con divisor del hueco 12 x 12 x 4 in espesor — con divisor del hueco 12 x 12 x 2 in espesor	1.06	0.98	--	1.00	1.00
	0.96	0.89	--	0.90	0.95
	0.81	0.76	--	0.80	0.85
	0.55	0.56	--	1.00	1.20 ^a
	0.43	0.45	--	0.95	1.00
	0.60	0.57	0.46	1.00	1.10 ^a
	0.56	0.54	0.44	0.95	0.90
	0.48	0.46	0.38	0.80	0.80
	0.52	0.50	0.41	1.00	1.20 ^a
	0.44	0.42	0.36	0.95	1.00
0.60	0.57	0.46	1.00	1.10 ^a	
Factores de ajuste para paneles verticales y horizontales					
Descripción		Vidrio sencillo	Vidrio doble o triple	Ventanas dobles	Ventanas dobles
Ventanas		1.00	1.00	1.00	1.00
Todas de vidrio		0.90	0.95	0.95	0.90
Marco de madera - 80% vidrio		0.80	0.85	0.85	0.80
Marco de metal - 60% vidrio		1.00	1.20 ^a	1.20 ^a	1.20 ^a
Ventanas y puertas corredizas de vidrio		0.95	1.00	--	--
Marco de madera		1.00	1.10 ^a	--	--
Marco de metal		1.00	1.10 ^a	--	--

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Tabla 24

Diferencia de conducción de carga de enfriamiento a través de un vidrio.

Hora	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
CLTD,F	0	-2	-2	0	4	9	13	14	12	8	4	2

Reproducido con permiso del 1985 Fundamentals, ASHRAE Handbook Product Directory.

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Tabla 25

Diferencias de temperaturas para cargas de enfriamiento (DTCE) para calcular cargas debidas a techos planos, 1°F.

Techo No.	Descripción de la construcción	Hora Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/h Ft ² °F	Hora solar, h																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Sin cielo raso suspendido																											
1.	Lámina de metal con aislamiento de 1 o 2 in	7	0.213 (0.124)	1	-2	-3	-3	-5	-3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	8	0.170	6	3	0	-1	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9	
3.	Concreto ligero de 4 in	18	0.213	9	5	2	0	-2	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13	
4.	Concreto pesado de 12 in con aislamiento de 2 in	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	-1	1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	62	54	45	36	29	22	17	
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	19	0.109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7
6.	Concreto ligero de 6 in	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34
8.	Concreto ligero de 8 in	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	52	0.203 (0.120)	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35
11.	Sistema de terrazas de techo	75	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37
12.	Concreto pesado de 6 in con aislamiento de 1 o 2 in	75	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	17	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40
Con cielo raso suspendido																											
1.	Lámina de acero con aislamiento de 1 o 2 in	9	0.134 (0.092)	2	0	-2	-3	-4	-4	-1	9	23	37	50	62	71	77	78	74	67	56	42	28	18	12	8	5
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	10	0.115	20	15	11	8	5	3	2	3	7	13	21	30	40	48	55	60	62	58	51	44	37	30	25	
3.	Concreto ligero de 1 in	20	0.134	19	14	10	7	4	2	0	0	4	10	19	29	39	48	56	62	65	64	61	54	46	38	30	24
4.	Concreto pesado de 2 in	30	0.131	28	25	23	20	17	15	13	13	14	16	20	25	30	35	39	43	46	47	46	44	41	38	35	32
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	10	0.083	25	20	16	13	10	7	5	5	7	12	18	25	33	41	48	53	57	57	56	52	46	40	34	29
6.	Concreto ligero de 6 in	26	0.109	32	28	23	19	16	13	10	8	7	8	11	16	22	29	36	42	48	52	54	54	51	47	42	37
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	15	0.096	34	31	29	26	23	21	18	16	15	15	16	18	21	25	30	34	38	41	43	44	44	42	40	37
8.	Concreto ligero de 4 in	33	0.093	39	36	33	29	26	23	20	18	15	14	14	15	17	20	25	29	34	38	42	45	46	45	44	42
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	53	0.128 (0.090)	30	28	27	26	24	22	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	38	38	38	37	36	34	33
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	15	0.072	35	33	30	28	26	24	22	20	18	18	18	20	22	25	28	32	35	38	40	41	41	40	39	37
11.	Sistema de terrazas de techo	77	0.082	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	22	23	23	25	26	28	29	31	32	33	33	33	33	32
12.	Concreto pesado con aislamiento de 1 a 2 in	77	0.125 (0.088)	29	28	27	26	25	24	23	22	21	21	22	23	25	26	28	30	32	33	34	34	34	33	32	31
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	19	0.082 (0.064)	35	34	33	32	31	29	27	26	24	23	22	21	22	24	25	27	30	32	34	35	36	37	36	

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Tabla 26

Diferencias de temperaturas para carga de enfriamiento (DTCE) para cálculo de carga de paredes al sol, 1°F.

Latitud norte, orientación de pared	Hora solar, h																								Hora de la DTCE máxima	DTCE mínima	DTCE máxima	Diferencia de DTCE	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
Paredes grupo A																													
N	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	2	10	14	4
NE	19	19	19	18	17	17	16	15	15	15	15	15	15	16	16	17	18	18	18	19	19	20	20	20	20	22	15	20	5
E	24	24	23	23	22	21	20	19	19	18	18	19	19	20	21	22	23	24	24	25	25	25	25	25	25	22	18	25	7
SE	24	23	23	22	21	20	20	19	18	18	18	18	18	19	20	21	22	23	23	24	24	24	24	24	22	18	24	6	
S	20	20	19	19	18	18	17	16	16	15	14	14	14	14	14	15	16	17	18	19	19	20	20	20	23	14	20	6	
SW	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	17	17	17	17	18	19	20	22	23	24	25	25	24	24	20	25	8
W	27	27	26	26	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	18	18	18	19	20	22	23	24	25	26	26	1	18	27	9
NW	21	21	21	20	20	19	19	18	17	16	16	15	15	15	14	14	14	15	16	17	18	19	20	21	1	14	21	7	
Paredes grupo B																													
N	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	9	8	8	8	9	9	10	11	12	13	14	14	15	15	24	8	15	7	
NE	19	18	17	16	15	14	13	12	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	21	20	20	21	21	12	21	9
E	23	22	21	20	18	17	16	15	15	15	17	19	21	22	24	25	26	26	27	27	27	26	26	25	24	20	15	27	12
SE	23	22	21	20	18	17	16	15	14	14	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	26	25	24	21	21	14	26	12
S	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	11	11	12	14	15	17	19	20	21	22	22	21	23	23	11	22	11
SW	27	26	25	24	22	21	19	18	16	15	14	14	13	13	14	15	17	20	22	25	27	28	28	28	24	24	13	28	15
W	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	14	15	17	19	22	25	27	29	29	30	24	24	14	30	16
NW	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	12	11	12	12	13	15	17	19	21	22	23	23	24	24	11	23	12
Paredes grupo C																													
N	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	7	8	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	17	22	7	17	10	
NE	19	17	16	14	13	11	10	10	11	13	15	17	19	21	22	24	25	26	27	27	27	26	26	25	20	20	10	23	13
E	22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22	25	27	29	29	30	30	30	29	28	27	26	24	18	18	12	30	18
SE	22	21	19	17	15	14	12	12	13	16	19	22	25	27	29	29	30	30	29	28	27	26	24	19	19	12	29	17	
S	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10	11	12	13	14	15	17	20	22	25	26	25	24	20	20	9	26	17
SW	27	26	25	24	22	21	19	18	16	15	13	12	11	11	11	12	15	18	22	26	29	32	33	32	31	22	11	33	22
W	31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12	12	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	33	22	22	12	35	23
NW	25	23	21	20	18	16	14	13	11	10	10	10	10	10	11	12	13	15	18	22	25	27	27	26	22	22	10	27	17
Paredes grupo D																													
N	15	13	12	10	9	7	6	6	6	6	6	6	7	8	10	12	13	15	17	18	19	19	19	18	21	6	19	13	
NE	17	15	13	11	10	8	7	8	10	14	17	20	22	23	23	24	24	25	25	24	23	22	20	18	19	19	7	25	18
E	19	17	15	13	11	9	8	9	12	17	22	27	30	30	33	33	32	32	31	30	28	26	24	22	16	16	8	33	25
SE	20	17	15	13	11	9	8	8	10	13	17	22	26	29	31	32	32	32	31	30	28	26	24	22	17	17	8	32	24
S	19	17	15	13	11	9	8	7	6	6	7	9	12	16	20	24	27	29	29	29	27	26	24	22	19	19	6	29	23
SW	28	25	22	19	16	14	12	10	9	8	8	8	10	12	16	21	27	32	36	38	38	37	34	31	21	21	8	38	30
W	31	27	24	21	18	15	13	11	10	9	9	9	10	11	14	18	24	30	36	40	41	40	38	34	21	21	9	41	32
NW	25	22	19	17	14	12	10	9	8	7	7	8	9	10	12	14	18	22	27	31	32	32	30	27	22	22	7	32	25
Paredes grupo E																													
N	12	10	8	7	5	4	3	4	5	6	7	9	11	15	17	19	20	21	23	20	18	16	14	30	3	23	19		
NE	13	11	9	7	6	4	5	9	15	20	24	25	25	26	26	26	26	25	24	22	19	17	15	16	16	16	4	26	22
E	14	12	10	8	6	5	6	11	18	26	33	36	38	39	36	34	33	32	30	28	25	22	20	17	13	13	5	38	33
SE	15	12	10	8	7	5	5	8	12	19	25	31	35	37	37	36	34	33	31	28	26	23	20	17	15	15	5	37	30
S	15	12	10	8	7	5	4	3	4	5	6	7	9	12	16	20	24	27	29	29	27	26	24	22	17	17	3	34	25
SW	22	18	15	12	10	8	6	5	5	5	6	7	9	12	18	24	32	38	43	45	44	40	35	30	26	19	5	45	40
W	26	21	17	14	11	9	7	6	6	6	6	7	9	11	14	20	27	36	43	49	49	45	40	34	29	30	6	49	43
NW	20	17	14	11	9	7	6	5	5	5	6	8	10	13	16	20	26	32	37	38	36	32	28	24	20	20	5	38	33
Paredes grupo F																													
N	8	6	5	3	2	1	2	4	6	7	9	11	14	17	19	21	22	23	24	23	20	16	13	11	19	1	24	23	
NE	9	7	5	3	2	1	5	14	23	28	30	29	28	27	27	27	26	24	22	19	16	13	11	11	11	1	30	29	
E	10	7	6	4	3	2	6	17	28	38	44	45	43	39	36	34	32	30	27	24	21	17	15	12	12	2	45	43	
SE	10	7	6	4	3	2	4	10	19	28	36	41	43	42	39	36	34	31	28	25	21	18	15	12	13	2	43	41	
S	10	8	6	4	3	2	1	3	7	13	20	27	34	38	39	38	35	31	26	22	18	15	12	16	16	1	39	38	
SW	15	11	9	6	5	3	2	4	5	8	11	17	26	35	44	50	53	52	45	37	28	23	18	18	18	2	53	51	
W	17	13	10	7	5	4	3	3	4	6	8	11	14	20	28	39	49	57	60	54	43	34	27	21	19	3	60	57	
NW	14	10	8	6	4	3	2	2	3	5	8	10	13	15	21	27	35	42	46	43	35	28	22	18	19	2	46	44	
Paredes grupo G																													
N	3	2	1	0	-1	2	7	8	9	12	15	18	21	23	24	24	25	26	22	15	11	9	7	5	18	-1	26	27	
NE	3	2	1	0	-1	9	27	36	39	35	30	26	26	27	27	26	25	22	18	14	11	9	7	5	9	-1	39	40	
E	4	2	1	0	-1	11	31	47	54	55	50	40	33	31	30	29	27	24	19	15	12	10	8	6	10	-1	55	56	
SE	4	2	1	0	-1	5	18	32	43	49	51	48	42	36	32	30	27	24	19	15	12	10	8	6	11	-1	51	52	
S	4	2	1	0	-1	0	1	5	12	22	31	39	45	46	43	37	31	25	20	15	12	10	8	5	14	-1	46	47	
SW	5	4	3	1	0	0	2	5	8	12	16	26	38	50	59	63	61	52	37	24	17	13	10	8	16	0	63	63	
W	6	5	3	2	1	1	2	5	8	11	15	19	27	41	56	67	72	67	48	29	20	15	11	8	17	1	72	71	
NW	5	3	2	1	0	2	5	8	11	15	18	21	27	37	47	55	55	41	25	17	13	10	7	7	18	0	55	55	

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Tabla 27

Descripción de grupos de construcción de paredes.

Grupo No.	Descripción de la construcción	Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/(h-ft ² -°F)	Capacidad calorífica, BTU/(ft ² -°F)
Ladrillo de vista de 4 in + (Ladrillo)				
	C Espacio de aire + ladrillo de vista de 3 in	83	0.358	18.3
	D Ladrillo común de 4 in	90	0.415	18.4
	C Aislamiento de 1 in o espacio de aire + ladrillo común de 4 in	90	0.174-0.301	18.4
	B Aislamiento de 2 in + ladrillo común de 4 in	88	0.111	18.5
	B Ladrillo común de 8 in	130	0.302	26.4
	A Aislamiento o espacio de aire + ladrillo común de 8 in	130	0.154-0.243	26.4
Ladrillo de vista de 4 in + (Concreto pesado)				
	C Espacio de aire + concreto de 2 in	94	0.350	19.7
	B Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	97	0.116	19.8
	A Espacio de aire o aislamiento + concreto de 8 in o más	143-190	0.110-0.112	29.1-38.4
Ladrillo de vista de 4 in + (bloque de concreto ligero o pesado)				
	E Bloque de 4 in	62	0.319	12.9
	D Espacio de aire o aislamiento + bloque de 4 in	62	0.153-0.246	12.9
	D Bloque de 8 in	70	0.274	15.1
	C Espacio de aire o aislamiento de 1 in + bloque de 6 u 8 in	73-89	0.221-0.275	15.5-18.5
	B Aislamiento de 2 in + bloque de 8 in	89	0.096-0.107	15.5-18.6
Ladrillo de vista de 4 in + (azulejo de barro)				
	D Azulejo de 4 in	71	0.381	15.1
	D Espacio de aire + azulejo de 4 in	71	0.281	15.1
	C Aislamiento + azulejo de 4 in	71	0.169	15.1
	C Azulejo de 8 in	96	0.275	19.7
	B Espacio de aire o aislamiento de 1 in + azulejo de 8 in	96	0.142-0.221	19.7
	A Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	97	0.097	19.8
Pared de concreto pesado + (acabado)				
	E Concreto de 4 in	63	0.585	12.5
	D Concreto de 4 in + aislamiento de 1 o 2 in	63	0.119-0.200	12.5
	C Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	63	0.119	12.7
	C Concreto de 8 in	109	0.490	21.9
	B concreto de 8 in + aislamiento de 1 o 2 in	110	0.115-0.187	22.0
	A Aislamiento de 2 in + concreto de 8 in	110	0.115	21.9
	E Concreto de 12 in	156	0.421	31.2
	A Concreto de 12 in + aislamiento	156	0.113	31.3
Bloque de concreto ligero y pesado + (acabado)				
	F Bloque de 4 in + espacio de aire o aislamiento	29-36	0.161-0.263	5.7-7.2
	E Aislamiento de 2 in + bloque de 4 in	29-37	0.105-0.114	5.8-7.3
	E Bloque de 8 in	41-57	0.294-0.402	6.3-11.3
	D Concreto de 8 in + espacio de aire o aislamiento	41-57	0.149-0.173	8.3-11.3
Azulejo de barro + (acabado)				
	F Azulejo de 4 in	39	0.419	7.8
	F Azulejo de 4 in + espacio de aire	39	0.303	7.8
	E Azulejo de 4 in + aislamiento de 1 in	39	0.175	7.9
	D Aislamiento de 2 in + azulejo de 4 in	40	0.110	7.9
	D Azulejo de 8 in	63	0.296	12.5
	C Azulejo de 8 in + espacio de aire o aislamiento de 1 in	63	0.151-0.231	12.6
	B Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	63	0.099	12.6
Pared de lámina (cartón metálica)				
	G Con o sin espacio de aire + 1, 2 o 3 in de aislamiento	5-6	0.091-0.230	0.7
Pared de bastidor				
	G Aislamiento de 1 a 3 in	16	0.081-0.178	3.2

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Tabla 28

Radiación solar a través de vidrio factores de ganancia máxima de calor para vidrio, BTU/h-ft²,

Latitudes Norte.

0 Grados										
	NNE/ N	NE/ NNW	ENE/ NW	E/ WNW	ESE/ W	SE/ WSW	SEE/ SW	SSW	S	HOR
En.	34	34	88	177	234	254	235	182	118	296
Feb.	36	39	132	205	245	247	210	141	67	306
Mar.	38	87	170	223	242	223	170	87	38	303
Abr.	71	134	193	224	221	184	118	38	37	284
May	113	164	203	218	201	154	80	37	37	265
Jun.	129	173	206	212	191	140	66	37	37	255
Jul.	115	164	201	213	195	149	77	38	38	260
Agos.	75	134	187	216	212	175	112	39	38	276
Sept.	40	84	163	213	231	213	163	84	40	293
Oct.	37	40	129	199	236	238	202	135	66	299
Nov.	35	35	88	175	230	250	230	179	117	293
Dic.	34	34	71	164	226	253	240	196	138	288

8 Grados										
	NNE/ N	NE/ NNW	ENE/ NW	E/ WNW	ESE/ W	SE/ WSW	SEE/ SW	SSW	S	HOR
En.	32	32	71	163	224	250	242	203	162	275
Feb.	34	34	114	193	239	248	219	165	110	294
Mar.	37	67	156	215	241	230	184	110	55	300
Abr.	44	117	184	221	225	195	134	53	39	289
May	74	146	198	220	209	167	97	39	38	277
Jun.	90	155	200	217	200	141	82	39	39	269
Jul.	77	145	195	215	204	162	93	40	39	272
Agos.	47	117	179	214	216	186	128	51	41	282
Sept.	38	66	149	205	230	219	176	107	56	290
Oct.	35	35	112	187	231	239	211	160	108	288
Nov.	33	33	71	161	220	245	233	200	160	273
Dic.	31	31	55	149	215	246	247	215	179	265

16 Grados										
	NNE/ N	NE/ NNW	ENE/ NW	E/ WNW	ESE/ W	SE/ WSW	SEE/ SW	SSW	S	HOR
En.	30	30	55	147	21	244	251	223	199	248
Feb.	33	33	96	180	231	247	233	188	154	275
Mar.	35	53	140	205	239	235	197	138	93	291
Abr.	39	99	172	216	227	204	150	77	45	289
May	52	132	189	218	215	179	115	45	41	282
Jun.	66	142	194	217	207	167	99	41	41	277
Jul.	55	132	187	214	210	174	111	44	42	277
Agos.	41	100	168	209	219	196	143	74	46	282
Sept.	36	50	134	196	227	224	191	134	93	282
Oct.	33	33	95	174	223	237	225	183	150	270
Nov.	30	30	55	145	206	241	247	220	196	246
Dic.	29	29	41	132	198	241	254	233	212	234

24 Grados										
	NNE/ N	NE/ NNW	ENE/ NW	E/ WNW	ESE/ W	SE/ WSW	SEE/ SW	SSW	S	HOR
En.	27	27	41	128	190	240	253	241	227	214
Feb.	30	30	80	165	220	244	243	213	192	249
Mar.	34	45	124	195	234	237	214	168	137	275
Abr.	37	88	159	209	228	212	169	107	75	283
May	43	117	178	214	218	190	132	67	46	282
Jun.	55	127	184	214	212	179	117	55	43	279
Jul.	45	116	176	210	213	185	129	65	46	278
Agos.	38	87	156	203	220	204	162	103	72	277
Sept.	35	42	119	185	222	225	206	163	134	266
Oct.	31	31	79	159	211	237	235	207	187	244
Nov.	27	27	42	126	187	236	249	237	224	213
Dic.	26	26	29	1112	180	234	247	247	237	199

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Tabla 29

Equivalencias de orientación.

Orientación en el hemisferio Sur	Orientación equivalente en el hemisferio Norte
Noreste	Sureste
Este	Este
Sureste	Noreste
Sur	Norte (sombra)
Suroeste	Noroeste
Oeste	Oeste
Noroeste	Suroeste
Norte (sombra)	Sur

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Tabla 30

Equivalencias Coeficientes de sombreado para vidrio con o sin sombreado interior por persianas venecianas enrollables.

Tipo de vidrio	Espesor nominal de cada vidrio claro ^a	Transmisión solar ^b	Sin sombreado interior		Tipo de sombreado interior				
			$h_0 = 4.0$	Persianas venecianas		Persianas enrollables			
				Medio	Claro	Opacas	Claro	Translúcidas	
VIDRIO SENCILLO	Sencillo								
	Claro	3/32 a 1/4	0.87-0.80	1.00					
	Claro	1/4 a 1/2	0.80-0.71	0.94					
	Claro	3/8	0.72	0.90	0.64	0.55	0.59	0.25	0.39
	Claro	1/2	0.67	0.87					
	Claro con figuras	1/8 a 9/32	0.87-0.79	0.83					
	Absorbente de calor, con figuras ^c	1/8		0.83					
	Absorbente de calor ^c	3/16 a 1/4	0.46	0.69	0.57	0.53	0.45	0.30	0.36
	Absorbente de calor, con figuras	3/16 a 1/4		0.69					
	Coloreado	1/8 a 7/32	0.59-0.45	0.69	0.54	0.52	0.40	0.28	0.32
	Absorbente de calor, o con figuras		0.44-0.30	0.60					
	Absorbente de calor ^c	3/8	0.34	0.60	0.42	0.40	0.36	0.28	0.31
	Absorbente de calor, o con figuras	1/2	0.24	0.53					
	Vidrio recubierto reflector			0.30	0.25	0.23			
			0.40	0.33	0.29				
			0.50	0.42	0.38				
			0.60	0.50	0.44				
VIDRIO AISLANTE	Doble ^d								
	Claro afuera	3/32, 1/8	0.71 ^a	0.88	0.57	0.51	0.60	0.25	0.37
	Claro adentro								
	Claro afuera	1/4	0.61 ^a	0.81					
	Claro adentro								
	Absorbente de calor afuera	1/4	0.36 ^a	0.55					
	Claro adentro				0.39	0.36	0.40	0.22	0.30
	Vidrio recubierto reflector			0.20	0.19	0.18			
				0.30	0.27	0.26			
				0.40	0.34	0.33			
Triple	Claro	1/4		0.71					
	Claro	1/8		0.80					

Reproducido con permiso del 1985 Fundamentals, ASHRAE Handbook & Product Directory

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Tabla 31

Factores de carga de enfriamiento para vidrio sin sombreado interior (incluye vidrio reflector y absorbente de calor).

Latitud norte.		Hora solar, h																							
Ventana hacia él	Construc- ción del reclinto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		N	L	0.07	0.05	0.04	0.04	0.05	0.70	0.65	0.65	0.74	0.81	0.87	0.91	0.91	0.88	0.84	0.77	0.80	0.92	0.27	0.19	0.15	0.12
	M	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	0.73	0.66	0.65	0.73	0.80	0.86	0.89	0.89	0.86	0.82	0.75	0.78	0.91	0.24	0.18	0.15	0.13	0.11	0.09
	H	0.09	0.09	0.08	0.07	0.09	0.75	0.67	0.66	0.74	0.80	0.86	0.89	0.88	0.85	0.80	0.73	0.76	0.88	0.23	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10
NE	L	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.55	0.76	0.75	0.60	0.39	0.31	0.28	0.27	0.25	0.23	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02
	M	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.56	0.76	0.74	0.58	0.37	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
	H	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.57	0.77	0.74	0.58	0.36	0.28	0.26	0.25	0.23	0.21	0.19	0.16	0.11	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
E	L	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.45	0.71	0.80	0.77	0.64	0.43	0.29	0.25	0.23	0.20	0.17	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02
	M	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.47	0.72	0.80	0.76	0.62	0.41	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.11	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
	H	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.48	0.72	0.80	0.75	0.61	0.40	0.25	0.22	0.21	0.19	0.16	0.14	0.10	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
SE	L	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.29	0.56	0.74	0.82	0.81	0.70	0.52	0.35	0.30	0.26	0.22	0.18	0.13	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03
	M	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.30	0.56	0.74	0.81	0.79	0.68	0.49	0.33	0.28	0.25	0.22	0.18	0.13	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
	H	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.31	0.57	0.74	0.81	0.79	0.67	0.48	0.31	0.27	0.23	0.20	0.17	0.13	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05
S	L	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.08	0.15	0.22	0.37	0.58	0.75	0.84	0.82	0.71	0.53	0.37	0.29	0.20	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04
	M	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.09	0.16	0.22	0.38	0.58	0.75	0.83	0.80	0.68	0.50	0.35	0.27	0.19	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
	H	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.11	0.17	0.24	0.39	0.59	0.75	0.82	0.79	0.67	0.49	0.33	0.26	0.18	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05
SW	L	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.10	0.13	0.16	0.18	0.22	0.38	0.59	0.76	0.84	0.83	0.72	0.48	0.18	0.13	0.11	0.08	0.07	0.06
	M	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.11	0.14	0.16	0.19	0.22	0.38	0.59	0.75	0.83	0.81	0.69	0.45	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.08	0.12	0.15	0.18	0.20	0.23	0.39	0.59	0.75	0.82	0.80	0.68	0.43	0.14	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06
W	L	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05	0.08	0.11	0.13	0.14	0.15	0.17	0.30	0.53	0.72	0.83	0.83	0.63	0.19	0.14	0.11	0.08	0.07	0.06
	M	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.31	0.53	0.72	0.82	0.81	0.61	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.18	0.31	0.54	0.71	0.81	0.80	0.59	0.15	0.11	0.09	0.07	0.06	0.06
NW	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.10	0.13	0.16	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.83	0.71	0.19	0.13	0.10	0.08	0.07	0.05
	M	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.07	0.11	0.14	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.82	0.69	0.16	0.12	0.09	0.08	0.07	0.06
	H	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.08	0.12	0.15	0.18	0.20	0.21	0.22	0.23	0.30	0.52	0.73	0.81	0.67	0.15	0.11	0.08	0.07	0.06	0.05
HORA	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.10	0.26	0.43	0.59	0.72	0.81	0.87	0.87	0.83	0.74	0.60	0.44	0.27	0.15	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
	M	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.12	0.27	0.44	0.59	0.72	0.81	0.85	0.85	0.81	0.71	0.58	0.42	0.25	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.13	0.29	0.45	0.60	0.72	0.81	0.85	0.84	0.79	0.70	0.56	0.40	0.23	0.13	0.11	0.09	0.08	0.08	0.07

L = Construcción ligera: Pared exterior de bastidores, losa de piso de concreto de 2 in, con aprox. 30 lb de material/ft² de piso.
M = Construcción media: Pared exterior de concreto de 4 in, losa de piso de concreto de 4 in, con aprox. 70 lb de material de construcción por ft² de piso.
H = Construcción pesada: Pared exterior de concreto de 6 in, losa de piso de concreto de 6 in, con aprox. 130 lb de material de construcción por ft² de piso.

Reproducido con permiso del 1985 Fundamentals, ASHRAE Handbook & Product Directory

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Tabla 32

Tasas de ganancia de calor debido a los ocupantes del recinto acondicionado.

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

^a Nota: Los valores de la tabla se basan en una temperatura de bulbo seco de 78°F. Para 80°F BS, el calor total queda igual, pero el valor del calor sensible se debe disminuir en aproximadamente 8% y los valores del calor latente se deben aumentar proporcionalmente.

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

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

^d Para el boliche, se considera una persona por pista tirando y las demás sentadas (400 BTU/h) o paradas y caminando lentamente (970 BTU/h). Reproducido con permiso del 1985 Fundamentals, ASHRAE Handbook & Product Directory.

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita

Tabla 33

Potencia de equipos de oficina y comedor.

Artefacto electrico que utiliza normalmente	Potencia		Cantidad de Focos Equivalente
	(Watts)	(kilowatts)	
Cocina electrica de 4 hornilla	4 500	4,50	45
Calentador de agua (terma electrica)	1500	1,50	15
Horno Electrico	1200	1,20	12
Lavaplatos	1200	1,20	12
Horno Microondas	1200	1,20	12
Cafetera	600	0,60	6
Congeladora comercial	500	0,50	5
Campana extractora de aire	300	0,30	3
Licuadaora	300	0,30	3
Computadora (cpu y monitor)	200	0,20	2
TV de 21 pulgadas color	200	0,20	2
Impresora	150	0,15	1 1/2

Nota. Fuente: Manual de acondicionamiento de aire – Carrier

Tabla 34*Requisitos de ventilación para ocupantes.*

	Personas estimadas por 100 ft ² de área de piso	Aire de ventilación necesario por persona	
		FCM Mínimos	FCM Recomendados
RESIDENCIAL.			
Viviendas de una unidad			
Salas y recámaras	5	5	7-10
Cocinas, baños	—	20	30-50
Viviendas de unidades múltiples			
Salas y recámaras	7	5	7-10
Cocinas, baños	—	20	30-50
COMERCIAL			
Sanitarios públicos	100	15	20-25
Comercios			
Pisos de venta (sótanos y plantas bajas)	30	7	10-15
Pisos de venta (pisos superiores)	20	7	10-15
Comedores	70	10	15-20
Cocinas	20	30	35
Cafeterías	100	36	35
Hoteles, moteles			
Recámaras	5	7	10-15
Salas	20	10	15-20
Baños	—	20	30-50
Salas de belleza	50	25	30-35
Peluquerías	25	7	10-15
Estacionamientos	—	1.5	2-3
Teatros			
Vestíbulos	150	20	25-30
Auditorios (no se fuma)	150	5	5-10
Auditorios (permitido fumar)	150	10	10-20
Boliches, zona de asientos	70	15	20-25
Gimnasios y arenas			
Pisos de ejercicios	70	20	25-30
Vestidores	20	30	40-50
Áreas de público	150	20	25-30
Piscinas	25	15	20-25
Oficinas			
Espacio de oficinas en general	10	15	15-25
Salas de juntas	60	25	30-40
INSTITUCIONAL			
Escuelas			
Salones de clase	50	10	10-15
Auditorios	150	5	5-7.5
Gimnasios	70	20	25-30
Bibliotecas	20	7	10-12
Vestidores	20	30	40-50
Hospitales			
Recámaras sencillas y dobles	15	10	15-20
Guarderías	20	10	15-20
Salas de cirugía, salas de parto	—	20	—

Nota. Fuente: Acondicionamiento de aire – Edward C. Pita